



# VALUTAZIONE IMPATTO AMBIENTALE RELAZIONE DI SCREENING

All.D Relazione idraulica

VARIANTE DI INIZIATIVA PUBBLICA AL  
PROGRAMMA DI RECUPERO URBANO "EX  
DEPOSITO ACTV" E PIANO PARTICOLAREGGIATO  
PER ATTREZZATURE ECONOMICHE E VERDE  
PUBBLICO IN VIA TORINO A MESTRE (VE)



ING. SANDRO BENATO - ARCH. NICOLA VISENTINI

PIAZZA MODIN, 12

35129 PADOVA

TEL 0498935081 FAX 0498935137

EMAIL SANDRO.BENATO@NPSRL.NET

ORIGINALE



Il Dirigente di Area  
Arch. Vincenzo de Nitto

Centro *Doc*



ME505

0338.06.3.0.00.2 - ME505

strumento  
Variante Programma Recupero Urbano ex de  
elaborato  
Allegato "c"

fase / rev documento  
controdedu / 0 P12 - VCI - Valutazione  
comune di venezia - urbanistica - centro documentazione

Allegato alla deliberazione di Consiglio  
Comunale n. 74 del 23/05/11



<p>RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO: Arch. Vincenzo De Nitto</p> <p>COLLABORATORI: Arch. Luca Barison Arch. Barbara Maso Franca Siviero Ballini</p>	<p>COMUNE DI VENEZIA</p> <p><b>Variante al Programma di Recupero Urbano per l'area dell'ex deposito A.C.T.V. e al Piano Particolareggiato per attrezzature economiche e verde pubblico, in via Torino a Mestre</b></p>		
<p>PROPONENTE:  Società del Patrimonio per la Mobilità Veneziana Via Martiri della Libertà 396 - Mestre VE</p>			<p>REDAZIONE agosto 2009</p>
<p>PROGETTISTI Arch. Giovanni Caprioglio Arch. Dario Vatta Arch. Filippo Caprioglio</p> <p>COLLABORATORI Arch. Miriam Mattana - Arch. Matteo Zucchiatti - Arch. Marco Benincasa - Arch. Francesco Soldo Arch. Barnaba Bortoluzzi - Arch. Claudia Marun - D.T. Susanna Stoppani - Giovanni Sciacoviello</p>	<p>SVILUPPO E COORDINAMENTO Workshop s.r.l. Via delle Industrie, 23/2- Marghera VE Tel 041.5322633 Fax 041.5327462 e-mail: wshop@tin.it</p>	<p>VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA</p> <p>RELAZIONE IDRAULICA</p>	<p><b>P12</b></p>
<p>PROGETTISTA PER L'INVARIANZA IDRAULICA Ing. Giuseppe Baldo</p>			

Committente: P.M.V. S.p.a.



Variante al Programma Recupero Urbano per l'area dell'ex deposito A.C.T.V.  
e al Piano Particolareggiato per attrezzature economiche e verde pubblico, in  
via Torino a Mestre

Valutazione di compatibilità idraulica ai sensi della D.G.R. 1841/07

ALLEGATO:

A

Relazione idraulica

SCALA:

ELENCO ALLEGATI:

- A  Relazione idraulica
- 1  varie Inquadramento territoriale
- 2  1:500 Tavola comparativa
- 3  1:500 Planimetria rete
- 4  varie Profili e sezioni
- 5  1:50 Particolari manufatto

PROGETTISTA PER L'INVARIANZA  
IDRAULICA

Ingegnere

Giuseppe Baldo

Ingegneria e Ambiente

Via delle Industrie, 18/A - 30038 Spinea (VE)  
Tel. 041 8221863  
Fax 041 8221864  
Web: www.ingbaldo.com  
Email: info@ingbaldo.com

Collaboratori:

Ing. Claudio Tamai  
Dott. Francesco Guidolin

PROGETTISTA ARCHITETTONICO:

Arch. Giovanni Caprioglio



REV. N°:

PERCORSO DIGITALE:

..\dat\Progetti in corso\P\_204\Tavole

DATA:

agosto 2009



## INDICE

1	Premessa.....	3
2	Inquadramento metodologico.....	8
3	Analisi regionalizzata delle precipitazioni: introduzione.....	9
3.1	Premessa .....	9
3.2	Scelta della rete di misura .....	9
3.3	Campo di analisi e scelta delle stazioni .....	10
4	Analisi regionalizzata delle precipitazioni: procedimento numerico .....	12
4.1	Il metodo della grandezza indice e la distribuzione GEV.....	13
4.1.1	Identificazione delle zone omogenee ai fini della curva di crescita15	
4.1.2	Calcolo della grandezza indice caratteristica di ciascuna stazione 15	
4.1.3	Regolarizzazione dei campioni normalizzati e stima delle curve di crescita 16	
4.1.4	Valutazione dell'omogeneità dell'area con il test H.....	17
4.1.5	Analisi della distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali 18	
5	Calcolo delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento..	18
5.1	Curve segnalatrici a tre parametri per sottoaree omogenee .....	19
5.1.1	Attribuzione delle curve segnalatrici ai territori comunali .....	19
5.1.2	Curve segnalatrici per la zona costiera e lagunare (ipotesi B).....	22
5.2	Curve segnalatrici a due parametri e loro utilizzo .....	23
5.3	Determinazione di pluviogrammi di progetto .....	24
6	Descrizione dello stato di fatto .....	26
7	Analisi dello stato di progetto, determinazione del coefficiente di deflusso	27
8	Calcolo dei volumi da rendere disponibili per la laminazione.....	30
9	Individuazione dei volumi di laminazione e dello scarico delle acque bianche 36	



10	Descrizione del manufatto di regolazione.....	37
11	Sintesi della valutazione.....	40



## 1 Premessa

La presente relazione riguarda lo studio idrologico per la valutazione della compatibilità idraulica afferente alla "Variante al Programma di Recupero Urbano per l'area dell'ex deposito A.C.T.V. e al Piano Particolareggiato per attrezzature economiche e verde pubblico, in via Torino a Mestre".

Il sito sul quale sarà realizzato l'intervento è posto nella zona sud della città di Mestre, ed è individuato in Figura 1 sotto riportata, tratta dal sito [maps.live.com](http://maps.live.com).



Figura 1. Inquadramento geografico ([www.mapslive.com](http://www.mapslive.com))



L'area è individuata catastalmente alla sezione di Mestre al foglio 18 Mappale 211, 2034.



Figura 2. Estratto catastale (in rosso l'ambito di intervento).

La variante al PRG per la Terraferma individua l'area come area B-RU 9, zona di ristrutturazione urbanistica.

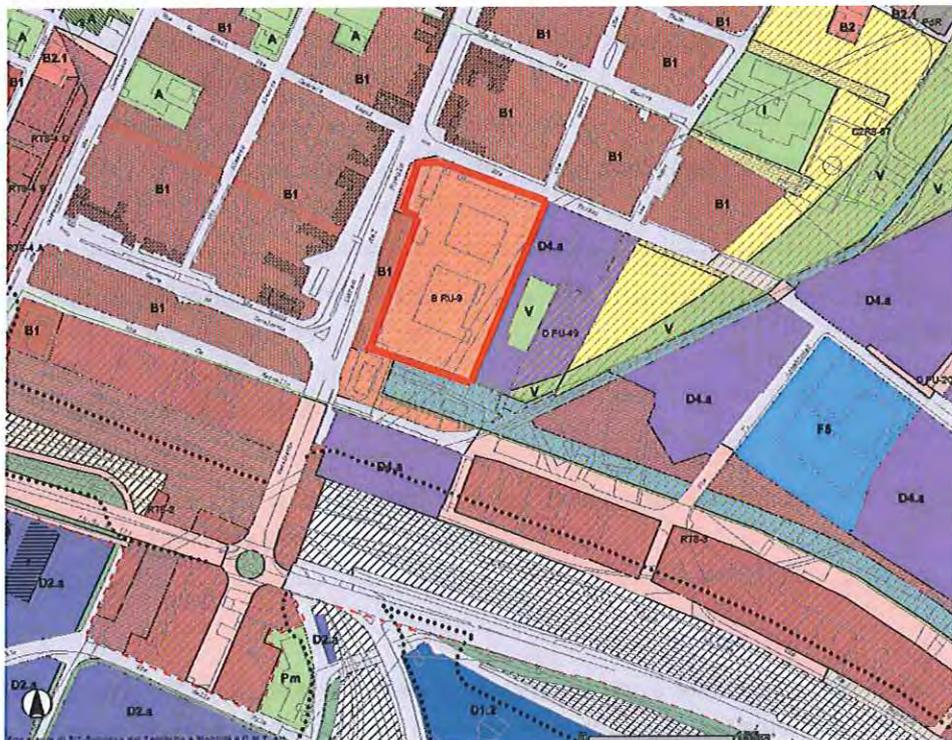


Figura 3. Estratto dalla Variante al PRG per la Terraferma (in rosso l'ambito di intervento).

Tale studio è volto al calcolo delle portate attualmente generate dalla configurazione esistente e all'individuazione delle misure compensative da realizzare al fine di non aggravare, con le opere di progetto, l'equilibrio idraulico dell'area in cui l'opera va ad inserirsi, per eventi con un tempo di ritorno non inferiore a 50 anni, così come previsto dalla Deliberazione della Giunta Regionale Veneto n. 1322 del 10 maggio 2006 integrata dalla DGR 1841 del 19 Giugno 2007 pubblicata sul B.U.R. n.61 del 10.07.2007.

L'obiettivo dell'invarianza idraulica è quello di garantire, a fronte di una trasformazione di uso del suolo, la realizzazione di opportune azioni compensative, i cui oneri dovranno essere sostenuti dai beneficiari delle trasformazioni per il consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

La DGR introduce inoltre una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici, la quale consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

La classificazione è riportata nella seguente tabella.





Classe di intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0.10 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 0.10 ha e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 1 ha e 10 ha; intervento su superfici di estensione oltre i 10 ha con impermeabilizzazione < 0.30
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con impermeabilizzazione > 0.30

Nel caso di trascurabile impermeabilizzazione potenziale è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;

Nel caso di modesta impermeabilizzazione, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene, è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;

Nel caso di significativa impermeabilizzazione andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;

Nel caso di marcata impermeabilizzazione è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

Il calcolo della superficie impermeabilizzata allo stato di progetto, deve tener conto di quattro possibili usi del suolo:

- tetti;
- strade e parcheggi;
- verde pubblico;
- superfici scoperte private (50% verdi, 50% pavimentate).

Ad ognuna di queste, è stato assegnato un diverso valore di coefficiente di deflusso secondo quanto indicato nella D.G.R. 1322 del 10.05.2006

Classe d'uso	Coefficiente di deflusso
Aree Agricole	0.1
Superfici permeabili (Verde)	0.2
Superfici semipermeabili	0.6
Superfici impermeabili (Tetti, strade...)	0.9

Tab. 1: Valori dei coefficienti di deflusso secondo la DGR 1322/2006





## 2 Inquadramento metodologico

Nella redazione della presente relazione, sono stati approfonditi i seguenti punti:

- definizione dei dati pluviometrici raccolti;
- descrizione della metodologia di regionalizzazione dei dati pluviometrici;
- calcolo delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento;
- determinazione del coefficiente di deflusso medio, quindi determinazione della pioggia efficace;
- definizione di misure compensative da attuare al fine di ottenere un assetto idrologico della zona oggetto di studio compatibile con la rete ricettrice.

All'esposizione dei risultati numerici si fa una premessa essenziale: tutti i dati pluviometrici, i parametri per la regionalizzazione delle precipitazioni, nonché i dati delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica sono quelli direttamente forniti dal Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto.



### 3 Analisi regionalizzata delle precipitazioni: introduzione

#### 3.1 Premessa

Le analisi a seguire risultano in linea con quanto prescritto dall'Ing. Mariano Carraro, Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione del Veneto nel giorno 26 settembre 2007; tali indicazioni tecniche nascono dall'esigenza di individuare delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento per l'area nelle province di Venezia, Padova e Treviso colpite dalle recenti avversità atmosferiche. Il calcolo di leggi che restituiscano un valore atteso di precipitazione in funzione del tempo di ritorno e della durata di pioggia costituisce un passo fondamentale per il corretto dimensionamento delle opere idrauliche; i risultati dovranno essere utilizzati sia nell'ambito degli interventi straordinari per la riduzione del rischio idraulico, sia come dati di riferimento per le opere di laminazione imposte ai privati dalla normativa regionale e dalle recenti ordinanze del Commissario. Si è scelto 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.

