

ATTI

28 FEB. 2012
Prot. N. **N. 5000**

Regione Veneto

Comune di Cavallino -Treporti

Piano di recupero dell'area sita in Via del
Marinaio in Comune di Cavallino Treporti (VE).

ALLEGATO:

A

Relazione Idraulica

ELENCO ALLEGATI:

- A Relazione idraulica
- 1 varie Inquadramento territoriale
- 2 I:1000 Tavola comparativa
- 3 I:500 Planimetria rete acque meteoriche
- 4 varie Profili, sezioni e particolari del manufatto
- 5 varie Altri profili longitudinali

PROGETTISTA PER
L'INVARIANZA IDRAULICA:

Ingegnere Giuseppe Baldo

Collaboratori:

Ing. Enrico Dupré
Dott. Marco Lisso

PROGETTISTI ARCHITETTONICI:

Arch. Gaetano di Gregorio
Comune di Cavallino - Treporti
Ufficio Urbanistica - Via della Fonte 76
30013 Loc. Ca' Ballarin
041.2909775

AEQUIN
GROUP

aequa
Srl engineering

Via delle Industrie 18/A
30038 - Spinea (VE) - Italy
tel. +39 041 8221863
fax. +39 041 8221864
www.aequagroup.com
p.iva 03913010272



REV. N°:

PERCORSO DIGITALE:

..\dat\Progetti in corso\P_474\Tavole

DATA:

Dicembre 2011

INDICE

1	Premessa.....	3
2	Inquadramento metodologico.....	5
3	Analisi regionalizzata delle precipitazioni: introduzione.....	6
3.1	Premessa	6
3.2	Scelta della rete di misura	7
3.3	Campo di analisi e scelta delle stazioni	8
4	Analisi regionalizzata delle precipitazioni: procedimento numerico	11
4.1	Il metodo della grandezza indice e la distribuzione GEV.....	12
4.1.1	Identificazione delle zone omogenee ai fini della curva di crescita	14
4.1.2	Calcolo della grandezza indice caratteristica di ciascuna stazione	14
4.1.3	Regolarizzazione dei campioni normalizzati e stima delle curve di crescita	15
4.1.4	Valutazione dell'omogeneità dell'area con il test H.....	16
4.1.5	Analisi della distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali	17
5	Calcolo delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento..	18
5.1	Curve segnalatrici a tre parametri per sottoaree omogenee	18
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	28
8	Calcolo dei volumi da rendere disponibili per la laminazione.....	31
9	Individuazione dei volumi di laminazione e dello scarico delle acque bianche	38

10	Descrizione del manufatto di regolazione.....	42
11	Area a pericolosità idraulica P3 secondo il vigente Pai del Sile e della pianura tra Piave e Livenza.....	45
12	Prescrizioni ai sensi delle Ordinanze del Commissario Delegato (O.P.C.M. 3621 del 18.10.2007).....	47
13	Sintesi della valutazione.....	48

1 Premessa

La presente relazione riguarda lo studio idrologico per la valutazione della compatibilità idraulica afferente al "Piano di recupero dell'area sita in via del Marinaio in Comune di Cavallino Treporti (VE)".

Il sito sul quale sarà realizzato l'intervento è posto ad est dell'abitato di Cavallino, ed è individuato in Figura 1 sotto riportata, tratta dal sito maps.google.com.



Figura 1. Inquadramento geografico (www.maps.google.com)

L'ambito è stato definito "Zona di degrado urbanistico" dalla Variante al Piano Regolatore Generale per le aree non urbane della penisola del Cavallino, approvata in data 22/12/2000 dalla Giunta Regionale n. 4317:



Figura 2. Estratto dalla Variante al PRG per le aree non urbane della penisola del Cavallino

(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 recente Ordinanza n.3 del 22.01.08 del "Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto" (O.P.C.M. n.3621 del 18.10.2007) pubblicata sul B.U.R. n.10 del 01.02.2008.

Secondo tale ordinanza, per interventi relativi a nuova edificazione di volumetria superiore a 1000 mc ma inferiore a 2000 mc, o comunque comportanti una riduzione della superficie permeabile di pertinenza superiore ai 200 mq ma inferiore ai 1000 mq, non è richiesto il parere favorevole del Consorzio di Bonifica competente, purché, nell'ambito della verifica di compatibilità idraulica, siano previsti sistemi idonei al trattenimento delle acque piovane gravanti su superfici impermeabili di pertinenza del lotto edificato, per il tempo necessario a consentire un regolare smaltimento nella rete fognaria.

Nei successivi paragrafi saranno calcolati i volumi di nuova edificazione e l'aumento di area impermeabile al fine di valutare l'iter approvativo della presente valutazione.

2 Inquadramento metodologico

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

- a) verifica del superamento dei limiti imposti e della conseguente necessità di sviluppare lo studio di compatibilità idraulica;
- b) definizione dei dati pluviometrici raccolti;
- c) descrizione della metodologia di regionalizzazione dei dati pluviometrici;
- d) descrizione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento;
- e) determinazione del coefficiente di deflusso medio, quindi determinazione della pioggia efficace;
- f) 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 (ovvero, quanto ai punti (b), (c) e (d) del precedente elenco) sono quelli ricavati dallo studio *"Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento"* condotto da NORDEST INGEGNERIA S.R.L. nella persona dell'Ing. Alvise Fiume, per conto del "Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto"; tali analisi sono gratuitamente disponibili nel sito internet della Struttura Commissariale:

<http://www.commissarioallagamenti.veneto.it/>

3 Analisi regionalizzata delle precipitazioni: introduzione

3.1 Premessa

I contenuti di quanto riportato nelle successive tre sezioni non costituiscono elaborazioni autonome dell'ing. Baldo ma legittime citazioni di un documento terzo.

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.

Come premesso al Paragrafo 2 del presente scritto, tutti i dati impiegati nella presente applicazione sono quelli ricavati dallo studio *"Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento"* condotto da *NORDEST INGEGNERIA S.R.L.* nella persona dell'Ing. Alvisè Fiume (alcuni brani delle relazioni tecniche vengono riportati in toto per rendere maggiormente comprensibile la procedura computazionale che è stata seguita) per conto del Commissario, e da quest'ultimo resi disponibili gratuitamente ai fini dell'impiego di parametri univoci all'interno di qualsivoglia studio idrologico/idraulico che riguardi le Province coinvolte.

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. È stato stabilito di svolgere un'analisi regionalizzata, che miri 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 degli ex Consorzi di bonifica Dese Sile, Sinistra Medio Brenta e Bacchiglione Brenta;
- la porzione sud-orientale dell'ex comprensorio del Consorzio di bonifica Destra Piave, a valle della linea delle risorgive;
- il litorale del Cavallino e il bacino Caposile nel comprensorio dell'ex Consorzio di bonifica Basso Piave;
- il bacino Fossa Paltana nel comprensorio dell'ex Consorzio di bonifica Adige Bacchiglione.

