

COMUNE DI CASTELFRANCO VENETO

PROVINCIA DI TREVISO

AMPLIAMENTO FABBRICATI PER RICAVO MAGAZZINO
DI LOGISTICA IN VIA BORGO PADOVA

RELAZIONE DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA PER INVARIANZA IDRAULICA

COMMITTENTE: **FERRO DISTRIBUZIONE S.R.L.**

CASTELFRANCO VENETO, 26 FEBBRAIO 2018

PREMESSA

Il complesso immobiliare oggetto d'intervento (ampliamento) si trova a sud del centro di Castelfranco Veneto, lungo Via Borgo Padova (S.R. 245), sui Mappali 1160-802-157 del Foglio 31° (foglio D/8 catasto fabbricati), su un "lotto" di complessivi $18.973 m^2$. Il progetto, interessa parzialmente anche dei terreni agricoli confinanti, catastalmente identificati dai mappali 142-1127-1129, Foglio 31°, di complessivi $20.532 m^2$. I mappali 1160, 802, 1127, 1129 e 142 sono di proprietà della ditta F.G.M. Immobiliare s.r.l. (immobiliare della famiglia Ferro), il mappale 157 è di proprietà dei Sigg. FERRO Giovanni e Michela.

Il Piano degli Interventi vigente inserisce gli immobili sopra descritti, in parte in Zona Commerciale Z.T.O. D2.1 e in "gran" parte in Zona Agricola Z.T.O. E2.3.

Gli immobili edificati sui mappali 1160-802, ospitano due unità commerciali, un Magazzino Commerciale a servizio dell'attività di Distribuzione Bevande e un Negozio, per la vendita al pubblico di bibite e bevande, entrambi oggetto di recenti lavori di Ristrutturazione e Ampliamento.

Il progetto prevede l'ampliamento dei Magazzini/Depositi gestiti dalla ditta "Ferro Distribuzione" per ricavare nuovi spazi da destinare all'attività di "Logistica" già svolta dalla ditta richiedente sui locali esistenti. Il progetto prevede quindi la demolizione e ricostruzione di porzioni di fabbricato esistenti oltre alla realizzazione di una nuova superficie in ampliamento.

Le superfici in ampliamento saranno eseguite in parte, all'interno del perimetro della Z.T.O. D2.1, in parte, ai sensi dell'Art.2 della L.R. 14/2009 e s.m.i (piano Casa) e in parte ai sensi dell'Art.4 della L.R. 55/2012 in Variante allo strumento urbanistico generale. L'ampliamento sarà previsto ad est degli edifici esistenti e si svilupperà in gran parte sul mappale 1129, rispetterà le distanze minime ($m 10,00$) dal Canale Musoncello che scorre a nord degli edifici esistenti e di progetto, rispetterà inoltre le distanze minime dai confini di proprietà e dai fabbricati esistenti. L'edificio di progetto, sarà eseguito in continuità con le strutture esistenti. La quota "di pavimento" del nuovo ampliamento sarà a quota campagna, diversamente da quella utilizzata sul negozio e dei magazzini esistenti, posti invece alla stessa quota di Via Borgo Padova (+1.20 m dalla quota campagna). Il fabbricato sarà utilizzato per lo stoccaggio temporaneo delle merci pertanto, saranno previste due specifiche zone separate per lo scarico ed il carico, di fronte alle quali saranno eseguite delle rampe seminterrate per consentire il carico/scarico a livello dei pianali degli automezzi.

Per la dimostrazione di invarianza idraulica le superfici da computare sono individuate dall'area in ampliamento verso est, in parte ampliamento di capannone, in parte piazzale e parcheggi e in parte area verde e una seconda superficie, a sud dello stabilimento, dedicata a parcheggio; le aree in totale, sono rispettivamente di ca. $10.215 m^2$ e $2.800 m^2$.

La presente valutazione idraulica ha lo scopo di individuare le modificazioni all'assetto idrogeologico in seguito alla realizzazione dell'ampliamento, ovvero alla trasformazione territoriale, con lo scopo di valutare le misure e gli accorgimenti necessari per non aggravare l'attuale regime idraulico. Verrà evidenziato, per l'intervento previsto, il procedimento che permette di rilevare qualitativamente la trasformazione idraulica del territorio, la trasformazione afflussi deflussi conseguente all'esecuzione delle opere e le soluzioni di mitigazione per invarianza idraulica da adottare.

STATO DI FATTO

Lo stabilimento e la zona oggetto di ampliamento si trovano in un'area pianeggiante, in una zona scarsamente urbanizzata ai margini sud del centro di Castelfranco Veneto, in via Borgo Padova. Per quanto riguarda il rischio idraulico: il Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Bacino Idrografico del Fiume Sile non comprende l'area interessata; la carta delle esondazioni del comprensorio del consorzio di bonifica Piave non individua l'area come zona soggetta ad allagamenti; la valutazione di compatibilità del PAT del comune di Castelfranco Veneto ha redatto una cartografia delle aree pericolose del suo territorio da cui risulta che il sito non si trova in una zona pericolosa.

La rete di raccolta delle acque meteoriche del piazzale e dei fabbricati fronte strada è costituita da pozzi perdenti che sfiorano le portate in eccesso direttamente nel *Rio Musoncello*.

L'attuale sistema di raccolta delle acque meteoriche, del piazzale a est e relativi fabbricati, è costituito da una rete di caditoie che raccoglie le acque di dilavamento del piazzale e le convoglia ad un impianto di prima pioggia (*i primi 5 mm di pioggia caduta*), le acque di seconda pioggia vengono sversate direttamente nell'invaso, che successivamente scarica sul *Rio Musoncello*; mentre le acque derivanti dalle coperture degli edifici (acque pulite e incontaminate) vengono collettate direttamente all'invaso.

La regolazione della portata sversata dall'invaso nel corpo idrico ricettore (*Rio Musoncello*) viene attuata tramite un manufatto restitutore, il quale ha una soglia sfiorante che garantisce la formazione del battente all'interno dell'invaso con una luce sotto battente costituita da un foro circolare di 15 cm.