#### 3.2 Scelta della rete di misura

I dati disponibili per un'analisi pluviometrica nel territorio veneto derivano da due reti di misura: alla rete storica del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN), avviata nei primi decenni del '900, si è infatti affiancata alla fine degli anni '80 la rete regionale del Centro Sperimentale per l'Idrologia e la Meteorologia di Teolo (ora Centro Meteorologico di Teolo — CMT) dell'Agenzia Regionale per la Prevenzione e la Protezione Ambientale del Veneto (ARPAV). A seguito del trasferimento di competenze alle Regioni, anche la rete SIMN è stata affidata ad ARPAV, ma le modalità di esercizio delle stazioni sono ancora in fase di definizione.

Le due reti sono differenti per collocazione delle stazioni, per strumentazione e per periodi di misura. Dovendo sceglierne una, si è optato di utilizzare i dati del CMT, alla luce delle seguenti considerazioni:



- la rete CMT misura dati dalla fine degli anni '90 ad oggi, mentre i dati del SIMN sono stati pubblicati in forma cartacea solo fino al 1996;
- le durate di maggior interesse sono quelle fino a 24 ore, vista la tipologia di opere da dimensionare e le caratteristiche dei bacini idraulici: in tale intervallo i dati SIMN sono affidabili solo nei massimi annuali per 1, 3, 6, 12 e 24 ore consecutive, mentre le informazioni del CMT sono aggregati su una scansione minima di 5 minuti e consentono pertanto una ricognizione affidabile dei valori di precipitazione anche per eventi brevi ed intensi;
- tra una serie di dati più lunga, quella SIMN, ma priva degli ultimi anni, e una serie di dati breve ma aggiornata, quella CMT, la seconda appare preferibile, anche alla luce dei ripetuti eventi calamitosi odierni e delle evidenze di un cambiamento climatico in atto;
- i dati raccolti dal CMT costituiscono oggi il principale riferimento pluviometrico regionale, mentre non è ancora stato definito con certezza il futuro delle cosiddette stazioni tradizionali ex-SIMN ora affidate all'ARPAV, soprattutto per quanto riguarda le piogge brevi.

### 3.3 Campo di analisi e scelta delle stazioni

L'ambito entro il quale svolgere l'analisi pluviometrica è stato individuato nell'unione delle seguenti aree:

- l'area all'interno della linea di conterminazione lagunare;
- i comprensori dei Consorzi di bonifica Dese Sile, Sinistra Medio Brenta e Bacchiglione Brenta;
- la porzione sud-orientale del comprensorio del Consorzio di bonifica Destra Piave, a valle della linea delle risorgive;
- il litorale del Cavallino e il bacino Caposile nel comprensorio del Consorzio di bonifica Basso Piave;
- il bacino Fossa Paltana nel comprensorio del Consorzio di bonifica Adige Bacchiglione.

L'area indicata comprende i territori di tutti i comuni ad oggi interessati alle attività e alle prescrizioni del Commissario, ad eccezione di Tribano. Le stazioni pluviometriche utilizzate per l'analisi sono state scelte in modo da circoscrivere completamente l'area di interesse, selezionando 27 siti caratterizzati da almeno 10 anni di registrazioni.

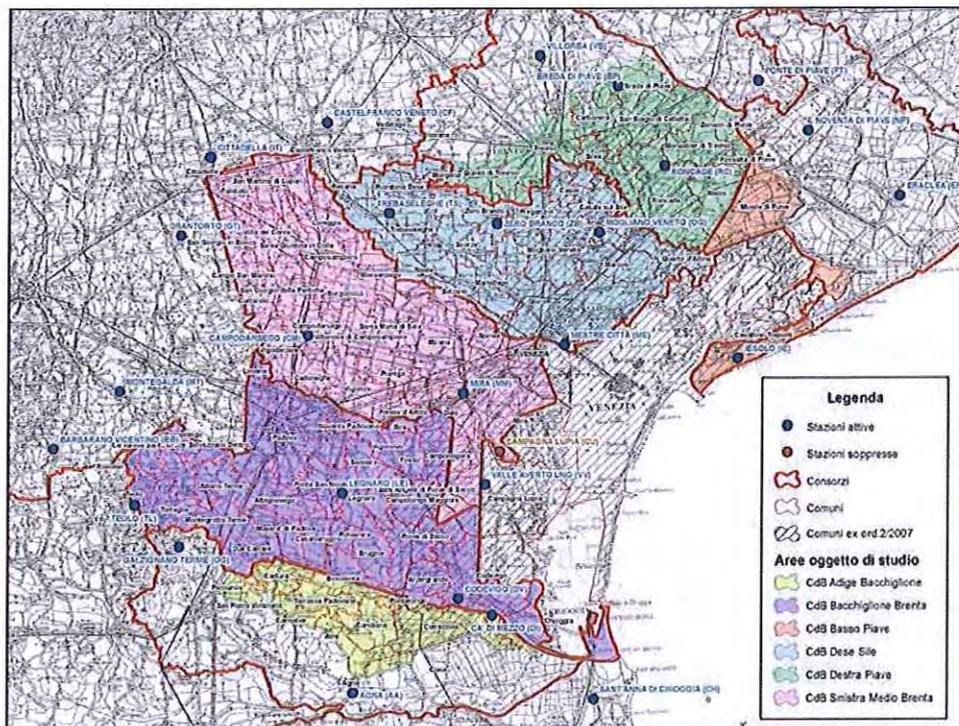


Figura 4. Planimetria dell'area oggetto di studio e delle stazioni CMT considerate.

Tabella 1. Stazioni CMT considerate.

NOME	Z [m s.m.]	Coordinata Est Gauss Boaga W [m]	Coordinata Nord Gauss Boaga W [m]	Attiva dal	Numero di massimi annui
BARBARANO VICENTINO (BB)	16	1701211	5030367	01-02-1991	16
MONTEGALDA (MT)	23	1708173	5036371	01-12-1991	16
TEOLO (TL)	158	1709785	5024498	02-02-1992	16
GALZIGNANO TERME (GG)	20	1714466	5020146	02-02-1992	16
GRANTORTO (GT)	31	1714510	5052620	01-12-1991	16
CITTADELLA (IT)	58	1717457	5060787	01-09-1991	15
CAMPODARSEGO (CM)	15	1727668	5042147	03-02-1992	16
CASTELFRANCO VENETO (CF)	50	1729544	5064403	01-08-1989	17
LEGNARO (LE)	8	1731313	5025746	01-07-1991	16
AGNA (AA)	2	1732493	5004900	02-02-1992	16
TREBASELEGHE (TS)	23	1736009	5054940	11-07-1995	12
CODEVIGO (DV)	0	1743376	5014703	01-02-1992	16
MIRA (MM)	5	1743834	5036139	01-02-1992	16
VALLE AVERTO UNO (VV)	0	1746144	5026586	17-10-1997	15
CA' DI MEZZO (DI)	6	1746929	5012891	20-06-1996	11
ZERO BRANCO (ZB)	12	1747270	5053799	01-02-1992	16
CAMPAGNA LUPIA (CU)	1	1747642	5030045	13-06-1991	- <sup>1</sup>
VILLORBA (VB)	41	1751640	5071317	01-02-1992	16
MESTRE CITTÀ (ME)	30	1754337	5041162	28-08-1987	17
SANT'ANNA DI CHIOGGIA (CH)	-1	1757558	5004230	02-02-1992	16
MOGLIANO VENETO (OG)	5	1757898	5052900	01-09-1997	10
BREDA DI PIAVE (BP)	21	1759803	5068127	01-01-1992	16
RONCADE (RC)	6	1764703	5059832	01-02-1992	16
IESOLO (IE)	1	1772386	5039725	01-02-1992	15
PONTE DI PIAVE (PT)	6	1774311	5063689	14-03-1995	12
NOVENTA DI PIAVE (NP)	2	1779548	5063479	01-02-1992	16
ERACLEA (ER)	-1	1789122	5056879	01-02-1992	16



Per ogni stazione sono stati considerati i valori massimi annui misurati su intervalli temporali di 5, 10, 15, 30 e 45 minuti consecutivi e di 3, 6, 12 e 24 ore consecutive. I valori sono stati forniti dal CMT a partire da serie validate, eliminando i valori relativi ad eventuali anni in cui il funzionamento della strumentazione fosse stato inferiore al 95% del totale teorico di oltre 105.000 letture annue ogni 5 minuti.

#### 4 Analisi regionalizzata delle precipitazioni: procedimento numerico

Lo scopo di un'analisi pluviometrica consiste nel determinare una stima dell'altezza di pioggia puntuale  $h(T)$  di durata  $d$  ed assegnato tempo di ritorno  $T$ . Il tempo di ritorno è definito come l'intervallo temporale entro cui una certa altezza di precipitazione viene eguagliata o superata mediamente una volta e misura quindi il grado di rarità di un evento.

La stima  $h(d, T)$  viene generalmente espressa da curve segnalatrici di possibilità pluviometrica, che per vari parametri  $T$  di riferimento (per esempio 2, 5, 10, 20, 50, 100, 200 anni) esprimono la precipitazione attesa  $h_i(d)$  in funzione della durata  $d$ .

Secondo quanto prescritto dalle Ordinanze del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione del Veneto nel giorno 26 settembre 2007, il tempo di ritorno di riferimento per la verifica di invarianza idraulica è  $T_r = 50$  anni.

Di norma, la stima delle altezze di precipitazione avviene mediante regolarizzazione statistica, individuando cioè una distribuzione teorica di probabilità che bene si accorda con i valori osservati. A tal proposito, la letteratura statistica ha sviluppato una varietà di metodi per la scelta della distribuzione più idonea alle differenti tipologie di dato e per l'inferenza dei parametri di una distribuzione a partire da un campione di misure.

L'attendibilità di una stima dipende dalla numerosità del campione disponibile, che nel caso di analisi pluviometriche è per lo più composto ai valori massimi annui registrati in uno specifico sito e per la medesima durata di precipitazione. La previsione ottenuta ha carattere esclusivamente locale, cioè deve considerarsi valida solo entro una ragionevole distanza dal punto di misura.

Nel caso in cui non si disponga di osservazioni pluviometriche in prossimità del sito di interesse, o la loro quantità sia modesta in relazione al tempo di ritorno di interesse, è possibile ricorrere a tecniche di analisi regionale della frequenza degli eventi pluviometrici. Tale classe di metodi si fonda sull'ipotesi che la



distribuzione dei valori estremi di precipitazione entro una certa area presenti delle caratteristiche di omogeneità: in tal caso è accettabile studiare in maniera congiunta i valori di precipitazione misurati presso differenti stazioni ed estendere poi i risultati all'intera area di analisi.

Con riferimento alle stazioni considerate nel presente studio, si osserva ad esempio che ogni campione di dati, misurati per la medesima durata in ciascuna stazione, è formato per lo più da 16 valori. La regolarizzazione di un singolo campione porgerà risultati di scarsa affidabilità per tempi di ritorno superiori a 20 anni: è probabile poi che i dati raccolti presso stazioni vicine presentino variazioni anche assai marcate e conducano a stime significativamente diverse, senza motivi di carattere fisico o climatico che diano ragione di tali risultati. Se invece, mediante opportune tecniche di analisi regionale, si produce una stima basata su tutto l'insieme di circa 400 valori misurati, si ottiene un risultato affetto da minore incertezza e caratteristico dell'intera regione considerata.

Le metodologie più diffuse e documentate in Italia sono due: la procedura *VALutazione delle Plene* (VAPI), promossa dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del C.N.R. e basata sull'uso della distribuzione *Two components Extreme Value* (TCEV), e i vari metodi fondati sul modello probabilistico *Generalized Extreme Value* (GEV), per lo più nella forma del cosiddetto metodo della *grandezza indice*.

Il metodo che si è deciso di adottare, in quanto le applicazioni ne confermano la migliore efficienza, consiste nel metodo cosiddetto *GEV*.

#### 4.1 Il metodo della grandezza indice e la distribuzione GEV

La tecnica di analisi regionale scelta per la presente analisi è quella della grandezza indice mediante l'utilizzo della distribuzione GEV.

Nell'ambito di una *regione omogenea*, si ipotizza che i valori massimi annui delle altezze di precipitazione di durata  $d$  presentino caratteristiche simili a meno di un fattore di scala dipendente dal sito di interesse, rappresentato dalla grandezza indice. In altri termini, dividendo le altezze massime annue di precipitazione per la grandezza indice si ottengono dei valori statisticamente indistinguibili, che possono essere studiati tutti insieme.