Con la Deliberazione della Giunta Regionale N. 2415 del 04 agosto 2009 pubblicata sul Bur n. 74 del 08/09/2009, si sono infatti istituiti il:

- Consorzio di bonifica Veronese (derivante dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di bonifica Adige Garda, Agro Veronese Tartaro Tione e Valli Grandi e Medio Veronese);
- Consorzio di bonifica Polesano (derivante dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di bonifica Padana Polesana e Polesine Adige Canal Bianco);
- Consorzio di bonifica Delta del Po (corrispondente all'originario comprensorio del Consorzio di bonifica Delta Po Adige);
- Consorzio di bonifica Alta Pianura Veneta (derivante dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di bonifica Riviera Berica, Zerpano Adige Guà e Medio Astico Bacchiglione);
- Consorzio di bonifica Brenta (corrispondente all'originario comprensorio del Consorzio di bonifica Pedemontano Brenta);
- Consorzio di bonifica Euganeo-Berico (derivante dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di bonifica Adige Bacchiglione ed Euganeo);
- Consorzio di bonifica Bacchiglione (corrispondente all'originario comprensorio del Consorzio di bonifica Bacchiglione Brenta);
- Consorzio di bonifica Acque Risorgive (derivante dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di bonifica Dese Sile e Sinistra Medio Brenta);

- Consorzio di bonifica Piave (derivante dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di bonifica Destra Piave, Pedemontano Brentella di Pederobba e Pedemontano Sinistra Piave);
- Consorzio di bonifica Veneto Orientale (derivante dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di bonifica Basso Piave e Pianura Veneta tra Livenza e Tagliamento);

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.

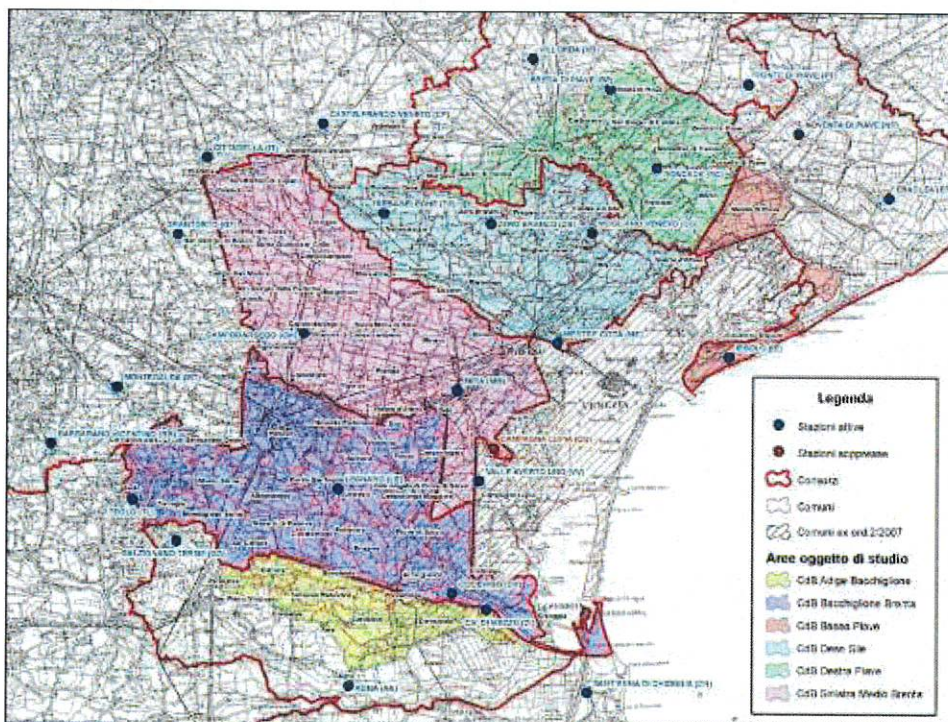


Figura 3. Planimetria dell'area oggetto di studio e delle stazioni CMT considerate.

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	1709765	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)	56	1717457	5060767	01-09-1991	15
CAMPODARSEGO (CM)	15	1727668	5042147	03-02-1992	16
CASTELFRANCO VENETO (CF)	50	1729544	5064403	01-09-1989	17
LEGNARO (LE)	6	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	1743934	5036139	01-02-1992	16
VALLE AVERTO UNO (VV)	0	1746144	5026566	17-10-1997	15
CA' DI MEZZO (DI)	6	1746929	5012991	20-06-1996	11
ZERO BRANCO (ZB)	12	1747270	5053799	01-02-1992	16
CAMPAGNA LUPA (CU)	1	1747642	5030045	13-06-1991	-
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	1757998	5052900	01-09-1997	10
BREDA DI PIAVE (BP)	21	1758803	5066127	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	5060669	14-03-1995	12
NOVENTA DI PIAVE (NP)	2	1779548	5063479	01-02-1992	16
ERACLEA (ER)	-1	1789122	5056679	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 $h_r(d)$ 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 $m_{j,d}$ 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 seguente:

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 precedente, 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 4

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	60.3
BREDA DI PIAVE (BP)	16	11.7	19.7	25.0	32.7	36.2	36.6	46.3	55.1	62.2	75.9
CA' DI MEZZO (DI)	11	9.6	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	16.7	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	76.0
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	20.5	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	24.5	31.9	36.2	37.8	50.9	62.2	68.8	76.6
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
Totale complessivo		10.1	16.9	21.4	29.4	33.5	36.2	46.6	54.6	63.5	75.7

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	ϵ	α	ξ
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 seguente Tabella ; 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	1.848	1.885	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	2.020	2.084	2.121	2.200	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 seguente:

Tabella 6. Risultati del test H di Hosking e Wallis

Durata	V	valore atteso di V	deviazione standard di V	H
5 minuti	$1.212 \cdot 10^{-2}$	$1.096 \cdot 10^{-3}$	$0.339 \cdot 10^{-2}$	0.339
10 minuti	$1.128 \cdot 10^{-2}$	$0.951 \cdot 10^{-3}$	$0.264 \cdot 10^{-2}$	0.588
15 minuti	$1.345 \cdot 10^{-2}$	$1.205 \cdot 10^{-3}$	$0.349 \cdot 10^{-2}$	0.409
30 minuti	$1.582 \cdot 10^{-2}$	$1.832 \cdot 10^{-3}$	$0.582 \cdot 10^{-2}$	-0.464
45 minuti	$1.417 \cdot 10^{-2}$	$1.736 \cdot 10^{-3}$	$0.497 \cdot 10^{-2}$	-0.642
1 ora	$1.430 \cdot 10^{-2}$	$1.794 \cdot 10^{-3}$	$0.500 \cdot 10^{-2}$	-0.728
3 ore	$2.928 \cdot 10^{-2}$	$3.628 \cdot 10^{-3}$	$1.875 \cdot 10^{-2}$	-0.374
6 ore	$2.758 \cdot 10^{-2}$	$3.031 \cdot 10^{-3}$	$2.165 \cdot 10^{-2}$	-0.543
12 ore	$2.758 \cdot 10^{-2}$	$2.811 \cdot 10^{-3}$	$0.972 \cdot 10^{-2}$	0.085
24 ore	$2.197 \cdot 10^{-2}$	$3.036 \cdot 10^{-3}$	$1.176 \cdot 10^{-2}$	-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 annuali, consentono di comprendere come essa vari nella regione considerata.

Dall'analisi svolta è risultato in particolare che la media dei valori massimi annuali 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, Iesolo, 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, *NORDEST INGEGNERIA S.R.L.* ha effettuato 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.

NORDEST INGEGNERIA S.R.L., che ha sviluppato l'intera analisi, rende noto che il metodo impiegato 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 *topoiets*, 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 topoiets è così associato alla stazione più vicina. Il topoiets individua così l'area di influenza della stazione in esso contenuta.

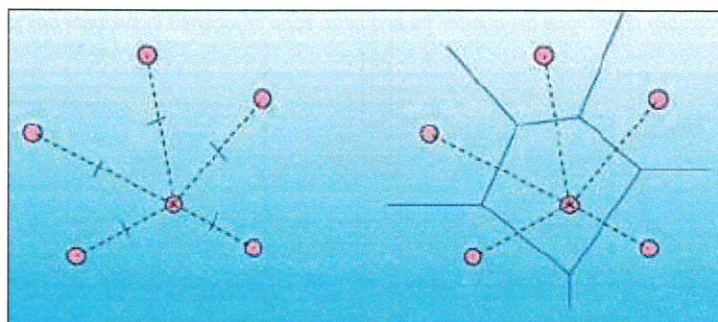


Figura 4. Metodo di costruzione dei poligoni di Thiessen a partire da un insieme di punti.