L'invaso esistente, calcolato con una pratica precedente, è stato realizzato mediante la posa di condotte di grandi dimensioni sotto al sedime del piazzale. Di seguito i volumi di invaso realizzati:

<i>Tipo di invaso</i>	<i>Volume [m³]</i>
DOPPIA TUBAZIONE (2 X 0.95 m X 45)	85,50
IMPIANTO PRIMA PIOGGIA	18,00
MICROINVASI (40 m ³ /ha)	6,40
TOTALE	109,90

Maggiore del volume minimo di laminazione, calcolato al tempo che, per l'evento critico che lo massimizzava ($Tr = 50 \text{ anni}$), era pari a **82,50 m³**.

Con i nuovi lavori di ampliamento, parte delle condotte di grandi dimensioni realizzate dovranno essere demolite, da una lunghezza complessiva di *45 m a 8,50 m, con una conseguente riduzione del volume di invaso di circa 70 m³ che dovrà essere ripristinato nel nuovo volume di invaso calcolato con la presente relazione.* L'attuale scarico, del piazzale ad est, verrà chiuso, e le portate generate, scaricate nel nuovo bacino d'invaso di progetto realizzato nell'area a verde attraverso una tubazione in pvc del diametro di 20 cm.

RETE DI PROGETTO

Area ad est soggetta ad ampliamento

La rete di raccolta delle acque meteoriche sarà realizzata con una tubazione principale in calcestruzzo $\phi = 80 \text{ cm}$ con pendenza pari all'1‰, da pozzetti di raccordo e ispezione, e da caditoie stradali con chiusino in ghisa. Tali diametri permettono l'invaso, necessario in caso di evento eccezionale con i tempi di ritorno considerati, per la sicurezza idraulica dell'area e il drenaggio delle portate in caso di eventi meteorologici eccezionali. Nell'area a verde è prevista la realizzazione di un bacino di invaso a cielo aperto con una capacità massima di ca. *457 m³*. L'area a verde ha naturalmente pendenza verso il bacino di laminazione.

L'impianto di prima pioggia esistente, se possibile, potrà essere spostato a valle della nuova rete, essendo l'area asservita precedentemente, occupata dal nuovo capannone in progetto. Tale impianto è progettato per il trattamento di acque di prima pioggia ed è costituito da una vasca di accumulo e da una vasca di disoleazione. Le vasche sono due manufatti

separati. Le vasche sono monolitiche, parallelepipedi in cemento armato vibrato ad alte caratteristiche di resistenza. La soletta di copertura viene calcolata per sopportare il transito di automezzi pesanti. La soletta è munita di botole di ispezione con chiusini in ghisa sferoidale di idonea classe.

Vasca di accumulo

Il primo settore del sistema è costituito da una vasca con funzione di accumulo dei primi 5 mm di precipitazione. Questa vasca è dimensionata sulla base del volume di prima pioggia che deve essere trattato ed è sufficiente anche per il nuovo piazzale (23 m³). Nella vasca trovano alloggio:

- Valvola a galleggiante per la chiusura, a vasca piena, della tubazione di arrivo;
- Elettropompa sommersa con tubazione di mandata, elettrolivelli di minimo e di massimo livello;
- Dispositivo di regolazione della portata della pompa;
- Sensore per arresto della pompa alla ripresa della precipitazione;
- Quadro elettrico per il funzionamento automatico della pompa.

Vasca di disoleazione

La vasca di disoleazione è dimensionata per una portata idraulica di 5 l/s e viene alimentata dalla pompa situata nella vasca di accumulo. Per un miglioramento della qualità dell'effluente la vasca è dotata di filtro a coalescenza.

Funzionamento

In periodo di assenza di precipitazioni meteoriche la vasca di accumulo è vuota mentre la vasca di disoleazione mantiene sempre il suo normale livello. Iniziando a piovere la vasca di accumulo comincia a ricevere acqua sino al suo totale riempimento. Con la vasca al massimo livello un dispositivo a galleggiante chiude la tubazione di ingresso. L'acqua meteorica successiva sfiora nella tubazione di bypass e si avvia allo scarico senza alcun trattamento.

Dopo un certo periodo di tempo prestabilito, dall'avvenuto totale riempimento della vasca di accumulo, la pompa, azionata da un timer, si mette in funzione ed invia l'acqua nel trattamento di disoleazione. La portata della pompa viene equalizzata da un dispositivo di regolazione che provvede ad inviare nel disoleatore la portata voluta e non superiore alla capacità del disoleatore stesso. Tale dispositivo assicura un notevole rallentamento del flusso ed impedisce turbolenze nel bacino del disoleatore. La pompa completa la sua opera svuotando la vasca ed un elettrolivello di minima arresta il funzionamento della pompa. Se durante il funzionamento della pompa iniziasse di nuovo a piovere un sensore, posto all'ingresso, provvede ad arrestare la pompa che riprenderà il suo ciclo dopo un certo tempo dall'avvenuta cessazione della precipitazione.

Area a sud destinata a parcheggio

La rete di raccolta delle acque meteoriche sarà realizzata con una tubazione principale in calcestruzzo $\phi = 60 \text{ cm}$ con pendenza pari all'1‰, da pozzetti di raccordo e ispezione, e da caditoie stradali con chiusino in ghisa. Tali diametri permettono l'invaso, necessario in caso di evento eccezionale con i tempi di ritorno considerati, per la sicurezza idraulica dell'area e il drenaggio delle portate in caso di eventi meteorologici eccezionali. Nell'area a verde è prevista la realizzazione di un bacino di invaso a cielo aperto con una capacità massima di ca. 140 m^3 .

