

Comune di Mogliano Veneto
15 MAR. 2013
Prot. n. *4843*
Cat. Clas. Fasc.



piano di recupero di iniziativa privata centro storico di mogliano veneto ambito 12 del p.r.g.

comune di mogliano veneto fg. 32 mappali 598 - 1153

comune di mogliano veneto

proprietà'

**BERTEVELLO ELENA
EREDI MAGGIOTTO**

via barbiero 20a Mogliano Veneto (Tv)

proprietà'

GAMBI RASI TOMMASO

via XIII martiri 20 Jesolo (Ve)

progettista

ARCH. ELVIO QUAIA

via marignana, 110 31021 mogliano veneto
(tv) tel. 041/942877 fax 041/5029469

email: elvio.quaia@archquaia.it



progettista delle opere idrauliche

ING. ALBERTO DI MARTINO

via biasolati, 5 30172 venezia-mestre
tel 041/5055717 Fax 041/5057554

e-mail: admartino@dimartinoingegneria.eu

aggiornamento

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

relazione idraulica

**tav.
01**

marzo 2013



Sommario

1	PREMESSA	2
2	INQUADRAMENTO METODOLOGICO	4
3	ANALISI REGIONALIZZATA DELLE PRECIPITAZIONI: INTRODUZIONE	4
3.1	Premessa	4
3.2	Scelta della rete di misura	5
3.3	Campo di analisi e scelta delle stazioni	5
4	ANALISI REGIONALIZZATA DELLE PRECIPITAZIONI: PROCEDIMENTO NUMERICO	8
4.1	Il metodo della grandezza indice e la distribuzione GEV	9
4.1.1	Identificazione delle zone omogenee ai fini della curva di crescita	10
4.1.2	Calcolo della grandezza indice caratteristica di ciascuna stazione	10
4.1.3	Regolarizzazione dei campioni normalizzati e stima delle curve di crescita	11
4.1.4	Valutazione dell'omogeneità dell'area con il test H	12
4.1.5	Analisi della distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali	13
5	CALCOLO DELLE CURVE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO	13
5.1	Curve segnalatrici a tre parametri per sottoaree omogenee	13
5.1.1	Attribuzione delle curve segnalatrici ai territori comunali	14
5.1.2	Curve segnalatrici per la zona costiera e lagunare (ipotesi B)	17
5.2	Curve segnalatrici a due parametri e loro utilizzo	18
5.3	Determinazione di pluviogrammi di progetto	19
6	DESCRIZIONE DELLO STATO OI FATTO	20
7	ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO, DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI OEFLUSSO	23
6	CALCOLO DEI VOLUMI DA RENDERE DISPONIBILI PER LA LAMINAZIONE	25
9	INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI OI LAMINAZIONE E DELLO SCARICO OELLE ACQUE BIANCHE	29
10	PRESCRIZIONI AI SENSI DELLE ORDINANZE OEL COMMISSARIO DELEGATO (O.P.C.M. 3621 DEL 18.10.2007)	31
11	SINTESI OELLA VALUTAZIONE	32

1 PREMESSA

La presente relazione di compatibilità idraulica, redatta ai sensi della D.G.R.V. 1322/06 e s.m.i. e delle Ordinanze (pubblicate sul B.U.R. n.10 del 01.02.2008) del Commissario delegato per gli eccezionali eventi meteorologici del 2007 (O.P.C.M. n.3621 del 18.10.2007), riguarda il "Piano di recupero di iniziativa privata centro storico di Mogliano Veneto – ambito 12 del p.r.g." a Mogliano Veneto (TV).

Il sito sul quale sarà realizzato l'intervento è posto nel centro dell'abitato di Mogliano (TV) in prossimità della chiesa che sorge su via Zermanesa. L'area è di forma quadrilatera ed è compresa su tre lati, elencandole a partire da est in senso orario, da via XXIV Maggio, via Gris e via Battisti; a nord l'area confina con altre proprietà private. Il sito di intervento è individuato nelle seguenti figure tratte dal sito mapsgoogle.com.

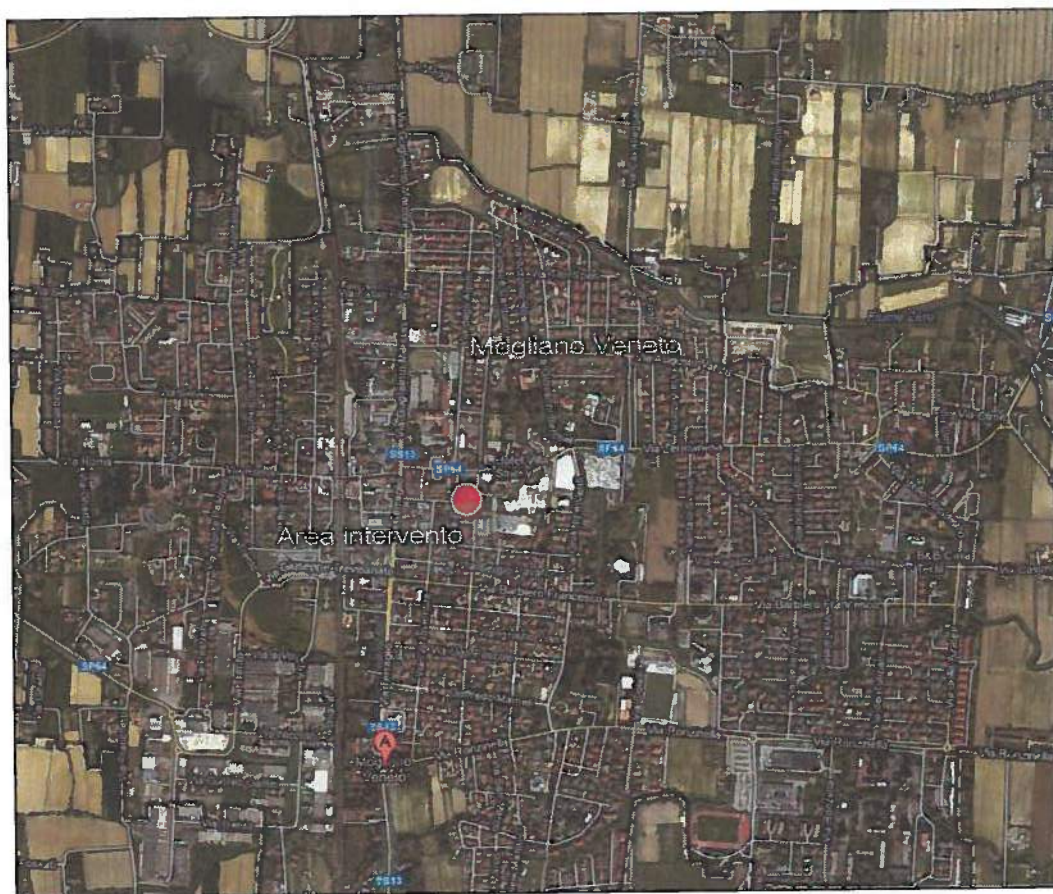


Figura 1. Inquadramento geografico (www.maps.google.it.com)



Figura 2. Area di intervento vista da sud – via XXIV Maggio

L'area è individuata catastalmente al foglio 32, mappali: 598, 1153 alla sezione di Mogliano.