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

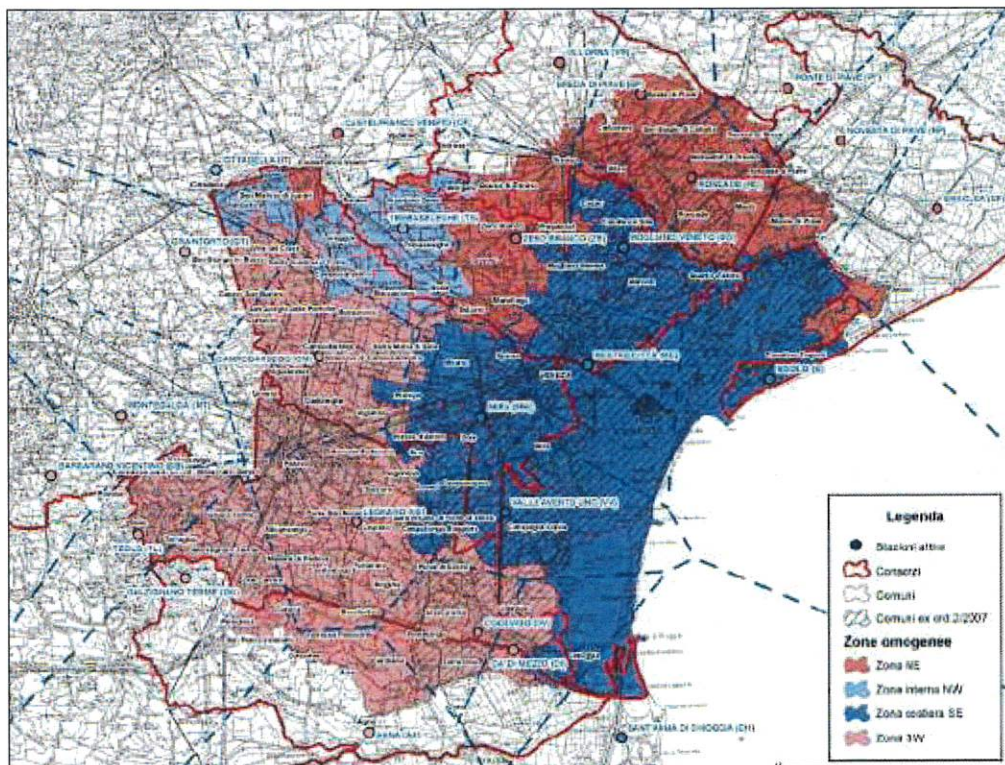


Figura 5. Possibile ripartizione dei comuni tra le quattro zone omogenee individuate dall'ipotesi B.

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, Casalserrugo, 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, Terrasa 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, Campoiongo 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, Tombolo, Trebaseleghe	Istrana, Morgano, Resana	Noale
NE		Breda di Piave, Carbonera, Castelfranco 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, Medo, 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	10.3	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	78.3	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	28.0	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	193.4	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

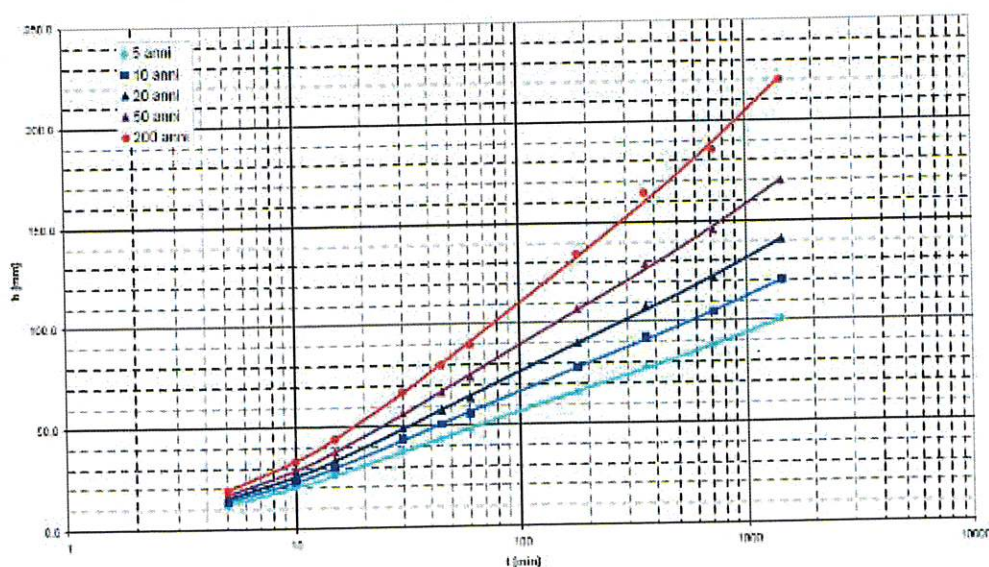


Figura 6. Curve segnalatrici a tre parametri

5.2 Curve segnalatrici a due parametri e loro utilizzo

Si riportano di seguito le curve segnalatrici a due parametri afferenti all'analisi consultabile gratuitamente in rete, fornita dalla Struttura Commissariale per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione del Veneto nel giorno 26 settembre 2007. L'equazione di riferimento è del tipo:

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

per le quattro zone omogenee. Tale trattazione è svolta 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 Δ 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	0.405	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	0.308	1.8%	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%	24.8	0.255	2.8%
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	0.562	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'
minuti	millimetri	millimetri/ora
5	17,12	205
15	37,79	151
30	55,30	111
45	66,29	88
60	74,21	74
90	85,40	57
120	93,35	47
150	99,53	40
180	104,60	35

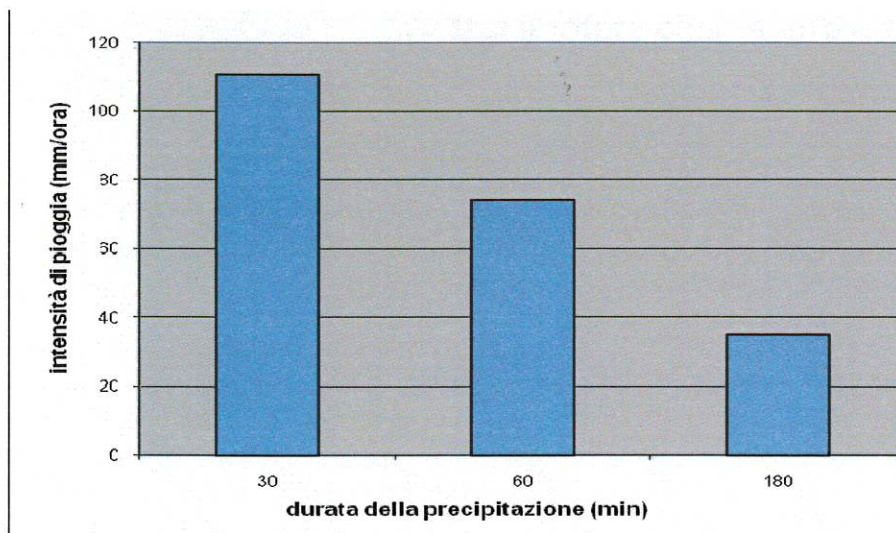


Figura 7. Ietogrammi rettangolari relativi a piogge di durata rispettivamente di 180, 60 e 30 minuti caratterizzate da un tempo di ritorno di 50 anni, per la zona omogenea SE.