La stima dell'altezza di pioggia presso la  $j$ -esima stazione  $h_j(d, T)$  si esprime allora come prodotto di due termini:

$$h_j(d, T) = m_{j,d} \cdot h_d(T)$$

in cui  $m_{j,d}$  è la grandezza indice specifica per la stazione di interesse e per la durata considerata e  $h_d(T)$  è un fattore adimensionale, chiamato *curva di crescita*, che esprime la variazione dell'altezza di precipitazione di durata  $d$  in funzione del



tempo di ritorno  $T$ , indipendentemente dal sito. La curva di crescita assume validità regionale ed è comune a tutte le stazioni pluviometriche appartenenti ad una data zona omogenea.

Come grandezza indice  $m_{jd}$  viene generalmente adottata la media dei valori massimi annuali dell'altezza di precipitazione nella durata  $d$ . Tale dato è stimato dalla media campionaria delle misure effettuate presso ciascuna stazione.

In sintesi, il metodo della grandezza indice scinde il problema in due sottoproblemi disgiunti: la stima della curva di crescita valida per l'intera regione omogenea e la comprensione della reale distribuzione della grandezza indice nel territorio, di cui le medie campionarie sono delle realizzazioni affette da un certo errore.

Da un punto di vista operativo, per ogni durata di precipitazione il metodo si sviluppa nei seguenti passi:

1. identificazione di un'ipotesi di zone omogenee;
2. calcolo della grandezza indice come media campionaria dei dati misurati presso ciascuna stazione;
3. normalizzazione del campione di ogni sito, i cui valori sono divisi per la corrispondente media;
4. individuazione della curva di crescita tramite analisi probabilistica del campione composto dai dati normalizzati di tutte le stazioni comprese nella medesima zona omogenea;
5. verifica a posteriori dell'omogeneità delle aree precedentemente identificate mediante test statistico ed eventuale riformulazione dell'ipotesi;
6. analisi spaziale della grandezza indice ed eventuale calcolo di valori di riferimento di tale grandezza per ambiti di varia estensione.

Le elaborazioni svolte sono elencate in Tabella 2.

Tabella 2. Elaborazioni svolte nell'ambito del metodo della grandezza limite.

Fase	Elaborazione svolta
1. identificazione di un'ipotesi di zone omogenee	L'intera area in esame è stata considerata come un'unica zona omogenea ai fini della curva di crescita
2. calcolo della grandezza indice	Stima della media dei massimi annui per ogni stazione e per ogni durata
3. normalizzazione del campione di ogni sito	Divisione dei valori campionari per la corrispondente media
4. regolarizzazione del campione composto dai dati normalizzati di tutte le stazioni comprese nella medesima zona omogenea	Calcolo dei parametri della distribuzione Generalized Extreme Value (GEV) tramite applicazione del metodo degli L-moments al campione di tutti i valori adimensionali relativi ad una medesima durata, e stima dei fattori di crescita per alcuni tempi di ritorno di interesse
5. verifica a posteriori dell'omogeneità delle aree precedentemente identificate	Applicazione del test statistico di omogeneità di Hosking e Wallis basato sugli L-moments
6. analisi spaziale della grandezza indice	Interpolazione spaziale mediante kriging delle medie dei massimi annui per ciascuna durata ed identificazione mediante cluster analysis di gruppi di stazioni con grandezza indice omogenea, per la generazione di un numero discreto di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica



#### 4.1.1 Identificazione delle zone omogenee ai fini della curva di crescita

Come zona omogenea ai fini della regionalizzazione è stato considerato l'intero ambito di analisi. Si ritiene infatti che per dimensioni e per caratteristiche morfologiche l'intera pianura veneta possa costituire un'area di caratteristiche pluviometriche simili.

#### 4.1.2 Calcolo della grandezza indice caratteristica di ciascuna stazione

Come specificato in Tabella 2, la grandezza indice di riferimento è il valor medio dei massimi annui registrati in ciascuna stazione e per ogni durata. A tale scopo, è possibile utilizzare la media campionaria, oppure in alternativa si potrebbe operare una regolarizzazione di Gumbel su ogni serie di dati — preferibilmente con il metodo della massima verosimiglianza — e poi adottare come grandezza indice il valor medio della popolazione:

$$\mu = \varepsilon + 0.57721 \cdot \alpha .$$

I due metodi porgono risultati non molto dissimili. Per tale motivo, si è scelto di adottare nello studio il dato campionario, che eventualmente può essere facilmente monitorato e aggiornato nel futuro con ulteriori dati pluviometrici. I valori sono riportati in Tabella 3:



Tabella 3. Valori medi dei massimi annui per le durate oggetto di studio.

Stazione	N° dati	5 min [mm]	10 min [mm]	15 min [mm]	30 min [mm]	45 min [mm]	1 ora [mm]	3 ore [mm]	6 ore [mm]	12 ore [mm]	24 ore [mm]
AGNA (AA)	16	8.4	14.3	19.2	26.8	30.1	32.0	38.9	44.4	50.1	55.7
BARBARANO VICENTINO (BB)	16	10.5	16.7	20.6	27.4	30.5	32.1	40.3	46.8	55.8	68.3
BREDA DI PIAVE (BP)	16	11.7	19.7	25.0	32.7	35.2	36.6	46.3	55.1	62.2	75.9
CA' DI MEZZO (DI)	11	9.8	16.5	20.0	27.0	30.7	35.9	47.2	51.0	57.6	64.9
CAMPAGNA L. - V.AVERTO (CU-VV)	15	10.6	18.7	23.9	34.6	39.1	41.9	60.6	70.6	80.9	93.1
CAMPODARSEGO (CM)	16	10.5	18.2	22.6	29.7	34.4	37.4	44.8	50.8	59.3	74.1
CASTELFRANCO VENETO (CF)	17	9.5	15.8	20.0	27.3	31.1	33.4	45.6	51.6	61.0	76.8
CITTADELLA (IT)	15	10.6	18.2	23.0	30.9	34.7	39.3	51.5	58.4	70.7	82.5
CODEVIGO (DV)	16	8.4	14.5	18.8	26.9	30.1	31.9	46.4	55.1	66.4	75.6
ERACLEA (ER)	16	9.4	15.2	19.2	26.2	30.9	32.8	42.9	49.0	57.8	72.7
GALZIGNANO TERME (GG)	16	9.9	16.8	21.0	29.0	33.4	35.9	46.8	54.0	64.8	75.6
GRANTORTO (GT)	16	9.6	16.1	20.6	28.7	32.9	35.5	47.4	57.2	65.7	79.0
IESOLO (IE)	15	9.4	15.8	20.3	28.6	33.5	37.6	51.4	61.0	70.8	80.2
LEGNARO (LE)	16	10.5	17.5	22.8	32.5	36.6	38.3	44.3	53.4	61.2	68.8
MESTRE CITTÀ (ME)	17	9.4	15.7	20.8	29.2	33.9	37.3	49.0	57.9	65.0	72.3
MIRA (MM)	16	10.3	17.1	21.7	29.7	34.6	36.8	45.3	56.0	67.0	81.1
MOGLIANO VENETO (OG)	10	11.8	19.4	24.6	31.9	35.2	37.8	50.9	62.2	68.8	78.6
MONTEGALDA (MT)	16	11.0	18.2	23.8	33.0	37.7	40.3	48.5	53.7	60.8	70.5
NOVENTA DI PIAVE (NP)	16	9.5	16.0	20.5	27.9	32.3	34.9	44.1	51.3	58.2	75.4
PONTE DI PIAVE (PT)	12	10.6	16.9	21.1	28.4	32.4	35.4	50.6	58.8	67.4	84.6
RONCADE (RC)	16	9.6	16.6	21.6	29.0	32.5	34.5	43.2	52.4	62.5	73.9
SANT'ANNA DI CHIOGGIA (CH)	16	9.3	15.7	19.3	28.2	34.2	38.1	51.7	62.1	71.9	83.1
TEOLO (TL)	16	10.9	17.4	21.6	28.6	32.8	35.7	44.7	53.7	64.2	74.7
TREBASELEGHE (TS)	12	9.8	16.6	21.3	31.2	36.7	40.5	48.1	54.6	62.7	82.0
VILLORBA (VB)	16	10.1	15.8	19.9	26.6	31.5	34.0	42.5	50.6	61.8	77.1
ZERO BRANCO (ZB)	16	10.9	18.6	23.7	31.8	35.0	36.3	40.1	47.0	55.9	72.0
<i>Totale complessivo</i>		<i>10.1</i>	<i>16.9</i>	<i>21.4</i>	<i>29.4</i>	<i>33.5</i>	<i>36.2</i>	<i>46.6</i>	<i>54.6</i>	<i>63.5</i>	<i>75.7</i>

#### 4.1.3 Regolarizzazione dei campioni normalizzati e stima delle curve di crescita

I campioni normalizzati hanno permesso l'individuazione dei valori dei parametri della distribuzione GEV che meglio descrivono le caratteristiche pluviometriche regionali:

Tabella 4. Parametri GEV della distribuzione regionale di precipitazione

Durata	$\epsilon$	$\alpha$	$\xi$
5 minuti	0.881	0.230	-0.052
10 minuti	0.877	0.244	-0.065
15 minuti	0.870	0.248	-0.044
30 minuti	0.853	0.260	-0.008
45 minuti	0.846	0.262	0.011
1 ora	0.843	0.261	0.026
3 ore	0.827	0.264	0.075
6 ore	0.822	0.260	0.098
12 ore	0.826	0.253	0.100
24 ore	0.820	0.254	0.121



Per produrre una singola stima di altezza di precipitazione per un dato tempo di ritorno si possono usare le seguenti relazioni:

$$\hat{x}(T) = \varepsilon + \alpha \left[ \left( -\ln \left( 1 - \frac{1}{T} \right) \right)^{-\xi} - 1 \right] / \xi$$

$$x(T) = \hat{x}(T) \cdot \mu_x$$

La prima formula calcola l'altezza adimensionale di precipitazione, mentre la seconda espressione "denormalizza" il risultato, rimoltiplicandolo per il valor medio dei massimi di precipitazione. I parametri da utilizzare nella prima espressione devono essere scelti dalla Tabella 4, mentre in Tabella 5 si riportano i risultati per alcuni tempi di ritorno significativi.

Tabella 5. Curve di crescita della distribuzione GEV per la valutazione di altezze adimensionalizzate di precipitazione per alcuni tempi di ritorno.

T (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	0.965	0.965	0.960	0.949	0.943	0.939	0.925	0.919	0.921	0.915
5	1.213	1.226	1.229	1.241	1.243	1.243	1.246	1.242	1.236	1.237
10	1.370	1.388	1.400	1.433	1.444	1.449	1.475	1.476	1.466	1.476
20	1.514	1.536	1.559	1.617	1.638	1.650	1.707	1.718	1.702	1.727
30	1.595	1.618	1.648	1.722	1.751	1.768	1.846	1.865	1.847	1.881
50	1.693	1.718	1.757	1.852	1.892	1.917	2.026	2.057	2.035	2.085
100	1.822	1.847	1.901	2.028	2.084	2.121	2.280	2.333	2.306	2.382
200	1.945	1.970	2.039	2.201	2.276	2.329	2.547	2.627	2.595	2.704

#### 4.1.4 Valutazione dell'omogeneità dell'area con il test H

La valutazione a posteriori dell'omogeneità dell'area è stata effettuata mediante il test statistico H di Hosking e Wallis. Il parametro H, opportunamente calcolato, riassume il livello di omogeneità dell'area, che risulta accettabilmente omogenea per  $H < 1$ . I risultati del test sono riportati in Tabella 6.

Tabella 6. Risultati del test H di Hosking e Wallis

Durata	V	valore atteso di V	deviazione standard di V	H
5 minuti	$1.212 \cdot 10^{-3}$	$1.096 \cdot 10^{-3}$	$0.339 \cdot 10^{-3}$	0.339
10 minuti	$1.128 \cdot 10^{-3}$	$0.951 \cdot 10^{-3}$	$0.264 \cdot 10^{-3}$	0.668
15 minuti	$1.345 \cdot 10^{-3}$	$1.205 \cdot 10^{-3}$	$0.349 \cdot 10^{-3}$	0.400
30 minuti	$1.562 \cdot 10^{-3}$	$1.832 \cdot 10^{-3}$	$0.582 \cdot 10^{-3}$	-0.464
45 minuti	$1.417 \cdot 10^{-3}$	$1.736 \cdot 10^{-3}$	$0.497 \cdot 10^{-3}$	-0.642
1 ora	$1.430 \cdot 10^{-3}$	$1.794 \cdot 10^{-3}$	$0.500 \cdot 10^{-3}$	-0.728
3 ore	$2.926 \cdot 10^{-3}$	$3.628 \cdot 10^{-3}$	$1.875 \cdot 10^{-3}$	-0.374
6 ore	$2.756 \cdot 10^{-3}$	$3.931 \cdot 10^{-3}$	$2.165 \cdot 10^{-3}$	-0.543
12 ore	$2.758 \cdot 10^{-3}$	$2.841 \cdot 10^{-3}$	$0.972 \cdot 10^{-3}$	-0.085
24 ore	$2.197 \cdot 10^{-3}$	$3.036 \cdot 10^{-3}$	$1.176 \cdot 10^{-3}$	-0.713



#### 4.1.5 Analisi della distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali

Le interpolazioni spaziali della grandezza indice, individuata nella media dei massimi annui, consentono di comprendere come essa vari nella regione considerata.

