

COMMITTENTE:

GARDENIA IMMOBILIARE SRL
Via Pitagora 1 – RUBANO (PADOVA)

Localizzazione dell'intervento :

PER 11 VIA SANT'ANNA – VIA SANTA CECILIA

Oggetto Intervento :

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO
PER 11

Progetto :

PDC

Aggiornamenti:

Titolo :

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

Scala :

Data :

21/07/2020

Tavola :

C.01

AGGIORNAMENTO

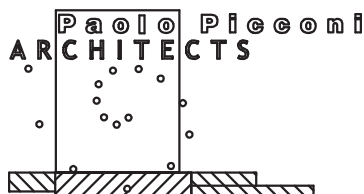
Disegnatore :

Approvato :

file :

IL PROPRIETARIO

IL PROGETTISTA



Studio di Architettura ed Urbanistica
Piazza Puchetti 9/13 – 35030 Selvazzano Dentro (PD)
tel. 049 8055104 Email studio@architettopicconi.com

Sommario

PREMESSA	1
1 INTRODUZIONE.....	2
2 INQUADRAMENTO METODOLOGICO	7
3 ANALISI REGIONALIZZATA DELLE PRECIPITAZIONI: INTRODUZIONE	8
3.1 Premessa.....	8
3.2 Campo di analisi e scelta delle stazioni.....	9
4 ANALISI REGIONALIZZATA DELLE PRECIPITAZIONI: PROCEDIMENTO NUMERICO	12
4.1 Il metodo della grandezza indice e la distribuzione GEV	13
4.1.1 Identificazione delle zone omogenee ai fini della curva di 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 SEGNALETRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO.....	18
5.1 Curve segnaletrici a tre parametri per sottoaree omogenee.....	18
5.1.1 Attribuzione delle curve segnaletrici ai territori comunali	19
5.1.2 Curve segnaletrici per la zona omogenea sud-occidentale (ipotesi B).....	22
5.2 Curve segnaletrici a due parametri e loro utilizzo	23
5.3 Determinazione di pluviogrammi di progetto	24
6 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO	25
7 ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO	31
7.1 Determinazione del coefficiente di deflusso.....	32
8 CALCOLO DEI VOLUMI DA RENDERE DISPONIBILI PER LA LAMINAZIONE.....	33
9 INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE E DELLO SCARICO DELLE ACQUE METEORICHE.....	39
10 DIMENSIONAMENTO DELLE CONDOTTE DI SCARICO	41
11 SINTESI DELLA VALUTAZIONE.....	43
12 ALLEGATO: PARERE IDRAULICO FAVOREVOLE	44

Perequazione 11
Comune di Selvazzano Dentro (PD)
VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

PREMESSA

La seguente relazione idraulica di valutazione di compatibilità idraulica è stata redatta nel Settembre 2018 per l'intervento edilizio denominato "Perequazione 11" previsto in località Caselle di Selvazzano Dentro, Comune di Selvazzano.

La presente relazione, unitamente agli elaborati grafici esplicativi di inquadramento territoriale, di planimetria generale dello stato di fatto e di progetto e dei particolari costruttivi relativi alle opere di invaso, è stata allegata alla richiesta di concessione idraulica inoltrata al Consorzio di Bonifica Brenta quale consorzio di bonifica competente per il comprensorio nel quale è ubicata l'area di intervento.

La richiesta di concessione idraulica, presentata in data 28.09.2018 prot. N.13657 è stata oggetto di esame e successivo parere idraulico positivo da parte del Direttore del Consorzio stesso con comunicazione in data 05.10.2018 prot. N.14164. Si riporta copia del Parere idraulico in allegato alla presente relazione.

Successivamente, è emersa la necessità di operare alcune limitate varianti progettuali planimetriche rispetto alla versione descritta nella presente relazione ed approvata dal Consorzio. Tali modifiche derivano da successivi accordi tra il Comune di Selvazzano Dentro e la committenza o da successive richieste e indicazioni da parte del Comune stesso, e comportano la necessità di aggiornare la configurazione planimetrica presentata in precedenza.