6 Descrizione dello stato di fatto

L'area oggetto di studio ha una superficie fondiaria di 78.663 mq. Essa confina a nord, ed ovest con terreni agricoli, ad est con Via dell'Artigliere mentre è limitata sud dalla presenza di uno Scolo Consortile.

Tale scolo Consortile, ad oggi scarica attraverso idrovore disposte a monte e valle nelle due postazioni di Cavallino e Ca' Savian. Tali idrovore oggi si innescano quando la quota di falda supera il valore di -0,20 e di -0,10 m rispettivamente, rispetto al livello medio mare. (pari a 9,80 e 9,90 nelle tavole allegate, rispetto ad un riferimento traslato di 10,00 m sopra il livello del mare). Tali postazioni provvedono al sollevamento meccanico fino al raggiungimento delle quote di massimo asciugamento pari a -0,40 e -0,50 m rispettivamente. Vista la matrice essenzialmente sabbiosa del terreno compreso nell'area in esame e l'estrema vicinanza dello Scolo consortile, si può considerare che la quota di falda si allinei rapidamente ai livelli imposti dallo scarico meccanico del vicino scolo.

Allo stato di fatto, l'area si presenta composta da una serie di numerosi piccoli frazionamenti e dal punto di vista urbanistico l'edificazione dei singoli lotti è costituita prevalentemente da piccole costruzioni, prevalentemente in legno, oggetto di condono edilizio, che necessitano di rinnovamento e rimozione di materiali quali eternit o vetroresina, con sostituzione di materiali più appropriati.

Attualmente l'area, definita "Zona di degrado urbanistico" dalla Variante al Piano Regolatore Generale per le aree non urbane della penisola del Cavallino sarà oggetto di un Piano di Recupero da parte del Comune di Cavallino Treporti.

Le seguenti immagini, tratte dal sito www.google.it, documentano la visione dell'area oggetto di intervento e di una veduta stradale.



Figura 8: immagine satellitare Via del Marinaio; in rosso la perimetrazione dell'area di intervento.

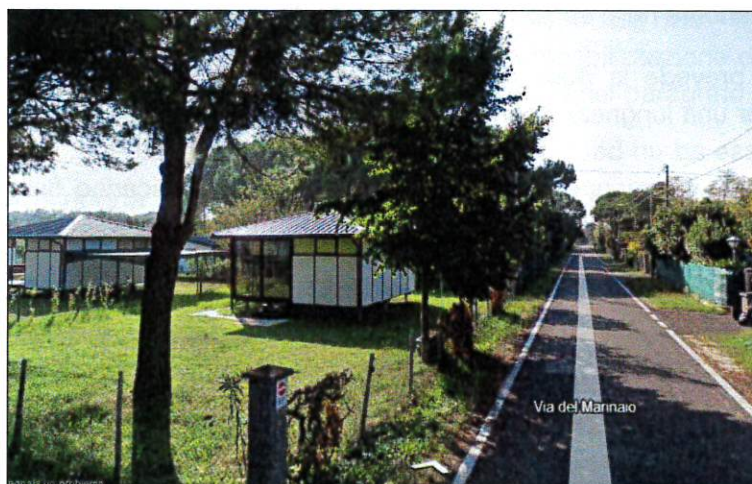


Figura 9. Zona di intervento (in rosso)

Il calcolo del coefficiente di deflusso allo stato di fatto è indicato all'interno di un apposito Studio di Compatibilità Idraulica relativo alla variante al P.R.G. del Comune di Cavallino - Treporti, all'interno del previsto adeguamento al PALAV - Piano di Adeguamento della laguna e dell'area veneziana.

All'interno della scheda puntuale relativa agli interventi previsti lungo Via del Marinaio, è stato calcolato il coefficiente di deflusso medio allo stato di fatto, pari a 0,32.

Il prodotto dell'area di intervento per il coefficiente di deflusso medio fornisce un valore corrispondente all'area efficace e pari a 25.172,16 mq.

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

Attualmente l'area oggetto di intervento risulta definita "Zona di degrado urbanistico" dalla Variante al Piano Regolatore Generale per le aree non urbane della penisola del Cavallino. Essa sarà dunque oggetto di un Piano di Recupero da parte del Comune di Cavallino Treporti.

Tale Piano di Recupero prevede la realizzazione di edifici in legno, materiali ecocompatibili o provenienti da fonti rinnovabili.

Sarà previsto l'adeguamento delle opere di urbanizzazione con particolare riferimento alla sistemazione di Via del Marinaio, tramite la realizzazione della rete di pubblica illuminazione, delle aree parcheggio e di aiuole siepi.

Allo stato di fatto le portate generate da eventi meteorici intensi, che non riescono ad essere assorbite dal terreno a matrice essenzialmente sabbiosa, vengono scaricate nello scolo consortile esistente lungo il confine sud.

Il progetto prevede la posa di una linea di acque meteoriche lungo Via del Marinaio per una lunghezza complessiva di 453 metri, in grado di convogliare le portate stesse ad un bacino di laminazione che sarà scavato in corrispondenza del lotto 15.1, posizionato lungo Via del Granatiere. Lo scarico finale avverrà sullo stesso scolo consortile.



Figura 10: fotografia relativa al lotto 15.1 dove è previsto il bacino di invaso.



Figura 11. Stato di progetto: in rosso l'area di intervento.

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 φ .

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 da strade, marciapiedi ed a aree comunque assimilabili a superfici impermeabili è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,9; risultano comprese le superfici impermeabili di massima edificabilità all'interno dei lotti oggetto di intervento, per una percentuale pari al 40% rispetto al totale di ciascun lotto;
- All'area occupata da superfici semipermeabili, corrispondenti alle aree pubbliche adibite a parcheggio lungo Via del Marinaio, è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,6;
- All'area occupata da superfici semipermeabili previste all'interno dei lotti oggetto di intervento, per una percentuale pari al 20% rispetto al totale di ciascun lotto, è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,6;
- 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;

risultano comprese le aree a verde previste all'interno dei lotti oggetto di intervento, per una percentuale pari al 40% rispetto al totale.

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	ϕ
impermeabile lotti	26499.72	0.9
impermeabile strade	5601.42	0.9
parcheeggi pubblico	789.12	0.6
marciapiedi pubblico	1157.89	0.9
verde pubblico	244.16	0.2
verde lotti	26499.72	0.2
asfalto accessi	315.79	0.9
semipermeabile accessi	4305.31	0.3
semmipermeab.lotti	13249.86	0.6
Totale area	78663.00	0.58

8 Calcolo dei volumi da rendere disponibili per la laminazione

Noto 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 seguente 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.

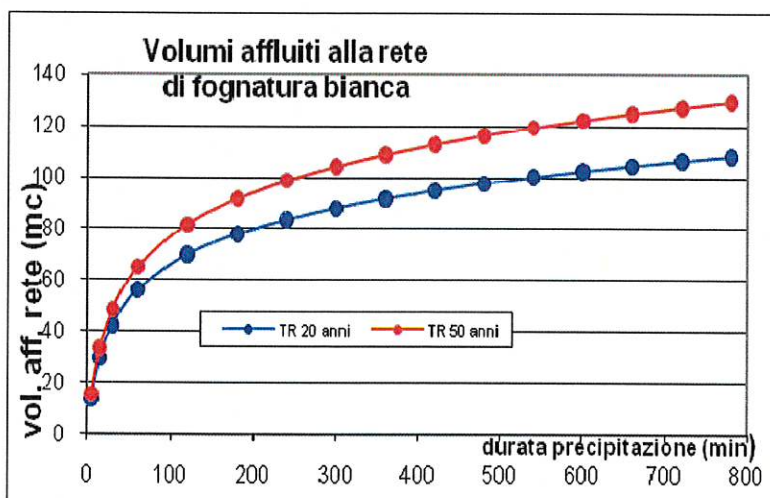


Figura 12. Volumi affluiti alla sezione di chiusura della rete di raccolta delle acque meteoriche per tempi di ritorno di 20 e 50 anni e per durate di pioggia crescenti da 5 minuti a 13 ore.