Dall'analisi svolta è risultato in particolare che la media dei valori massimi annui presenta variazioni modeste e probabilmente casuali per precipitazioni di durata fino a un'ora, mentre per durate superiori (con la sola eccezione forse delle 24 ore) si manifesta sul territorio una variabilità legata alla distanza dalla costa. Dalla fascia di alta pianura (Cittadella, Trebaseleghe) i valori diminuiscono procedendo sia verso sud (comprensorio del Consorzio di bonifica Bacchiglione Brenta), sia verso est (comprensorio del Consorzio di bonifica Destra Piave), per poi aumentare di nuovo presso le stazioni costiere, interessate dai recenti episodi eccezionali (Mestre, Valle Averte, Mogliano, Jesolo, Sant'Anna di Chioggia).

#### 5 Calcolo delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento

Gli elementi proposti ai punti precedenti permettono una valutazione delle altezze di pioggia attese per ciascuna delle dieci durate considerate. Da tali stime è necessario elaborare le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica, cioè le formule che esprimono la precipitazione  $h$  in funzione della durata  $t$ .

Le formule più diffuse in letteratura sono le seguenti:

$$(1) h = \frac{a}{(t+b)^c} t$$

$$(2) h = a \cdot t^n$$

caratterizzate rispettivamente da 3 o 2 parametri che devono essere ottenuti per taratura.

La formula (2) non consente una buona interpolazione dei dati per tutte le durate considerate: è bene pertanto riferirsi di norma all'espressione (1) con tre parametri.



## 5.1 Curve segnalatrici a tre parametri per sottoaree omogenee

Le curve segnalatrici possono essere calcolate con riferimento ad una singola stazione, oppure, come in questa sede, per sottoaree omogenee. A tale scopo, è stata effettuata un'indagine delle medie dei massimi annuali mediante metodologie matematiche che producono dei raggruppamenti ottimi di una serie di osservazioni (dette tecniche di *cluster analysis*), in modo tale che ciascun gruppo risulti omogeneo al proprio interno e distinto dagli altri.

I risultati hanno evidenziato che si delineano 3 macrogruppi, uno relativo all'area nord-orientale, uno relativo alla zona sud-occidentale e uno costituito da due sottozone: l'area costiera e lagunare da lesolo a Chioggia e l'entroterra cittadellese; il metodo ha avuto difficoltà ad assegnare ai rispettivi gruppi le stazioni di Mestre e Mira: si ritiene quindi che Mira, possa essere lasciata con la zona sud-occidentale (ipotesi A), oppure assegnata al raggruppamento costiero (ipotesi B), anche in base a criteri di carattere amministrativo.

Una volta individuati i macrogruppi, le curve segnalatrici sono state calcolate 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. Si ricorda che nell'applicazione della curva segnalatrice

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

i tempi  $t$  devono essere espressi in minuti e il risultato è restituito in millimetri.

### 5.1.1 Attribuzione delle curve segnalatrici ai territori comunali

Per un'applicazione univoca dei risultati del presente studio, si ritiene utile assegnare ciascun comune a una specifica zona omogenea tra quelle precedentemente individuate. Tale attribuzione deve essere effettuata tenendo conto delle caratteristiche geografiche, idrografiche e amministrative di ciascun territorio comunale.

Il criterio oggettivo qui proposto prevede l'utilizzo dei cosiddetti *topoiet*, o *poligoni di Thiessen*. Considerato l'insieme delle stazioni di misura, si congiunge ciascun sito con quelli ad esso prossimi, ottenendo un reticolo di maglie triangolari. Di ciascun segmento tracciato si individua l'asse, cioè la perpendicolare nel punto medio; gli assi permettono di definire dei poligoni



irregolari, uno per stazione: per costruzione, ogni punto interno al topoieto è così associato alla stazione più vicina. Il topoieto individua così l'area di influenza della stazione in esso contenuta.

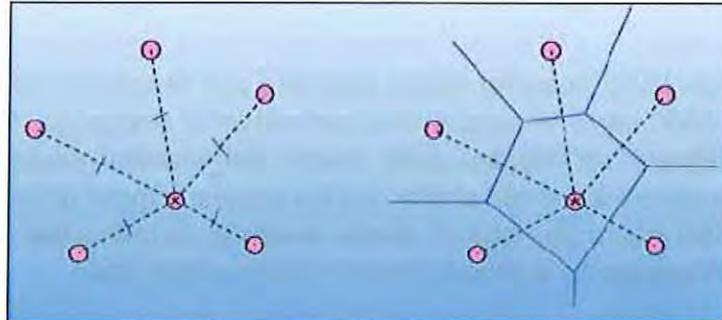


Figura 5. Metodo di costruzione dei poligoni di Thiessen a partire da un insieme di punti.

L'applicazione del metodo dei topoieti al caso in esame prevede di intersecare i topoieti con i perimetri dei comuni e associare poi ogni comune alla zona omogenea "prevalente", i cui topoieti contengono la maggioranza relativa del territorio comunale. In Figura 6 è rappresentato il risultato della ripartizione con riferimento all'ipotesi B (stazione di Mira assegnata al cluster costiero) di definizione delle zone omogenee.

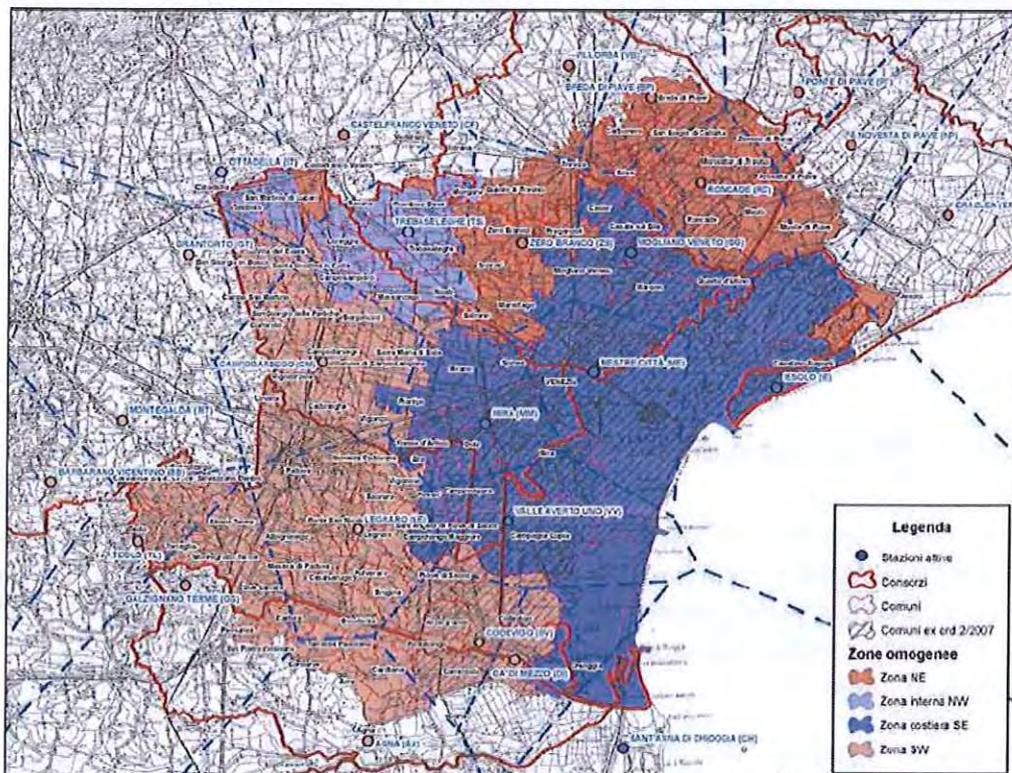


Figura 6. Possibile ripartizione dei comuni tra le quattro zone omogenee individuate dall'ipotesi B.

Tabella 7. Ripartizione dei comuni per provincia e per zone omogenee, individuate in base all'ipotesi B. L'eventuale ripartizione in base all'ipotesi A si ottiene trasferendo sette comuni della provincia di Venezia, indicati nella tabella in corsivo, dalla zona costiera SE alla zona SW.



Zona omogenea	Provincia		
	PD	TV	VE
SW	Abano Terme, Agna, Albignasego, Arre, Arzergrande, Borgoricco, Bovolenta, Brugine, Cadoneghe, Campo San Martino, Campodarsego, Candiana, Cartura, Casalserugo, Cervarese Santa Croce, Codevigo, Conselve, Correzzola, Curtarolo, Due Carrare, Legnaro, Limena, Masera' di Padova, Montegrotto Terme, Noventa Padovana, Padova, Pernumia, Piove di Sacco, Polverara, Ponte San Nicolò, Pontelongo, Rovolon, Saccolongo, San Giorgio delle Pertiche, San Giorgio in Bosco, San Pietro Viminario, Santa Giustina in Colle, Sant'Angelo di Piove di Sacco, Saonara, Selvazzano Dentro, Teolo, Terrassa Padovana, Torreglia, Vigodarzere, Vigonza, Villa del Conte, Villanova di Camposampiero		Cona, Santa Maria di Sala, Vigonovo
Costiera SE		Casale sul Sile, Casier, Mogliano Veneto	Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Cavallino-Treporti, Chioggia, <i>Dolo</i> , Fiesso d'Artico, <i>Fosso</i> , Marcon, <i>Mira</i> , <i>Mirano</i> , <i>Pianiga</i> , Quarto d'Altino, <i>Spinea</i> , <i>Stra</i> , Venezia
Interna NW	Camposampiero, Cittadella, Loreggia, Massanzago, Piombino Dese, San Martino di Lupari, Tombo'lo, Trebaseleghe	Istrana, Morgano, Resana	Noale
NE		Breda di Piave, Carbonera, Castel'franco Veneto, Monastier di Treviso, Preganziol, Quinto di Treviso, Roncade, San Biagio di Callalta, Silea, Treviso, Veduggio, Zenson di Piave, Zero Branco	Fossalta di Piave, Jesolo, Martellago, Meolo, Musile di Piave, Salzano, Scorze'



## 5.1.2 Curve segnalatrici per la zona costiera e lagunare (ipotesi B)

Stazioni: Sant'Anna di Chioggia (CH), Iesolo (IE), Mestre (ME), Mogliano Veneto (OG), Valle Averte (VV), Mira (MM)

Grandezze indice:

Durata (min)	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
h	10.022	16.906	21.553	30.249	35.020	38.236	51.389	61.443	70.688	81.369

Valori attesi di precipitazione:

T (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	9.7	16.3	20.7	28.7	33.0	35.9	47.5	56.5	65.1	74.4
5	12.2	20.7	26.5	37.5	43.5	47.5	64.1	76.3	87.4	100.7
10	13.7	23.5	30.2	43.4	50.6	55.4	75.8	90.7	103.6	120.1
20	15.2	26.0	33.6	48.9	57.4	63.1	87.7	105.5	120.3	140.5
30	16.0	27.4	35.5	52.1	61.3	67.6	94.9	114.6	130.5	153.1
50	17.0	29.0	37.9	56.0	66.3	73.3	104.1	126.4	143.9	169.7
100	18.3	31.2	41.0	61.3	73.0	81.1	117.2	143.3	163.0	193.8
200	19.5	33.3	44.0	66.6	79.7	89.0	130.9	161.4	183.4	220.0

Parametri della curva segnalatrice:

T	a	b	c
2	20.3	12.0	0.821
5	27.2	13.5	0.820
10	31.4	14.4	0.816
20	35.2	15.3	0.809
30	37.2	15.8	0.805
50	39.7	16.4	0.800
100	42.8	17.3	0.791
200	45.6	18.2	0.783