L'elaborato C.02 del presente progetto relativo alle opere di urbanizzazione a servizio dell'area PER 11 costituisce un aggiornamento della presente relazione e dimostrerà che le piccole variazioni progettuali condivise saranno comunque compensate dalle stesse opere di invarianza idraulica precedentemente previste ed autorizzate dal citato Parere idraulico allegato.

Pertanto il contenuto della presente relazione di compatibilità idraulica è da intendersi superato ed aggiornato dall'asseverazione idraulica di cui all'elaborato C.02, relativamente alla configurazione planimetrica e ai dati urbanistici e indicazioni catastali.

Restano invece validi il calcolo del volume di invaso necessario e la soluzione progettuale individuata per la realizzazione delle opere di compensazione, che saranno ripresi e confermati nell'asseverazione stessa.

1 INTRODUZIONE

La presente relazione riguarda lo studio idrologico per la valutazione della compatibilità idraulica afferente al progetto preliminare della *Perequazione 11* in località Caselle, Comune di Selvazzano Dentro (PD), ed è riportata nell'immagine sotto riportata, tratta dal sito (<http://maps.google.it/maps>).



Figura 1. Inquadramento geografico (<http://maps.google.it/maps>).

L'area è individuata nel Nuovo Catasto Terreni del Comune di Selvazzano Dentro foglio 4, mappali n° 1271, 2367, 2368, 2369, 2370..



Il Piano degli interventi del Comune di Selvazzano Dentro, così come il PRG vigente, individua l'ambito di intervento come PER11



Figura 3. Estratto PRG del Comune di Selvazzano Dentro (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 garantendo il principio dell'invarianza idraulica.

La normativa a cui si riferisce la presente Valutazione è fornita dalla recente D.G.R. N. 1322 del 10.05.2006. Di seguito se ne riporta un estratto.

ALLEGATO C: Linee guida per la valutazione di compatibilità idraulica

Le misure compensative da realizzare al fine di non aggravare, con le opere di progetto, l'equilibrio idraulico dell'area in cui un'opera va ad inserirsi, per eventi con un tempo di ritorno pari a 50 anni, sono regolate dalla Deliberazione della Giunta Regionale Veneto n°1322/2006 e s.m.i.

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

La classificazione è indicata nella tabella sotto riportata.

Tabella 1. Soglie dimensionali per la suddivisione in classi di intervento secondo DGR 1322/06.

Classe di intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 0,1 ha e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 1 ha e 10 ha; intervento su superfici di estensione oltre i 10 ha con impermeabilizzazione < 0.30
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con impermeabilizzazione > 0,30

In considerazione delle criticità presenti sul territorio comunale si adottano delle misure maggiormente cautelative e si considerano trascurabili solamente le impermeabilizzazioni che comportano un incremento della superficie impermeabile minore di 200 mq.

La tabella di identificazione della classe di intervento sarà quindi rivista nella seguente e sarà possibile asseverare solamente gli interventi che comportano una riduzione della superficie permeabile minore di 200 mq.

Classe di intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore ai 200 mq
Modesta impermeabilizzazione	Intervento su superfici di estensione compresa tra 200 mq e 1000 mq
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 1000 mq e 10000 mq
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese tra 1 ha e 10 ha; intervento su superfici di estensione oltre i 10 ha con impermeabilizzazione < 0.30
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con impermeabilizzazione > 0,30

Nel caso di **trascurabile impermeabilizzazione potenziale** è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili come per esempio le superfici dei parcheggi.

Nel caso di **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.

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

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

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

Per le trasformazioni che comportano un incremento di impermeabilizzazione superiore ai 1000 mq e quindi a partire dalla classe di modesta impermeabilizzazione potenziale è necessario l'ottenimento del parere favorevole da parte del consorzio di bonifica competente sulla valutazione di compatibilità idraulica specifica del progetto.

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

- tetti;
- strade;
- parcheggi;
- verde pubblico.

Ad ognuna di queste, è stato assegnato un diverso valore di coefficiente di deflusso secondo quanto indicato nella D.G.R. n°1322/2006 e s.m.i.

Tabella 2. Valori dei coefficienti di deflusso secondo la DGR 1322/2006.

