PROVINCIA DI VICENZA

COMUNE DI CORNEDO VICENTINO

Cod. uff.: 302G *Data: gennaio 2020*

PROGETTO PER L'AMPLIAMENTO DI UN EDIFICIO INDUSTRIALE IN VIA MONTE CENGIO IN VARIANTE URBANISTICA

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

COMMITTENTE: VECCHIO FORNO S.R.L.

Dr. geol. Claudia Centomo
Firmato digitalmente ai sensi del D. Lgs. 7 marzo 2005, n. 82

Ing. Marco Dal Pezzo
Firmato digitalmente ai sensi del D. Lgs. 7 marzo 2005, n. 82

DOLOMITI STUDIO
GEOLOGIA INGEGNERIA AMBIENTE TERRITORIO

STUDIO ASSOCIATO Piazza Dolomiti 8/A 36076 Recoaro Terme VI tel/fax 0445 780229 info@dolomitistudio.it www.dolomitistudio.it

SOMMARIO

1 Premessa 2
2 Normativa di riferimento 2
3 Il drenaggio urbano 3
4 Inquadramento generale 4
4.1 Inquadramento territoriale 4
4.2 Inquadramento geolitologico e idrogeologico 6
4.3 Compatibilità geologica in relazione al Piano di Assetto del Territorio 8
4.4 Vincoli 9
5 Descrizione del progetto 10
6 Principali parametri idraulici di dimensionamento 12
6.1 Tempo di Ritorno 12
6.2 Curva di possibilità pluviometrica 12
6.3 Il coefficiente di deflusso e la superficie di trasformazione 15
6.4 Tempo di corrivazione 16
6.5 Modello geologico 17
6.6 Prova di permeabilità del terreno 17
7 Individuazione dell'opera di mitigazione idraulica 18
7.1 Sistemi di infiltrazione 20
7.1.1 Trincee drenanti 20
8 Dimensionamento dell'opera 21
9 Prescrizioni finali 24
10 Conclusioni 25

Allegati:

- Scheda intervento
- Dati pluviometrici stazione di Vicenza
- Dati pluviometrici stazione di Schio

1 PREMESSA

Su incarico della ditta "VECCHIO FORNO" è stata redatta la seguente Valutazione di Compatibilità Idraulica relativa al "***PROGETTO PER L'AMPLIAMENTO DI UN EDIFICIO INDUSTRIALE IN VARIANTE URBANISTICA"*** in via Monte Cengio nel comune di Cornedo Vicentino (VI).

Lo scopo fondamentale dello studio di Valutazione Compatibilità Idraulica è quello di far sì che le trasformazioni urbanistiche tengano conto dell'attitudine dei luoghi ad accogliere le nuove edificazioni considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e potenziali nonché delle possibili alterazioni del regime idraulico conseguenti ai cambi di destinazione o trasformazioni di uso del suolo.

In sintesi lo studio idraulico fornisce soluzioni tecniche e prescrizioni operative che dovranno essere seguite in fase di progetto esecutivo.

2 NORMATIVA DI RIFERIMENTO

La presente relazione è stata redatta in ottemperanza alla seguente normativa di riferimento:

- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto 13 dicembre 2002, n. 3637, Legge 3 Agosto 1998, n°267. "Individuazione e perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico. Indicazioni per la formazione di nuovi strumenti urbanistici";
- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto 29 dicembre 2004, n. 4453, "Piano di Tutela delle Acque";
- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto 10 maggio 2006, n. 1322, che recepisce le indicazioni della L.267/98 alla luce della nuova legge urbanistica 11/2004;
- Decreto Legislativo del 03 aprile 2006 n°154, "Norme in materia ambientale";
- Decreto Legislativo n°4/2007, "Iniziative ed interventi regionali a favore dell'edilizia sostenibile";
- Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto 6 ottobre 2009, n. 2948, "Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n. 1322/2006 e n.1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di Stato n. 304 del 3 aprile 2009".

3 IL DRENAGGIO URBANO

Il drenaggio urbano rappresenta l'insieme delle opere che consentono la raccolta e lo smaltimento delle acque di origine meteorica, civile e industriale, prodotte in una zona urbanizzata. L'urbanizzazione rappresenta lo stadio finale di un lungo processo di trasformazione dell'uso del suolo che ha prodotto trasformazioni radicali sull'ecosistema e sul ciclo idrologico. Con il passaggio da aree agricole ad aree residenziali o industriali, con formazione di piani impermeabili e coperti, è necessario esaminare le variazioni che incorrono nell'infiltrazione delle acque ruscellanti al suolo per valutare le problematiche di carattere idraulico del territorio interessato. Nei terreni agricoli, o a verde, le acque meteoriche che giungono al suolo in parte vengono assorbite dal terreno ed una parte sgrondano verso i fossi e vengono allontanate; tale caratteristica peculiare viene ad essere alterata quando un'area agricola viene trasformata in un'area residenziale o industriale. In questo caso le acque meteoriche incontrano piazzali asfaltati o cementati e tetti (superfici notoriamente impermeabili e predisposte con opportune pendenze) e sono convogliate rapidamente verso i collettori di raccolta. Il principale problema che si pone a questo punto sono i fossi e i bacini fluviali che ricevono elevate portate d'acqua istantanee in caso di eventi meteorici brevi ma intensi.

In sintesi, le conseguenze più evidenti dell'urbanizzazione sono:

- incremento della porzione impermeabile del suolo, che riduce l'infiltrazione;
- riduzione degli invasi e incremento delle velocità di scorrimento superficiali ossia, a parità di precipitazione, aumenta il deflusso meteorico, aumenta il picco di portata durante l'evento e si riducono i tempi di corrivazione caratteristici;
- aumento in entità e frequenza dei deflussi potenzialmente pericolosi a seguito di eventi meteorici di bassa- media intensità.
-

Altresì, in sintesi, gli effetti sulla rete del drenaggio naturale sono:

- aumento della frequenza e dell'entità delle esondazioni;
- aumento della frequenza e dell'intensità delle erosioni come conseguenza dell'aumento della velocità e della portata che attraversano la rete idrografica interessata;
- aumento della massa solida degli inquinanti riversati nei recettori con possibili alterazioni dell'ecosistema.
- Per ovviare a tale problema e individuare delle compensazioni all'aumentare delle portate di acqua ruscellante con l'impermeabilizzazione dei suoli le soluzioni principalmente adottate sono due:
- disperdere le acque bianche nel sottosuolo (nel caso in cui la qualità delle acque raccolte lo consenta);
- laminare in appositi bacini le acque in eccesso, per evitare "picchi" di piena nei recettori naturali presenti.
- La scelta fra questi sistemi dipende sia dalla dimensione dell'intervento, ovvero della superficie oggetto di variante alla destinazione d'uso del suolo, e sia dalle caratteristiche di permeabilità del suolo e sottosuolo e della profondità della falda.

4 INQUADRAMENTO GENERALE

4.1 Inquadramento territoriale

L'area oggetto di intervento è situata Via Monte Cengio nel Comune di Cornedo Vicentino.

Fig. 4-1 – Corografia_ Foglio n°49 Quadrante I Orientamento N.O. "Malo"

Fig. 4-2 – Estratto ortofoto

Fig. 4-3 Estratto da CTR Elemento n° 103130 "Cornedo Vicentino" e n° 125010 "Trissino"

Fig. 4-4 Area di trasformazione

4.2 Inquadramento geolitologico e idrogeologico

In questa zona la situazione Geolitologica è contraddistinta dalla presenza di *Materiali granulari fluviali e/o fluvioglaciali antichi a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa più o meno addensati*.

Si tratta del materasso di alluvioni grossolane legato alle varie fasi deposizionali del T. Agno il cui spessore varia dai 30 ai 60 mt. Analisi granulometriche effettuate su alcuni campioni hanno fornito i seguenti risultati: argilla e limo = 5-10%; sabbia = 15-20%; ghiaia = 65-70%; ciottoli = 5-10%. Siamo dunque in presenza di ghiaie medio grosse, sabbiose con ciottoli e debole matrice argilloso-limosa. I litotipi più ampiamente rappresentati nelle alluvioni sono i calcari e le dolomie, subordinatamente si rinvengono le filladi, i tufi, i basalti e le porfiriti, cioè tutte le formazioni sedimentarie presenti nel bacino dell'Agno. Le varie fasi deposizionali, spesso hanno determinano una stratificazione dei depositi con alternanza di livelli a diversa granulometria. In superficie è presente una copertura di terreni limoso-argillosi di spessore mediamente non superiore al metro.

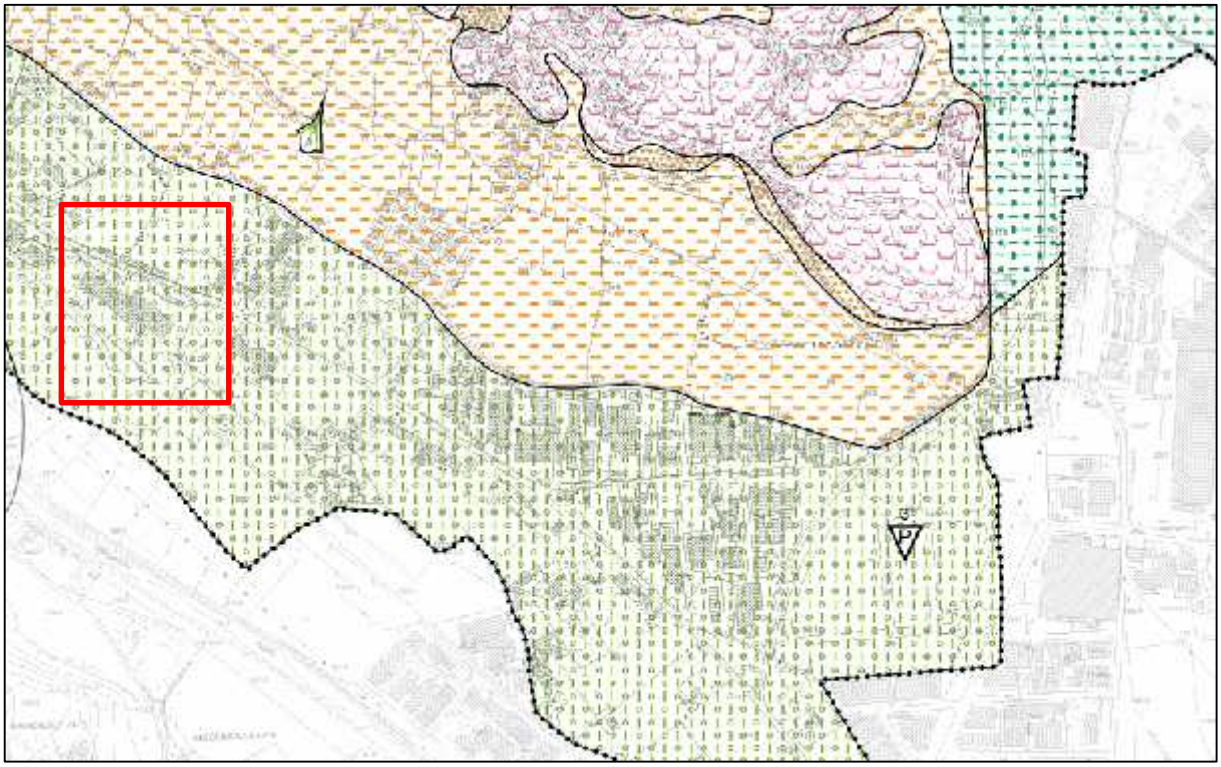


Fig. 4-5 - Estratto Tav. c050101 della Carta Geolitologica del P.A.T.