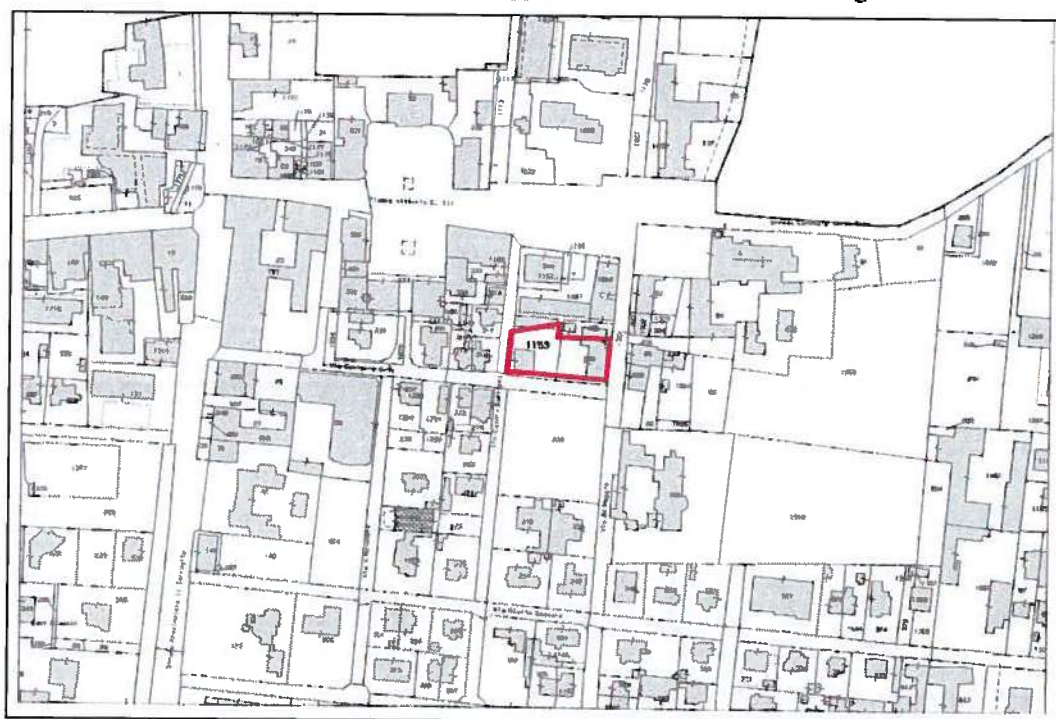


Figura 3. Estratto catastale (in rosso l'ambito di intervento).

Tale studio è volto al calcolo delle portate generate dalla configurazione precedente all'intervento realizzato e all'individuazione delle misure compensative al fine di non aggravare 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 e dalle Ordinanze 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) pubblicate sul B.U.R. n.10 del 01.02.2008.

2 INQUADRAMENTO METODOLOGICO

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

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

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 (a), (b) e (c) 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.* 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. Alberto Di Martino 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.* (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.

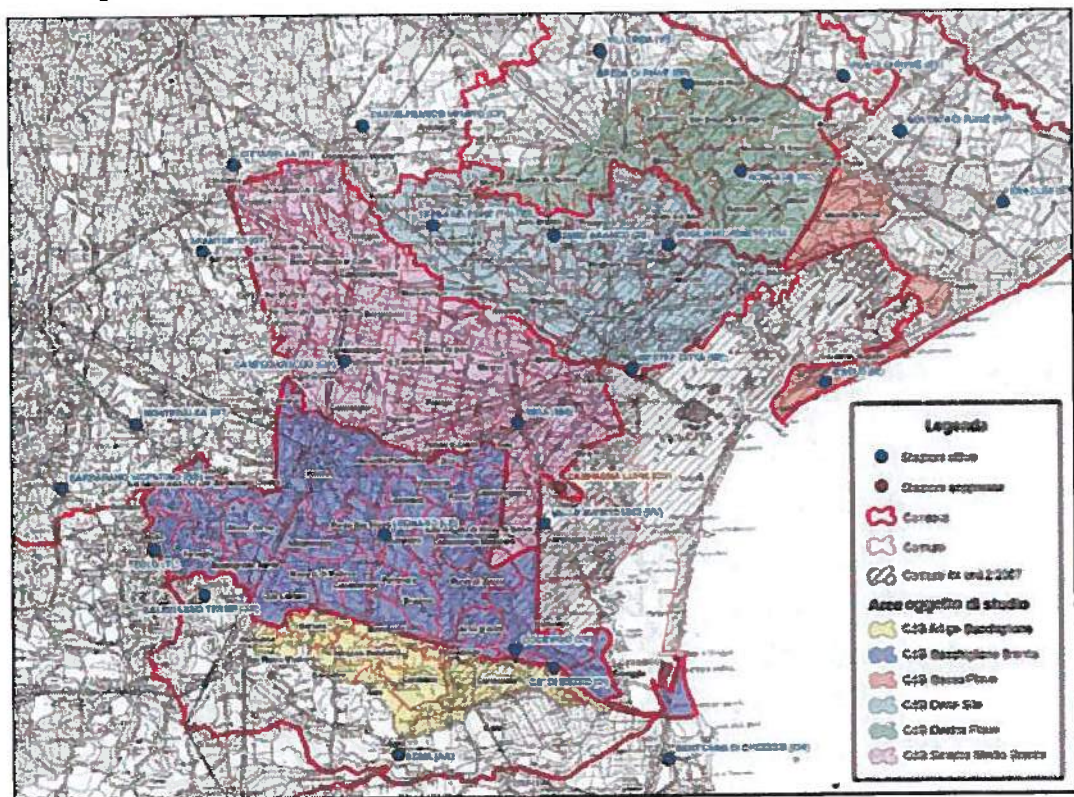


Figura 4. Planimetria dell'area oggetto di studio e delle stazioni CMT considerate.

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
BRABARANO VICENTINO (BB)	16	1701211	5030367	01-02-1991	16
MONTEGALDA (MT)	23	1708173	5036371	01-12-1991	16
TEOLO (TL)	158	1709763	5024498	02-02-1992	16
GALZIGNANO TERME (GG)	20	1714466	5020146	01-12-1991	16
GRANTORTO (GG)	31	1714510	5052620	01-09-1991	16
CITTADELLA (IT)	56	1717457	5060787	03-02-1992	15
CAMPODARSEGO (CM)	15	1727668	5042147	01-08-1989	16
CASTELFRANCO VENETO (CF)	30	1729544	5064403	01-07-1991	17
LEGNARO (LE)	8	1731313	5025746	02-02-1992	16
AGNA (AA)	2	1732493	5004900	11-07-1995	16
TREBASELEGHE (TS)	23	1736009	5054940	01-02-1992	12
CODEVIGO (DV)	0	1743376	5014703	17-10-1997	16
MIRA (MM)	5	1743834	5036139	20-06-1996	16
VALLE AVERTO UNO (VV)	0	1746144	5026586	01-02-1992	15
CA' DI MEZZO (DI)	6	1746929	5012991	13-06-1991	11
ZERO BRANCO (ZB)	12	1747270	5053799	01-02-1992	16
CAMPAGNA LUPIA (CU)	1	1747642	5030045	13-06-1991	¹
VILLORBA (VB)	41	1751640	5071317	01-02-1992	16
MESTRE CITTA' (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	5068689	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.

¹ La stazione di Campagna Lupia ha terminato l'attività in data 6 Giugno 2001: i dati anteriori al 1998 sono stati composti con la vicina stazione di Valle Averno, ottenendo così una serie di 15 valori massimi annui per ciascuna durata di precipitazione.

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 PIene* (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 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 3*, 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
BRABARANO 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 (FI)	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 (GG)	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	22.6	32.5	36.6	38.3	44.3	53.4	61.2	68.8
MESTRE CITTA' (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
MONTÉGALDA (MI)	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	28.0	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	κ	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 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	0.96	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	$1.562 \cdot 10^{-3}$	$1.832 \cdot 10^{-3}$	$0.582 \cdot 10^{-3}$	-0.646
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, lesolo, Sant'Anna di Chioggia).