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

L'incremento di impermeabilizzazione conseguente all'inserimento di un'opera sul territorio comporta l'incremento dei deflussi di portata meteorica verso i ricettori che costituiscono le vie di scarico fino ai consortili e/o ai fiumi maggiori.

Il termine invarianza idraulica starebbe ad indicare il mantenimento valori di portata associati alla configurazione ante - operam quando si operi sul territorio ma, data la situazione di generale sofferenza idraulica dei territori, i consorzi di bonifica in primis e gli enti gestori dei collettori prescrivono di operare ad un contestuale miglioramento in termini idraulici dell'area di intervento.

Il legame tra il valore della portata massima che si genera su una superficie e la superficie stessa è il coefficiente udometrico; esso rappresenta la portata massima che defluisce dall'unità di superficie analizzata e generalmente è espresso in litri al secondo per ettaro.

L'obiettivo del miglioramento idraulico è raggiungibile imponendo coefficienti udometrici cautelativi allo scarico: generalmente il coefficiente usuale adottato nei contesti che non presentano criticità idrauliche è quello associato alle portate che si generano su aree verdi e agricole ed empiricamente è pari a 10 l/s,ha.

Per le porzioni di territorio caratterizzate da notevole sofferenza idraulica per le quali occorre operare con maggiore cautela.

Il volume specifico di invaso necessario a garantire l'invarianza idraulica va confrontato con i volumi specifici di invaso minimi stabiliti dal Genio Civile; l'ufficio del genio Civile di Padova stabilisce quali valori minimi del volume d'invaso da adottare per la progettazione delle opere di laminazione rispettivamente:

- *$v > 800$ mc per ettaro di superficie impermeabilizzata, per la nuova viabilità;*
- *$v > 700$ mc per ettaro di superficie impermeabilizzata, per le nuove aree produttive;*
- *$v > 600$ mc per ettaro di superficie impermeabilizzata, per le nuove aree residenziali.*

2 INQUADRAMENTO METODOLOGICO

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

- a) definizione dei dati pluviometrici raccolti;
- b) descrizione della metodologia di regionalizzazione dei dati pluviometrici;
- c) calcolo delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento;
- d) determinazione preliminare del coefficiente di deflusso medio, quindi determinazione della pioggia efficace;
- e) definizione preliminare 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. Alvisè 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".

3 ANALISI REGIONALIZZATA DELLE PRECIPITAZIONI: INTRODUZIONE

3.1 Premessa

Nel presente capitolo ed in quelli successivi seguirà una dettagliata analisi sulla scelta dei dati pluviometrici da utilizzare per il calcolo degli eventi meteorici di progetto e sui volumi da rendere disponibili per l'invaso ai sensi della normativa di riferimento cioè la già citata DGR 2948/09.

Le analisi a seguire risultano in linea con quanto prescritto dall'Ing. Mariano Carraro, Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione del Veneto nel giorno 26 settembre 2007; tali indicazioni tecniche nascono dall'esigenza di individuare delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento per l'area nelle province di Venezia, Padova e Treviso colpite dalle recenti avversità atmosferiche. Il calcolo di leggi che restituiscano un valore atteso di precipitazione in funzione del tempo di ritorno e della durata di pioggia costituisce un passo fondamentale per il corretto dimensionamento delle opere idrauliche; i risultati dovranno essere utilizzati sia nell'ambito degli interventi straordinari per la riduzione del rischio idraulico, sia come dati di riferimento per le opere di laminazione imposte ai privati dalla normativa regionale e dalle recenti ordinanze del Commissario. Si è scelto di svolgere un'analisi regionalizzata, che mira cioè ad analizzare in forma congiunta le registrazioni operate in diversi siti di interesse, valutando contestualmente il grado di omogeneità dei valori massimi annuali misurati nelle varie stazioni e la presenza di eventuali trend spaziali. Tale procedimento limita l'influenza di singole registrazioni eccezionali, individua le caratteristiche comuni del regime pluviometrico sull'intero territorio considerato e fornisce gli strumenti per un'eventuale suddivisione dell'area in sottoinsiemi omogenei, ai quali attribuire una singola curva segnalatrice di possibilità pluviometrica.