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.

A seguito delle ordinanze commissariali, per i comuni interessati, risulta necessario rivedere come segue la classificazione degli interventi indicata nella DGRV 1322/08 e s.m.i.. Per ogni classe d'intervento viene suggerito un criterio di dimensionamento da adottare per l'individuazione del volume d'invaso da realizzare al fine di limitare la portata scaricata ai ricettori finali (fognature bianche o miste, corpi idrici superficiali).

Riferimento	Classificazione intervento	Soglie dimensionali	Criteri da adottare
Ordinanze	Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	$S^* < 200 \text{ mq}$	0
	Modesta impermeabilizzazione	$200 \text{ mq} < S^* < 1.000 \text{ mq}$	1
D.G.R. 1322/06	Modesta impermeabilizzazione potenziale	$1.000 \text{ mq} < S < 10.000 \text{ mq}$	1
	Significativa impermeabilizzazione potenziale	$10.000 \text{ mq} < S < 100.000 \text{ mq}$	2
	Marcata impermeabilizzazione potenziale	$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi < 0,3$	2
		$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi > 0,3$	3

Classe 1 - Trascurabile impermeabilizzazione potenziale

È sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi, tetti verdi ecc.

Classe 2 - Modesta impermeabilizzazione

È opportuno sovradimensionare la rete rispetto alle sole esigenze di trasporto della portata di picco realizzando volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene, in questi casi è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm.

Classe 3 - Modesta impermeabilizzazione potenziale

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 diametro di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro.

Classe 4 - Significativa impermeabilizzazione potenziale

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.

Classe 5 - Marcata impermeabilizzazione potenziale

È richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

Nel caso specifico ricadiamo nella classe di significativa impermeabilizzazione potenziale dove sarà adottato il criterio numero 2 per la determinazione del volume da invasare ovvero il metodo delle piogge critiche.

Al fine di non aggravare, con le opere di progetto, l'equilibrio idraulico dell'area, si considera accettabile immettere alla rete idrografica una portata specifica di 10 l/s, ha, per un totale di 79 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 τ 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;

φ 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=79 l/s
durata critica	t=4,6 ore
massimo volume di invaso	V=3.980 mc
volume di invaso specifico	v=504 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 4.6 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	1705	71	1634	208
30	0,50	55,30	2495	142	2354	299
36	0,60	60,20	2717	170	2547	324
54	0,90	71,31	3218	255	2963	377
60	1,00	74,21	3349	283	3065	390
90	1,50	85,40	3854	425	3429	436
126	2,10	94,70	4273	595	3679	468
198	3,30	107,27	4840	935	3906	497
273	4,55	116,35	5250	1288	3980	504
300	5,00	119,05	5372	1416	3956	503
360	6,00	124,33	5610	1699	3911	497
420	7,00	128,86	5815	1982	3832	487

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 79 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:

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

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;

ϕ = 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 di 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.

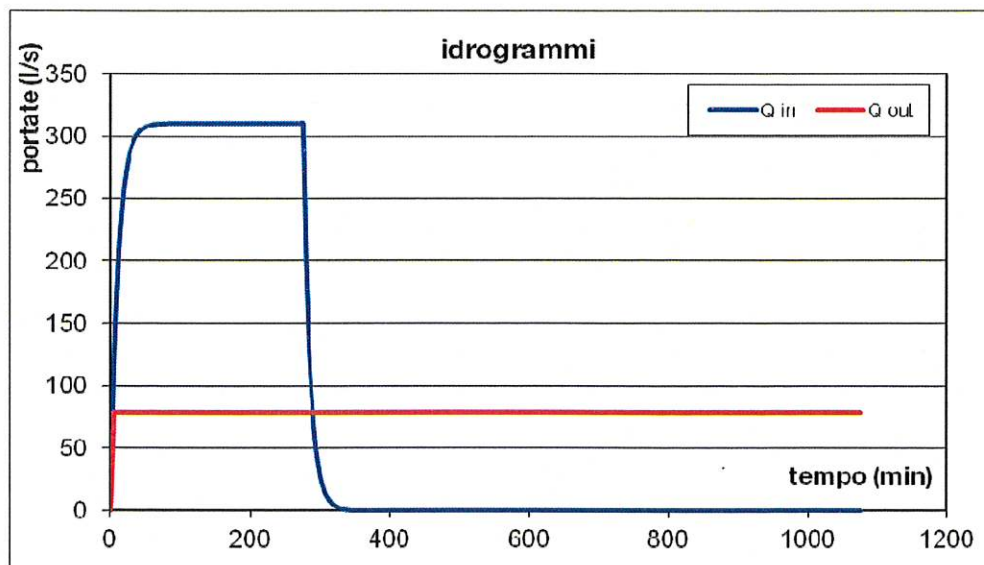


Figura 13. Grafico riassuntivo della configurazione di progetto. La linea blu rappresenta l'idrogramma in ingresso al sistema di laminazione, la linea rosso il massimo idrogramma accettabile allo scarico.



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 14 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 3.704 mc.

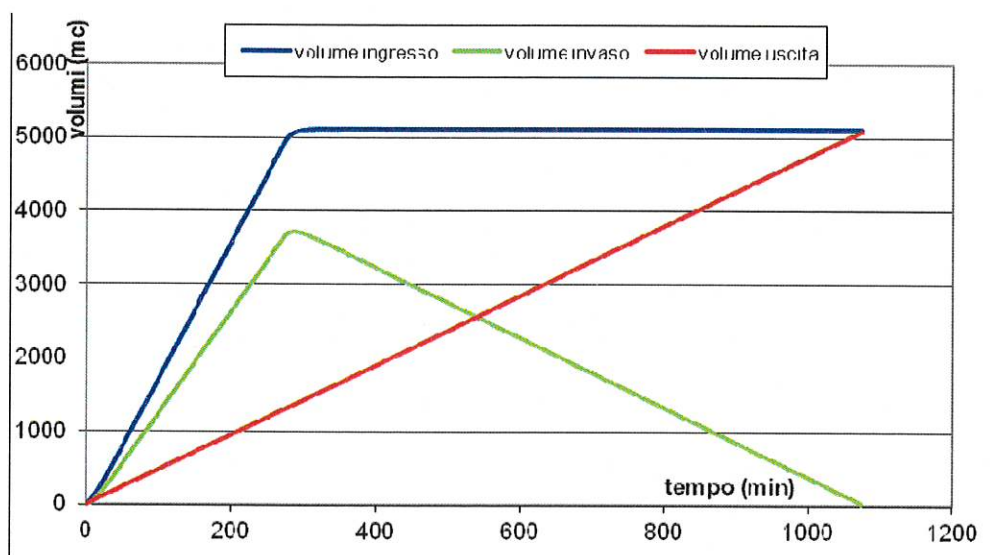


Figura 14. Andamento dei volumi: ingresso (linea blu); in uscita (linea rossa); invaso (linea verde).

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 3.980 mc il massimo volume di invaso necessario ai fini della laminazione della portata meteorica, per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni.

Lo Studio di Compatibilità Idraulica per la variante parziale al PRG del 2004 in un indagine geomorfologica per l'area di Via del Marinaio definisce il terreno composto essenzialmente da "sabbie litorali sciolte da medio fini a fini".