SITUAZIONE IDROGEOLOGICA DELL'AREA

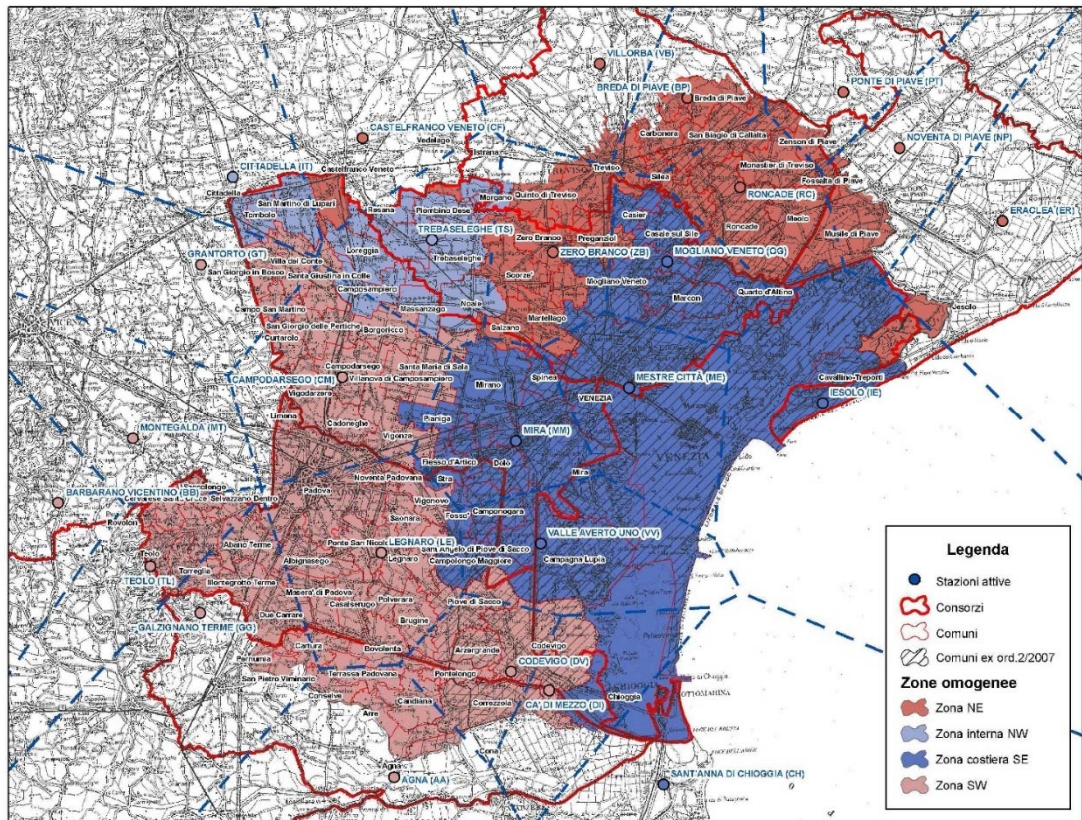
La situazione idrogeologica dell'area di progetto si configura costituita dall'apporto di alluvioni d'origine fluviale unite a quelli dei torrenti che solcano la zona. La granulometria del deposito, che nella fascia immediatamente a ridosso dei rilievi montuosi è molto grossolana, diminuisce procedendo verso sud. Queste alluvioni sono formate da ghiaie a matrice sabbiosa molto grossolane nell'area intervalliva e nella fascia immediatamente a ridosso dei rilievi montuosi. Più a Sud nella fascia intermedia, la granulometria dei sedimenti diminuisce e sono presenti ghiaie più minute con livelli sabbiosi e lenti limose ed argillose fino ad arrivare, nella zona delle risorgive, ad avere una prevalenza di sedimenti a grana ancora più fine con frequenti livelli argillosi che, diventando continui, determinano la suddivisione del complesso idrico indifferenziato in un sistema multifalde. Dalle indagini effettuate sul posto si è rilevata la seguente stratigrafia:

- ✓ Terreno: Il sottosuolo dell'area in esame è costituito per una profondità di circa 40 cm di terreno vegetale argilloso e di riporto. Successivamente, e fino alla profondità della falda, il terreno è prevalentemente costituito da limo leggermente sabbioso;
- ✓ Posizione falda: Il sito in esame si trova in prossimità della linea delle risorgive, che presumibilmente passa più a sud. Con riferimento ai sondaggi e alle prove profonde eseguite, nell'area in esame la falda acquifera è presente e il livello medio non supera, se non per eventi di carattere eccezionale, la profondità di $2,70 \text{ m}$ rispetto al piano campagna.

VALUTAZIONE DEI PARAMETRI IDRAULICI

Per le analisi di tipo idraulico, il dimensionamento di reti di smaltimento di acque bianche, di manufatti idraulici e di canali, è necessario conoscere la legge che lega le precipitazioni alle portate idrauliche generate. Per le aree di maggiore rilevanza, sono eseguite delle analisi idrologiche ed elaborazioni

statistiche sui dati di pioggia, restando fin d'ora inteso che i risultati riportati sono da ritenersi attendibili solamente per aree e per scopi di entità confrontabili a quelli di cui alla presente relazione. Per lo studio ed il dimensionamento delle opere, supportati dall'utilizzo degli strumenti di simulazione matematica si sono utilizzati gli studi predisposti dal *Commissario Delegato per l'Emergenza concernente gli eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto nel settembre 2007 (OPCM n. 3621 del 18.10.2007)*.



L'elaborazione dei dati pluviometrici forniti da una stazione di misura si svolge ricercando la relazione esistente tra l'altezza h delle precipitazioni e le loro durate t in funzione del tempo di ritorno. Dopo gli eventi meteorologici del 26 settembre 2007, che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto, è stato affidato l'incarico, al Commissario Delegato per l'Emergenza, di individuare delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento per l'area nelle province di Venezia, Padova e Treviso. Si è scelto pertanto di svolgere un'analisi regionalizzata, che mira cioè ad analizzare in forma congiunta le registrazioni operate in diversi siti di interesse, valutando contestualmente il grado di omogeneità dei valori massimi annuali misurati nelle varie stazioni e la presenza di eventuali trend spaziali. Tale procedimento limita l'influenza di singole registrazioni eccezionali, individua le caratteristiche comuni del regime pluviometrico sull'intero territorio

considerato e fornisce gli strumenti per un’eventuale suddivisione dell’area in sottoinsiemi omogenei, ai quali attribuire una singola curva segnalatrice di possibilità pluviometrica. È necessario elaborare delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica. Tutte le relazioni proposte in letteratura evidenziano la legge fisica in base alla quale l’intensità di pioggia diminuisce con la durata t del fenomeno. Una delle formule più diffuse ha struttura a tre parametri:

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

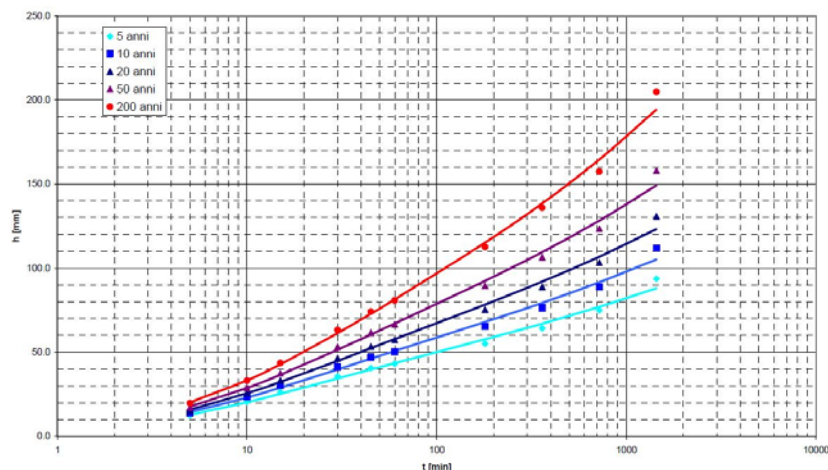
e consente una buona interpolazione dei dati per tutte le durate considerate.

Le elaborazioni descritte portano alle curve di possibilità pluviometrica in corrispondenza a diversi tempi di ritorno e divise per macrogruppi (quattro), valutando per ciascuna durata la media dei massimi di precipitazione delle stazioni del gruppo, calcolando poi le altezze di precipitazione per i vari tempi di ritorno e per le varie durate e producendo infine la stima dei parametri a , b e c per ottimizzazione numerica. Per la determinazione della “pioggia di progetto” e il dimensionamento della rete si farà riferimento ai risultati per la macrozona di Castelfranco Veneto.

Per la determinazione della “pioggia di progetto” e il dimensionamento della rete si è fatto riferimento ai dati della **Zona Nord Orientale** (area definita dall’analisi regionalizzata), zona di cui fa parte il comune di Castelfranco Veneto (TV), di seguito i parametri della curva segnalatrice (i tempi t devono essere espressi in minuti):

Tr	a	b	c
20	29.4	10.9	0.802
50	32.7	11.6	0.790
100	34.9	12.2	0.781
200	36.9	12.7	0.771

Grafico delle curve segnalatrici a tre parametri:



L'equazione di possibilità pluviometrica a due parametri, invece, secondo la distribuzione di *Gumbel* è determinata dalla seguente funzione:

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

dove:

h *altezza della precipitazione in mm*

t *durata della precipitazione in ore*

a e *n* *parametri adimensionali*

Questa legge fornisce, per un assegnato tempo di pioggia *t*, il valore massimo di altezza di pioggia *h* per il periodo pari al tempo di ritorno *Tr* (frequenza). I dati ottenuti dall'analisi probabilistica regionalizzata sopraesposta, non possono essere interpolati adeguatamente da un'unica curva a due parametri per l'intero range di durate da 5 minuti a 24 ore. È opportuno considerare intervalli più ristretti di durate, entro i quali la formula bene approssimi i valori ottenuti con la regolarizzazione regionale. Di seguito i parametri delle curve segnalatrici tarate su intervalli di quattro dati, per i vari tempi di ritorno. Il parametro Δ indica l'errore medio relativo dell'approssimazione (i tempi *t* devono essere espressi in minuti):

Tr	tp≈30 minuti			tp≈45 minuti			tp≈1 ora			tp≈3 ore		
	DA 10 MIN A 1 ORA			DA 15 MIN A 3 ORE			DA 30 MIN A 6 ORE			DA 45 MI A 12 ORE		
(anni)	a	n	Δ%	a	n	Δ%	a	n	Δ%	a	n	Δ%
5	8.3	0.413	3.6	12.8	0.290	4.6	16.5	0.232	1.0	17.4	0.222	0.0
10	9.1	0.430	3.7	14.0	0.305	4.7	18.4	0.244	1.1	19.6	0.231	0.3
20	9.7	0.446	3.7	15.0	0.321	4.8	19.8	0.256	1.2	21.5	0.240	0.7
50	10.3	0.467	3.7	16.0	0.341	4.8	21.4	0.275	1.3	23.6	0.254	1.1
100	10.7	0.484	3.7	16.6	0.357	4.9	22.3	0.289	1.4	25.0	0.265	1.4
200	11.0	0.500	3.7	17.0	0.373	4.9	23.0	0.304	1.4	26.2	0.276	1.7

Per il calcolo della portata massima di progetto e per il calcolo dei volumi di invaso assumeremo come tempo di ritorno ***Tr = 50 anni***, per i quali l'equazione di possibilità pluviometrica a due parametri assume i seguenti valori (i tempi *t* devono essere espressi in ore):

Tr (anni)	tp≈30 minuti			tp≈45 minuti			tp≈1 ora			tp≈3 ore		
	DA 10 MIN A 1 ORA			DA 15 MIN A 3 ORE			DA 30 MIN A 6 ORE			DA 45 MIN A 12 ORE		
	a	n	Δ%	a	n	Δ%	a	n	Δ%	a	n	Δ%
50	69.70	0.467	3.7	64.64	0.341	4.8	65.98	0.275	1.3	66.77	0.254	1.1
200	85.21	0.500	3.7	78.29	0.373	4.9	79.85	0.304	1.4	81.11	0.276	2.5

CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO ORARIO MEDIO

Della portata determinata mediante la curva di possibilità pluviometrica, solamente una sua frazione viene raccolta dalle reti di collettori. Tale frazione è individuata da un coefficiente di deflusso φ , inteso come il rapporto tra il volume defluito attraverso una determinata sezione in un definito intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso.