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.

3.2 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.

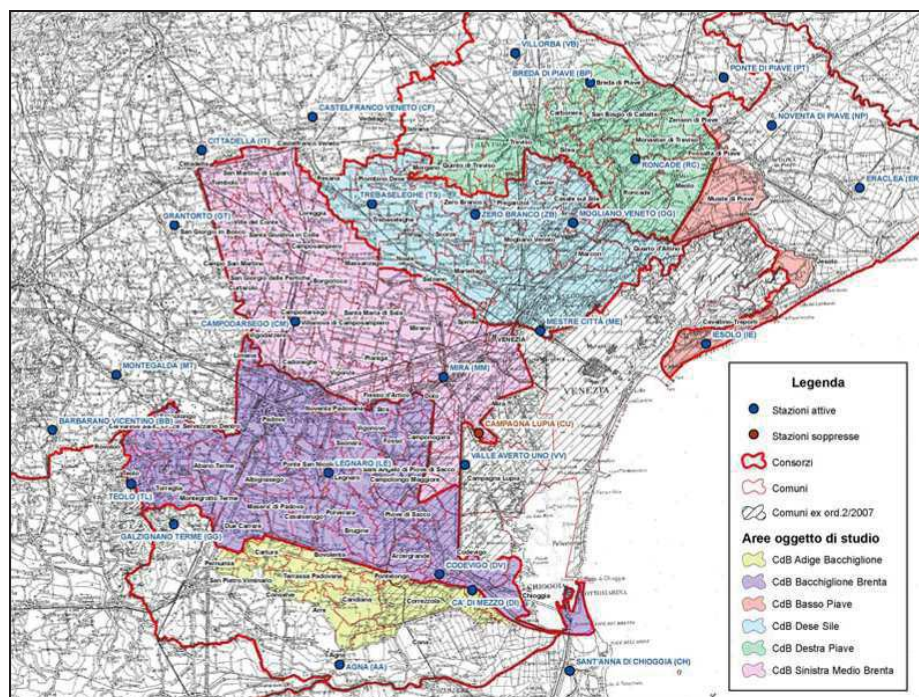


Figura 4. Planimetria dell'area oggetto di studio e delle stazioni CMT considerate.

Tabella 3. 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	5060787	01-09-1991	15
CAMPODARSEGO (CM)	15	1727668	5042147	03-02-1992	16
CASTELFRANCO VENETO (CF)	50	1729544	5064403	01-08-1989	17
LEGNARO (LE)	8	1731313	5025746	01-07-1991	16
AGNA (AA)	2	1732493	5004900	02-02-1992	16
TREBASELEGHE (TS)	23	1736009	5054940	11-07-1995	12
CODEVIGO (DV)	0	1743376	5014703	01-02-1992	16
MIRA (MM)	5	1743834	5036139	01-02-1992	16
VALLE AVERTO UNO (VV)	0	1746144	5026586	17-10-1997	15
CA' DI MEZZO (DI)	6	1746929	5012991	20-06-1996	11
ZERO BRANCO (ZB)	12	1747270	5053799	01-02-1992	16
CAMPAGNA LUPA (CU)	1	1747642	5030045	13-06-1991	- ¹
VILLORBA (VB)	41	1751640	5071317	01-02-1992	16
MESTRE CITTÀ (ME)	30	1754337	5041162	28-08-1987	17
SANT'ANNA DI CHIOGGIA (CH)	-1	1757558	5004230	02-02-1992	16
MOGLIANO VENETO (OG)	5	1757898	5052900	01-09-1997	10
BREDA DI PIAVE (BP)	21	1759803	5068127	01-01-1992	16
RONCADE (RC)	6	1764703	5059832	01-02-1992	16
IESOLO (IE)	1	1772386	5039725	01-02-1992	15
PONTE DI PIAVE (PT)	6	1774311	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.