Legenda: *Litologia del substrato*

Materiale alluvionale granulare più o meno addensato e/o fluvioglaciali antichi terrazzamenti a tessitura prevalentemente ghiaiosa e sabbiosa

Per quanto riguarda l'assetto idrogeologico, la zona in cui ricade il sito oggetto di questo lavoro, è sede di un acquifero indifferenziato ghiaioso-sabbioso infravallivo alimentato essenzialmente dalle dispersioni della rete idrografica superficiale e subordinatamente dai deflussi degli acquiferi carsici costituenti la dorsale montuosa orientale. Questo acquifero assume qualche km più a valle le caratteristiche di un sistema multifalde costituito da un complesso superficiale di falde, tra cui quella freatica, non sempre presente, da una serie di livelli semiconfinati o confinati lentiformi ed a profondità maggiori da falde in pressione. Per acquisire conoscenze utili sulla situazione idrogeologica locale, si è fatto ricorso alla Carta Idrogeologica del PAT che consente di stabilire che la falda freatica è localizzata ad una quota di circa 135 m.s.l.m., ad una profondità dal piano campagna locale > di 10 metri.

L'idrografia della zona è rappresentata dal Fiume Agno-Guà che scorre con direzione NW-SE circa 20-30 m ad Ovest del sito esaminato.

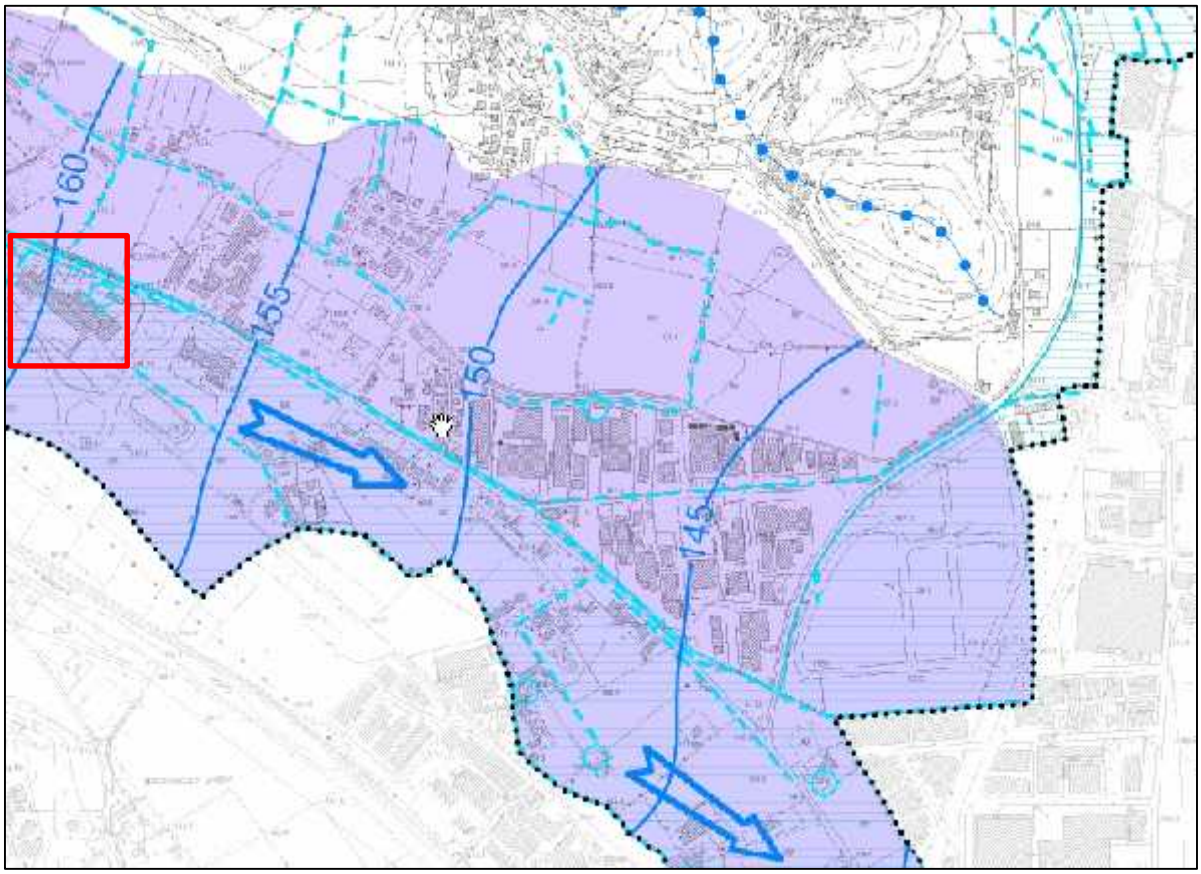
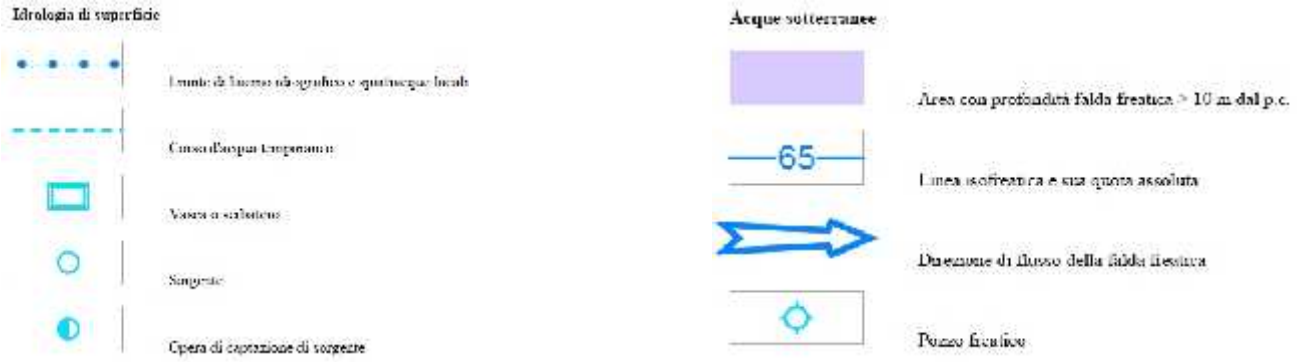


Fig. 4-6 – Estratto Tav. c050201 della Carta Idrogeologica del P.A.T.

Legenda:



4.3 Compatibilità geologica in relazione al Piano di Assetto del Territorio

Dall'analisi della Tavola 3 - *Carta delle Fragilità* del PAT, l'area sulla quale è prevista la realizzazione del fabbricato in oggetto rientra nella classe di compatibilità geologica definita: "*Area idonea a condizione ".*

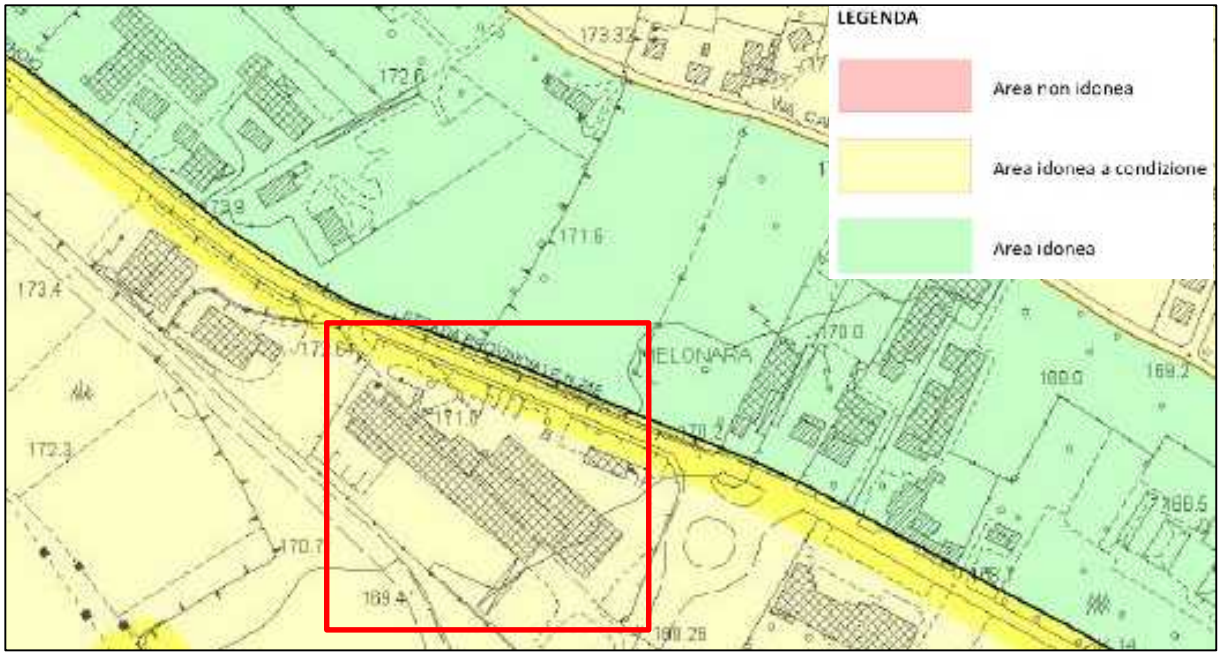


Fig. 4-7 Estratto Tav. b0301011 del PAT - Carta della Fragilità

<u>Prescrizioni e vincoli per le "Aree idonee a condizione</u>"