5 CALCOLO DELLE CURVE SEGNALATRICI DI POSSIBILITA' 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 *topoieti*, 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.

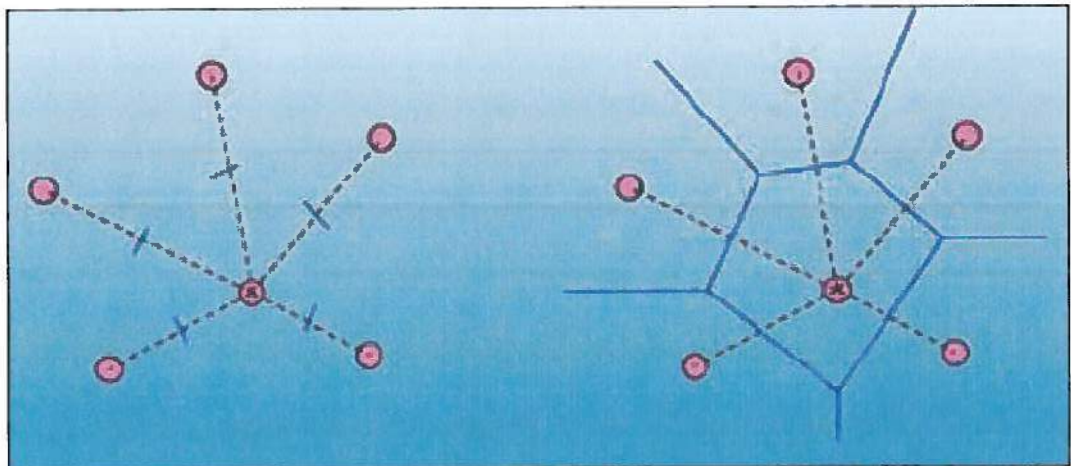


Figura 5. Metodo di costruzione dei poligoni di Thiessen a partire da un insieme di punti.

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.

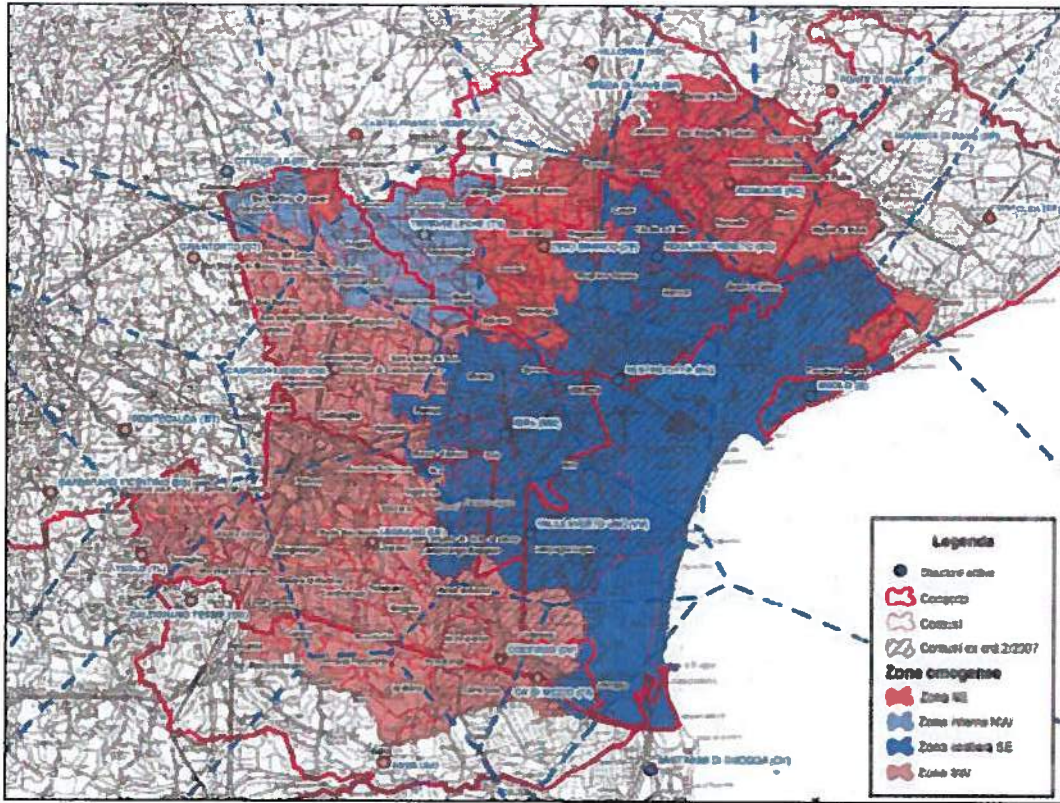


Figura 6. Possibile ripartizione dei comuni tra le quattro zone omogenee individuate dall'ipotesi B.

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, Casalsierugo, Cervarese santa Crice, Codevigo, Conselve, Correzzola, Curtarolo, Due Carrare, Legnaro, Limena, Maserà di Padova, Pernumia, Piove di sacco, Polverara, Ponte san Nicolò, Pontelongo, Revolon, Saccoiongo, 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, Campoiongo Maggiore, Camponogara, Cavallino-Treporti, Chioggia, <i>Dolo</i> , Fiesso d'Artico, <i>Fosso'</i> , Marcon, <i>Mira, Mirano</i> , <i>Pianiga</i> , Quarto d'Altino, <i>Spinea, 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, Meolo, Musile di Piave, Salzano, Scorzè

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

Stazioni: Sant'Anna di Chioggia (CH), lesolo (IE), Mestre (ME), Mogliano Veneto (OG), Valle Averso (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	67.8	94.0	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

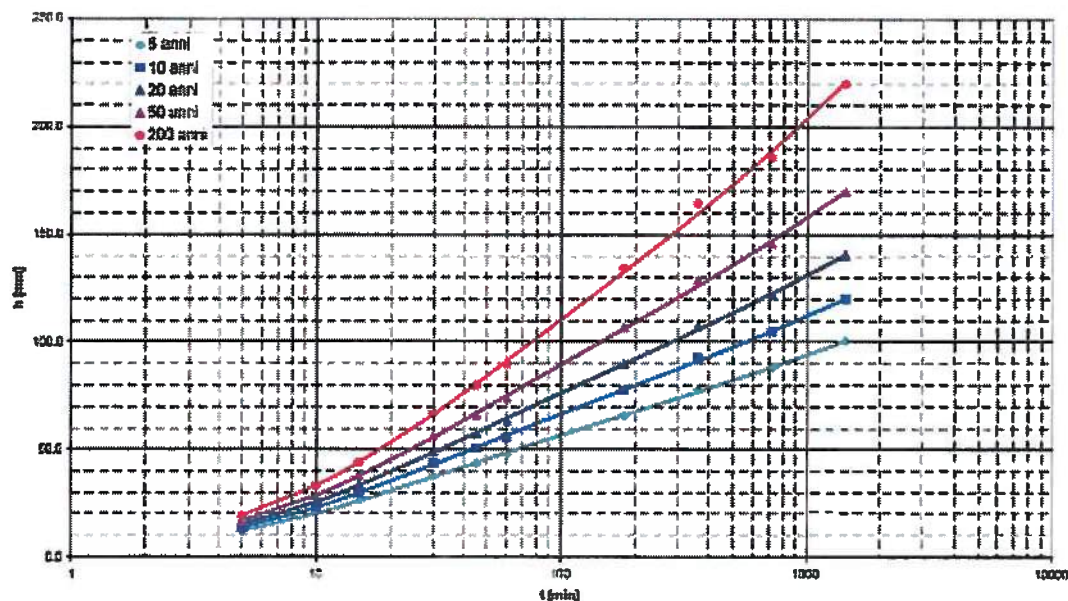


Figura 7. Curve segnalatrici a tre parametri.