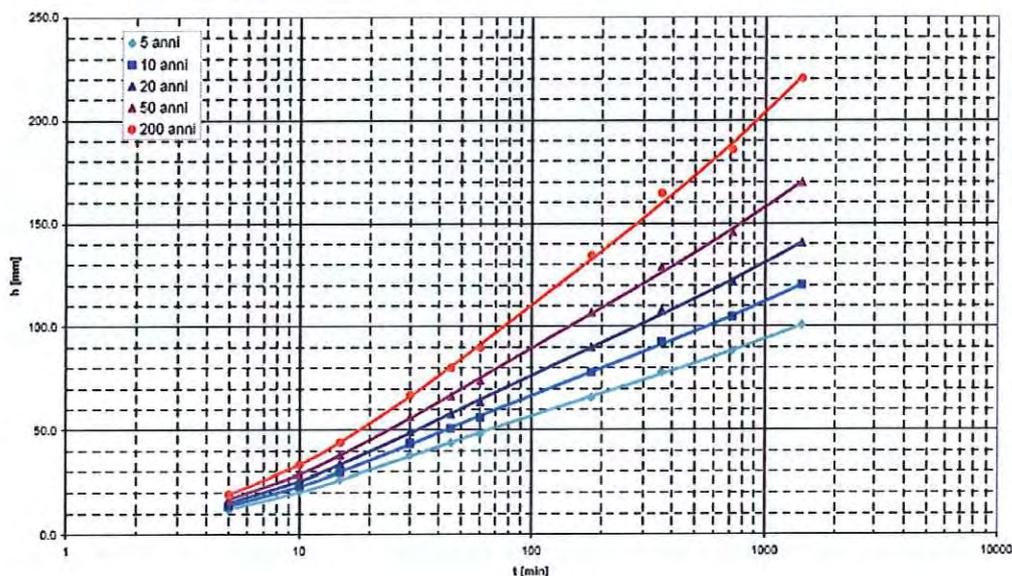


Figura 7. Curve segnalatrici a tre parametri

## 5.2 Curve segnalatrici a due parametri e loro utilizzo

Si riportano di seguito il calcolo delle curve segnalatrici a due parametri:

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

per le quattro zone omogenee. Tale calcolo è svolto unicamente per l'utilizzo delle formule della letteratura che richiedono i coefficienti  $a$  ed  $n$  dell'espressione tradizionale a due parametri.

Si ribadisce che i dati ottenuti dall'analisi probabilistica non possono essere interpolati adeguatamente da una curva a due parametri per l'intero range di durate da 5 minuti a 24 ore. E' opportuno invece individuare intervalli più ristretti di durate, entro i quali la formula bene approssimi i valori ottenuti con la regolarizzazione regionale.

Si forniscono pertanto i parametri delle curve segnalatrici tarate su intervalli di cinque dati, per i vari tempi di ritorno. Il parametro  $\Delta$  indica l'errore medio relativo dell'approssimazione. I tempi  $t$  devono essere espressi in minuti. Il risultato è in millimetri.

L'ipotesi considerata è l'ipotesi B: Mira appartenente al raggruppamento costiero - lagunare.



Zona costiera-lagunare con Mira																		
T	tp=15 minuti			tp=30 minuti			tp=45 minuti			tp=1 ora			tp=3 ore			tp=6 ore		
	da 5 min a 45 min			da 10 min a 1 ora			da 15 min a 3 ore			da 30 min a 6 ore			da 45 min a 12 ore			da 1 ora a 24 ore		
anni	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ
2	4.3	0.554	5.9%	6.1	0.441	2.9%	9.1	0.328	4.5%	11.8	0.267	1.2%	13.1	0.247	1.1%	14.2	0.230	1.5%
5	5.2	0.576	5.8%	7.4	0.465	3.0%	11.1	0.348	4.8%	14.8	0.281	1.4%	16.8	0.254	1.5%	18.5	0.236	1.8%
10	5.7	0.590	5.6%	8.0	0.482	3.1%	12.1	0.363	4.9%	16.4	0.293	1.5%	18.9	0.263	1.8%	21.1	0.242	2.1%
20	6.2	0.603	5.4%	8.5	0.499	3.1%	13.0	0.378	5.0%	17.7	0.306	1.6%	20.7	0.272	2.1%	23.4	0.250	2.4%
30	6.4	0.610	5.2%	8.8	0.508	3.1%	13.4	0.387	5.0%	18.4	0.313	1.7%	21.7	0.278	2.3%	24.6	0.255	2.6%
50	6.7	0.619	5.0%	9.1	0.520	3.1%	13.8	0.399	5.0%	19.1	0.324	1.7%	22.8	0.286	2.5%	26.0	0.261	2.8%
100	7.0	0.630	4.8%	9.4	0.536	3.1%	14.3	0.415	5.1%	19.9	0.338	1.8%	24.1	0.297	2.9%	27.8	0.271	3.1%
200	7.3	0.642	4.5%	9.7	0.552	3.1%	14.7	0.431	5.1%	20.6	0.353	1.8%	25.3	0.309	3.2%	29.5	0.280	3.4%

### 5.3 Determinazione di pluviogrammi di progetto

Lo ietogramma utilizzato per la presente relazione è lo ietogramma rettangolare, generalmente il più usato nei calcoli di dimensionamento e verifica di reti di fognatura bianca.

La tabella seguente riporta per varie durate di pioggia l'altezza di precipitazione totale in millimetri e l'intensità di pioggia espressa in millimetri all'ora calcolate secondo gli ietogrammi rettangolari dei quali, a titolo esemplificativo, ne vengono riportati tre nella figura seguente.

Tabella 8. Altezza di precipitazione totale e intensità di pioggia espresse rispettivamente in millimetri e millimetri all'ora per varie durate di pioggia, per la zona omogenea SE.

TEMPO DI PIOGGIA	ALTEZZA DI PRECIPITAZIONE	INTENSITA'
	millimetri	millimetri/ora
5	15,41	185
15	33,43	134
30	48,29	97
45	57,47	77
60	64,03	64
90	73,22	49
120	79,71	40
150	84,73	34
180	88,85	30

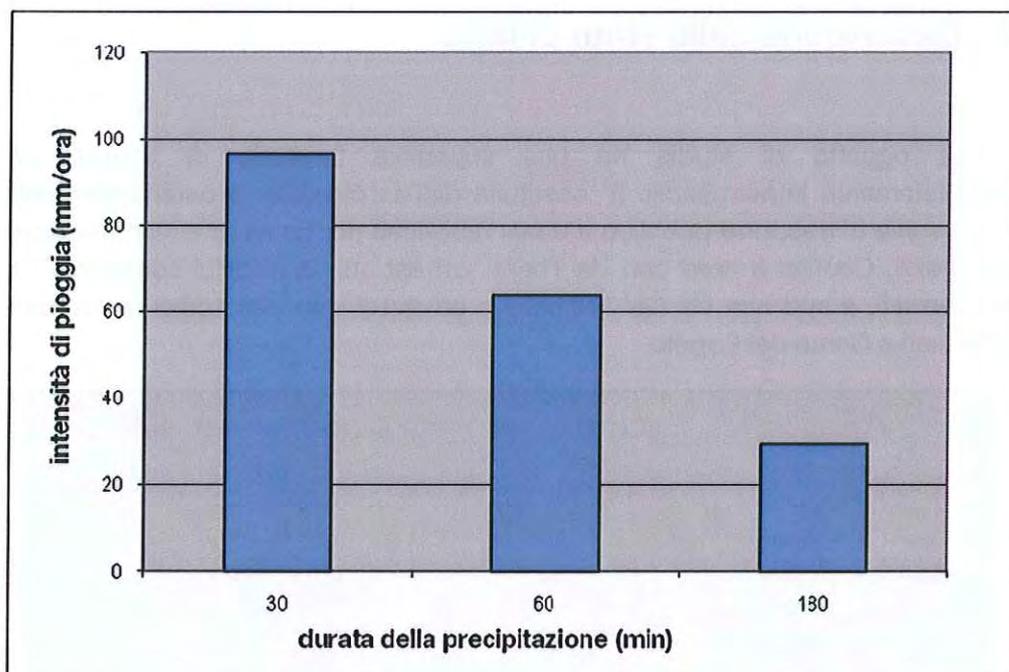


Figura 8. Ietogrammi rettangolari relativi a piogge di durata rispettivamente di 180, 60 e 30 minuti caratterizzate da un tempo di ritorno di 50 anni, per la zona omogenea SE.



## 6 Descrizione dello stato di fatto

L'area oggetto di studio ha una superficie fondiaria di 32.000 mq completamente impermeabili. E' costituita dall'ex piazzale di parcheggio della compagnia di trasporto pubblico e da ex fabbricati per ricovero e manutenzione dei mezzi. Confina a nord con via Torino, ad est con dei edifici commerciali e residenziali, a sud con via Ca' Marcello e ad ovest con altri edifici residenziali affacciati a Corso del Popolo.



Figura 9. Zona di intervento (in rosso)



## 7 Analisi dello stato di progetto, determinazione del coefficiente di deflusso

La Variante di iniziativa Pubblica prevede la realizzazione da parte dei soggetti attuatori su di un'area come già indicato, avente una superficie territoriale di mq. 32.000, degli interventi di ristrutturazione urbanistica:

- demolizione di tutte le costruzioni e manufatti (tettoie, volumi tecnici ecc.) che attualmente insistono sull' area;
- nuova costruzione di tre blocchi e torre di edilizia residenziale per la vendita e libero mercato, per una superficie lorda di pavimento (Sp) max di mq. 15.650, misurata con i criteri di cui all'art. 4 punto 4.1.3. delle NTGA della vigente V.P.R.G. per la Terraferma;
- (Nota : la misura di Sp di mq. 15.650 è ottenuta a partire dalla scheda norma della B/RU9 che prevede per la residenza complessivamente una Sp max di mq. 20.000 di cui una quota di Sp. pari a mq. 3.000 deve essere di edilizia convenzionata;
- nuova costruzione di edilizia con destinazione residenziale da convenzionare, ai sensi della Legge 10/1977, per una superficie lorda di pavimento (Sp) max di mq. 3.000, misurata con i criteri di cui all'art. 4 punto 4.1.3 delle N.T.G.A. della vigente V.P.R.G. della Terraferma;
- nuova costruzione di edilizia con destinazione commerciale e direzionale per la vendita a libero mercato, per una superficie lorda di pavimento (Sp) max di mq. 10.957 misurata con i criteri di cui all'art. 4 punto 4.1.3. delle N.T.G.A. della vigente V.P.R.G. della Terraferma; il progetto di Variante suddivide la Sp di mq. 10.957, in Sp di mq. 8.607 a destinazione commerciale ed in Sp di mq. 2350 a destinazione direzionale;
- realizzazione dei parcheggi privati e ad uso pubblico, tutti fuori terra, a servizio della residenza e del commerciale – direzionale, per una superficie minima di mq. 21500,4 come previsto dalle NTA.

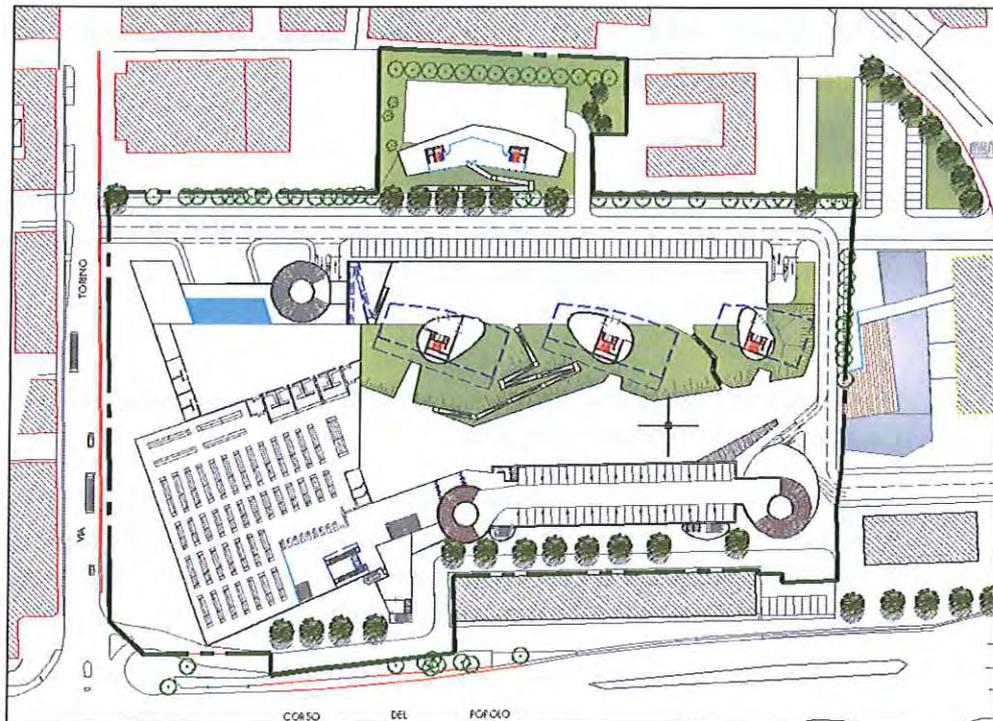


Figura 10. Stato di progetto

In sede di progetto esecutivo può essere considerata l'adozione di tetti in verde pensile.