4 ANALISI REGIONALIZZATA DELLE PRECIPITAZIONI: PROCEDIMENTO NUMERICO

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

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

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

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

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

Nel caso in cui non si disponga di osservazioni pluviometriche in prossimità del sito di interesse, o la loro quantità sia modesta in relazione al tempo di ritorno di interesse, è possibile ricorrere a tecniche di analisi regionale della frequenza degli eventi pluviometrici. Tale classe di metodi si fonda sull'ipotesi che la distribuzione dei valori estremi di precipitazione entro una certa area presenti delle caratteristiche di omogeneità: in tal caso è accettabile studiare in maniera congiunta i valori di precipitazione misurati presso differenti stazioni ed estendere poi i risultati all'intera area di analisi.

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

Le metodologie più diffuse e documentate in Italia sono due: la procedura *VALutazione delle Plene* (VAPI), promossa dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche del C.N.R. e basata sull'uso della distribuzione *Two components*

Extreme Value (TCEV), e i vari metodi fondati sul modello probabilistico *Generalized Extreme Value* (GEV), per lo più nella forma del cosiddetto metodo della *grandezza indice*.

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

4.1 Il metodo della grandezza indice e la distribuzione GEV

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

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

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

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

in cui $m_{j,d}$ è la grandezza indice specifica per la stazione di interesse e per la durata considerata e $h_d(T)$ è un fattore adimensionale, chiamato *curva di crescita*, che esprime la variazione dell'altezza di precipitazione di durata d in funzione del tempo di ritorno T , indipendentemente dal sito. La curva di crescita assume validità regionale ed è comune a tutte le stazioni pluviometriche appartenenti ad una data zona omogenea.

Come grandezza indice $m_{j,d}$ 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 4.

Tabella 4. 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 5, 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 5.

Tabella 5. Valori medi dei massimi annui per le durate oggetto di studio.

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

4.1.3 Regolarizzazione dei campioni normalizzati e stima delle curve di crescita

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

Tabella 6. 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 Tabella 6, mentre in Tabella 7 si riportano i risultati per alcuni tempi di ritorno significativi.

Tabella 7. Curve di crescita della distribuzione GEV per la valutazione di altezze adimensionalizzate di precipitazione per alcuni tempi di ritorno.

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

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

La valutazione a posteriori dell'omogeneità dell'area è stata effettuata mediante il test statistico H di Hosking e Wallis. Il parametro H, opportunamente calcolato, riassume il livello di omogeneità dell'area, che risulta accettabilmente omogenea per $H < 1$. I risultati del test sono riportati in Tabella 8.

Tabella 8. Risultati del test H di Hosking e Wallis.

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

4.1.5 Analisi della distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali

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

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

5 CALCOLO DELLE CURVE SEGNALATRICI DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA DI RIFERIMENTO

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

Le formule più diffuse in letteratura sono le seguenti:

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

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

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

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

5.1 Curve segnalatrici a tre parametri per sottoaree omogenee

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

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

Una volta individuati i macrogruppi, le curve segnalatrici sono state calcolate valutando per ciascuna durata la media dei massimi di precipitazione delle stazioni del gruppo, calcolando poi le altezze di precipitazione per i vari tempi di ritorno e per le varie durate e producendo infine la stima dei parametri a , b e c per ottimizzazione numerica. Si ricorda che nell'applicazione della curva segnalatrice

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

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

5.1.1 Attribuzione delle curve segnalatrici ai territori comunali

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

Il criterio oggettivo qui proposto prevede l'utilizzo dei cosiddetti *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.

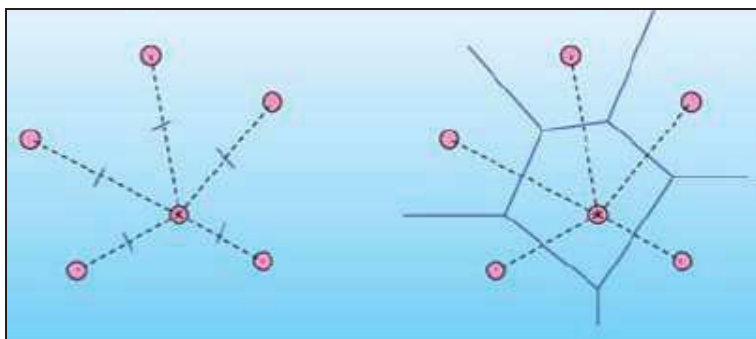


Figura 5. Metodo di costruzione dei poligoni di Thiessen a partire da un insieme di punti.