5.2 Curve segnalatrici a due parametri e loro utilizzo

Si riportano di seguito 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 anni	tp=15 minuti da 5 min a 45 min			tp=30 minuti da 10 min a 1 ora			tp=45 minuti da 15 min a 3 ore			tp=1 ora da 30 min a 6 ore			tp=3 ore da 45 min a 12 ore			tp=6 ore da 1 ora a 24 ore		
	u	n	Δ	u	n	Δ	u	n	Δ	u	n	Δ	u	n	Δ	u	n	Δ
2	4,3	0,564	5,9%	6,1	0,441	2,9%	9,1	0,328	4,5%	11,8	0,287	1,2%	13,1	0,247	1,1%	14,2	0,230	1,5%
5	5,2	0,578	5,9%	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	6,8%	8,0	0,482	3,1%	12,1	0,363	4,9%	16,4	0,293	1,5%	18,8	0,263	1,8%	21,1	0,242	2,1%
20	6,2	0,603	5,4%	8,6	0,499	3,1%	13,0	0,379	5,0%	17,7	0,308	1,6%	20,7	0,272	2,1%	23,4	0,250	2,4%
30	6,4	0,610	5,2%	8,8	0,506	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	0,618	5,0%	9,1	0,520	3,1%	13,8	0,399	5,0%	19,1	0,324	1,7%	22,8	0,285	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	4,6%	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 8.

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

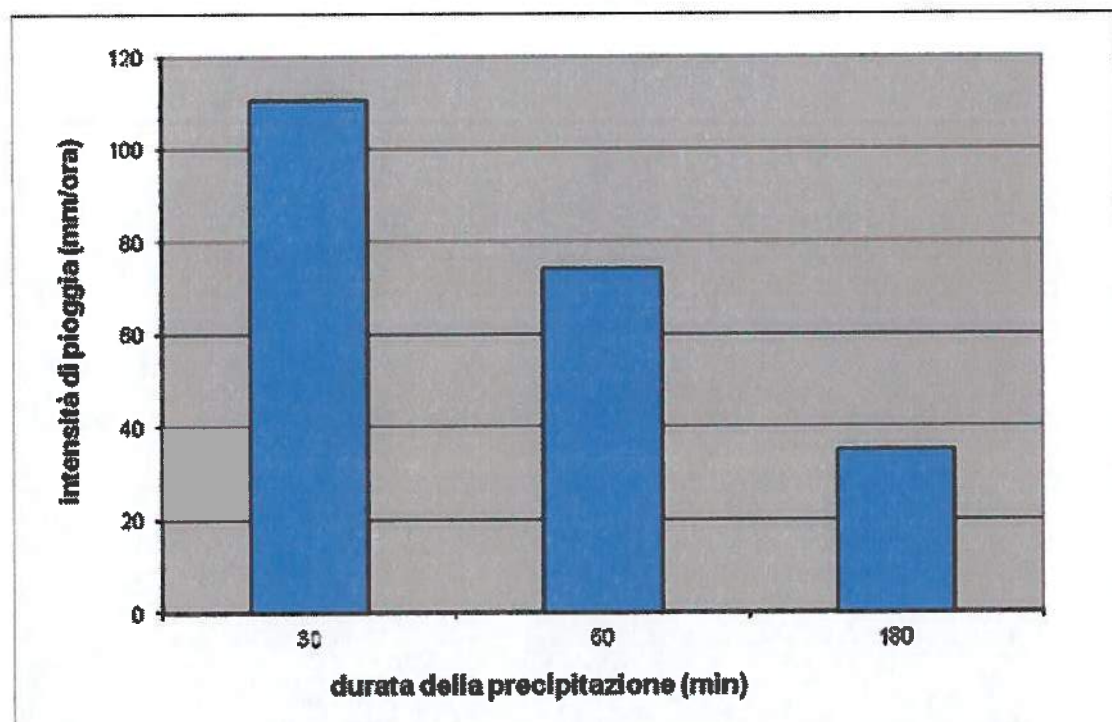


Figura 8. Ietogrammi rettangolari relativi a piogge di durata rispettivamente di 180, 60 e 30 minuti caratterizzate da un tempo di ritorno di 50 anni, per la zona omogenea SE.

6 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

L'ambito in modificazione dell'area oggetto di intervento presenta un'estensione di 1.266,5 mq ed è attualmente in stato di abbandono e degrado.

Essa confina a nord con altre aree private residenziali, ad ovest con via Battisti, ad est con via XXIV Maggio e a sud con via Gris in corrispondenza del parcheggio pubblico.

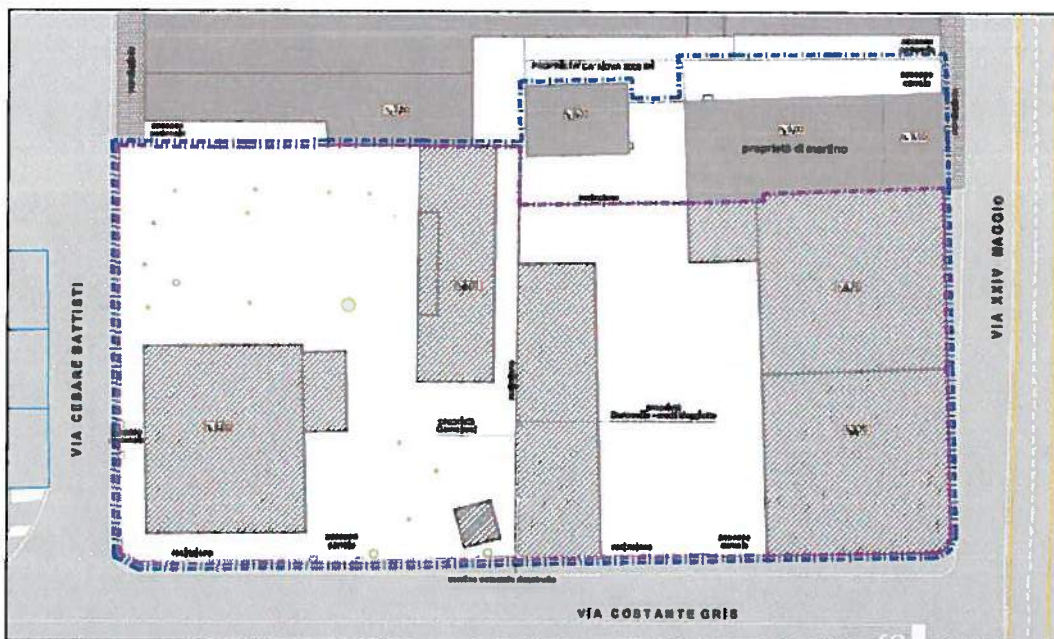


Figura 9. Stato di fatto (in viola l'area soggetta a modificazione, in blu l'ambito di prg).



Figura 10: Foto 1 dello stato di fatto.



Figura 11: Foto2 dello stato di fatto.



Figura 12: Foto 3 dello stato di fatto.

Dall'analisi del Piano delle Acque del Comune di Mogliano Veneto, si evince che l'area di intervento sorge subito a nord di un' area che risulta essere critica mediante modellazione idrologica – idraulica, simulando una pioggia con Tr 20 anni e durata di un'ora.