L'accesso all'area è garantito sia da via Torino che da via Ca' Marcello.

Per il calcolo dei massimi volumi da rendere disponibili per l'invaso delle maggiori portate generate dall'incremento di impermeabilizzazione del suolo, si è fatto riferimento alle metodologie di calcolo riportate nel paragrafo successivo mediante il coefficiente di afflusso medio  $\varphi$ .

La Tabella 9 riporta la suddivisione per tipologia di copertura del suolo ed i corrispettivi coefficienti di deflusso medi.

Nelle suddivisione delle aree e nell'individuazione dei rispettivi coefficienti di deflusso si sono fatte le seguenti considerazioni:

- All'area occupata dagli edifici, e comunque assimilabili a superfici impermeabili è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,9;
- All'area occupata da superfici semipermeabili quali sono i parcheggi a lato est del lotto è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,4;



- All'area occupata dalla viabilità interna al lotto è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,6, essendo questa costituita da asfalto drenante;
- Alle restanti aree a verde è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,2 ritenendo che queste siano totalmente permeabili e non essendo queste direttamente collegate alla rete di smaltimento acque meteoriche.

Tabella 9. tabella riassuntiva della configurazione di progetto dell'area, superfici in mq e corrispondenti coefficienti di afflusso.

STATO DI PROGETTO		
Tipologia del suolo	superficie mq	$\phi$
impermeabile	22989,803	0,9
asfalti permeabili	4324,452	0,6
parcheeggi garden	695,172	0,4
verde	3991,430	0,2
<b>Totale area</b>	<b>32000,857</b>	<b>0,76</b>



## 8 Calcolo dei volumi da rendere disponibili per la laminazione

Nota il coefficiente di deflusso medio dell'area oggetto di studio e le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica si sono calcolate per varie durate della precipitazione le altezze di pioggia efficaci e quindi i volumi di afflusso complessivi relativi alla superficie afferente.

La Figura 11 rappresenta i volumi affluiti alla sezione di chiusura della rete di raccolta delle acque meteoriche. La linea blu rappresenta i volumi ottenuti utilizzando curve di possibilità pluviometrica caratterizzate da un tempo di ritorno di 20 anni, la linea rossa invece rappresenta i volumi affluiti per un tempo di ritorno di 50 anni.

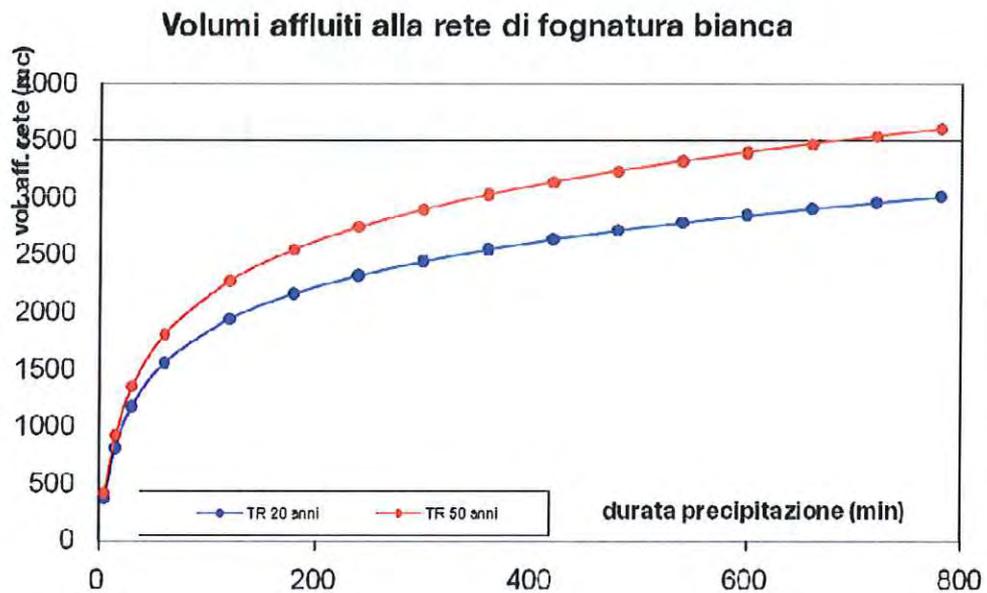


Figura 11. Volumi affluiti alla sezione di chiusura della rete di raccolta delle acque meteoriche per tempi di ritorno di 20 e 50 anni e per durate di pioggia crescenti da 5 minuti a 13 ore.

Il calcolo dei volumi da rendere disponibili per l'invaso delle maggiori portate generate dalla nuova configurazione di progetto può essere con buona approssimazione condotto come differenza tra i volumi affluiti alla rete ed i volumi massimi ammessi alla rete di idrografica ricettiva.

Al fine di non aggravare, con le opere di progetto, l'equilibrio idraulico dell'area, si considera accettabile immettere alla rete idrografica una portata inferiore a 10 l/s, ha per un totale di 32 l/s.



Ipotizzando cautelativamente di scaricare una tale portata si possono calcolare, tramite l'equazione seguente, i massimi volumi di invaso relativi ad una determinata durata  $\tau$  della precipitazione.

$$W_i = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot \left[ \frac{a}{(t+b)^c} \cdot t \right] - Q_u \cdot t$$

dove:

$W_i$  è il volume di invaso;

$W_e$  è il volume in ingresso;

$W_u$  è il volume in uscita;

$S$  la superficie scolante;

$\varphi$  I coefficiente di deflusso medio dell'area;

$t$  è la durata della precipitazione.

La durata critica, ossia la durata per la quale si ha il massimo volume di invaso da rendere disponibile, si ottiene ponendo nulla la derivata prima, in funzione del tempo, dell'equazione sopra riportata.

Si ottiene dunque:

$$t = \sqrt[c]{\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left[ -\frac{c \cdot t}{t+b} + 1 \right]}} - b$$

che, a convergenza, porta a determinare:

$$t_{critico} = \sqrt[c]{\frac{Q_u}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left[ -\frac{c \cdot t_{critico}}{t_{critico} + b} + 1 \right]}} - b$$

e conseguentemente:

$$W_i = W_e - W_u = S \cdot \varphi \cdot \left[ \frac{a}{(t_{critico} + b)^c} \cdot t_{critico} \right] - Q_u \cdot t_{critico}$$

L'applicazione di tale metodo, trascurando il processo di trasformazione afflussi deflussi che avviene nel bacino scolante, comporta una sopravvalutazione delle portate di piena in ingresso alla rete e conseguentemente dei volumi in invaso.

L'applicazione delle equazioni sopra riportate al caso studio ha portato ad individuare:



portata consentita allo scarico  $Q=32$  l/s  
 durata critica  $t=6.2$  ore  
 massimo volume di invaso  $V=2338$  mc  
 volume di invaso specifico  $v=731$  mc/ha

La tabella seguente riporta il calcolo dei volumi di invaso per diverse durate di precipitazione ed evidenzia che il volume massimo si ha proprio in corrispondenza di durate pari a 6.2 ore.

Tabella 10. tabella riassuntiva dei volumi di invaso in funzione della durata della precipitazione.

tp		h	Vol in	Vol out	Vol inv	Vol spc
min	ore	mm	mc	mc	mc	mc/ha
15	0,25	37,79	921	29	891,8	279
30	0,50	55,30	1347	58	1289,5	403
36	0,60	60,20	1467	69	1397,6	437
54	0,90	71,31	1737	104	1633,5	510
60	1,00	74,21	1808	115	1692,7	529
120	2,00	93,35	2274	230	2043,8	639
180	3,00	104,60	2548	346	2202,7	688
240	4,00	112,69	2745	461	2284,4	714
300	5,00	119,05	2900	576	2324,2	726
<b>372</b>	<b>6,19</b>	<b>125,26</b>	<b>3051</b>	<b>713</b>	<b>2338,0</b>	<b>731</b>
420	7,00	128,86	3139	806	2332,9	729
480	8,00	132,85	3237	922	2314,9	723

Volendo avere un dimensionamento più veritiero del volume di invaso da rendere disponibile si è calcolato l'idrogramma di piena generato in conseguenza a piogge aventi tempo di ritorno 50 anni e durata pari al tempo critico, e se ne è fatta la differenza con un idrogramma di uscita caratterizzato da portata costante pari a 32 l/s.

Per il calcolo degli idrogrammi in ingresso si è utilizzato il metodo del serbatoio lineare che schematizza il bacino come un serbatoio caratterizzato da legge lineare tra il volume di invaso e la portata uscente. In tale modello l'idrogramma unitario istantaneo IHU assume la forma:

$$h(t) = \frac{1}{k} e^{-\frac{1}{k}t}$$



dove  $k$ , denominata costante d'invaso lineare, ha le dimensioni di un tempo e rappresenta il suddetto legame di proporzionalità tra il volume  $W$  invasato nel bacino e la portata uscente  $Q$ . La costante di invaso lineare  $k$  non ha alcun significato fisico, ma è solo un valore concettuale, risulta pertanto un parametro di taratura del modello).

Nella pratica progettuale tale legame viene assunto essere lineare ed espresso dalla relazione:

$$k = \frac{W(t)}{Q(t)} \quad (3)$$

Noto l'afflusso netto  $I(t)$  ed il valore della costante  $k$ , è possibile ricostruire l'idrogramma di piena integrando, rispetto al tempo, le equazioni del serbatoio lineare (3) e di continuità:

$$I(t)dt = dW(t) + Q(t)dt$$

con:

$I$  afflusso netto sul bacino [ $m^3/s$ ];

$W$  volume immagazzinato a monte [ $m^3$ ];

$Q$  portata in uscita dalla sezione di chiusura [ $m^3/s$ ]

Dati necessari per il calcolo dell'idrogramma sono:

- i valori delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica a due parametri, ricavati per la zona omogenea di interesse;
- le caratteristiche del bacino (superficie e coefficiente di afflusso medio);
- il tempo di corrivazione;
- il tempo di pioggia;
- costante di invaso  $k$ .

Volendo far riferimento a eventi critici i coefficienti di deflusso, come già detto, sono stati considerati costanti nel tempo e relativi ad un contesto di elevata umidità iniziale del suolo.

Il tempo di corrivazione ( $t_c=15$  min) è stato calcolato come somma del tempo di accesso alla rete  $t_a$  e del tempo di rete  $t_r$  ( $t_c = t_a + t_r$ ) calcolati rispettivamente con le equazioni:

$$t_a = \frac{0,51}{s^{0,375} (i\phi S)^{0,25}} \quad [\text{Mambretti e Paoletti, 1997}]$$



$$t_r = \frac{L}{1,5V} \quad [\text{Beucci, Mambretti e Paoletti, 1997}]$$

dove:

$t_a$  = tempo di accesso in secondi;

$t_r$  = tempo di rete in secondi;

$L$  = massima lunghezza del deflusso superficiale in metri;

$s$  = pendenza media del bacino in metri su metri;

$S$  = superficie del bacino in ettari;

$i$  = intensità di pioggia;

$\phi$  = coefficiente di afflusso medio del bacino;

$L$  = lunghezza della rete in metri;

$V$  = velocità media nella rete

La costante di invaso  $k$  (parametro di taratura del modello), essendo in fase di progettazione, è stata stimata sulla base del tempo di corrivazione del sistema.

La figura seguente riporta l'idrogramma di piena per piogge aventi tempo di ritorno di 50 anni incidenti nelle aree di intervento e l'idrogramma ritenuto accettabile allo scarico.