Come da accordi con il Consorzio di Bonifica del Veneto Orientale, ai sensi dell'Allegato A alla Dgr n.1841 del 19 Giugno 2007, "in caso di terreni ad elevata capacità di accettazione delle piogge", sarà possibile realizzare volumi di invaso di progetto per un valore pari alla metà dei volumi calcolati utilizzando i precedenti metodi. Pertanto il volume da rendere disponibile per l'invaso sarà di 1.990 mc.

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

I volumi necessari alla laminazione pari a 1.990 mc verranno realizzati all'interno lottizzazione grazie alla realizzazione di un sistema di invaso costituito da una rete di tubazioni che scaricheranno in un bacino di laminazione in progetto.

Sarà posta in opera lungo l'intera lunghezza di Via del Marinaio una condotta prefabbricata in cls del diametro \varnothing 100 cm per una lunghezza di circa 453 metri. Per ragioni tecniche tale lunghezza comporterà necessariamente una pendenza di progetto non superiore allo 0,2%.

Come di osserva dalle planimetrie allegate, lungo Via del Marinaio sono presenti 14 accessi laterali, che conducono ai singoli lotti. Lungo questi accessi, si prevede la posa di condotte in cls del diametro di 40 cm, in grado di scaricare le portate meteoriche di progetto nella linea principale \varnothing 100 cm, incrementando inoltre il volume di invaso disponibile.

Di seguito si riporta la tabella di verifica del volume disponibile all'interno delle condotte. Saranno previsti anche circa 10 pozzetti di ispezione lungo la linea di tubazioni \varnothing 100 cm. Tali pozzetti permetteranno di raggiungere la lunghezza complessiva di 453 metri.

Tabella 11. Tabella riassuntiva della verifica del volume di invaso nella tubazione in cls da 100 cm.

Verifica disponibilità di invaso		Volumi in condotta
		Tronco1
lunghezza rete di pertinenza	ml	453
pendenza fondo	m/m	0,0002
D rete	m	1
quota scorrimento fondo	m	8,59
altezza iniziale	m	0,950
grado di riempimento medio	%	90%
area liquida media	mq	0,74
volume in condotta	mc	337,27

Tabella 12: Tabella riassuntiva della verifica del volume di invaso disponibili nelle tubazioni da 40 cm..

Verifica disponibilità di invaso		Volumi in condotta						
		Tronco1	Tronco2	Tronco3	Tronco4	Tronco5	Tronco6	Tronco7
lunghezza rete di pertinenza	ml	45,5	57	47,5	57,5	47,5	72,5	40,5
pendenza fondo	m/m	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002
D rete	m	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4
quota scorrimento fondo	m	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9
altezza iniziale	m	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380
grado di riempimento medio	%	94%	94%	94%	94%	94%	93%	94%
area liquida media	mq	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12
volume in condotta	mc	5,54	6,94	5,79	7,00	5,79	8,83	4,93

Verifica disponibilità di invaso		Volumi in condotta								
		Tronco8	Tronco9	Tronco10	Tronco11	Tronco12	Tronco13	Tronco14	L tot	
lunghezza rete di pertinenza	ml	71,5	40,5	73,5	44,5	71,5	51,5	51,5	772,5	
pendenza fondo	m/m	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	0,0002	volume totale	
D rete	m	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4	0,4		
quota scorrimento fondo	m	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9	-0,9		
altezza iniziale	m	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380	0,380		
grado di riempimento medio	%	93%	94%	93%	94%	93%	94%	94%		
area liquida media	mq	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12	0,12		
volume in condotta	mc	8,71	4,93	8,95	5,42	8,71	6,27	6,27		94,09

Nel calcolo del volume disponibile all'interno del bacino di invaso è stata considerato il volume sopra il fondo dato dal prodotto per l'area di fondo per il tirante massimo, ed il volume sopra le sponde: in questo caso è stata calcolata la differenza tra l'area liquida e l'area al fondo, moltiplicata per il tirante e divisa per due, per la pendenza delle sponde non verticale.

Il calcolo finale considera il volume all'interno di tubi, pozzetti, pozzetto pompe da 20 mc per il sollevamento delle portate, e bacino di laminazione. Il risultato è riassunto in Tabella seguente:

Tabella 13: riassunto del volume di invaso complessivamente disponibile.

volume disponibile nei tubi+pozzo pompe	mc	451.36
area di fondo bacino	mq	817
area piano campagna bacino	mq	
area liquida bacino	mq	1340
pendenza media sponde		1/2
area differenza fondo e pc	mq	523
tirante primo dimensionamento:	m	1.43
franco di sicurezza medio	m	0.07
volume bacino sopra fondo	mc	1168.31
volume sopra sponde	mc	373.945
totale volume bacino	mc	1542.255
volume totale disponibile	mc	1993.61
volume totale necessario	mc	1989.91
riialzo medio sponde piano campagna	m	0.8

L'analisi dello stato di fatto ha evidenziato l'andamento medio del piano campagna tra i +10,30 e i 10,80 m, pari a +0,30 e +0,80 m rispetto al riferimento del livello medio mare. Visto l'andamento della quota di falda, descritta nei paragrafi precedenti, si conclude che il tubo sarà posato ad una quota in cui sarà pressoché sempre presente la falda.

Per questo in fase esecutiva sarà particolarmente importante curare gli innesti tra i tronchi di condotta, con i pozzetti e in generale con ogni punto di discontinuità.

I giunti dovranno essere realizzati con guarnizioni in gomma a tenuta e trattati con idonei materiali sigillanti e utilizzando ogni cautela per evitare infiltrazioni verso l'interno delle condotte, tali da dover comportare un funzionamento continuo degli impianti di sollevamento a valle.

La linea acque meteoriche scaricherà in un pozzettone di carico da 20 mc cubi di invaso, in cui saranno alloggiati gli impianti di sollevamento. Precisamente ad ogni precipitazione si attiverà una pompa sommersa in grado di sollevare una portata di 80 l/s, corrispondenti ai 10 l/s, ha prescritti, indirizzando tale portata verso lo scolo esistente ed in direzione dell'idrovora di Ca' Savian.

In caso di eventi di una certa entità sarà completamente invasata la rete di condotte a monte. A questo punto si attiverà una batteria di ulteriori 4 pompe, sempre da 80 l/s in grado di sollevare le portate in eccesso e scaricarle sul bacino di laminazione che sarà scavato in corrispondenza del lotto n.15.1, posizionato all'angolo tra Via del Marinaio e Via del Granatiere.

Un'ulteriore pompa, sempre da 80 l/s, dovrà essere disponibile di riserva. Il totale della portata massima scaricabile sarà pari a 400 l/s,ha, valore superiore al valore della media del picco di portata calcolata per eventi meteorici caratterizzati da tempi di ritorno di 50 anni, pari a 389 l/s. L'idrogramma di piena è illustrato alla figura seguente:

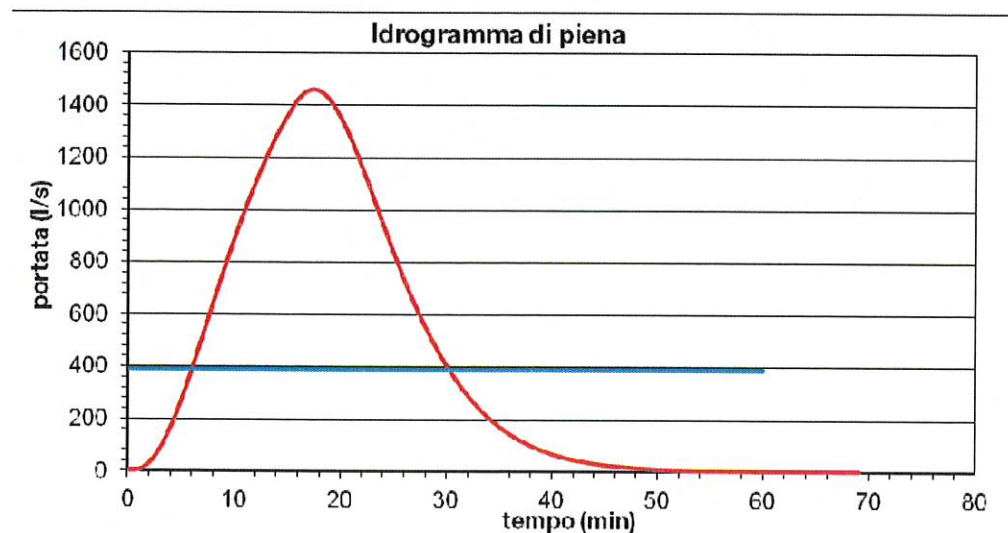


Figura 15: idrogramma di piena e media del valore di picco per eventi con $Tr=50$ anni

Il bacino di laminazione avrà una profondità massima di -0,70 m al di sotto dell'attuale piano campagna medio all'interno del lotto 15.1. Tale quota di massima profondità del fondo è vincolata dalla quota di falda a sua volta fissata dallo scarico tramite scolo meccanico. Infatti, come anticipato, questo terreno prevalentemente sabbioso essa si allinea con la quota dello scolo consortile. Tuttavia da accordi con il Consorzio del Veneto Orientale sarà possibile utilizzare parte del terreno di scavo per creare una zona arginata di un'altezza media di circa 90 cm, rispetto al piano medio del lotto 15.1, ovvero circa 70 cm rispetto all'attuale quota di Via del Granatiere.

Sarà in ogni caso garantito un'argine di larghezza costante e pari a 3,0 metri, allo scopo di creare aree attrezzate ma soprattutto per il transito dei mezzi per lo sfalcio e la manutenzione del bacino in progetto.

La rete scaricherà nell'esistente tubo in cls posizionato lungo Via del Granatiere. Tale condotta funge da collegamento tra i capofossi diretti alle idrovore di Cà Savian e Cavallino, ed è a sua volta collegato alla linea di recente realizzazione di collegamento con la rete bianca posta in Via Baracca, quale dispositivo di troppo pieno. In presenza di condizioni di scarico difficoltose, le acque in arrivo dall'area in esame potranno comunque essere scaricate efficacemente da questa condotta ulteriore.

10 Descrizione del manufatto di regolazione

Il pozzetto di alloggio delle pompe fungerà da manufatto di regolazione, imponendo il valore delle portate sollevate tramite l'opportuna regolazione delle pompe. Le portate in eccesso saranno sollevate ed avviate al previsto bacino di laminazione, dal quale esse saranno scaricate sullo scolo consortile diretto all'idrovora Cavallino attraverso un secondo manufatto di laminazione.

Tale manufatto sarà costituito da un tubo in PVC posto al fondo, del diametro di 200 mm, protetto da valvola a clapet. 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, e ipotizzando una portata da scaricare di 80 l/s, pari a 10 l/s,ha, per un carico di circa 1,5 m.

E' previsto un secondo tubo, in cls del diametro di 60 cm, sempre chiuso da paratoia, che potrà essere utilizzato in condizioni di emergenza dovuta a possibili fenomeni di intasamento.

In condizioni di emergenza sarà inoltre possibile lo scarico per troppo pieno tramite sfioratore di superficie, costituito da un abbassamento localizzato dell'argine, fino alla quota di massimo invaso, fissata a quota 11,43, 8 cm circa rispetto alla quota di coronamento. Tale abbassamento, largo circa 2 metri e protetto adeguatamente dalla posa di pietrame di adeguata pezzatura, permetterà lo scarico di 314 l/s compreso il fondo, che raggiungeranno 400 l/s, considerata la prima pompa in uscita dall'impianto di sollevamento, sempre in funzione.

La Tabella 14 e la Figura 16 descrivono la scala delle portate del manufatto di regolazione evidenziando che per tiranti (calcolati con riferimento all'interasse del foro) inferiori a 1,45 m è attiva solo la luce a battente e permette di scaricare una portata massima di circa 85 l/s (con un coefficiente udometrico circa pari a 10 l/s,ha) mentre per tiranti superiori si attiva lo sfioratore di troppo pieno 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 14. Tabella riassuntiva della scala delle portate del manufatto di regolazione.

tirante y (m)	luce di fondo		stramazzo		portata totale
	Q (mc/s)	Q (l/s)	Q (mc/s)	Q (l/s)	Q (l/s)
0,05	0,02	17,11	0,00	0,00	17,11
0,1	0,02	24,19	0,00	0,00	24,19
0,2	0,03	34,21	0,00	0,00	34,21
0,3	0,04	41,90	0,00	0,00	41,90
0,4	0,05	48,38	0,00	0,00	48,38
0,5	0,05	54,09	0,00	0,00	54,09
0,57	0,06	57,75	0,00	0,00	57,75
0,6	0,06	59,25	0,00	0,00	59,25
1,42	0,09	91,16	0,00	3,41	94,57
0,8	0,07	68,42	0,00	0,00	68,42
1,57	0,10	95,85	0,22	218,28	314,13
1,2	0,08	83,80	0,00	0,00	83,80
1,5	0,09	93,69	0,09	92,09	185,78

Figura 16. 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 invasi, lo sfioro del manufatto di regolazione è in grado di smaltire efficientemente la media del picco della 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 17 non risente del beneficio degli invasi, quindi non è laminato e risulta pari a 390 l/s. Il calcolo della portata che sfiora dallo stramazzo è stato eseguito considerando un coefficiente di portata C_q pari a 0,385, caratteristico degli sfiori tipo Belanger.

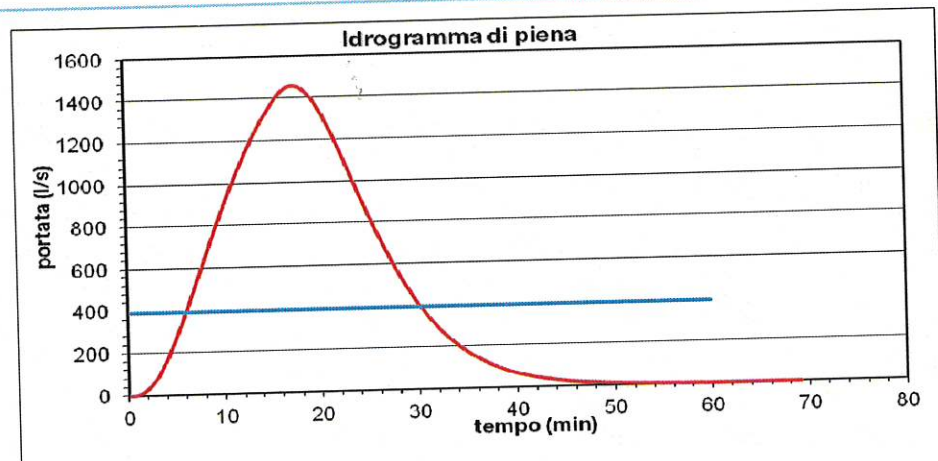


Figura 17. Onda di piena della configurazione di progetto per un TR50 e una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione.

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 e i 45 minuti.



11 Area a pericolosità idraulica P3 secondo il vigente Pai del Sile e della pianura tra Piave e Livenza

Come si evince dagli elaborati grafici allegati, una parte dell'area in esame è stata classificata come area a pericolosità idraulica P3 dal vigente Piano di Assetto Idrogeologico del Sile e della pianura tra Piave e Livenza. Secondo il Piano, all'interno delle aree così classificate, sussistono significativi vincoli all'uso del territorio, che riguardano i criteri di urbanizzazione e di realizzazione e recupero degli insediamenti.