Detto φ_i il coefficiente di deflusso relativo alla superficie S_i , il valore medio del coefficiente relativo ad aree caratterizzate da differenti valori di φ si ottiene con una media ponderale:

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

Tipi di superficie	φ
Tetti metallici – Tetti a tegole	0,95-0,90
Tetti piani con rivestimento in calcestruzzo	0,70-0,80
Pavimentazioni asfaltate	0,85-0,90
Strade in terra	0,40-0,60
Zone con ghiaia non compressa	0,15-0,25
Giardini	0,05-0,25

L'area individuata dal progetto di ampliamento e la parte a sud destinata a parcheggio attualmente si presentano come superfici verdi incolte. Per quanto riguarda il progetto, si individua per l'ampliamento a est (**A**), dove sorgerà il nuovo capannone, una superficie pari a ca. **10.215 m²**, divisi in: 2.600 m² di copertura ($\varphi=0,90$), 3.510 m² di piazzale e percorsi in asfalto ($\varphi=0,90$), 345 m² di parcheggi drenanti ($\varphi=0,60$), la restante superficie di 3.760 m² è a verde ($\varphi=0,20$). Calcolando la media ponderata delle superfici, il coefficiente di deflusso medio di progetto è pari a $\varphi_{med A} = 0,63$.

Per quanto riguarda il parcheggio a sud (**B**) si individuano ca. **2.800 m²**, divisi in: 675 m² di parcheggi drenanti (pavimentazione tipo erborella $\varphi=0,60$), 1.350 m² di aree di manovra e passaggi in asfalto ($\varphi=0,90$) e 775 m² di area a verde ($\varphi=0,20$). Calcolando la media ponderata delle superfici, il coefficiente di deflusso medio di progetto è pari a $\varphi_{med B} = 0,63$.

VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

La stima del coefficiente idrometrico, per bacini scolanti di relativa limitata estensione, come abbiamo già detto, può essere svolta mediante il metodo

cinematico. Se in un bacino di superficie S cade, per una durata t , una precipitazione di altezza h , solo una frazione φ del volume meteorico ($S \cdot h$) risulta efficace agli effetti del deflusso.

Questo metodo, detto anche metodo razionale, è largamente usato per il calcolo della portata conseguente ad una assegnata precipitazione per bacini scolanti di limitata estensione.

Il valore della portata massima Q_{max} , essendo τ il ritardo di corrivazione, e t la durata della pioggia, è:

$$Q_{max} = \frac{\varphi S h}{\tau} = \varphi \cdot S \cdot a \tau^{n-1}$$

Per quanto riguarda le piogge assumeremo come tempo di ritorno $Tr = 50$ **anni** per il quale l'equazione di possibilità pluviometrica assume i seguenti valori (considerando che l'area abbia un tempo critico di circa quarantacinque minuti):

$$h = a \cdot t^n = 64,64 \cdot t^{0,341}$$

Durante una precipitazione una parte dell'acqua si infiltra nel terreno e va ad alimentare le falde acquifere sotterranee, una parte viene trattenuta dal terreno, una parte scorre superficialmente e viene raccolta dai corsi d'acqua, una parte evapora sia durante che dopo la precipitazione ed infine una parte viene trattenuta dalla vegetazione e dagli avvallamenti del terreno.

Questi percorsi vengono cambiati radicalmente nel loro aspetto quantitativo nell'ipotesi di terreno urbanizzato, per quanto riguarda il coefficiente di deflusso dovremo prendere il valore medio rispetto alle diverse superfici del bacino.

Calcoliamo ora le portate generate dai singoli bacini in corrispondenza della sezione di chiusura, per un tempo di corrivazione pari a *10 minuti* per il parcheggio esterno e *30 minuti* per l'area in ampliamento. Applicando ai bacini in esame, il metodo esposto, il risultato, per deflusso libero dell'acqua, nelle sezioni di chiusura, è il seguente:

A – Ampliamento in progetto:

$$Q_{max} = \frac{\varphi S h}{\tau} = \varphi \cdot S \cdot a \tau^{n-1} = 0,63 \cdot 10.215 \cdot 64,64 \cdot \frac{\left(\frac{30}{60}\right)^{0,341-1}}{1000} = 657 \text{ m}^3/\text{ora}$$

ovvero: $657 \text{ m}^3/\text{ora} \cong 182 \text{ l/s} = Q_{max A}$

Il coefficiente udometrico è pari a circa $u_{max} = 179 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$

B – Parcheggio a sud in progetto:

$$Q_{max} = \frac{\varphi S h}{\tau} = \varphi \cdot S \cdot a \cdot \tau^{n-1} = 0,63 \cdot 2.800 \cdot 64,64 \cdot \frac{\left(\frac{10}{60}\right)^{0,341-1}}{1000} = 371 \text{ m}^3/\text{ora}$$

ovvero: $371 \text{ m}^3/\text{ora} \cong 103 \text{ l/s} = Q_{max B}$

Il coefficiente udometrico è pari a circa $u_{max} = 368 \text{ l/s}\cdot\text{ha}$

Modello e verifica della tubazione:

Scopo del modello è la verifica, mediante simulazione in moto permanente ed uniforme, dei collettori primari delle fognature che, funzionanti a pelo libero, devono provvedere all'allontanamento delle acque meteoriche. Verifichiamo che il tratto finale delle reti siano in grado di smaltire la portata di progetto.

La portata, nell'ipotesi di moto a pelo libero è determinato con la relazione di *Gauckler-Strickler* che in funzione del grado di riempimento è:

$$Q = A \cdot K_s \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

dove:

Q = portata massima da convogliare;

$$A = \frac{1}{4} D^2 \left[\frac{\pi}{2} - \sin^{-1} \left(1 - \frac{2Y}{D} \right) - 2 \left(1 - \frac{2Y}{D} \right) \sqrt{\frac{Y}{D} \left(1 - \frac{Y}{D} \right)} \right] =$$

= area della sezione liquida in funzione del grado di riempimento (Y/D);

Y = altezza liquida o tirante d'acqua;

D = diametro tubazione;

K_s = coeff. di scabrezza di Gauckler-Strickler funzione del materiale della tubazione;

R_H = raggio idraulico della sezione bagnata funzione del grado di riempimento = A/P ;

$$P = \text{perimetro bagnato in funzione } (Y/D) = D \left[\pi - \cos^{-1} \left(\frac{2Y}{D} - 1 \right) \right];$$

i = pendenza da dare alla tubazione.