All'interno dell'"Area idonea a condizione" non sussistono vincoli all'edificazione. Tutti gli interventi, opere, attività consentiti dal Piano o autorizzati dopo la sua approvazione dovranno essere correlati da studi e indagini geologiche basate sull'osservanza delle norme vigenti in materia, estese per un intorno e profondità significativi rapportati all'importanza delle opere previste, con rilievi di superficie, verifiche di stabilità, indagini, prove geotecniche, idrogeologiche adeguate e che affrontino in maniera approfondita ogni l'elemento di fragilità del territorio. Nelle prescrizioni relative alle indagini geologiche e nei provvedimenti esecutivi conseguenti dovrà essere posta particolare attenzione <u>alla regimazione delle acque superficiali e meteoriche</u>, in particolare:

- non ostacolarne o deviarne il normale deflusso al fine di non creare pericolo a monte o a valle dell'area interessata;
- prevedere adeguati sistemi di raccolta ed allontanamento di tutte le acque (sia superficiali sia sotterrane) che potrebbero interferire con le opere di progetto e con quelle esistenti nelle immediate vicinanze;
- nel caso siano previsti aumenti delle superfici impermeabili, valutare opportuni sistemi di raccolta e di smaltimento delle acque meteoriche evitando scarichi puntuali e/o incontrollati al suolo;
- prevedere sempre idonei sistemi conferimento delle acque meteoriche nella rete idrografica superficiale allo scopo di evitare fenomeni di erosione a seguito di scarichi puntuali o situati in corrispondenza di scarpate e cigli fluviali in dissesto.

4.4 Vincoli

In data 9 novembre 2012, Il Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione con delibera n. 3 ha adottato, ai sensi dell'art. 170 del D.Lgs. n. 152/2006 il Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione e le corrispondenti misure di salvaguardia.

Le norme di attuazione del Piano con le relative cartografie sono in vigore dal giorno successivo alla pubblicazione nella G.U. del 30.11.2012 ed hanno carattere immediatamente vincolante per le Amministrazioni ed Enti Pubblici, nonché per i soggetti privati.

Tali norme sono in salvaguardia fino alla definitiva conferma con DPCM di approvazione del PAI e, in assenza di approvazione, per tre anni dalla data di entrata in vigore.

In relazione all'ultimo Decreto Segretariale n. 46 del 05/08/2014, l'area in esame **non rientra** né all'interno della "Zona di attenzione idraulica" né della "zona di attenzione geologica" come si evince dalla Tavola 23 della Carta della Pericolosità idraulica del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione

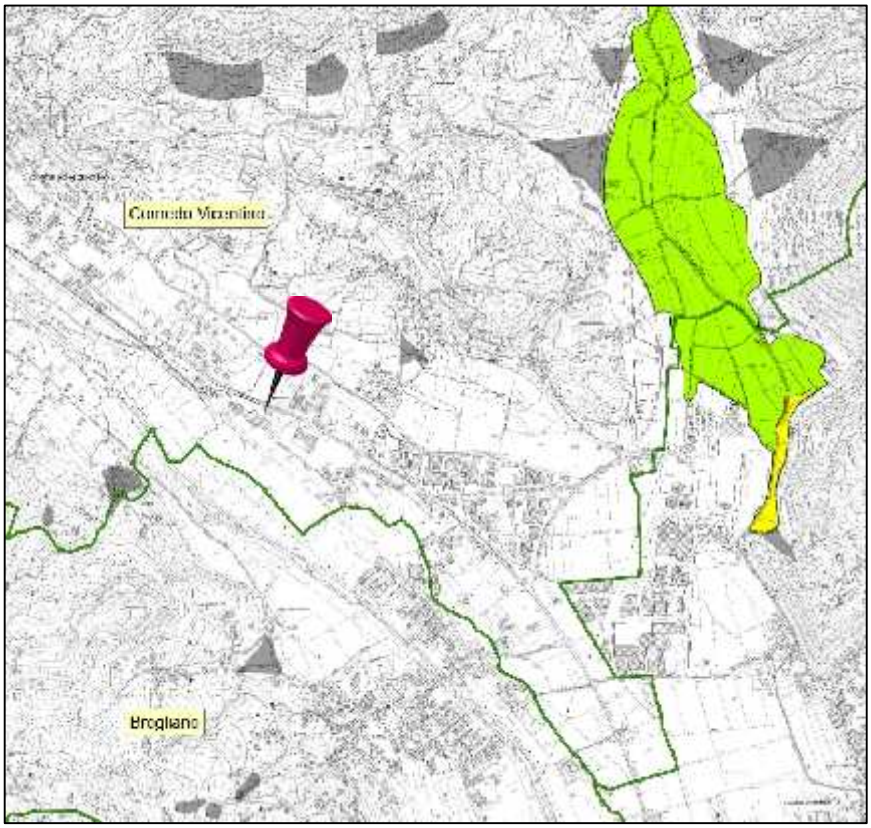


Fig. 4-8 – Estratto della Carta della pericolosità idraulica del Piano stralcio per l'assetto idrogeologico dei bacini idrografici dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Piave e Brenta-Bacchiglione

5 DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di un secondo ampliamento del capannone esistente. A tal fine si rendono necessarie le seguenti operazioni:

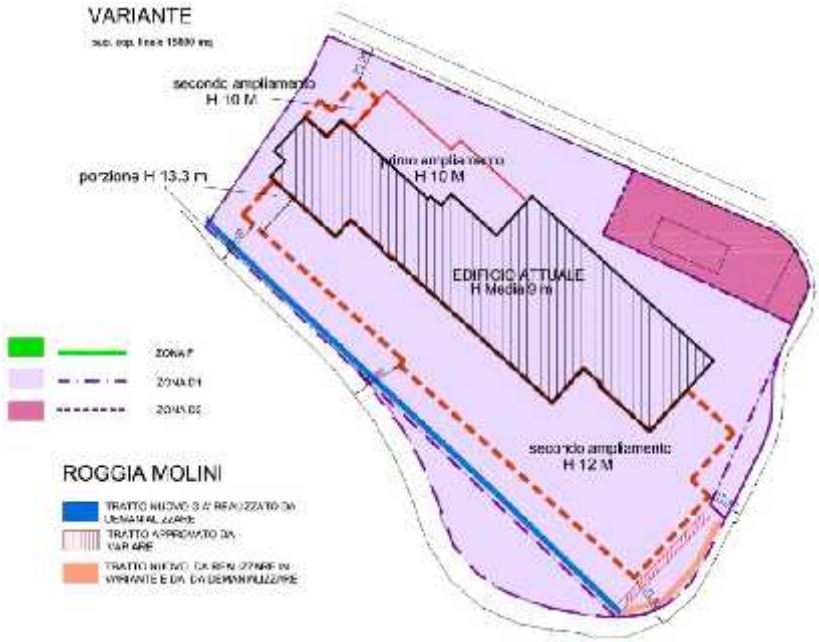
a) spostare il tratto di raccordo a Sud della nuova Roggia Molini in posizione maggiormente aderente al confine di proprietà per consentire il futuro ampliamento del magazzino;

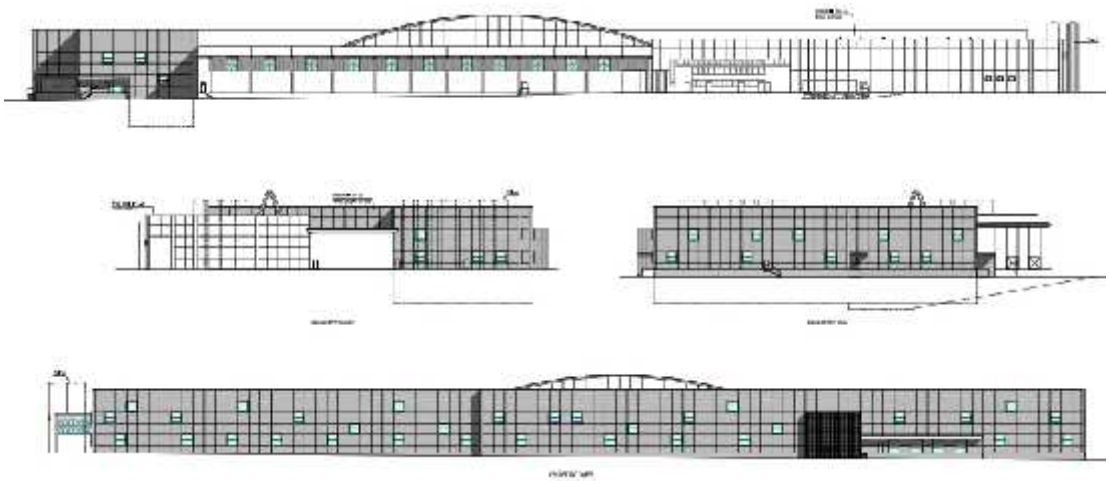
b) realizzare un secondo ampliamento sul lato Ovest dell'edificio che si sviluppi su tre livelli con al piano interrato e parte del terra magazzini, la restante porzione del terra e del primo piano a produzione;

c) adeguare le altezze interne alla misura di 12 m per la maggior parte del nuovo fabbricato e a 13,3 per una piccola porzione a Nord che in ogni caso non uscirà dalla linea di prospetto;

d) realizzare sul lato Nord-Est del fabbricato un'ulteriore piccola porzione di ampliamento in aggiunta ai locali materie prime.

Il tutto viene evidenziato nella sottostante planimetria.