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.

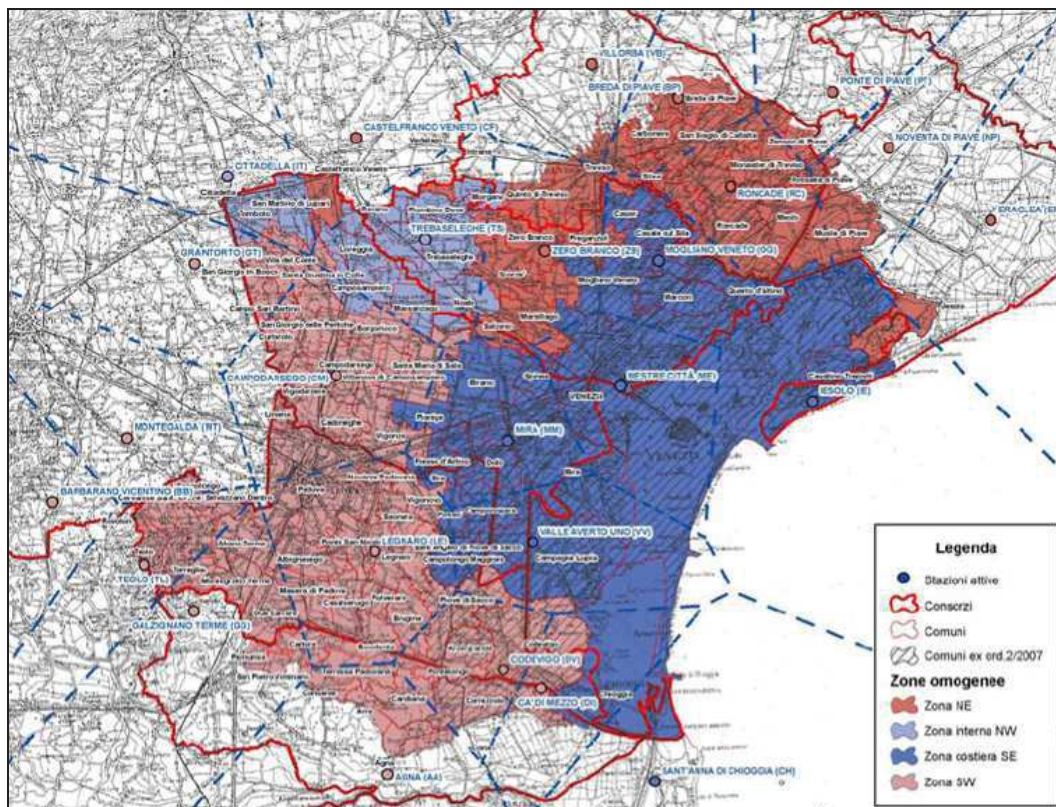


Figura 6. Possibile ripartizione dei comuni tra le quattro zone omogenee individuate dall'ipotesi B.

La Tabella seguente specifica invece Comuni appartenenti a ciascuna Zona Omogenea. Il Comune di Selvazzano Dentro risulta incluso all'interno dell'area omogenea denominata "SW"; a tal proposito saranno, pertanto, scelti i parametri specifici di questa zona nel calcolo degli afflussi meteorici di progetto.

Tabella 9. Ripartizione dei comuni per provincia e per zone omogenee, individuate in base all'ipotesi B. L'eventuale ripartizione in base all'ipotesi A si ottiene trasferendo sette comuni della provincia di Venezia, indicati nella tabella in corsivo, dalla zona costiera SE alla zona SW.