Nel caso nel breve termine persistesse tale grado di pericolosità idraulica e di conseguenza i relativi vincoli, sarà possibile considerare un'area di intervento ridotta interamente associata ad un grado di pericolosità idraulica P2 dallo stesso PAI.

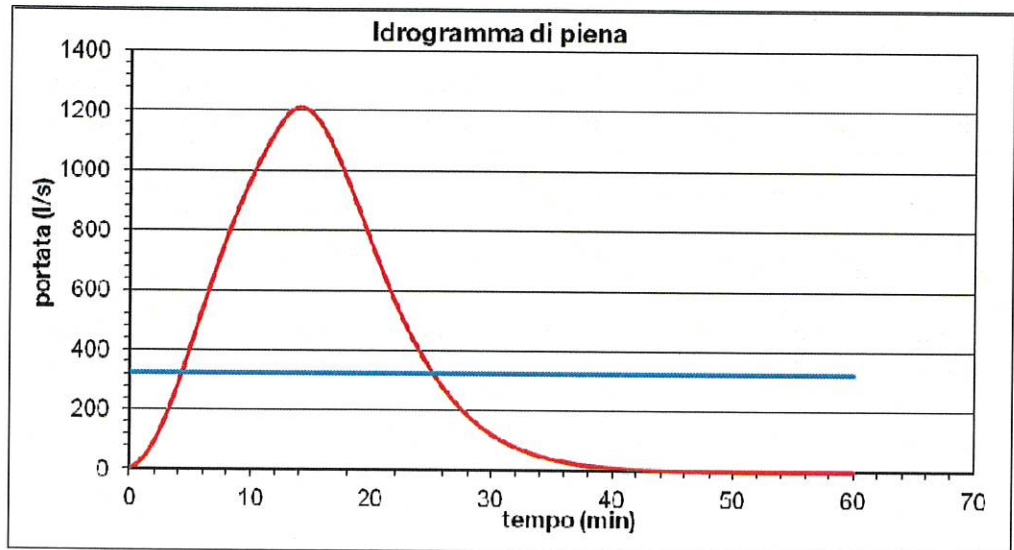
Per quest'area sarà invece possibile un certo numero di interventi di urbanizzazione che comportino la riqualificazione della zona come previsto dal Piano Regolatore.

Per quest'area così ridotta si calcola una superficie pari a 62.013 mq, e l'intervento comporterà comunque un coefficiente di deflusso pari a 0,58 allo stato di progetto. Applicando gli stessi calcoli e le stesse ipotesi già viste in precedenza si calcola un volume di invaso necessario pari a 1.573 mc.

Tabella 15 : Calcolo del coefficiente di deflusso (area ridotta - pericolosità P2)

STATO DI PROGETTO		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
impermeabile lotti	20792.06	0.9
impermeabile strade	4550.08	0.9
parcheeggi pubblico	789.12	0.6
marciapiedi pubblico	1157.89	0.9
verde pubblico	244.16	0.2
verde lotti	20792.06	0.2
asfalto accessi	0.00	0.9
semipermeabile accessi	3291.61	0.3
semipermeabile lotti	10396.03	0.6
Totale area	62013.00	0.58

Il calcolo dell'idrogramma di piena è in questo caso il seguente:



Il valore della portata di picco è in questo caso pari a 1.211 l/s, ipotizzando un tempo di corrivazione ridotto, mentre il valore pari alla media del picco è di 320 l/s.

In questi termini la portata corrispondente ai 10 l/s, ha in uscita dall'apposita pompa sarà pari a 62 l/s.

Nel caso in cui si preveda che in futuro misure di mitigazione del rischio nel territorio comportino una diminuzione della pericolosità idraulica fino al grado P2 anche nel resto dell'area in esame, si potrà in un secondo tempo estendere l'intervento anche nella parte restante.

In questo caso si potranno realizzare i volumi di invaso richiesti dalla prima fase (solo area P2) contestualmente alla realizzazione delle opere di urbanizzazione, compresa la vasca per l'alloggio delle pompe.

Si osservi che nella prima fase (interventi solo su area ridotta) potrà essere prevista una pompa in meno, potendo utilizzare una pompa da 62 l/s per lo scarico della portata corrispondente ai 10 l/s, ha, più altre tre pompe da 80 l/s (più una di riserva). Rispetto all'ipotesi di lungo termine, si potrà dunque montare una pompa da 80 l/s in meno, scaricando comunque una portata pari a $62 + 80 + 80 + 80 = 302$ l/s, vicina ai 320 l/s calcolati.

12 Prescrizioni ai sensi delle Ordinanze del Commissario Delegato (O.P.C.M. 3621 del 18.10.2007)

In sede di realizzazione dovranno essere inoltre adottate tutte le misure volte alla difesa degli edifici. In particolare:

- Le quote d'imposta degli interventi edilizi ed urbanistici non debbono comportare limitazioni alla capacità di deflusso delle acque dei terreni circostanti, né produrre una riduzione del volume di invaso preesistente.
- Il calpestio del piano terra dell'edificio di nuova costruzione deve essere fissato ad una quota adeguata rispetto alla strada in modo tale da non consentire l'ingresso delle acque di possibili allagamenti interessanti le aree esterne.
- le opere interrato saranno dotate di impianti di sollevamento, di adeguati sistemi di drenaggio e impermeabilizzazione e di tutti gli accorgimenti necessari a garantirne l'impermeabilità rispetto alle infiltrazioni della falda e alla immissione di eventuali acque esterne.
- Il direttore lavori è tenuto ad accertare l'avvenuta realizzazione di quanto previsto e prescritto a salvaguardia delle condizioni di invarianza idraulica, secondo quanto disposto dalle norme vigenti.
- Le cabine degli impianti elettrici devono essere collocate al di sopra del piano campagna, fuori da avvallamenti e/o abbassamenti dello stesso, e comunque in una posizione che ne garantisca la funzionalità anche in caso di fenomeni di allagamento;
- Il titolare, ai fini dell'ottenimento degli atti abilitativi, deve sottoscrivere a favore del Comune, della Provincia, della Regione del Veneto, del Consorzio di Bonifica competente per territorio, della Presidenza del Consiglio dei Ministri e a Enti e Società ai quali compete la gestione delle reti di smaltimento delle acque meteoriche, un Atto d'obbligo con il quale rinuncia a pretese di risarcimento danni in caso di allagamento di locali interrati.

13 Sintesi della valutazione

STATO DI PROGETTO		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
impermeabile lotti	26499.72	0.9
impermeabile strade	5601.42	0.9
parcheeggi pubblico	789.12	0.6
marciapiedi pubblico	1157.89	0.9
verde pubblico	244.16	0.2
verde lotti	26499.72	0.2
asfalto accessi	315.79	0.9
semipermeabile accessi	4305.31	0.3
semmipermeab.lotti	13249.86	0.6
Totale area	78663.00	0.58

INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO:

Rete di smaltimento delle acque meteoriche a servizio dell'area

Diametro= \emptyset 100 cm cls, \emptyset 40 cm cls

Volume di invaso=

volume disponibile nei tubi+pozzo pompe	mc	451,36
volume bacino sopra fondo	mc	1168,31
volume sopra sponde	mc	373,945
totale volume bacino	mc	1542,255
volume totale disponibile	mc	1993,61
volume totale necessario	mc	1989,91

Recapito finale: Tubo cls lungo Via del Granatiere, di collegamento tra i capofossi diretti alle idrovore Cavallino e Ca' Savian con la linea acque bianche diretta a Via Baracca.