Per quanto riguarda le dimensioni delle **superfici di trasformazione pari a 8.571 mq**, si fa rifermento alla tabella sottostante:

DATI GENERALI

LOTTO ACQUISITO DAL TRIBUNALE MQ 28626	AREA ROGGIA DA SDEMANIALIZZARE MQ 605
PELLETTI ACQUISITI DALLA PROVINCIA MQ 2313	AREA NUOVA ROGGIA DA DEMANIALIZZARE MQ 660
TOTALE LOTTO FINALE 31384 MQ	
AREA ATTUALE IN ZONA D1 MQ 28605	AREA ATTUALE IN ZONA D2 MQ 296
AREA ACQUISITA DALLA PROVINCIA IN ZONA D1 MQ 2312	AREA ACQUISITA DALLA PROVINCIA IN ZONA F MQ 2707
SUPERFICIE COPERTA ATTUALE MQ 8196	VOLUME ATTUALE =88930.44 MC
SUPERFICIE COPERTA 1° AMPLIAMENTO 1581 MQ	VOLUME 1° AMPLIAMENTO = 15.810 MC
RAPPORTO COP. CON 1° AMP= 9776/28638= 34%	ALTEZZA ATTUALE < 10 M
AREA DA MODIFICARE DA ZONA F A ZONA D1 MQ 2707	
SUPERFICIE COPERTA 2° AMPLIAMENTO MQ 8571	VOLUME FUTURO = 155.500 MC
SUPERFICIE COPERTA FINALE MQ 18347	ALTEZZA NUOVO AMPLIAMENTO 12 M - 13.3 M
RAPPORTO COPERTURA FINALE= 18347/31384= 58%	VOLUME PARTE > 10 M = 8573X2=3091.3= 17548 MC

Le acque di dilavamento che insisteranno su queste aree saranno raccolte attraverso caditoie dedicate; ai sensi dell'art. 39, comma 5 del PTA, si propone il recapito finale su suolo, cioè in trincea disperdente.

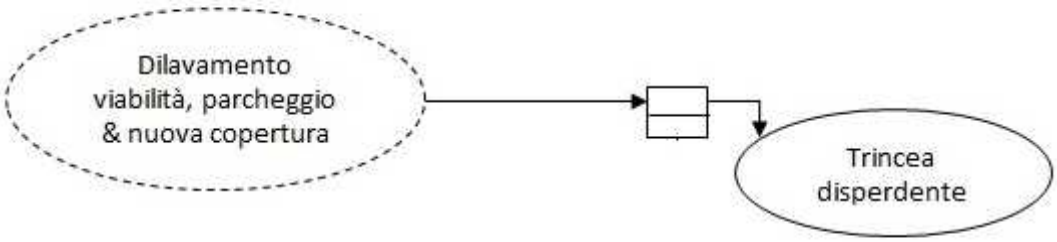


Fig. 5-1 Schema smaltimento acque meteoriche

6 PRINCIPALI PARAMETRI IDRAULICI DI DIMENSIONAMENTO

6.1 Tempo di Ritorno

Il tempo di ritorno rappresenta uno dei parametri fondamentali per il dimensionamento delle opere idrauliche. Tale parametro esprime il numero medio di osservazioni (o numero di anni) necessarie affinché un dato evento si verifichi. Pertanto, anziché parlare di probabilità che la portata d'acqua di un dato condotto ecceda la soglia di allarme, si privilegia il concetto che dopo un tempo medio, il tempo di ritorno, la portata d'acqua eccede il livello di soglia. Un tempo di ritorno più lungo indica cioè un evento più raro, perciò di notevole intensità. Chiaramente, corrispondendo maggiori portate a più grandi tempi di ritorno, il parametro "tempo di ritorno" influisce in misura notevole sulla determinazione della portata massima e deve essere in qualche misura correlato all'importanza dell'opera interessata.

La normativa regionale ha dato indicazioni precise per quanto riguarda l'assunzione del tempo di Ritorno per il dimensionamento dei volumi efficaci di laminazione per la verifica di invarianza idraulica.

In particolare nelle modalità operative del D.G.R. del Veneto n° 2948 del 2009 "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici - Modalità operative ed indicazioni tecniche" stabilisce che il tempo di ritorno cui fare riferimento è pari a 50 anni; inoltre, afferma che *"in caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge (coefficiente di filtrazione maggiore di 10-3 m/s e frazione limosa inferiore al 5%), in presenza di falda freatica sufficientemente profonda e di regola in caso di piccole superfici impermeabilizzate, è possibile realizzare sistemi di infiltrazione facilitata in cui convogliare i deflussi in eccesso prodotti dall'impermeabilizzazione. Tuttavia le misure compensative andranno di norma individuate in volumi d'invaso per la laminazione di almeno il 50% degli aumenti di portata. Qualora si voglia aumentare la percentuale di portata attribuita all'infiltrazione, fino ad una incidenza massima del 75%, Il progettista dovrà documentare, attraverso appositi elaborati progettuali e calcoli idraulici, la funzionalità del sistema a smaltire gli eccessi di portata prodotti dalle superfici impermeabilizzate rispetto alle condizioni antecedenti la trasformazione, almeno per un tempo di ritorno di 100 anni nei territori di collina e montagna e di 200 anni nei territori di pianura.*

Nel presente documento la stima dei volumi di invaso viene calcolata in riferimento ad un tempo di ritorno di 100 anni nella possibilità si realizzi un sistema di infiltrazione di tutta la portata generata dalla nuona trasformazione.

6.2 Curva di possibilità pluviometrica

Lo studio delle precipitazioni è di fondamentale importanza per i progetti in quanto da esse dipendono le disponibilità idriche superficiali e sotterranee. Da esse dipendono i deflussi e i livelli dei corsi d'acqua, i volumi idrici disponibili, i livelli degli invasi naturali e delle falde, e, in particolare le portate di piena e di magra. Le precipitazioni devono essere misurate con una rete di stazioni opportunamente distribuite nel territorio. I dati raccolti devono poi essere elaborati statisticamente e probabilisticamente per poter individuare la distribuzione spaziale e temporale dei valori delle precipitazioni, e i probabili valori futuri di notevole intensità. I più importanti dati, normalmente raccolti nelle reti pluviometriche dei vari servizi idrologici nazionali e internazionali, riguardano le precipitazioni giornaliere misurate ogni 24 ore e le registrazioni continue.

Da queste registrazioni continue vengono ricavate le precipitazioni di notevole intensità di varia durata. Elaborando statisticamente i valori delle precipitazioni giornaliere vengono ricavati, per il periodo di osservazione, i valori medi, minimi e massimi giornalieri, mensili e annuali nelle stazioni della rete. Elaborando probabilisticamente i valori delle precipitazioni di notevole intensità si ricavano le relazioni che permettono di

formulare previsioni sui valori particolarmente intensi, in funzione della durata dell'evento e per un prefissato tempo di ritorno. Il carattere estremamente complesso del fenomeno meteorologico, le incertezze relative ai meccanismi che regolano molti di essi e l'enorme mole di informazioni necessarie alla definizione delle condizioni al contorno rende lo studio soggetto a valutazioni e analisi attente dei dati ottenuti in funzione del livello di intervento. Uno strumento fondamentale nell'analisi delle precipitazioni è rappresentato dalle relazioni interconnesse tra le altezze di pioggia massime annuali e la durata degli eventi che sono indicate come curve di possibilità pluviometriche. Tali curve si costruiscono individuando anno per anno l'altezza massima di precipitazione corrispondente ad una durata specifica.

La distribuzione utilizzata per l'interpretazione dei valori massimi di un campione, come precipitazioni intense di assegnata durata, è la distribuzione di Gumbel.

Le misure più recenti da elaborare per determinare le curve di possibilità climatica provengono dalla rete di telemisura gestita dall'ARPAV, che essendo di recente costituzione ha il limite di mettere a disposizione una popolazione ristretta di dati. A disposizione si hanno le stazioni pluviografi del Servizio Idrografico Nazionale, costituite tra il 1910 ed il 1920, che mettono a disposizione misure degli eventi intensi fino al 1995 circa.

Sulla base di questa considerazione in riferimento alla localizzazione territoriale del **Comune di Cornedo Vicentino** si è scelto la curva pluviometrica media tra la **stazione di Vicenza e la stazione di Schio come più rappresentativa delle condizioni presenti nella valle dell'Agno**.

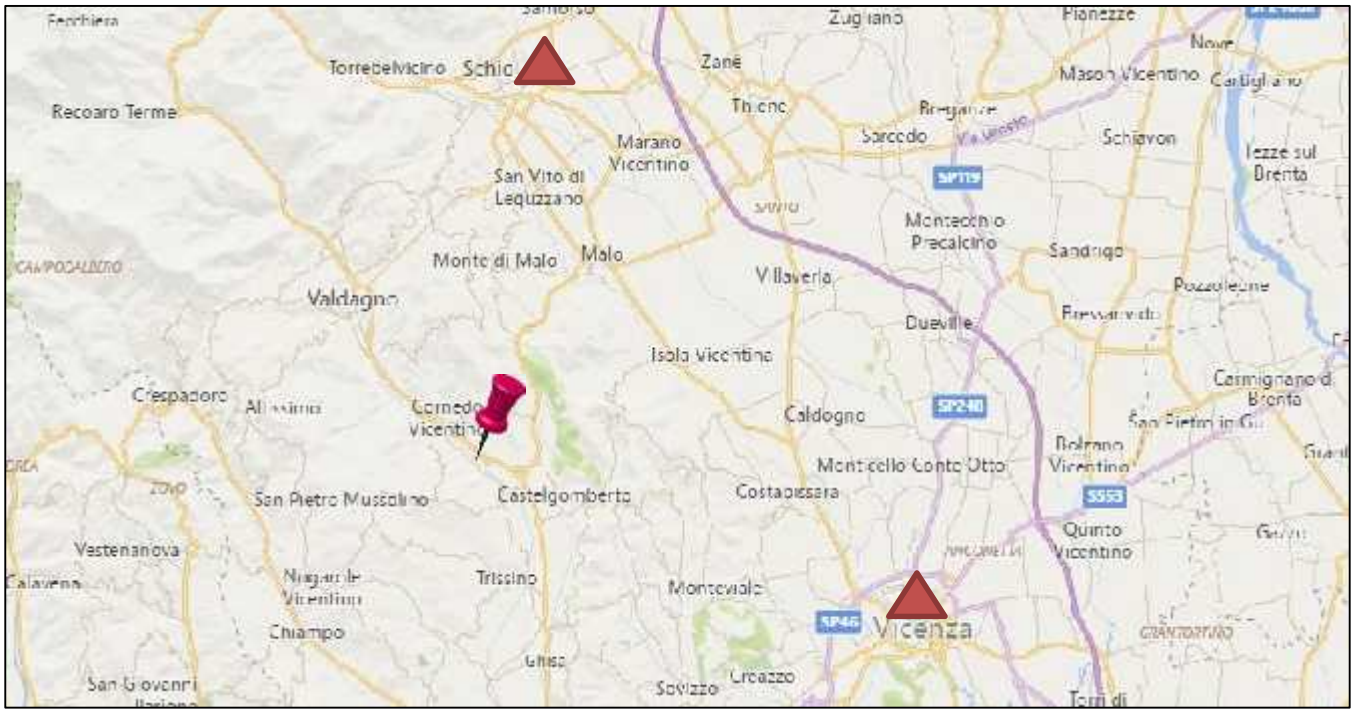


Fig. 6-1 - Ubicazione stazione pluviometrica di Vicenza

Dai dati campione *N* forniti dal Servizio Idrografico Nazionale per eventi di durata inferiore le 24 ore di altezze di precipitazione si ha:

- medie campionarie:

$$E[H(t)] = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} H(t)$$

- deviazioni standard campionarie:

$$\sqrt{VAR[H(t)]} = \sqrt{\frac{1}{N-1}\sum_{i=1}^{N}\{(H(t) - E[H(d)])\}^2}$$

- dei parametri della distribuzione di probabilità di Gumbel:

$$\alpha(t) = \sqrt{6}\cdot\sqrt{\frac{Var[H(d)]}{\pi}}$$
$$u(t) = E[H(t)] - 0.5722\cdot\alpha(t)$$

ed i valori generati delle altezze di precipitazioni per un periodo di T =Tr:

$$h_{100}(t) = u(t) - \alpha(t)\cdot\log\cdot\log\left[\frac{T}{T-1}\right]$$

logaritmo in base e.