Nota la portata viene determinata la velocità mediante l'applicazione dell'equazione di continuità che, nell'ipotesi di moto uniforme, è la seguente:

$$Q = V \cdot A \quad \text{dove} \quad V = \text{velocità fluido alla portata massima}$$

La tabella esplicita la verifica della portata di progetto. La verifica riguarda il moto a pelo libero nelle tubazioni per i vari gradi di riempimento.

Diametro condotta a monte pozzetto **D** (m) = 0,6

Pendenza condotta **i** (m/m) = 0,001

Coeff. scabrezza Gauckler-Strickler **Ks** (m^{1/3} s⁻¹) = 70

Grado riemp. Y/D	Altez.liquida Y (m)	Area liquida A (m ²)	Raggio idra. Rh	Portata Q (l/s)	Velocità V (m/s)	Tau al fondo T (kg/m ²)
0,05	0,03	0,005	0,020	0,848	0,161	0,020
0,1	0,06	0,015	0,038	3,689	0,251	0,038
0,15	0,09	0,027	0,056	8,589	0,323	0,056
0,2	0,12	0,040	0,072	15,473	0,384	0,072
0,25	0,15	0,055	0,088	24,204	0,438	0,088
0,3	0,18	0,071	0,103	34,602	0,485	0,103
0,35	0,21	0,088	0,116	46,459	0,527	0,116
0,4	0,24	0,106	0,129	59,543	0,564	0,129
0,45	0,27	0,123	0,140	73,598	0,596	0,140
0,5	0,3	0,141	0,150	88,346	0,625	0,150
0,55	0,33	0,159	0,159	103,491	0,649	0,159
0,6	0,36	0,177	0,167	118,709	0,670	0,167
0,65	0,39	0,195	0,173	133,652	0,687	0,173
0,7	0,42	0,211	0,178	147,934	0,700	0,178
0,75	0,45	0,227	0,181	161,122	0,708	0,181
0,8	0,48	0,242	0,183	172,711	0,712	0,183
0,85	0,51	0,256	0,182	182,071	0,711	0,182
0,9	0,54	0,268	0,179	188,318	0,703	0,179
0,95	0,57	0,277	0,172	189,859	0,684	0,172
1	0,6	0,283	0,150	176,692	0,625	0,150

Diametro condotta a monte pozzetto **D** (m) = 0,8

Pendenza condotta **i** (m/m) = 0,001

Coeff. scabrezza Gauckler-Strickler **Ks** (m^{1/3} s⁻¹) = 70

Grado riemp. Y/D	Altez.liquida Y (m)	Area liquida A (m ²)	Raggio idra. Rh	Portata Q (l/s)	Velocità V (m/s)	Tau al fondo T (kg/m ²)
0,05	0,04	0,009	0,026	1,827	0,194	0,026
0,1	0,08	0,026	0,051	7,945	0,304	0,051
0,15	0,12	0,047	0,074	18,497	0,391	0,074
0,2	0,16	0,072	0,096	33,323	0,466	0,096
0,25	0,2	0,098	0,117	52,126	0,530	0,117
0,3	0,24	0,127	0,137	74,519	0,588	0,137
0,35	0,28	0,157	0,155	100,056	0,638	0,155
0,4	0,32	0,188	0,171	128,234	0,683	0,171
0,45	0,36	0,219	0,186	158,502	0,722	0,186
0,5	0,4	0,251	0,200	190,265	0,757	0,200
0,55	0,44	0,283	0,212	222,880	0,787	0,212
0,6	0,48	0,315	0,222	255,655	0,812	0,222
0,65	0,52	0,346	0,231	287,835	0,832	0,231
0,7	0,56	0,376	0,237	318,593	0,848	0,237
0,75	0,6	0,404	0,241	346,996	0,858	0,241
0,8	0,64	0,431	0,243	371,955	0,863	0,243
0,85	0,68	0,455	0,243	392,113	0,861	0,243
0,9	0,72	0,476	0,238	405,567	0,851	0,238
0,95	0,76	0,493	0,229	408,884	0,829	0,229
1	0,8	0,503	0,200	380,529	0,757	0,200

DIMENSIONAMENTO DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Verifichiamo ora l'invarianza idraulica, dimensionando i volumi di laminazione con il metodo delle piogge considerando la curva di possibilità pluviometrica a tre parametri.

Per verificare l'invarianza idraulica dobbiamo calcolare il volume di invaso necessario per mantenere la portata specifica in uscita pari a circa **10 l/s·ha**

Il modello di calcolo con il **metodo delle piogge** si basa sul confronto tra la curva cumulata delle portate entranti e quella delle portate uscenti ipotizzando che sia trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante. L'impostazione concettuale è la stessa del metodo dell'invaso, si semplifica però notevolmente la scelta dei parametri della curva di possibilità pluviometrica, non c'è la scelta del tempo critico, essendo unica per tutte le durate di pioggia comprese tra i minuti e le 24 ore.

Calcoliamo ora il volume di invaso di progetto con tale metodo usando i parametri della curva di possibilità pluviometrica a tre parametri.

$$V = V_{IN} - V_{OUT} = \varphi \cdot S \cdot h(t) - Q_{IMP} \cdot t = \varphi \cdot S \cdot \frac{a \cdot t}{(b+t)^c} - Q_{IMP} \cdot t$$

La condizione di massima si trova annullando la derivata prima della precedente:

$$\frac{\partial V}{\partial t} = \frac{\varphi \cdot a \cdot [(b+t)^c - t \cdot c \cdot (b+t)^{c-1}]}{(b+t)^{2c}} - u_{IMP} = 0$$

Il successivo foglio di calcolo risolve l'espressione precedente numericamente mediante metodo di convergenza (*Metodo della secante o Regula Falsi o della Falsa Posizione*), si protraggono le iterazioni sino ad approssimare lo zero della funzione.

Assegnati i parametri della curva di possibilità pluviometrica a , b e c , il grado di impermeabilizzazione del terreno φ , l'espressione consente di stimare il volume di invaso specifico necessario perché il sistema scarichi al massimo la portata corrispondente al coefficiente udometrico imposto u .