La criticità dipende dallo stato della fognatura pubblica di via XXIV Maggio che risulta non in grado di smaltire efficientemente i contributi di pioggia per gli eventi simulati.

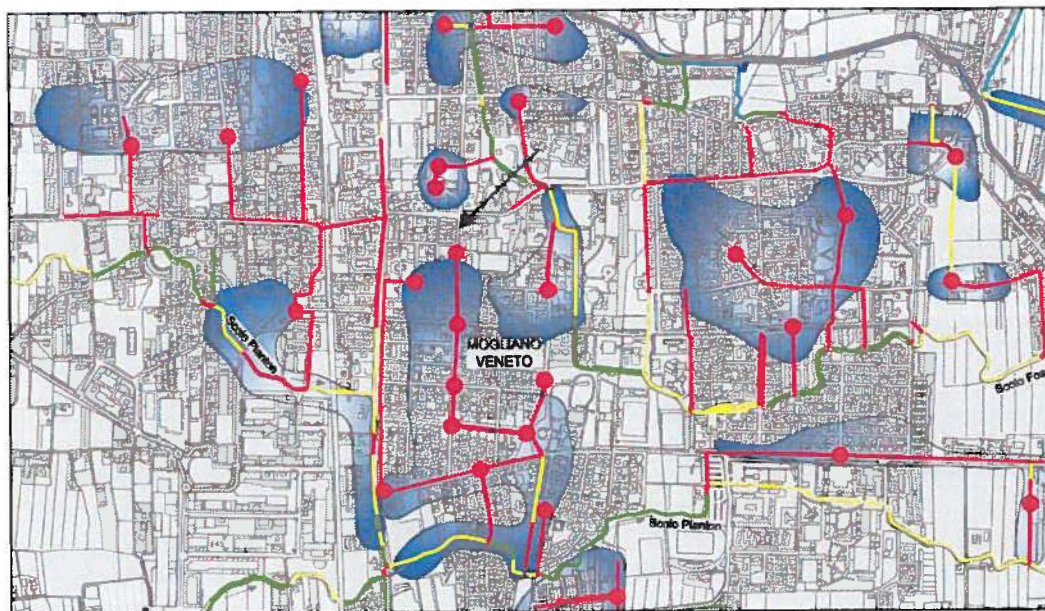


Figura 13:Elaborato grafico 3 – Carta delle simulazioni allo stato di fatto.[Piano delle Acque del Comune di Mogliano]

A fronte di tale criticità, il piano delle acque propone, nella carta 6, l'intervento I.19.c afferente al rifacimento della fognatura di acque bianche lungo via XXIV Maggio con la sostituzione del tubo esistente con uno del diametro di 120 cm.

L'area allo stato di fatto è costituita per circa il 50% da edifici da demolire e marciapiede in lastre di ghiaio non drenante, per il 18% da una pavimentazione in cemento liscio e piccole parti in asfalto, ed il rimanente 32% da terreno vegetale ed alberature.

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

Nella suddivisione delle aree e nell'individuazione dei rispettivi coefficienti di deflusso, alle aree a verde è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,20 ritenendo che queste siano totalmente permeabili, mentre alle aree impermeabili è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,90.

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

STATO DI FATTO		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
impermeabile	870,10	0,9
verde	396,40	0,2
Totale area	1266,50	0,68

L'area efficace, prodotto tra la superficie in modificazione ed il coefficiente di deflusso risultante dalla media pesata, quindi risulta pari a circa 862,40 mq.

7 ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO, DETERMINAZIONE DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Il progetto di "piano di recupero di iniziativa privata centro storico di Mogliano Veneto – ambito 12 del p.r.g." prevede la trasformazione di un'area di estensione di circa 1.266,5 mq. E' prevista la realizzazione di un edificio a 3 piani, di cui il piano terra adibito ad esercizi commerciali mentre il piano primo e secondo adibiti a residenze.

L'edificio è circondato su tre lati da un portico ad uso pubblico mentre il lato libero, a nord, si affaccia su di una porzione a verde a fianco della rampa di accesso al locale interrato.

La Figura 14 documenta la planimetria allo stato di progetto: il perimetro viola indica l'area di trasformazione, mentre in blu vi è l'ambito di intervento come da P.R.G..

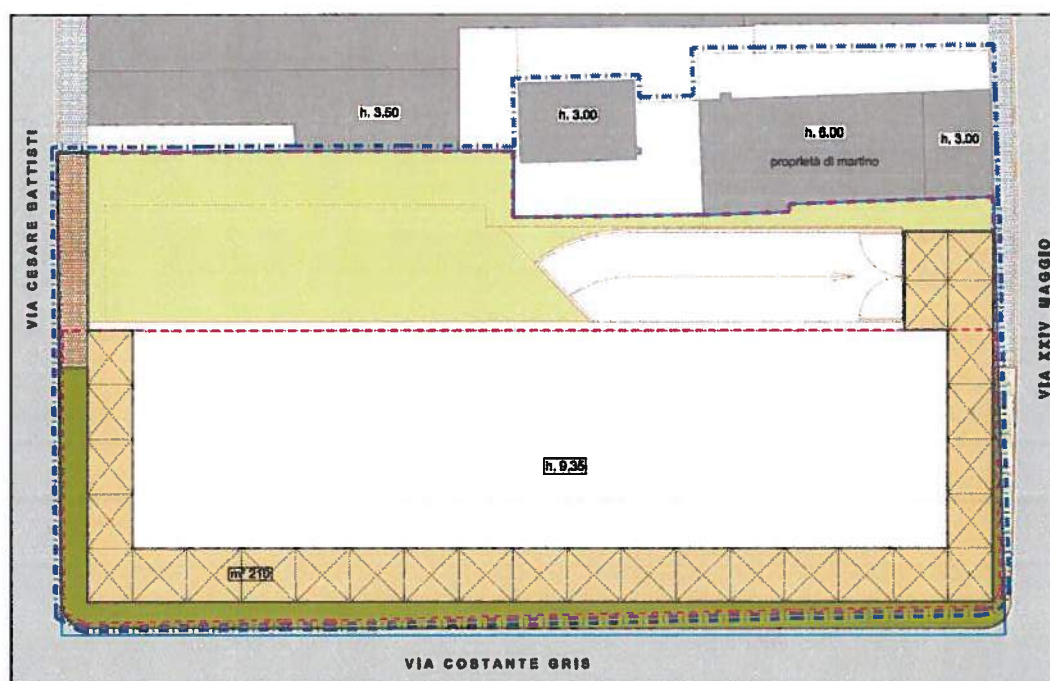


Figura 14: Stato di progetto; in rosso l'area di intervento.

Per una più dettagliata descrizione del progetto architettonico si rimanda al relativo elaborato grafico allegato alla presente valutazione di compatibilità.

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 deflusso medio φ .