Il coefficiente a e l'esponente n della curva di possibilità pluviometrica h(t) = a*t^n possono essere calcolati attraverso una regressione lineare della variabile ψ = log h(t) sulla variabile χ = log (t), secondo il metodo lineare:

$$\log h(t) = \log a + n \log t$$

il quale soddisfa la formula generale y = a+bx con a = log a e b = n.
Calcolate le grandezze S = N:

$$S_x = \sum_{i=1}^{N} x_i \qquad S_{xx} = \sum_{i=1}^{N} x^2_i$$

$$Sy = \sum_{i=1}^{N} y_i \qquad S_{xy} = \sum_{i=1}^{N} x_i \cdot y_i$$

il modello lineare che rende minima la somma degli scarti quadratici $(\square_i - a - b\square_i)^2$ con (i=1, 2, 3, …, N) è quello caratterizzato dai parametri:

$$a = \frac{S_{xx}\cdot S_y - S_x\cdot S_{xy}}{S\cdot S_{xx} - (S_x)^2} \qquad b = \frac{S\cdot S_{xy} - S_x\cdot S_y}{S\cdot S_{xx} - (S_x)^2}$$

da cui si ottiene che $a = e^a$ e $n = b$.

La curva di possibilità pluviometrica cercata risulta pertanto: $h(t) = a*t^n$ e fornisce l'altezza di precipitazione in millimetri per una assegnata durata t in ore e per un tempo di ritorno Tr. L'equazione di possibilità pluviometrica calcolata corrisponde a:

Stazione	Curva di possibilità pluviometrica		Fonte dei dati
	50 anni	100 anni	
Vicenza	h = 62.32 t ^{0,249}	h = 69.40 t ^{0,242}	Servizio Idrografico Nazionale
Schio	h = 62.80 t ^{0,330}	h = 68.94 t ^{0,328}	Servizio Idrografico Nazionale
Media	h = 62.50 t ^{0,289}	h = 69.10 t ^{0,285}	

Tabella 6-1 – Curve di possibilità pluviometrica per un tempo di ritorno 50 e 100 anni

6.3 Il coefficiente di deflusso e la superficie di trasformazione

Il deflusso superficiale che si presenta in corrispondenza di una generica sezione di chiusura del bacino rappresenta solo una parte della precipitazione complessiva che affluisce al bacino idrografico, in quanto parte di esso ritorna nell'atmosfera sotto forma di vapore o segue un percorso sotterraneo.

La portata meteorica netta Q(t) che affluisce alla rete di ricezione è inferiore perché una parte dell'acqua evapora, viene intercettata o trattenuta dal suolo, riempie piccole cavità e soprattutto penetra per infiltrazione nel terreno. Per quantificare quantitativamente le perdite si utilizza il cosiddetto coefficiente di deflusso ϕ, che varia da 0 a 1: il valore 0 superficie infinitamente permeabile, il valore 1 superficie impermeabile.

La determinazione di tale coefficiente è affetta da notevoli incertezze, infatti, nella definizione di tale coefficiente, entrano in gioco i seguenti fattori quali: durata della pioggia ed estensione del bacino, pendenza dei versanti o dei rami secondari e dell'asta principale costituenti la rete di drenaggio, il grado di copertura vegetale dei versanti, coeff. di permeabilità dei litotipi interessati dai fenomeni di filtrazione durante l'evento meteorico e evapotraspirazione.

La precedente lista, esemplificativa di alcuni dei vari fattori che contribuiscono alla formazione della portata defluente, mostra chiaramente quanto incerto può essere il valore del coefficiente di afflusso. Esso può assumere valori compresi tra 0,10 e 0,90, i valori più bassi corrispondenti, per esempio, a zone pianeggianti costituite da ammassi ghiaiosi altamente permeabili ed i più alti attribuibili a zone pendenti impermeabili con bassa densità di copertura vegetale e pavimentazioni asfaltate.

Per la determinazione del coefficiente di afflusso ϕ, che definisce la parte di precipitazione che giunge in rete, è necessario conoscere le caratteristiche del bacino scolante considerato. Di seguito si riportano i coefficienti di deflusso previsti dalla DGR. 2948/2009.

Superficie scolante	ϕ
Aree agricole/boscate	0,10
Aree verdi	0,20
Superfici semipermeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta e stabilizzato)	0,60
Superfici impermeabili (coperture, viabilità)	0,90

Il coefficiente di deflusso per la tipologia d'intervento prevista è definito pari a **0,90.**

6.4 Tempo di corrivazione

In termini generali, il tempo di corrivazione si può definire ed associare ad ogni punto del bacino: è il tempo impiegato da una goccia d'acqua che cade in quel punto per raggiungere la sezione di chiusura del bacino. In via semplificata, questo tempo viene considerato una costante dipendente solo dal punto e non dalle condizioni di moto che possono variare da un evento di pioggia all'altro (particolarmente in base alle caratteristiche del suolo e dell'evento di pioggia). Sullo schema concettuale della corrivazione si basa il metodo cinematico o metodo della corrivazione per la stima delle portate di piena. Le ipotesi che si fanno sul tempo di corrivazione sono le seguenti:

- ogni singola goccia di pioggia si muove sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile che dipende unicamente dalla posizione del punto in cui essa è caduta;
- la velocità della singola goccia non è influenzata dalla presenza di altre gocce, cioè ognuna di esse scorre indipendentemente dalle altre; in realtà sappiamo che la velocità dell'acqua lungo un pendio o in un alveo dipende, oltre che dalle caratteristiche della superficie bagnata anche dal tirante idrico; ne consegue che in uno stesso bacino si possono avere valori diversi dei tempi di corrivazione sia in dipendenza delle caratteristiche del suolo sia anche durante la stessa precipitazione in funzione della durata e dell'intensità dell'evento.
- la portata defluente si ottiene sommando tra loro le portate elementari provenienti dalle singole aree del bacino che si presentano allo stesso istante alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione è stato stimato facendo riferimento a studi svolti presso il Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti, 1996) che determina una stima del tempo di accesso in rete a mezzo del condotto equivalente. 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.

$$T_c = t_a + t_r$$

Per la determinazione dei valori di t_a si può far uso della tabella di Fair del 1966:

Descrizione del Bacino	**T_a [min]**
Centri urbani intensivi con tetti collegati direttamente alle canalizzazioni e frequenti caditoie stradali	< 5
Centri commerciali con pendenze modeste e caditoie stradali meno frequenti	10 - 15
Aree residenziali estensive con piccole pendenze e caditoie poco frequenti	15 - 30

Valori dei tempi di accesso alla rete secondo Fair

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. **Il tempo di corrivazione è stato stimato di 25 min (0,40 ore).**

6.5 Modello geologico

La caratterizzazione stratigrafia ed i parametri geotecnici del terreno di fondazione sono stati ottenuti in maniera indiretta dai risultati delle prove penetrometriche e dall'indagine sismica. Si allega schema riassuntivo:

STRATO	PROFONDITA' (mt)	DESCRIZIONE TIPO DI SUOLO DI RIFERIMENTO
1 strato	dal p.c. fino a –13,0	Materiale prevalentemente granulare con matrice fine limo-sabbiosa
3 strato	da - 13,0 fino a – 65,0	Sabbia e ghiaia addensate/cementate
4 strato	da – 65 m in poi	*Bedrock* geofisico (substrato roccioso)

6.6 Prova di permeabilità del terreno

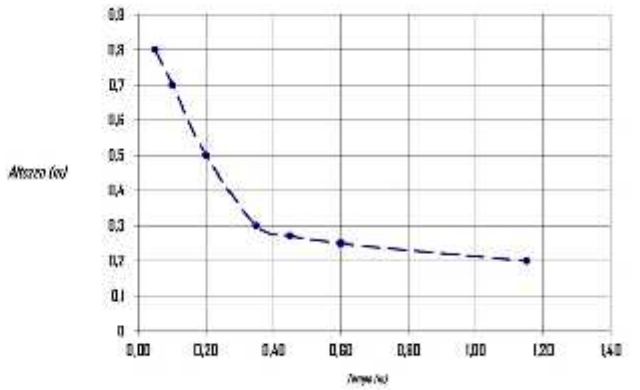
La prova di permeabilità a carico variabile è stata realizzata nel foro della prova penetrometrica DPM n. 1 ad una prof. di 80 cm, ossia in corrispondenza dello strato di ghiaie. Il valore risultante applicando la formula:

$$k \quad \frac{A}{C_L \cdot (t_2 \quad t_1)} \ln \frac{h_1}{h_2}$$

è pari a **K = 1,11E-03 m/s** e conferisce alle ghiaie un grado di permeabilità medio-alto.

Area = 0,01 mq
C_L (coeff. forma) = 1,00

Tempo [min]	h [m]	l-h [m]	Tempo [s]	k [m/s]	k [cm/s]
0,05	0,8	0	5	--	--
0,10	0,7	0,1	10	--	--
0,20	0,5	0,3	20	-2,97E-03	-2,97E-01
0,35	0,3	0,5	35	-1,31E-03	-1,31E-01
0,45	0,27	0,53	45	-9,49E-03	-9,49E-01
0,60	0,25	0,55	60	-8,66E-03	-8,66E-01
1,15	0,2	0,6	75	-2,99E-03	-2,99E-01
0,45	0,27	0,53	45		
1,15	0,2	0,6	75	1,11E-03	1,11E-01



7 INDIVIDUAZIONE DELL'OPERA DI MITIGAZIONE IDRAULICA – TRINCEA DRENANTE

Per quanto riguarda il principio dell'invarianza idraulica, in linea generale le misure compensative sono da individuare nella predisposizione di volumi di invaso che consentano la laminazione delle piene riducendo ragionevolmente le portate in uscita durante gli eventi meteorici.