Di seguito (foglio di calcolo excel elaborato dal *Consorzio di Bonifica Acque Risorgive*) si esegue il calcolo dei volumi di invaso richiesti per l'invarianza idraulica, con il metodo delle piogge (tempo di ritorno $Tr = 50$ anni), per la trasformazione urbana richiesta nel comune di Castelfranco Veneto e con i parametri di progetto scelti:

A – AREA IN AMPLIAMENTO IN PROGETTO

PARAMETRI IN INGRESSO

Castelfranco Veneto 50

Coefficiente d'afflusso k	0,63 [-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10 [l/s, ha]
Superficie intervento	10.215 [m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica
$$h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$$

Comune di	Castelfranco Veneto	a	32,7 [mm min ⁻¹]
Zona	NORD-ORIENTALE	b	11,6 [min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,79 [-]

Tempo critico	260 [min]
Tempo critico	4,33 [ore]
Volum e specifico richiesto per l'invarianza	484 [m ³ ha ⁻¹]
Volum e richiesto per l'invarianza	494,2 [m ³]

B – PARCHEGGIO A SUD IN PROGETTO

PARAMETRI IN INGRESSO

Castelfranco Veneto 50

Coefficiente d'afflusso k	0,63 [-]
Coefficiente udometrico imposto allo scarico	10 [l/s, ha]
Superficie intervento	2.800 [m ²]

RISULTATI

Parametri della curva di possibilità pluviometrica
$$h = \frac{a \cdot t}{(t + b)^c}$$

Comune di	Castelfranco Veneto	a	32,7 [mm min ⁻¹]
Zona	NORD-ORIENTALE	b	11,6 [min]
Tempo di ritorno [anni]	50	c	0,79 [-]

Tempo critico	260 [min]
Tempo critico	4,33 [ore]
Volum e specifico richiesto per l'invarianza	484 [m ³ ha ⁻¹]
Volum e richiesto per l'invarianza	135,5 [m ³]

I volumi minimi di laminazione da realizzare risultano, per l'evento critico che li massimizza, pari a circa **135 m³** per il parcheggio a sud mentre pari a **494 m³** per l'ampliamento in progetto. Per quanto riguarda il volume da realizzare per garantire l'invarianza idraulica dell'area in ampliamento, ci

sono da aggiungere, al volume minimo appena calcolato, i **70 m³ di invaso che sono stati tolti al piazzale per permettere la costruzione del nuovo capannone in ampliamento.** Di conseguenza il volume minimo da garantire è di **564 m³.**

Calcoliamo ora il volume di invaso di progetto che garantisce che le precipitazioni di carattere eccezionale vengano trattenute e smaltite in tempi differiti. Calcoleremo gli invasi a disposizione delle aree in progetto ovvero, la capacità di trattenere il più a lungo possibile l'acqua delle precipitazioni.

La capacità di invaso delle reti di progetto è data: dal volume profondo della reti delle acque meteoriche e dalle opere accessorie (derivazioni, pozzetti di ispezione, pozzetti di raccolta), stimato in via approssimativa pari al 5 % del volume totale della rete e dai bacini di laminazione a cielo aperto.

A – AREA IN AMPLIAMENTO IN PROGETTO

La rete è composta da ca. 200 m di tubazione in cls $\phi 80$ cm e da ca. 320 m di tubazione in pvc $\phi 20$ cm. Di seguito i volumi ricavabili:

A	CAPACITÀ DI INVASO DELLA RETE	
Invaso profondo della rete	$200 \times 0,5024 =$	100 m ³
Invaso profondo della rete	$320 \times 0,0314 =$	10 m ³
Opere accessorie	$100 \times 0,05 =$	5 m ³
Bacino di invaso a cielo aperto	$(460 \times 555)/2 \times 0,90 =$	457 m ³
TOTALE VOLUME > VOLUME MINIMO DI INVASO RICHIESTO		572 m³

Pari ad a **491 m³/ha** di volume di invaso specifico.

B – PARCHEGGIO A SUD IN PROGETTO

La rete è composta da ca. 90 m di tubazione $\phi 60$ cm. Di seguito i volumi ricavabili:

B	CAPACITÀ DI INVASO DELLA RETE	
Invaso profondo della rete	$90 \times 0,2826$	25,00 m ³
Opere accessorie	$45,00 \times 0,05$	2,00 m ³
Bacino di invaso a cielo aperto	$(134+216)/2 \times 0,80$	140,00 m ³
TOTALE VOLUME > VOLUME MINIMO DI INVASO RICHIESTO		167,00 m³

Pari ad a **596 m³/ha** di volume di invaso specifico.

POZZETTO DI REGOLAZIONE DI PORTATA

Calcoliamo ora la portata massima effluente dai bacini di invaso attraverso i pozzetti di regolazione di portata (sfioratori).

Lo sfioratore è un manufatto che permette di sfruttare al massimo la capacità di invaso delle condotte opportunamente dimensionate e dell'intero sistema di acque bianche senza pregiudicare la sicurezza idraulica dell'area servita e tale da permettere l'invaso prescritto sotto la quota della soglia stramazzante. La luce di fondo sarà dimensionata in modo da smaltire la portata massima di 10 l/s per la nuova area in ampliamento e circa 3 l/s per il parcheggio in progetto a sud.

A – AREA IN AMPLIAMENTO IN PROGETTO

Massimo battente d'acqua a monte (corrispondente alla quota di sfioro $h_{max}=0,90\text{ m}$)

Diametro	$D = 0,10\text{ m}$
Sezione	$A = 0,00785\text{ m}^2$
Velocità $v = \sqrt{2gh}$	$v = 4,2021\text{ m/s}$
Coefficiente di portata	$C_q = 0,65$
Portata effluente $Q = C_qAv$	$Q = 21\text{ l/s}$

Minimo battente d'acqua a monte (corrispondente al cielo foro $h_{min}=0,10\text{ m}$)

Diametro	$D = 0,10\text{ m}$
Sezione	$A = 0,00785\text{ m}^2$
Velocità $v = \sqrt{2gh}$	$v = 1,401\text{ m/s}$
Coefficiente di portata	$C_q = 0,65$
Portata effluente $Q = C_qAv$	$Q = 7\text{ l/s}$

Abbiamo quindi una portata massima in uscita pari a circa 21 l/s. minima di 7 l/s, con una portata media pari a 14 l/s, prossima ai 10 l/s ammessi.