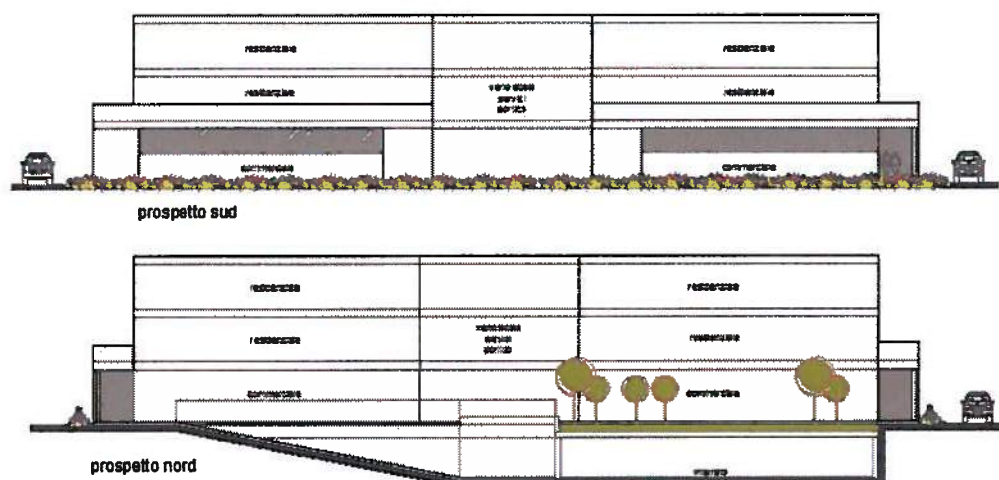


Figura 15: Prospetto nord e sud. (progetto indicativo)

La Tabella 10 riporta la suddivisione per tipologia di copertura del suolo ed i corrispettivi coefficienti di deflusso medi. Nell'individuazione del coefficiente di deflusso medio, sono state fatte le seguenti considerazioni:

- All'area occupata dall'edificio di progetto e dalla sagoma dell'interrato, assimilabile quindi ad una superficie impermeabile è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,9;
- All'unica area a verde lungo il lato nord dell'ambito di intervento è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,2, ritenendo che queste siano totalmente permeabili.

Tabella 10, Tabella riassuntiva della configurazione di progetto dell'area, superfici in mq e corrispondenti coefficienti di deflusso.

STATO DI PROGETTO		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
impermeabile	1128,50	0,9
semipermeabile	0,00	0,6
verde	138,00	0,2
Totale area	1266,50	0,82

L'area efficace risulta pari a circa 1043,3 mq, quindi l'incremento di impermeabilizzazione progettuale corrisponde a circa 181 mq.

Tuttavia nel caso di demolizione e successiva ricostruzione, il commissario delegato impone che lo stato "ante operam" da considerare ai fini dell'incremento di impermeabilizzazione sia quello a demolizione avvenuta, ovvero come se l'intera area risultasse essere permeabile. In questa ipotesi l'incremento di impermeabilizzazione ammonta a circa 800 mq.

Il rispetto delle Ordinanze 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", per quanto visto sopra, considerando che il volume edificabile è pari a 3.945 cm, prevede quindi lo sviluppo di uno studio di compatibilità idraulica, essendo superati i limiti di superficie impermeabile e cubatura da esso imposti. All'interno di tale studio sarà inoltre richiesto il parere del Consorzio di Bonifica competente.

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 16 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.

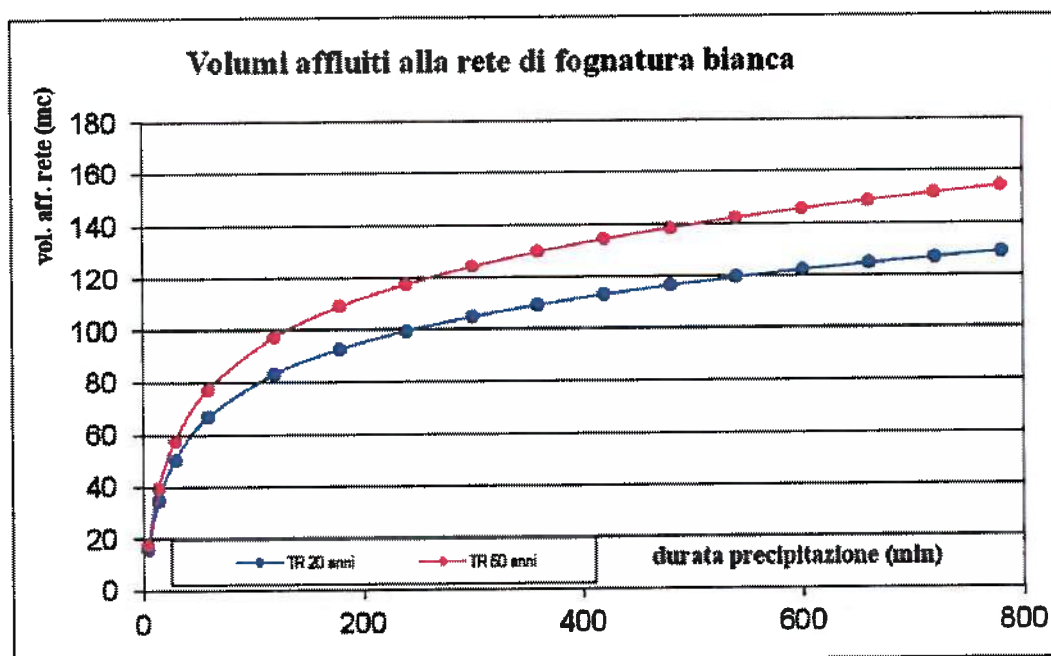


Figura 16. Volumi affluiti alla sezione di chiusura della rete di raccolta delle acque meteoriche per tempi di ritorno di 20 e 50 anni e per durate di pioggia crescenti da 5 minuti a 13 ore.

Il volume da ricavare all'interno dell'ambito è con buona approssimazione assimilabile a quello che si ottiene per differenza tra il volume di pioggia in ingresso e quello rilasciato, in quantità compatibili con la rete ricetrice (come indicato dal Consorzio competente), durante il tempo di precipitazione

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 modesta impermeabilizzazione (800 mq) dove sarà adottato il criterio numero 1 per la determinazione del volume da invasare ovvero il metodo dell'invaso.

Il metodo dell'invaso tratta il problema del moto vario in modo semplificato, assegnando all'equazione del moto la semplice forma del moto uniforme, e assumendo l'equazione dei serbatoi, in luogo dell'equazione di continuità delle correnti unidimensionali, per simulare l'effetto dell'invaso. Schematizzando un'area di trasformazione urbana come un vaso lineare, si può scrivere l'equazione di continuità della massa nei termini seguenti:

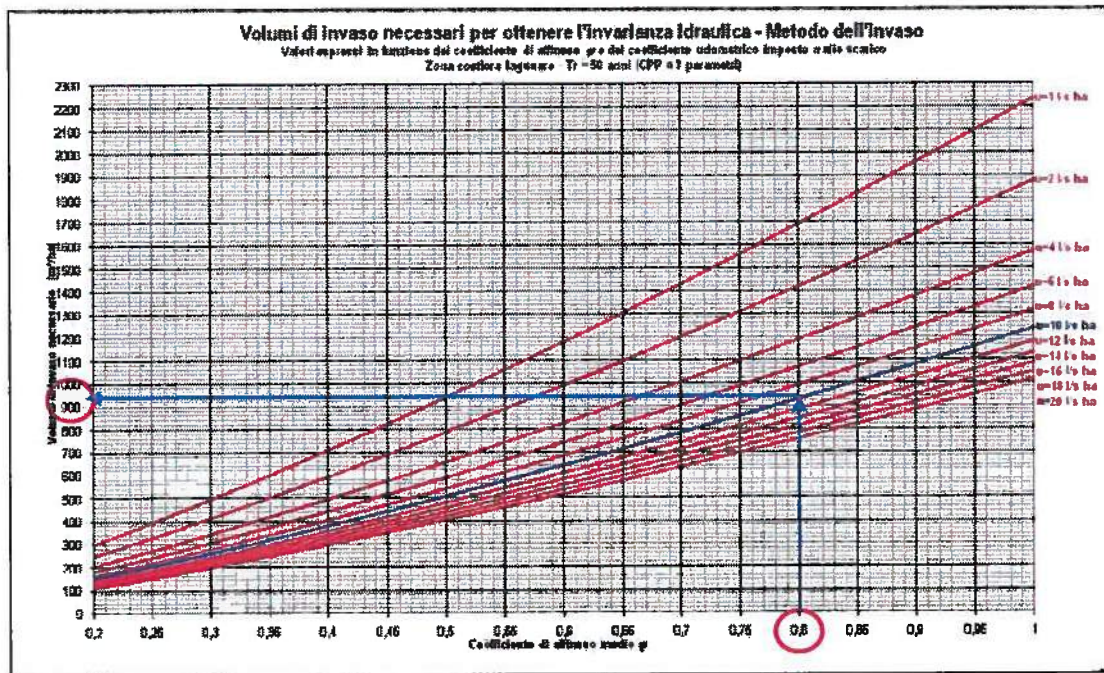
$$\frac{dV(t)}{dt} = P(t) - Q(t)$$

essendo:

- P(t) la "pioggia netta" all'istante t;
- Q(t) la portata uscente, dipendente dal volume invasato V(t).

L'equazione differenziale lineare sopra riportata, con termine noto costituito dalla pioggia netta, può essere risolta con tecniche standard e rappresenta un semplice modello idrologico.

Considerato che si suggerisce di applicare tale metodo per gli interventi che producono una moderata impermeabilizzazione, si riporta di seguito una tabella ed un abaco, elaborati dalla struttura commissariale per gli eventi meteorologici del 26 settembre 2007, relativi al tempo di ritorno 50 anni (validi per la relativa area "Zona costiera e lagunare" individuata dallo studio "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento") che possono essere direttamente utilizzati nelle relazioni di valutazione di compatibilità idraulica.



Zona costiera e lagunare - $T = 50$ anni		Comuni: Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Casale sul Sile, Cassier, Cavallino-Treporti, Chioggia, Dolo, Fiesco d'Arco, Fossò, Marcon, Mira, Mirano, Mogliano Veneto, Pianiga, Quarto d'Altino, Sphera, Sira, Venezia.	
a	39,7	mm min ⁻¹	
b	18,4	mm	
c	0,8	C	
Esponente della scala della portata n		1	

VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m³/ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA

Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s/ha]

f	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0.1	124	102	81	70	61	55	50	45	41	37	34
0.15	207	171	138	122	109	100	92	85	79	74	70
0.2	287	247	203	179	162	150	139	130	123	118	114
0.25	363	323	271	240	219	203	190	179	169	161	153
0.3	438	413	343	305	276	259	244	230	219	209	200
0.35	500	502	417	372	342	318	300	284	271	259	248
0.4	570	594	498	442	408	380	358	340	325	311	300
0.45	622	689	574	514	473	443	418	398	381	365	351
0.5	679	787	656	588	542	508	481	459	439	421	408
0.55	739	887	740	664	613	578	548	521	497	479	462
0.6	801	982	827	742	685	643	610	582	556	537	518
0.65	864	1.094	914	821	759	713	678	648	620	597	577
0.7	929	1.200	1.000	902	834	784	744	711	681	656	637
0.75	995	1.300	1.080	978	911	857	813	778	747	721	697
0.8	1.061	1.410	1.160	1.060	988	930	884	845	813	784	759
0.85	1.124	1.511	1.262	1.163	1.086	1.025	979	934	899	869	842
0.9	1.189	1.614	1.378	1.240	1.148	1.087	1.029	984	947	914	888
0.95	1.256	1.720	1.478	1.327	1.230	1.168	1.101	1.055	1.018	981	950
1	1.324	1.827	1.573	1.418	1.313	1.250	1.178	1.128	1.084	1.048	1.018

Figura 17: diagramma e tabelle per volumi di invaso necessari secondo il Metodo dell'invaso.

Ipotizzando cautelativamente di scaricare una tale portata derivante da un coefficiente udometrico di 10 l/s/ha si può calcolare, tramite le precedenti tabelle il volume specifico da adottare per l'invarianza idraulica.

Il volume specifico v_0 così calcolato va moltiplicato per l'intera superficie del lotto in trasformazione per individuare il volume complessivo da realizzare. Considerate le ipotesi fondamentali del metodo dell'invaso, operano attivamente come invaso utile tutti i volumi a monte del recapito, compreso l'invaso proprio dei collettori della rete di drenaggio ed i piccoli invasi.

Nelle fasi esecutive della progettazione, quando è dunque nota nel dettaglio la geometria della rete, il valore di v_0 può essere depurato del valore corrispondente ai piccoli invasi secondo la tabella seguente.

Tabella 11: volume specifico piccoli invasi

coefficiente di afflusso	0,10	0,2	0,30	0,4	0,50	0,6	0,70	0,8	0,90	1
velocit�rico [mc/ha]	25	23	22	20	18	17	15	13	12	10
caditoie ecc. [mc/ha]	10	13	16	18	21	24	27	29	32	35
piccoli invasi [mc/ha]	35	36	37	39	39	41	42	43	44	45

L'applicazione del metodo dell'invaso per il caso di studio ha portato ad individuare:

volume di invaso specifico $v=960$ mc/ha

volume detraibile da piccoli invasi $v=43$ mc/ha

volume di invaso specifico netto $v=917$ mc/ha

massimo volume di invaso $V=116$ mc

Il volume da ricavare con le opere di invaso all'interno dell'area di trasformazione ammonta a 116 mc.

9 INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE E DELLO SCARICO DELLE ACQUE BIANCHE

I volumi necessari alla laminazione, pari a 116 mc, verranno realizzati all'interno dell'area di intervento principalmente grazie alla realizzazione di una vasca di accumulo all'interno del locale interrato.

Tale vasca verrà realizzata al di sotto della rampa di accesso all'autorimessa come desumibile dagli elaborati grafici di progetto, in cui se ne riporta la collocazione planimetrica ed i particolari costruttivi.

La vasca di invaso sarà opportunamente impermeabilizzata, e sarà costituita da un muro interno in appoggio al diaframma dell'interrato con un'intercapedine costituita da una guaina impermeabile volta ad eliminare le possibili infiltrazioni d'acqua.

Il lato più lungo della vasca presenta una lunghezza di circa 14 m, la larghezza è di 5 m ed il massimo livello d'acqua ammesso è di 2,25 m.

La vasca sarà ispezionabile mediante un'apertura ricavata sulla porzione piana prima della rampa; tale apertura è ricavata in corrispondenza del vano pompe, collocato nell'angolo ad est e verso il quale il fondo sagomato convoglia le acque per il corretto vuotamento della stessa.

Si stima che il vuotamento della vasca avvenga in circa 24 con la portata allo scarico imposta e desunta da un coefficiente idrometrico di 10 l/s,ha, pari quindi a circa 1,3 l/s. Tale tempo può ridursi aumentando la portata in uscita.

Il vano pompe avrà dimensioni in pianta di 100x120 cm al cui interno troveranno alloggio due pompe sommergibili (una di riserva) che scaricheranno la portata imposta di circa 1,3 l/s.

Le pompe saranno del tipo elettropompe sommergibili con girante aperta a vortice liquido, progettate per pompare liquidi contenenti corpi solidi di dimensione massima di 35mm.

Le pompe dovranno essere del tipo indicato per il prosciugamento di ambienti allagati e vasche di raccolta.

Il corpo pompa, l'albero, la girante dovranno essere preferibilmente in acciaio inox AISI 304.