In termini generali, gli invasi necessari a laminare le portate di piena potranno essere realizzati secondo le modalità descritte di seguito, principalmente attraverso i sistemi sottoelencati:

- vasche interrate in calcestruzzo;
- vespai interrati realizzati con sistema a celle assemblabili;
- sovradimensionamento delle condotte.

Qualora vi sia la possibilità o la necessità di infiltrare i deflussi nel sottosuolo si possono attuare diverse tipologie di intervento. Gli obiettivi che il modello di sviluppo sostenibile adattato al drenaggio urbano, *Parkinson (1999)*, mette in luce sono riassumibili come segue:

- sviluppare sistemi di drenaggio che prevengano allagamenti locali;
- progettare sistemi di collegamento capaci di prevenire il degrado o l'inquinamento del bacino contribuente, del suolo e del sottosuolo e dei recettori che raccolgono gli scarichi del sistema di raccolta delle acque luride e meteoriche;
- minimizzare l'utilizzo delle risorse naturali e prevedere un corretto inserimento delle strutture, sempre finalizzato alla valorizzazione del paesaggio e alle aspettative della comunità esistente;
- mantenere un adeguato fattore di sicurezza nei confronti dell'igiene ambientale e della salute pubblica.

Il principio di base è quello di ridurre e attenuare il deflusso che raggiunge il corpo recettore, promuovendo lo sviluppo di processi depurativi. Per il conseguimento degli obiettivi di tutela ambientale i provvedimenti da mettere in atto possono essere raggruppati secondo lo schema seguente:

A) <u>Controllo alla sorgente:</u>

provvedimenti non strutturali:

- miglioramento della pulizia stradale;
- manutenzione dei dispositivi drenanti;
- ricerca ed eliminazione di scarichi abusivi;

provvedimenti strutturali:

- caditoie e pozzetti infiltranti;
- percorsi drenanti;
- pavimentazione infiltrante

B) <u>controllo in fase di collettamento:</u>

provvedimenti strutturali:

- depressioni erbose
- strisce drenanti

C) Controllo allo scarico:

provvedimenti strutturali:

- bacini di infiltrazione;
- bacini asciutti di detenzione;
- bacini umidi di ritenzione.

La scelta da adottare in fase di realizzazione deve prendere in esame i seguenti fattori:

a. uso del suolo;
b. densità edilizia;
c. sensibilità del corpo idrico recettore;
d. profondità della superficie freatica;
e. permeabilità del suolo.

Si ricorda, inoltre, che le principali fonti di inquinamento delle acque sono:

- precipitazioni atmosferiche secche
- erosione dei rivestimenti delle superfici (tetti, strade, parcheggi), con produzione di materiale di varia natura (limo, sabbia, bitume, metalli pesanti, residui di vernici)
- trasporto di residui di vegetazione (foglie, polline, etc.);
- traffico urbano (residui di combustione, quali ossidi di carbonio e azoto, piombo, metalli, perdite di benzina e lubrificanti, residui di pneumatici, etc.);
- scarichi vari di origine antropica (carta, vetro, materie plastiche) o animale (escrementi);
- risospensione degli inquinanti che si accumulano in fognatura in tempo secco.

Le maggiori concentrazioni e portate massicce di inquinanti (BOD, SS e COD) si rilevano generalmente in corrispondenza dell'inizio della piena (fenomeno cosiddetto "*first foulflush*"); tuttavia diverse campagne di misura hanno evidenziato la presenza di picchi di concentrazione susseguenti a quelli della portata.

La variabilità delle caratteristiche degli inquinanti dipende da:

- uso e morfologia del suolo;
- metodiche di effettuazione (manuale, meccanica, aspirazione, ecc.) e cadenza della eventuale pulizia delle strade;
- caratteristiche dell'evento meteorico (forma dello ietogramma, valore massimo dell'intensità, durata, periodo di tempo secco antecedente).

Le tipologie di dispositivi infiltranti possono essere suddivise in *infiltrazione diretta*, quali:

- caditoie e pozzetti filtranti;
- percorsi drenanti;
- filtri erbosi;
- depressioni erbose;
- strisce filtranti;

e infiltrazione indiretta, quali:

- pavimentazioni porose;
- **trincee drenanti;**
- filtri sabbiosi;
- serbatoi infiltranti.

I primi hanno il compito di disperdere direttamente nel sottosuolo le acque di dilavamento meteorico, le seconde di invasarle per poi filtrarle. I dispositivi di infiltrazione diretta permettono all'acqua di ruscellamento di percolare nel terreno vicino al punto di caduta; l'infiltrazione per stoccaggio deve essere in grado di invasare l'intero deflusso.

7.1 Sistemi di infiltrazione

L'assetto idrogeologico esistente (terreni permeabili, sufficientemente spessi ed assenza di acque sotterranee), rende possibile l'adozione di sistemi di dispersione per infiltrazione superficiale delle acque meteoriche.

7.1.1 Trincee drenanti

Le trincee drenanti sono dei percorsi drenanti che consentono l'infiltrazione collettando il deflusso superficiale in tubazioni forate in cls o in polivinilcloruro all'interno dei quali avviene la dispersione nel suolo. Le aperture devono essere tali da garantire un'adeguata permeabilità mantenendo ugualmente una sufficiente resistenza meccanica; per tali motivi si consiglia di utilizzare tubazioni caratterizzate da una foratura equivalente a 40 fori per metro lineare di 20 mm di diametro ciascuno. Lo scavo è riempito di materiale poroso e drenante (comunemente ghiaia grossolana o pietrisco lavato) e protetto ai lati da un manto geotessile, per prevenire la penetrazione del terreno circostante.

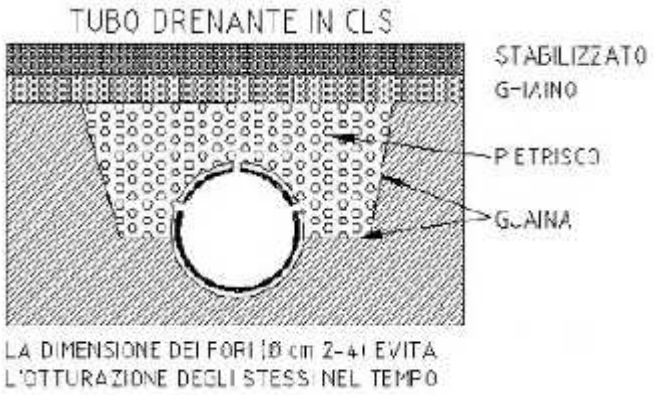


Fig. 7-1 Schema realizzativo

Fig. 7-2 Tubazione forata in cls

Fig. 7-3 Esempio di trincea drenante con tubi forati in PVC

8 DIMENSIONAMENTO DELL'OPERA

Il dimensionamento di una trincea drenante va eseguito confrontando le portate in arrivo al sistema con la capacità di infiltrazione del terreno e con l'eventuale capacità di immagazzinamento del sistema. Il confronto è espresso con una equazione di continuità, che rappresenta il bilancio delle portate entranti ed uscenti attraverso il mezzo filtrante, in cui si trascura, per semplicità, il contributo legato alla evaporazione:

$$(Q_p - Q_f) \cdot t_c = W = W_f + W_c$$

dove:

Q_p = *Portata massima d'ingresso in mc/s*
Q_f = *Portata infiltrata i mc/s*
tc = *Tempo di corrivazione in s*
W_f = *Volume nel mezzo filtrante*
W_c = *Volume nelle condotte di collegamento alla trincea*

La capacità di infiltrazione Q_f (di uscita) può essere stimata in prima approssimazione con la legge di Darcy:

$$Q_f = J \cdot K \cdot A$$

dove:

K = *permeabilità del terreno;*
J = *cadenza piezometrica in m/m*
A = *superficie netta di infiltrazione in* m^2

Il valore di permeabilità, desunta da una serie di prove in sito condotte in una zona limitrofa all'area oggetto di intervento, è pari $1*10^{-3}$.

La cadente piezometrica può essere assunta pari a 1 qualora il tirante idrico sulla superficie filtrante sia trascurabile rispetto all'altezza dello strato filtrante e la superficie piezometrica della falda sia convenientemente al di sotto del fondo della trincea drenante. Il progetto della trincea prevede di fissarne la larghezza l e la profondità h, ricavando, dall'equazione di continuità sopra riportata, la lunghezza L.

La massima portata meteorica è valutata, come richiesto dalla DGR n° 2948 del 10/2009, con uno dei tre metodi proposti ossia con il **METODO CINEMATICO.** 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 Qu, (laminazione ottimale).

Sotto queste ipotesi si può scrivere l'espressione del volume W da invasare in funzione della durata della pioggia θ, del tempo di corrivazione del bacino T_c, 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.

I volumi di accumulo sono stati stimati utilizzando la formula di *Alfonsi - Orsi*:

$$W = 10*\varphi*S*a*\vartheta^{n} + 1.295*t_c*Q_u^2*\frac{Q^{1-n}}{\varphi*S*a} - 3.6*Q_u*\vartheta - 3.6*Q_u*t_c = 0$$

dove:
W =volume da invasare [m³]; S=superficie del bacino [ha]; J=durata della precipitazione [h]; Tc=tempo di corrivazione [h]; Qu= portata in uscita [l/s] di infiltrazione ; a, n = parametri della curva di possibilità climatica.