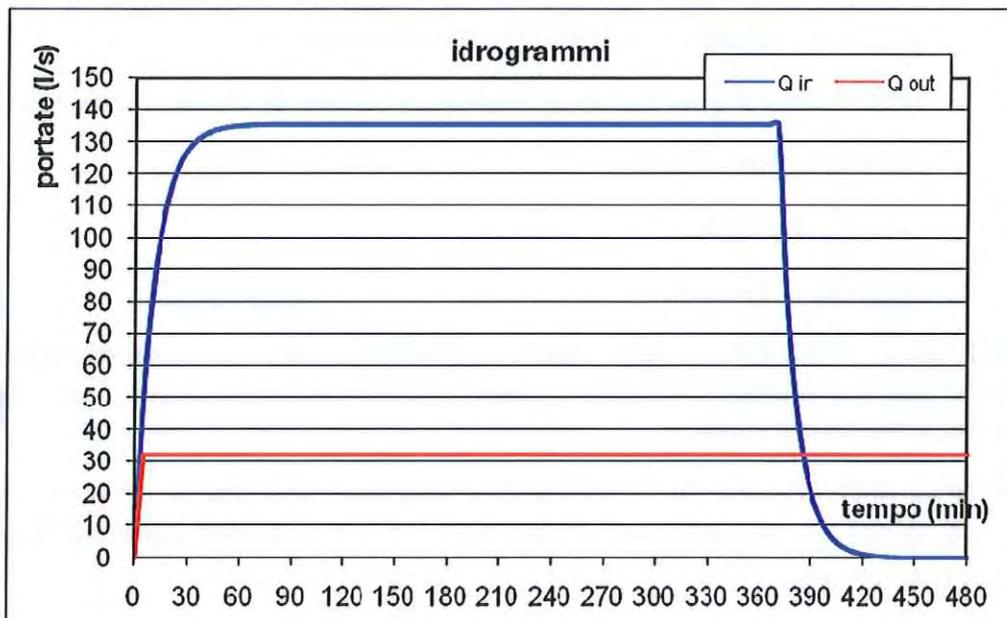




Figura 12. Grafico riassuntivo della configurazione di progetto. La linea blu rappresenta l'idrogramma in ingresso al sistema di laminazione, la linea rosso il massimo idrogramma accettabile allo scarico.

L'area sottesa fra l'idrogramma in ingresso e l'idrogramma ottenuto fissando una portata in uscita costante a quelle desunte da un coefficiente udometrico di 10 l/s, ha rappresenta il volume di invaso da rendere disponibile. Tale volume viene rappresentato nella seguente Figura 13 dalla linea verde. Nello stesso grafico vengono riportati gli andamenti, in funzione del tempo, dei volumi in ingresso (crescente per tutta la durata di pioggia) e di uscita (costantemente crescente nel tempo). Dalla linea rappresentante il volume di laminazione si può inoltre notare che il massimo volume di invaso ammonta a 2254 mc.

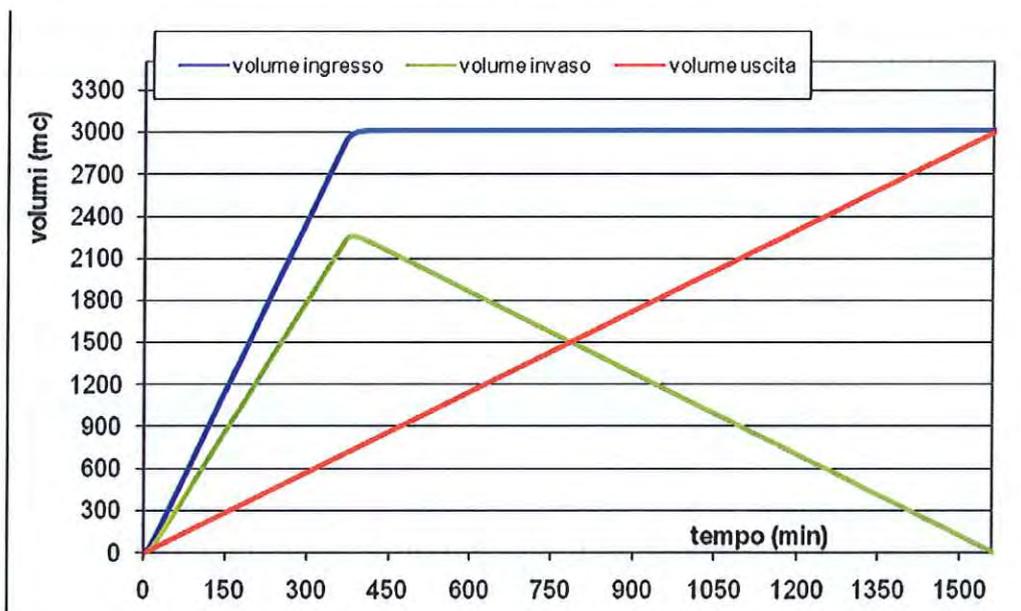


Figura 13. Andamento dei volumi: ingresso (linea blu); in uscita (linea rossa); invaso (linea verde).

Per la costruzione dei precedenti grafici si sono usati i valori delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica a due parametri, ricavati per la zona omogenea di interesse per l'intervallo temporale compreso tra i 45 minuti e 12 ore.

Volendo porsi quindi a favore di sicurezza, risulta conveniente adottare come base progettuale i valori forniti dal metodo della durata critica; questo infatti fissava a 2338 mc il massimo volume di invaso necessario ai fini della laminazione della portata meteorica, per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni.



## 9 Individuazione dei volumi di laminazione e dello scarico delle acque bianche

I volumi necessari alla laminazione pari a 2338 mc verranno realizzati nel seguente modo:

- all'interno dell'area di intervento si ricaveranno 2206 mc grazie alla realizzazione di una rete di tubazioni sovradimensionata; 133 mc all'interno dei pozzetti di ispezione 200x200;

Saranno posti in opera principalmente lungo i perimetri dell'area tubazioni in calcestruzzo del diametro Ø140 cm con pendenza 0,05%. La condotta avrà una lunghezza complessiva di 1554 ml.

Di seguito si riporta la tabella di verifica del volume disponibile all'interno delle condotte, dei pozzetti, del fossato e della vasca che risulta conforme rispetto alla richiesta.

Tabella 11. Tabella riassuntiva della verifica del volume di invaso nelle tubazioni.

Verifica disponibilità di invaso		Volumi in condotta							
		Tronco1	Tronco1a	Tronco2	Tronco3	Tronco4	Tronco5	Tronco5b	Tronco6
lunghezza rete di pertinenza	ml	214	210	210	52	48	138	0	142
pendenza fondo	m/m	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005
D rete	m	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4
quota scorrimento fondo	m	-2,5	-2,5	-2,5	-2,39	-2,36	-2,36	-2,36	-2,34
altezza iniziale	m	1,330	1,330	1,330	1,220	1,190	1,190	1,190	1,170
grado di riempimento medio	%	91%	91%	91%	86%	84%	83%	85%	81%
area liquida media	mq	1,47	1,47	1,47	1,41	1,38	1,35	1,38	1,34
volume in condotta	mc	314,74	308,86	308,86	73,24	66,26	186,43	0,00	189,67

Tronco7	Tronco7b	Tronco8	Tronco8b	Tronco9	Tronco10	Tronco11	L tot
120	70	130	130	40	0	50	1504
0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	0,0005	volume totale
1,4	1,4	1,4	1,4	1	1	1,4	
-2,5	-2,5	-2,46	-2,46	-2,17	-2,16	-2,35	
1,330	1,330	1,290	1,290	1,000	0,990	1,180	
93%	94%	90%	90%	99%	99%	83%	
1,48	1,49	1,45	1,45	0,78	0,78	1,37	
177,80	104,44	188,14	188,14	31,27	0,00	68,29	<b>2206,15</b>

pozzetti	n°	L (m)	h acqua (m)	A (mq)	V (m <sup>3</sup> )
200x200	35	2	0,95	4	133



La rete di invaso scaricherà nella condotta in policrote  $\varnothing$  140 cm costituente la fognatura mista presente in via del Torino tramite tubazioni opportunamente dimensionate.

La rete scaricherà solamente la portata consentita grazie al manufatto di regolazione collocato immediatamente a valle delle reti descritte ed all'interno degli ambiti di intervento.

## 10 Descrizione del manufatto di regolazione

Il manufatto di regolazione sarà realizzato con un setto in calcestruzzo sul quale trova alloggio un pancone in acciaio forato sul fondo. La dimensione del foro delle luce a battente è stata calcolata mediante le equazioni della foronomia  $Q = c_c \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$  attribuendo al coefficiente di contrazione  $C_c$  un valore pari a 0,55 ed in modo da avere allo scarico una portata media nel tempo di pioggia prossima a 32 l/s.

La Tabella 12 e la Figura 14 descrivono la scala delle portate del manufatto di regolazione evidenziando che per tiranti (calcolati con riferimento all'interasse del foro) inferiori a 1,27 m è attiva solo la luce a battente e permette di scaricare una portata massima di 32 l/s (con un coefficiente idrometrico circa pari a 10 l/s,ha) mentre per tiranti superiori a 1,27 m si attiva lo sfioratore di troppo pieno e la portata sfiorante è in grado di smaltire la portata massima generata dalla configurazione di progetto quando si verifichi un evento di precipitazione con un tempo di ritorno di 50 anni.

Tabella 12. Tabella riassuntiva della scala delle portate del manufatto di regolazione.

tirante	luce di fondo	stramazzo	portata totale
y (m)	Q (l/s)	Q (l/s)	Q (l/s)
0,1	8,98	0,00	8,98
0,2	12,70	0,00	12,70
0,4	17,96	0,00	17,96
0,6	22,00	0,00	22,00
0,8	25,40	0,00	25,40
1	28,40	0,00	28,40
1,2	31,11	0,00	31,11
<b>1,27</b>	<b>32,01</b>	<b>0,00</b>	<b>32,01</b>
1,4	33,61	170,25	203,85
1,5	34,79	400,64	435,43
<b>1,62</b>	<b>36,15</b>	<b>752,08</b>	<b>788,23</b>
1,8	38,11	1401,45	1439,55
2	40,17	2265,41	2305,58

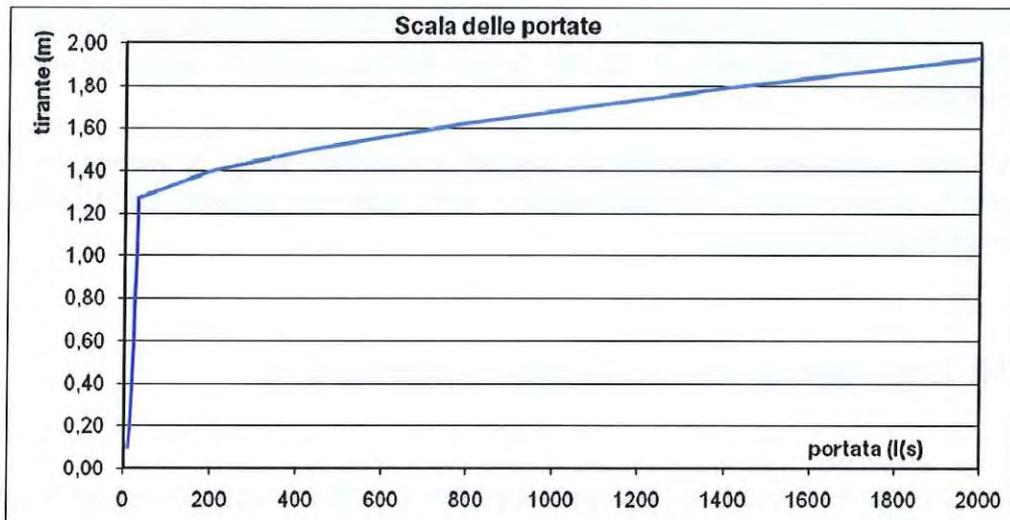


Figura 14. Scala delle portate scaricate dal manufatto di regolazione.

Nel caso in cui si verificassero successivi eventi di precipitazione particolarmente intensi e i volumi della rete fossero già completamente invasati, lo sfioro del manufatto di regolazione è in grado di smaltire efficientemente la portata generata con una precipitazione avente un tempo di ritorno di 50 anni e una durata pari al tempo di corrivazione. Tale deflusso, riportato in Figura 15 non risente del beneficio degli invasi, quindi non è laminato e risulta pari a 788 l/s. Il calcolo della portata che sfiora dallo stramazzo è stato eseguito considerando un coefficiente di portata  $C_q$  pari a 0,41, caratteristico degli sfiori in parete sottile.