Il tubo di mandata della pompa scaricherà ad evento meteorico ultimato solamente la portata consentita, nel pozzetto subito a monte dello scarico alla pubblica fognatura.

L'alimentazione della vasca avverrà da un pozzetto collocato a lato della stessa ed afferente alla rete di raccolta delle acque dei piazzali e dei tetti. Su tale pozzetto, al di sopra del tubo da 30 cm della rete di raccolta è posto infatti un tubo DN 50 cm che costituisce lo sfioro in vasca.

Avendo utilizzato il metodo dell'invaso per il calcolo del volume da ricavare per l'invarianza idraulica, come previsto da normativa, lo scarico in fognatura sarà costituito da un tubo di dimensioni massime di 200 mm.

La rete è pensata quindi per scaricare direttamente (senza alimentare la vasca nell'interrato) tutti i contributi di pioggia in grado di essere ricevuti dalla fognatura di via XXIV Maggio, qualora l'entità delle piogge fosse tale da non essere più efficientemente smaltita, fino ad un evento caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 50 anni, le acque sfiorano in vasca attraverso il tubo DN 50 cm.

Per evitare tuttavia rigurgiti dalla rete di fognatura pubblica verrà posta una valvola di non ritorno nel pozzetto più a valle, come da particolare costruttivo riportato all'allegato grafico relativo.

La rete costituita da tubi DN 30 cm, presenta una lunghezza di circa 120 m per una capacità di invaso di circa 7 mc. Con un tirante d'acqua all'interno della vasca pari a 2,25 m, è stato calcolato che è possibile raccogliere circa 113 mc all'interno di essa.

L'invaso totale disponibile all'interno del lotto ammonta fino a 120 mc circa, sovrabbondante rispetto al volume richiesto pari a 116 mc.

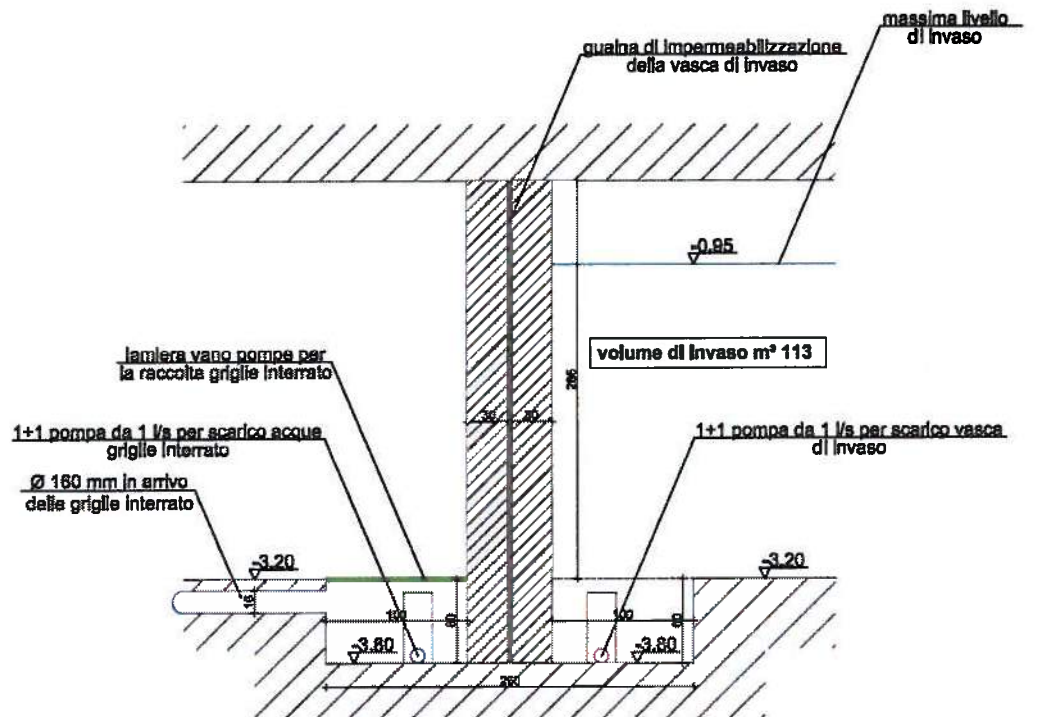
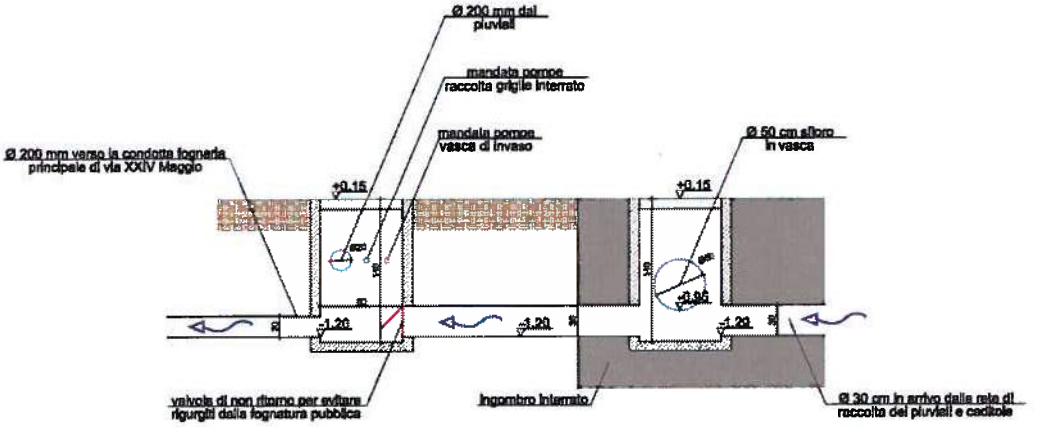
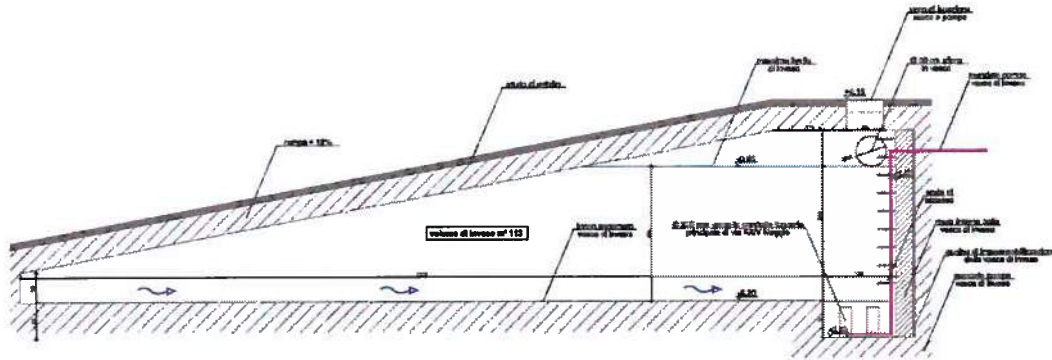


Figura 18: particolari costruttivi dell'alimentazione e dello scarico della vasca di invaso

10 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 pieno 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.

11 SINTESI DELLA VALUTAZIONE

STATO DI PROGETTO		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
impermeabile	1128,50	0,9
semipermeabile	0,00	0,6
verde	138,00	0,2
Totale area	1266,50	0,82

INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO

Vasca di invaso da 113 mc collocata sotto la rampa di accesso all'interrato e 120 m di anello di tubazioni DN 30 cm. Totale disponibile $113+7=120$ mc superiore ai 116 mc richiesti.

Recapito finale: Fognatura pubblica di via XXIV Maggio