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

$$W = 2.75*n*\ddot{}*S*a*g_w^{n-1} + 0.36*(n-1)*t_c*Q_u^2*\frac{g_w^{-n}}{\ddot{}*S*a} - Q_u = 0$$

Considerando la sezione trasversale di altezza e larghezza pari a 1,5 m svilupperà una superficie assorbente pari a 4,5 mq e inserendo i dati nella formula di Darcy, si otterrà un portata di infiltrazione per metro lineare di trincea pari a:

$$Q_f = \mathrm{J} \cdot K \cdot \mathrm{A} = 1 \cdot 1{,}1 \cdot 10^{-3} \cdot 4{,}5 = 0{,}00495\frac{m^3}{s} = 4{,}95 l/s$$

Considerando il volume immagazzinato nella tubazione forata di diam.1,0 e di lunghezza "X" metri da calcolare pari a :

$$W_x = \left(\frac{1{,}0}{2}\right)^2 \cdot \pi \cdot X \approx 0{,}785 \cdot X \ m^3$$

Iterando il foglio di calcolo possiamo ottenere in funzione della lunghezza della trincea la validità della formula vista in precedenza:

$$(Q_p - Q_f) \cdot t_c = W = W_x$$

Modello CINEMATICO

Superficie di trasformazione	A	8 571	mq
Parametro curva di possibilità pluviometrica	a	69	
Parametro curva di possibilità pluviometrica	n	0,285	
Tempo di corrivazione	tc (t0)	0,4	ore
Coefficiente di deflusso	ϕ	0,9	
Portata specifica infiltrazione	Qu	4,95	l/s
Lunghezza trincea	L	50	mq

Output:

Portata critica	Qc	285	l/s
Portata in uscita	Qu	247,50	l/s

Risoluzione analitica del valore del tempo di pioggia critico:

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

Durata di pioggia critica	Θ	0,36	ore

Calcolo analitico del volume di laminazione:

$$W = \varphi \cdot A \cdot a \cdot \theta^n + T_0 \cdot Q_u^2 \cdot \frac{\theta^{1-n}}{\varphi \cdot A \cdot a} - Q_u \cdot \theta - Q_u \cdot T_0$$

Volume da immagazzinare	W	35	mc

Tabella 8-1 - Volume di compenso per la laminazione dei nuovi carichi idraulici per un tempo di ritorno Tr = 100 anni e superficie scolante pari al 100 %.

Per una lunghezza di 50 m, il volume disponibile ad essere immagazzinato nella tubazione forata all'interno della trincea drenante è pari a 40 m^3 maggiore del volume calcolato da immagazzinare pari a 35 m^3.

9 PRESCRIZIONI FINALI

Vengono indicate le seguenti prescrizioni:

1. Ogni opera di mitigazione dovrà essere sottoposta a periodiche e opportune attività di manutenzione in modo che questa possa conservare al meglio la propria efficienza, perciò è richiesto un opportuno **Piano di Manutenzione** recante le misure da adottare ai fini dell'ottimizzazione funzionale della laminazione;

Inoltre, in fase progettuale inoltre dovranno essere adottati i seguenti accorgimenti:

2. prediligere, nella progettazione delle superfici impermeabili, basse pendenze e rendere più densa la rete di punti di assorbimento (chiusini, canalette di drenaggio, grigliati);
3. le acque inquinate di prima pioggia provenienti dalle aree di sosta, transito e manovra degli automezzi dovranno essere destinate ad un disoleatore prima della consegna finale al corpo recettore o alla batteria di pozzi perdenti;
4. nel computo dei volumi da destinare all'accumulo provvisorio non potranno essere considerate le eventuali "vasche di prima pioggia" e "acque di riciclo";
5. stante l'esigenza di garantire l'operatività degli enti preposti per gli interventi di manutenzione con mezzi d'opera, il fregio ai corsi d'acqua pubblici non potranno essere collocate essenze arboree/o arbustive ad una distanza inferiore a 5,00 m, salvo specifiche autorizzazioni;
6. in merito alla possibilità di realizzare nuove tombinature di alvei demaniali, questo è consentito solo in casi eccezionali che dovranno essere dimostrati dal richiedente;
7. si dovrà assicurare la continuità delle vie di deflusso tra monte e valle delle strade di nuova realizzazione mediante la realizzazione di scoline laterali e opportuni manufatti di attraversamento. Si dovrà altresì evitare lo sbarramento delle vie di deflusso in qualsiasi punto della rete drenante allo scopo di evitare il formarsi di zone di ristagno idrico;

10 CONCLUSIONI

Riassumendo quanto esposto nel presente studio, l'assetto idrogeologico esistente (terreni molto permeabili, sufficientemente spessi ed assenza di acque sotterranee) rende possibile l'adozione di sistemi di infiltrazione quali trincee drenanti con TR= 100 anni.
In tale senso, al fine di utilizzare al meglio le superfici di progetto senza perturbare l'attuale assetto idraulico ed idrogeologico, sono stati proposte le seguenti misure mitigatorie per la nuova viabilità e parcheggi:

Opera di mitigazione	lunghezza [m]	Larghezza [m]	Profondità [m]	Ø tubazione forata[m]
Trincea drenante	50	1,50	1,50	1,0

Le acque di dilavamento che insisteranno su queste aree saranno raccolte attraverso caditoie dedicate e indirizzate verso la trincea disperdente; in caso di eventi di particolare intensità, tale trincea sarà comunque dotata di troppopieno verso la roggia Molini.

Si riporta una descrizione delle fasi di realizzazione della trincea drenante in progetto:

- posa di un foglio di tessuto non tessuto attorno alle pareti dello scavo;
- realizzazione di un letto di posa di materiale selezionato (spezzato o ghiaietto di granulometria 3-5 mm) con uno spessore di 10 cm evitando così che a sommità della costola vada a poggiare sul terreno di scavo;
- utilizzo come materiale di riempimento attorno al tubo di materiale selezionato (spezzato o ghiaietto di granulometria 3-5 mm);
- effettuare il riempimento con il medesimo fino a 40 cm sopra l'estradosso del tubo;
- coprire la sezione di ricoprimento con il tessuto non tessuto;
- ultimare il riempimento dello scavo con il terreno di riporto.

Dal punto di vista qualitativo, si consiglia di predisporre prima dei sistemi dispersione dei disoleatori e/o vasche di prima pioggia, opportunamente dimensionati, che garantiranno per le acque trattate, caratteristiche chimiche compatibili con i parametri previsti dalla normativa ambientale vigente.
Per un corretto funzionamento della rete è necessario pertanto procedere alla pulizia periodica delle tubazioni, in particolar modo prima dell'inizio delle piogge autunnali, quando cioè i sedimenti che si sono accumulati nella stagione estiva sono facilmente asportabili, non essendosi ancora compattati.

Recoaro Terme, gennaio 2020

Dr. Geol. Claudia Centomo
Firmato digitalmente ai sensi del D. Lgs. 7 marzo 2005, n. 82

Ing. Marco Dal Pezzo
Firmato digitalmente ai sensi del D. Lgs. 7 marzo 2005, n. 82

PROGETTO PER L'AMPLIAMENTO DI UN EDIFICIO INDUSTRIALE
IN VIA MONTE CENGIO IN VARIANTE URBANISTICA

Classe di intervento: **Modesta impermeabilizzazione potenziale (< 1 ha)**

Stato di PROGETTO	Superficie (mq)
coperture	8.571

Vincolo di fragilità/criticità presente	-
Permeabilità del terreno	prova di permeabilità: K = 1,11E-03 m/s
Livello della falda dal p.c.	> 10 mt
Corpo recettore afferente	Roggia Molini
Distanza dal corpo recettore	limitrofa all'area
Zona altimetrica	Contesto collinare

Dimensionamneto dell'opera

Superficie di trasformazione	A	8 571	mq
Parametro curva di possibilità pluviometrica	a	69	
Parametro curva di possibilità pluviometrica	n	0,285	
Tempo di corrivazione	tc (t0)	0,4	ore
Coefficiente di deflusso	ϕ	0,9	
Portata specifica infiltrazione	Qu	4,95	l/s
Lunghezza trincea	L	50	mq

Output:

Portata critica	Qc	285	l/s
Portata in uscita	Qu	247,50	l/s

Intervento di mitigazione:

L'assetto idrogeologico esistente (terreni permeabili, sufficientemente spessi ed assenza di acque sotterranee) rende possibile l'adozione di sistemi di filtrazione quali trincea drenante (tempo di ritorno Tr=100 anni)

Ipotesi di ubicazione delle opere di mitigazione Trincea drenante):

Stazione di SCHIO
Parametri regolarizzazione dati di precipitazione — legge di GUMBEL

$$P(x) = e^{-e^{-alfa * (x - beta)}}$$

1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
N: 62	N: 61	N: 64	N: 62	N: 63
Media: 33.781	Media: 44.500	Media: 57.383	Media: 78.910	Media: 105.776
alfa: .109	alfa: .103	alfa: .074	alfa: .055	alfa: .045
beta: 28.732	beta: 39.128	beta: 49.915	beta: 68.841	beta: 93.448
Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2
Xt = 32.08	Xt = 42.69	Xt = 54.86	Xt = 75.52	Xt = 101.62
Parametri curva H = a*T**n : a = 7.504 n = .350 (T = minuti)				
Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5
Xt = 42.43	Xt = 53.72	Xt = 70.16	Xt = 96.17	Xt = 126.89
Parametri curva H = a*T**n : a = 10.311 n = .341 (T = minuti)				
Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10
Xt = 49.29	Xt = 61.01	Xt = 80.29	Xt = 109.84	Xt = 143.62
Parametri curva H = a*T**n : a = 12.171 n = .336 (T = minuti)				
Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25
Xt = 57.95	Xt = 70.24	Xt = 93.09	Xt = 127.11	Xt = 164.76
Parametri curva H = a*T**n : a = 14.523 n = .332 (T = minuti)				
Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50
Xt = 64.38	Xt = 77.08	Xt = 102.59	Xt = 139.92	Xt = 180.44
Parametri curva H = a*T**n : a = 16.267 n = .330 (T = minuti)				
Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100
Xt = 70.75	Xt = 83.87	Xt = 112.01	Xt = 152.64	Xt = 196.01
Parametri curva H = a*T**n : a = 18.000 n = .328 (T = minuti)				
Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200
Xt = 77.11	Xt = 90.63	Xt = 121.40	Xt = 165.32	Xt = 211.52
Parametri curva H = a*T**n : a = 19.726 n = .327 (T = minuti)				