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

5.1.2 Curve segnalatrici per la zona omogenea sud-occidentale (ipotesi B)

Stazioni: Teolo (TL), Legnaro (LE), Montegalda (MT), Ca'di Mezzo (DI). Codevigo (DV), Campodarsego (CM), Grantorto (GT), Galzignano Terme (GG)

Grandezze indice:

Durata (min)	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
h	10.078	16.924	21.444	29.535	33.691	36.372	46.207	53.720	62.702	73.215

Valori attesi di precipitazione:

T (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	9.7	16.3	20.6	28.0	31.8	34.2	42.7	49.4	57.7	67.0
5	12.2	20.7	26.4	36.7	41.9	45.2	57.6	66.7	77.5	90.6
10	13.8	23.5	30.0	42.3	48.7	52.7	68.2	79.3	91.9	108.1
20	15.3	26.0	33.4	47.7	55.2	60.0	78.9	92.3	106.7	126.4
30	16.1	27.4	35.3	50.8	59.0	64.3	85.3	100.2	115.8	137.7
50	17.1	29.1	37.7	54.7	63.7	69.7	93.6	110.5	127.6	152.7
100	18.4	31.3	40.8	59.9	70.2	77.2	105.4	125.3	144.6	174.4
200	19.6	33.3	43.7	65.0	76.7	84.7	117.7	141.1	162.7	197.9

Parametri della curva segnalatrice:

T	a	b	c
2	20.6	10.8	0.842
5	27.4	12.1	0.839
10	31.6	12.9	0.834
20	35.2	13.6	0.827
30	37.1	14.0	0.823
50	39.5	14.5	0.817
100	42.4	15.2	0.808
200	45.0	15.9	0.799

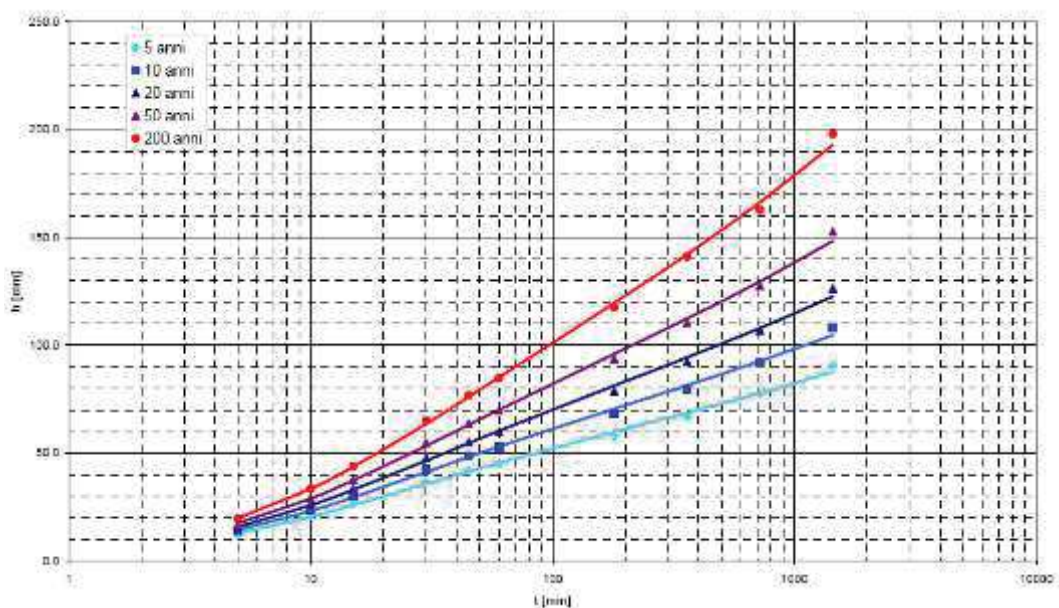


Figura 7. Curve segnalatrici a tre parametri.

5.2 Curve segnalatrici a due parametri e loro utilizzo

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

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

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

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

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

Come detto in precedenza, la zona omogenea considerata è quella sud occidentale "SW".