B – PARCHEGGIO A SUD IN PROGETTO

Massimo battente d'acqua a monte (corrispondente alla quota di sfioro $h_{max}=0,80\text{ m}$)

Diametro	$D = 0,05\text{ m}$
Sezione	$A = 0,0019625\text{ m}^2$
Velocità $v = \sqrt{2gh}$	$v = 3,9618\text{ m/s}$
Coefficiente di portata	$C_q = 0,65$

$$\text{Portata effluente } Q = C_q A v \qquad Q = 5 \text{ l/s}$$

Minimo battente d'acqua a monte (corrispondente al cielo foro $h_{min}=0,05 \text{ m}$)

$$\text{Diametro} \qquad D = 0,10 \text{ m}$$

$$\text{Sezione} \qquad A = 0,0019625 \text{ m}^2$$

$$\text{Velocità } v = \sqrt{2gh} \qquad v = 0,9904 \text{ m/s}$$

$$\text{Coefficiente di portata} \qquad C_q = 0,65$$

$$\text{Portata effluente } Q = C_q A v \qquad Q = 1 \text{ l/s}$$

Abbiamo quindi una portata massima in uscita pari a circa 5 l/s. minima di 1 l/s, con una portata media pari a 3 l/s.

Prevedere uno scarico di diametro inferiore ai 5 cm potrebbe creare dei problemi dovuti alla facilità di intasamento anche con detriti di piccole dimensioni.

CONCLUSIONI

L'analisi delle condizioni al contorno e le elaborazioni eseguite hanno permesso di concludere quanto segue:

- ✓ Il complesso immobiliare oggetto d'intervento (ampliamento) si trova a sud del centro di Castelfranco Veneto, lungo Via Borgo Padova (S.R. 245);
- ✓ Il progetto prevede l'ampliamento dei Magazzini/Depositi gestiti dalla ditta "Ferro Distribuzione" per ricavare nuovi spazi da destinare all'attività di "Logistica" già svolta dalla ditta richiedente sui locali esistenti. Il progetto prevede quindi la demolizione e ricostruzione di porzioni di fabbricato esistenti oltre alla realizzazione di una nuova superficie in ampliamento;
- ✓ Per la dimostrazione di invarianza idraulica le superfici da computare sono individuate dall'area in ampliamento verso est, in parte ampliamento di capannone, in parte piazzale e parcheggi e in parte area verde e una seconda superficie, a sud dello stabilimento, dedicata a parcheggio; le aree in totale, sono rispettivamente di ca. $10.215 m^2$ e $2.800 m^2$;
- ✓ per lo studio e la verifica del dimensionamento delle opere idrauliche, si sono utilizzati gli studi predisposti dal *Commissario Delegato per l'Emergenza concernente gli eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto nel settembre 2007 (OPCM n. 3621 del 18.10.2007). Zona Nord Orientale* (distribuzione regionalizzata delle piogge) e un tempo di ritorno $50 anni$;
- ✓ la rete di raccolta delle acque meteoriche dell'area in ampliamento (A), sarà realizzata da tubazioni in calcestruzzo di diametro pari a $80 cm$. Nell'area a verde è prevista la realizzazione di un bacino di invaso a cielo aperto con una capacità massima di ca. $445 m^3$. L'area a verde ha naturalmente pendenza verso il bacino di laminazione;
- ✓ la rete principale di raccolta delle acque meteoriche parcheggio in progetto a sud (B) sarà realizzata da tubazioni in calcestruzzo di diametro pari a $60 cm$. Nell'area a verde è prevista la realizzazione di un bacino di invaso a cielo aperto con una capacità massima di ca. $140 m^3$;
- ✓ calcolando la media ponderata delle superfici impermeabilizzate, i coefficienti di deflusso di progetto medi sono pari a $\varphi_{medA} = 0,63$ e $\varphi_{medB} = 0,63$;
- ✓ le portate massime generate dall'area in ampliamento, nella situazione di progetto, con un *tempo di ritorno di 50 anni*, sono di circa $Q_{maxA} = 182 l/s$ e $Q_{maxB} = 103 l/s$;
- ✓ i volumi minimi di laminazione da realizzare, per l'evento critico che li massimizza ($Tr = 50 anni$), sono pari a rispettivamente a $494 m^3$, per l'area in ampliamento e $135 m^3$ per il parcheggio a sud;
- ✓ per quanto riguarda il volume da realizzare per garantire l'invarianza idraulica dell'area in ampliamento, ci sono da aggiungere, al volume

minimo calcolato, i 70 m³ di invaso che sono stati tolti al piazzale per permettere la costruzione del nuovo capannone in ampliamento. Di conseguenza il volume minimo da garantire è di 564 m³.

- ✓ complessivamente i volumi di invaso ricavati per le due superfici considerate sono di ca. 572 m³ e 167 m³;

La soluzione proposta e i provvedimenti descritti, sono idonei a conservare l'equilibrio esistente prima dell'intervento. Deve essere posta particolare attenzione al corretto funzionamento della rete e quindi sarà necessario procedere alla pulizia periodica delle tubazioni (canaljet) in particolar modo prima dell'inizio delle piogge autunnali.

Particolare attenzione va dedicata alle strutture autoportanti interrate, essendo questa tipologia di manufatto facilmente soggetta ad intasamento. La verifica ed eventuale pulizia devono essere effettuate dopo ogni evento significativo.

Si può ritenere quindi che la struttura sia dimensionata correttamente e che consenta di assorbire eventi meteorologici con i tempi di ritorno richiesti dalla normativa vigente. Il progetto di trasformazione descritto quindi diviene idraulicamente compatibile con il territorio.

Castelfranco Veneto, 26 febbraio 2018

Il tecnico

dott. ing. Anita Scalco