Stazione di SCHIO
Serie ordinata di dati di precipitazione
Regolarizzazione effettuata con legge di GUMBEL

$$P(x) = e^{-e^{-alfa * (x - beta)}}$$

1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
69.4	880613	73.6	681104	122.8	770513	131.2	770514	185.4	661103
57.6	930710	73.2	880613	98.0	681104	130.8	351004	177.0	260515
57.0	950802	66.8	890622	94.0	351004	124.4	931002	160.0	281027
53.8	890622	65.0	770513	93.4	340629	122.0	281027	150.0	921003
48.8	370521	64.6	930710	83.0	410610	111.0	410609	146.4	770514
48.8	550728	57.6	240417	74.0	880613	108.0	681104	140.0	790821
46.6	830830	57.0	320419	74.0	931002	105.0	911011	139.8	911011
45.0	240809	57.0	950802	73.0	890622	105.0	260515	138.4	591027
44.0	681104	55.0	581001	71.6	581001	104.0	901124	134.4	931002
43.6	800526	54.6	351004	70.0	901124	103.6	670408	133.6	351004
43.2	340807	54.6	800526	69.0	281027	103.0	661103	128.2	340629
43.0	810923	53.0	410610	66.4	661104	102.8	690114	127.0	410609
43.0	840813	51.5	860713	66.0	251024	102.4	641008	126.4	630503
42.0	750823	51.0	940720	64.8	240417	100.0	630503	124.4	641008
42.0	910912	50.6	661011	64.8	940720	96.6	590429	117.6	670408
39.8	860713	50.4	630503	63.6	950827	94.2	340629	117.0	761027
38.0	630503	50.0	340920	63.4	920710	92.8	880605	116.6	310502
36.6	740906	50.0	750823	63.2	690114	90.6	581001	116.4	690114
36.2	850627	49.4	740906	62.5	860713	89.2	310503	114.4	560416
36.2	940321	49.2	370521	61.4	450808	86.4	920710	114.4	811027
36.2	920710	49.0	920710	61.2	320419	86.0	890622	114.4	821027
36.0	600806	49.0	550728	61.0	670408	84.2	810719	113.8	901124
35.8	400809	48.8	840813	59.6	641008	84.2	820719	113.2	681104
35.8	350902	48.2	830830	59.6	590529	82.8	790316	112.4	581001
35.6	320419	47.6	810718	59.4	911012	80.0	571106	112.3	860131
35.2	790804	47.6	910912	59.0	260515	78.0	560416	112.0	450808
34.8	570925	47.0	421031	57.8	560416	78.0	420926	112.0	750823
33.2	660930	46.0	901124	56.0	810718	77.4	871124	111.4	890622
33.0	420927	45.2	710510	55.0	800526	75.4	801025	111.0	420926
33.0	770513	44.4	590529	54.6	370801	75.2	551021	109.4	621105
33.0	710510	44.0	480805	54.2	710510	75.0	781003	108.0	781004
33.0	410830	43.4	650831	54.0	840810	74.6	601014	106.2	571106
32.8	640618	43.2	460831	54.0	750823	72.4	240814	103.8	880605
32.6	380811	41.4	601007	53.6	720702	71.8	860131	98.6	601006
31.8	871126	41.4	720702	53.0	390904	70.0	401117	96.0	441005
31.8	460622	41.2	380811	52.2	420926	70.0	761027	95.4	271123
31.2	440803	41.0	470720	51.8	650831	69.2	720702	94.4	701113
30.2	450823	41.0	390905	50.6	630503	67.6	390904	93.6	370731
29.8	690816	40.0	850627	50.0	850506	67.4	450808	93.4	650831
29.8	470720	40.0	781003	50.0	790315	67.4	621105	92.6	840915
29.0	281028	39.0	670408	49.8	740906	66.0	940720	91.6	720219
29.0	760930	38.8	330622	49.6	381028	65.0	650831	91.2	390904
28.8	650831	38.4	400809	49.6	310503	65.0	731014	90.2	801025
28.8	390806	38.0	281028	49.2	701113	64.8	950913	89.4	740428
27.8	590729	37.8	690114	49.2	550728	63.0	740919	89.2	401117
27.4	330821	37.2	560416	49.0	730622	63.0	441005	89.0	850506
27.0	730825	36.8	700610	48.4	830830	62.8	840810	88.6	871124
25.6	700610	36.4	450808	48.0	601015	62.6	611112	85.4	611112
25.4	560531	35.4	641008	47.6	430928	62.0	320419	85.0	430928
25.0	250507	35.2	790804	47.6	820718	61.4	430503	84.2	551020
25.0	670408	35.0	760930	47.2	871124	60.8	701113	83.4	950913
24.2	480829	35.0	570925	47.0	781003	57.2	370731	83.0	381121
23.0	310904	34.4	871126	47.0	480805	57.0	331012	82.2	730407
22.0	720521	32.8	440803	46.0	401117	57.0	850506	76.0	481005
21.0	581001	32.4	730825	44.0	271023	56.2	470522	75.0	830316
20.2	620625	30.0	310904	44.0	460831	56.0	381121	75.0	460621
20.0	781003	26.4	820907	43.8	331012	55.6	750823	73.6	470720
19.6	901124	26.0	430928	42.0	470720	54.6	710510	73.0	360227
17.0	610816	24.8	620625	40.2	621105	51.4	360604	72.6	940720
17.0	430707	22.0	610601	40.0	571106	48.4	830830	71.0	250212
16.6	820907	19.2	360416	38.0	761027	48.2	480805	70.6	331012
15.8	360927	- . -		34.8	611112	44.8	460622	69.0	710403
- . -		- . -		32.8	440803	- . -		64.4	320419
- . -		- . -		32.2	360604	- . -		- . -	

vicenza

Stazione di VICENZA
Serie ordinata di dati di precipitazione
Regolarizzazione effettuata con legge di GUMBEL

$$P(x) = e^{-e^{-alfa * (x - beta)}}$$

1 ora		3 ore		6 ore		12 ore		24 ore	
mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG	mm	AAMMGG
80.0	670904	120.0	670904	137.0	670904	138.4	670904	143.8	670904
51.0	680802	71.2	680802	90.8	680802	97.4	870825	107.8	870825
50.0	940820	65.8	940820	74.6	940820	91.4	680802	104.0	821026
40.2	790810	49.6	890622	64.8	870825	80.4	911011	104.0	811026
37.2	760722	48.0	800608	58.0	800608	76.8	881012	102.6	890622
36.2	830902	45.6	790810	55.0	890403	74.6	940820	98.0	831222
34.2	640815	44.0	820828	52.6	841003	72.6	890403	95.2	680802
32.8	880612	42.0	760722	50.4	640815	71.4	821026	90.0	850303
32.6	750915	40.8	640815	47.4	911012	71.4	811026	86.0	860131
32.0	820907	39.8	690730	47.0	621031	65.0	800608	83.8	881012
31.8	890622	39.0	590530	46.4	601015	64.6	591028	83.6	911011
31.6	590530	39.0	870825	46.2	690816	63.0	860909	82.6	591028
31.6	560731	38.6	660808	45.6	790810	60.2	621031	82.4	940913
31.0	630612	38.0	630612	43.6	590530	60.0	850303	81.0	750823
30.6	720728	37.8	830902	43.0	571023	57.0	750915	79.4	641008
30.4	600720	37.6	580610	42.8	881012	55.8	641008	78.8	661103
30.0	690730	36.0	600806	42.4	760722	54.8	601015	74.2	560925
29.4	840726	35.4	720702	41.2	720702	52.6	841003	74.0	800608
29.0	780907	33.8	881012	40.2	860909	52.0	831222	73.4	781003
28.0	860823	33.2	750915	39.4	630612	51.2	630904	69.6	900407
26.0	870825	33.0	780907	39.4	580610	49.2	791115	63.8	600310
25.6	610712	32.2	560731	39.0	830902	48.2	690816	63.4	720212
23.0	910913	32.0	911012	38.6	660808	48.0	781003	63.0	950531
23.0	660808	31.8	650705	37.4	950610	47.2	650704	62.8	621030
22.6	810620	30.8	950530	37.2	770409	46.2	900407	60.0	690604
22.2	700808	30.2	860909	36.2	650705	46.0	580627	60.0	791115
22.0	580610	29.6	621031	35.8	781003	45.6	571022	60.0	761027
22.0	800608	27.4	610712	35.8	811026	44.2	720212	59.4	570926
22.0	950530	27.0	570710	35.8	821026	43.2	661103	56.0	581111
21.6	710722	26.6	700808	33.2	750915	42.0	560925	56.0	711231
20.4	650905	25.0	811026	32.2	560731	41.2	770409	55.6	840329
20.0	850806	23.8	770409	31.2	900407	40.6	950512	55.2	630406
20.0	570715	21.6	710722	31.0	850303	38.8	710403	55.2	770409
17.0	620524	20.2	850303	30.6	710722	36.6	611112	53.4	650704
14.6	770707	20.0	900407	27.4	610712	36.6	701107	53.2	611111
12.0	900407	- . -		26.6	700808	- . -		48.0	700303

vicenza-tr

Stazione di VICENZA
Parametri regolarizzazione dati di precipitazione legge di GUMBEL

$$P(x) = e^{-e^{-alfa * (x - beta)}}$$

1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore
N: 36	N: 35	N: 36	N: 35	N: 36
Media: 29.544	Media: 38.469	Media: 45.994	Media: 58.977	Media: 75.533
alfa: .094	alfa: .063	alfa: .056	alfa: .055	alfa: .055
beta: 23.764	beta: 29.871	beta: 36.309	beta: 49.117	beta: 65.659
Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2	Tr = 2
Xt = 27.68	Xt = 35.70	Xt = 42.87	Xt = 55.81	Xt = 72.35
Parametri curva H = a*T**n : a = 7.829 n = .300 (T = minuti)				
Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5	Tr = 5
Xt = 39.79	Xt = 53.74	Xt = 63.16	Xt = 76.49	Xt = 93.03
Parametri curva H = a*T**n : a = 12.540 n = .272 (T = minuti)				
Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10	Tr = 10
Xt = 47.81	Xt = 65.68	Xt = 76.59	Xt = 90.18	Xt = 106.73
Parametri curva H = a*T**n : a = 15.788 n = .260 (T = minuti)				
Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25	Tr = 25
Xt = 57.94	Xt = 80.76	Xt = 93.57	Xt = 107.48	Xt = 124.03
Parametri curva H = a*T**n : a = 19.984 n = .249 (T = minuti)				
Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50	Tr = 50
Xt = 65.45	Xt = 91.95	Xt = 106.16	Xt = 120.32	Xt = 136.87
Parametri curva H = a*T**n : a = 23.144 n = .242 (T = minuti)				
Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100	Tr = 100
Xt = 72.91	Xt = 103.06	Xt = 118.66	Xt = 133.06	Xt = 149.61
Parametri curva H = a*T**n : a = 26.310 n = .237 (T = minuti)				
Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200	Tr = 200
Xt = 80.35	Xt = 114.13	Xt = 131.11	Xt = 145.76	Xt = 162.30
Parametri curva H = a*T**n : a = 29.488 n = .233 (T = minuti)				