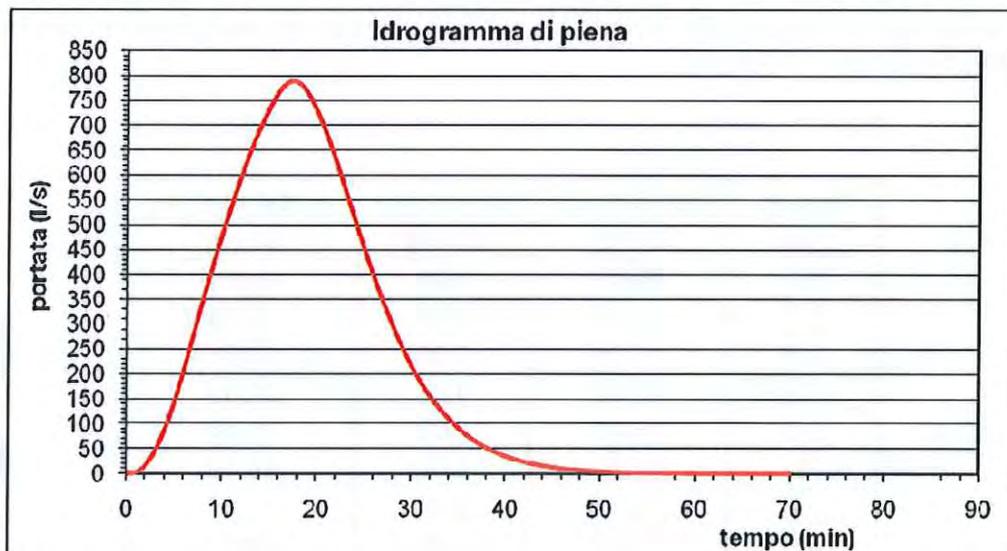


Figura 15. Onda di piena della configurazione di progetto per un TR50 e una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione.

Per la costruzione del precedente grafico si sono usati i valori delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica a due parametri, ricavati per la zona

omogenea di interesse per l'intervallo temporale compreso tra i 5 minuti e 45 min.

Infine si è eseguita la verifica della capacità di scarico della condotta in uscita dal manufatto.

A valle del manufatto di regolazione è stato predisposto un tubo in calcestruzzo di diametro pari a 50 cm in grado di smaltire a moto uniforme un deflusso di circa 940 l/s con un grado di riempimento pari al 95% ed una pendenza del 5%. Lo scarico è quindi in grado di garantire l'allontanamento della portata massima generata dalla configurazione di progetto relativa ad un tempo di ritorno di 50 anni riportata nella Figura 15 e pari a 788 l/s.

In via preliminare è stato ipotizzato l'allacciamento alla tubazione in polcrete presente in via Torino.

Tramite il periferico tronco 10, in futuro sarà possibile anche un collegamento alla fognatura di via Cà Marcello.

In sede di progetto esecutivo sarà tenuta in considerazione l'ipotesi di un eventuale allacciamento alla condotta in calcestruzzo presente anch'essa in via Torino (al centro della sede stradale) e sarà tenuto in considerazione anche il necessario impianto di vuotamento per il volume invasato che non può essere allontanato per gravità nel caso venga scelta questa seconda soluzione di allaccio.





## 11 Sintesi della valutazione

STATO DI PROGETTO		
Tipologia del suolo	superficie mq	$\phi$
impermeabile	22989,803	0,9
asfalti permeabili	4324,452	0,6
parcheggi garden	695,172	0,4
verde	3991,430	0,2
<b>Totale area</b>	<b>32000,857</b>	<b>0,76</b>

INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO:

### TUBAZIONI

Diametro= 140cm  
Lunghezza= 1554m  
Volume di invaso= 2206 mc

### POZZETTI

N°= 35  
Dimensione= 200x200cm  
Volume di invaso= 133mc

Recapito finale: fognatura mista presente in via Torino, policrete  $\phi$  140 cm.





# Relazione integrativa

a seguito della conferenza dei servizi tenutasi il 29/12/2009



Committente: P.M.V. S.p.a.



Variante al Programma Recupero Urbano per l'area dell'ex deposito A.C.T.V.  
e al Piano Particolareggiato per attrezzature economiche e verde pubblico, in  
via Torino a Mestre

Valutazione di compatibilità idraulica ai sensi della D.G.R. 1841/07

ALLEGATO:

**B**

Relazione integrativa

SCALA:

ELENCO ALLEGATI:

- A  Relazione idraulica
- B  Relazione integrativa
- 1  varie Inquadramento territoriale
- 2  1:500 Tavola comparativa
- 3  1:500 Planimetria rete
- 4  varie Profili e sezioni
- 5  1:50 Particolari manufatto

PROGETTISTA PER L'INVARIANZA  
IDRAULICA

Ingegnere

Giuseppe Baldo

Ingegneria e Architettura

Via delle Industrie, 18/A - 30038 Spinea (VI)  
Tel. 041 8221863  
Fax 041 8221864  
Web: www.ingbaldo.com  
Email: info@ingbaldo.com



Collaboratori:

Ing. Claudio Tamai  
Dott. Francesco Guidolin

PROGETTISTA ARCHITETTONICO:

Arch. Giovanni Caprioglio

REV. N°:

PERCORSO DIGITALE:

..\dat\Progetti in corso\P\_204\Tavole

DATA:

febbraio 2010





La presente relazione integra lo studio idrologico per la valutazione della compatibilità idraulica afferente alla "Variante al Programma di Recupero Urbano per l'area dell'ex deposito A.C.T.V. e al Piano Particolareggiato per attrezzature economiche e verde pubblico, in via Torino a Mestre " a cui si rinvia integralmente per i contenuti.

Questa integrazione è stata richiesta in sede di conferenza dei servizi al fine di giustificare ulteriormente la natura anche pubblica dell'intervento idraulico e sottolineare l'importanza dello stesso.

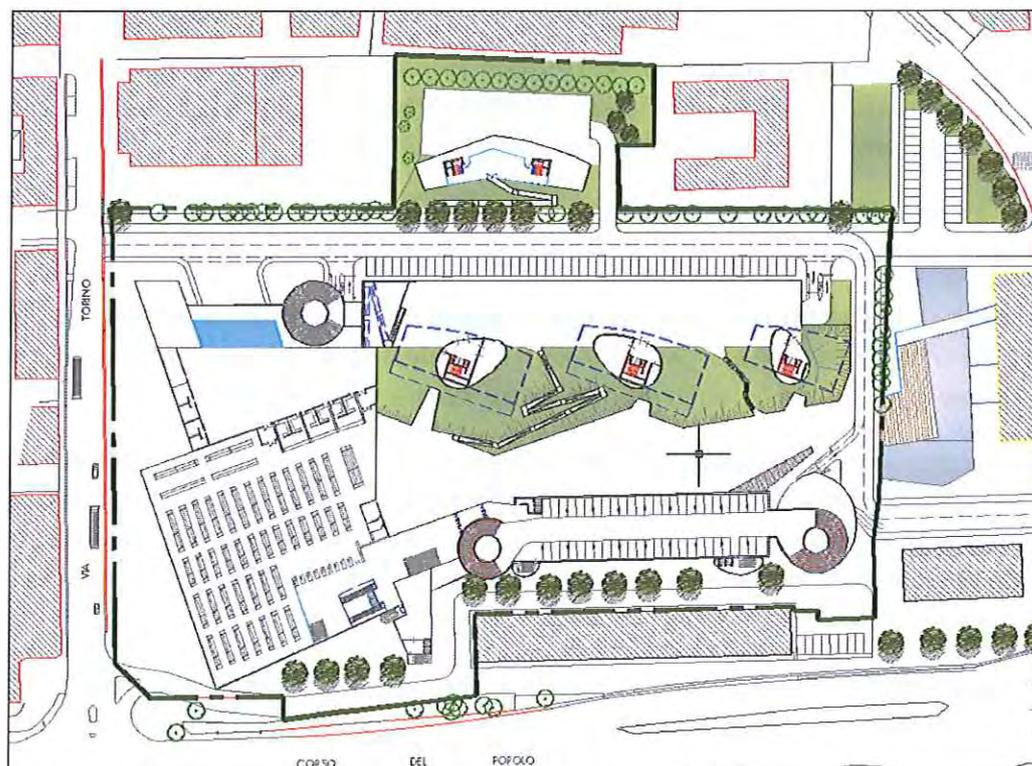
Nel citato studio è stato eseguito il calcolo delle portate attualmente generate dalla configurazione esistente e si è proceduto all'individuazione delle misure compensative da realizzare al fine di non aggravare, con le opere di progetto, l'equilibrio idraulico dell'area in cui l'opera va ad inserirsi, per eventi con un tempo di ritorno non inferiore a 50 anni, così come previsto dalla Deliberazione della Giunta Regionale Veneto n. 1322 del 10 maggio 2006 integrata dalla DGR 1841 del 19 Giugno 2007 pubblicata sul B.U.R. n.61 del 10.07.2007.

L'obiettivo dell'invarianza idraulica è quello di garantire, a fronte di una trasformazione di uso del suolo, la realizzazione di opportune azioni compensative, i cui oneri dovranno essere sostenuti dai beneficiari pubblici o privati delle trasformazioni per il consumo della risorsa territoriale costituita dalla capacità di un bacino di regolare le piene e quindi di mantenere le condizioni di sicurezza territoriale nel tempo.

Le analisi sono state eseguite in linea con quanto prescritto dall'Ing. Mariano Carraro, Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione del Veneto nel giorno 26 settembre 2007; tali indicazioni tecniche nascono dall'esigenza di individuare delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento per l'area nelle province di Venezia, Padova e Treviso colpite dalle recenti avversità atmosferiche. Il calcolo di leggi che restituiscano un valore atteso di precipitazione in funzione del tempo di ritorno e della durata di pioggia costituisce un passo fondamentale per il corretto dimensionamento delle opere idrauliche; i risultati dovranno essere utilizzati sia nell'ambito degli interventi straordinari per la riduzione del rischio idraulico, sia come dati di riferimento per le opere di laminazione imposte ai privati dalla normativa regionale e dalle recenti ordinanze del Commissario.

L'area oggetto di studio ha una superficie fondiaria di 32.000 mq completamente impermeabili. E' costituita dall'ex piazzale di parcheggio della compagnia di trasporto pubblico e da ex fabbricati per ricovero e manutenzione dei mezzi. Confina a nord con via Torino, ad est con dei edifici commerciali e residenziali, a sud con via Ca' Marcello e ad ovest con altri edifici residenziali affacciati a Corso del Popolo.





L'accesso all'area è garantito sia da via Torino che da via Ca' Marcello.

Per il calcolo dei massimi volumi da rendere disponibili per l'invaso delle maggiori portate generate dall'incremento di impermeabilizzazione del suolo, si è fatto riferimento alla possibilità di scaricare una portata simile a quella scaricata da un terreno agricolo. Questo significa che con l'intervento si otterrà un notevole miglioramento del funzionamento della rete di drenaggio pubblica in quanto, come riportato nella relazione idraulica, le portate scaricate in rete saranno molto inferiori.

Il beneficio idraulico dell'intervento è comunque di due tipi:

- oggi l'area scarica durante gli eventi piovosi portate molto elevate verso valle. La stima è di circa 1000 l/s di picco per tempi di ritorno di 50 anni. Questa portata va ad alimentare la fognatura di Via Torino, sistema importante per lo smaltimento di gran parte delle fognature mestrine. Con la realizzazione dell'intervento verranno eseguiti ingenti invasi (oltre 2300 mc di invaso) che per metteranno per tempi di ritorno di 50 anni di scaricare portate di poco superiori ai 30 l/s. Questo permetterà al sistema a valle di funzionare con dinamiche migliori e di poter servire meglio l'attuale bacino di competenza
- la rete idraulica è stata disegnata in modo da permettere il futuro collegamento con la via Ca Marcello; questo è sicuramente utile per interconnettere i due sistemi idraulici e rendere il sistema idraulico complessivo più "flessibile". In accordo con il gestore e il Comune in



sede di progettazione esecutiva sarà verificato lo stato di attuazione della manutenzione e della progettazione di nuovi interventi lungo la via Ca' Marcello al fine di ottimizzare ulteriormente la progettazione della rete di interesse pubblico all'interno dell'area in oggetto.

Per tali motivi si ritiene fondamentale disporre buona parte dei volumi nelle aree di facile manutentabilità e in spazi facilmente accessibili.

In sede di progettazione esecutiva sarà quindi fondamentale la collaborazione con gli uffici comunali e il gestore VERITAS al fine della corretta individuazione delle pertinenze pubbliche, in modo da ridistribuire le reti.

La scelta della ubicazione dei volumi in tubazioni in calcestruzzo sovradimensionate lascia aperta infatti la possibilità di adattare alle esigenze del pubblico la connotazione finale della rete, ubicando il manufatto di regolazione dello scarico nella posizione più opportuna per il funzionamento dei collegamenti con via Ca' Marcello.

Il disegno della rete di progetto allegato al progetto comunque rappresenta una prima soluzione che permette di rispondere a tutte queste esigenze.

La costruzione delle autorimesse è completamente fuori terra ed è in linea con le indicazioni in materia idraulica emanate dagli enti competenti. La mancata realizzazione di interrati al di sotto del piano campagna permetterà di ridisegnare senza particolari vincoli la rete di tubazioni allocando eventualmente i volumi di stoccaggio delle acque sotto le autorimesse, evitando di interferire con la falda superficiale in una zona particolarmente delicata.