Zona sud-occidentale senza 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	4.5	0.533	6.4%	6.6	0.412	3.2%	10.2	0.287	5.0%	13.5	0.221	1.3%	14.2	0.212	0.5%	14.2	0.212	0.4%
5	5.4	0.556	6.2%	7.9	0.437	3.3%	12.4	0.307	5.3%	16.9	0.235	1.5%	18.2	0.220	0.4%	18.5	0.218	0.2%
10	6.0	0.570	6.0%	8.6	0.463	3.3%	13.6	0.322	5.4%	18.8	0.247	1.6%	20.6	0.229	0.7%	21.1	0.224	0.4%
20	6.4	0.582	5.8%	9.2	0.470	3.3%	14.5	0.337	5.5%	20.3	0.260	1.7%	22.6	0.238	1.0%	23.4	0.232	0.7%
30	6.7	0.590	5.7%	9.4	0.479	3.3%	15.0	0.346	5.5%	21.0	0.268	1.7%	23.6	0.244	1.2%	24.6	0.237	0.9%
50	7.0	0.598	5.5%	9.8	0.491	3.3%	15.5	0.353	5.6%	21.9	0.270	1.8%	24.8	0.252	1.4%	26.1	0.243	1.1%
100	7.3	0.610	5.2%	10.1	0.507	3.3%	16.1	0.373	5.6%	22.8	0.292	1.8%	26.3	0.263	1.6%	27.9	0.253	1.4%
200	7.7	0.621	4.9%	10.4	0.524	3.3%	16.5	0.390	5.6%	23.5	0.307	1.9%	27.5	0.275	1.9%	29.5	0.263	1.7%

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 10. 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 SW.

TEMPO DI PIOGGIA	ALTEZZA DI PRECIPITAZIONE	INTENSITA'
minuti	millimetri	millimetri/ora
5	17,44	209
15	37,31	149
30	53,33	107
45	63,10	84
60	70,02	70
90	79,66	53
120	86,42	43
150	91,64	37
180	95,90	32

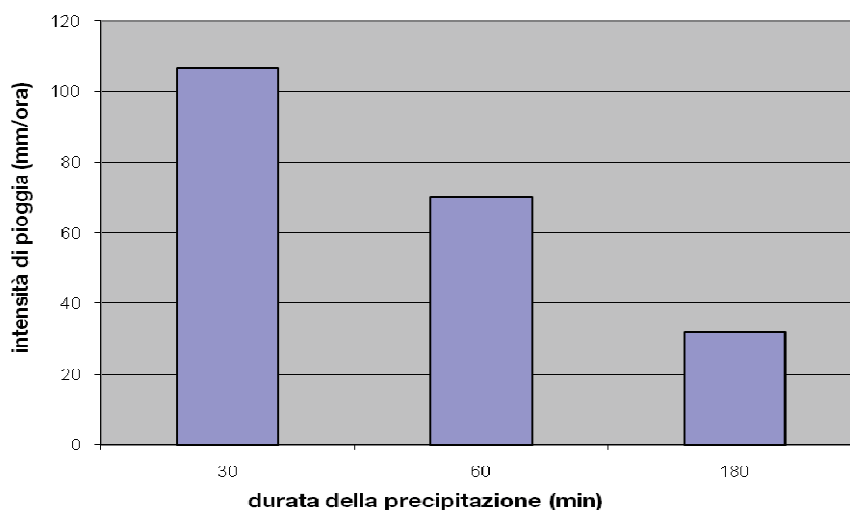


Figura 8. Ietogrammi rettangolari relativi a piogge di durata rispettivamente di 180, 60 e 30 minuti caratterizzate da un tempo di ritorno di 50 anni, per la zona omogenea SW.

6 DESCRIZIONE DELLO STATO DI FATTO

L'ambito di intervento è ubicato nella parte nord dell'abitato di Caselle, frazione nord posta a nord dell'area comunale di Selvazzano Dentro, e ricopre una superficie complessiva reale entro confine PRG pari a 5.641 m² circa, diviso in due distinte porzioni.

Gli accessi all'area sono dalle strade laterali di via S.Maria Ausiliatrice: via S. Lucia, via S.Marta, via S. Anna.



Figura 9. Ubicazione dello stato di fatto e della viabilità di accesso.

La principale caratteristica geomorfologica del lotto è la presenza di un delicato nodo idraulico consortile: esso è infatti attraversato lungo l'asse ovest-est e diviso in due parti distinte dallo scolo consortile Mestrina, mentre è limitato lungo il lato est dalla presenza dello scolo Lazzaretto, il quale scarica in direzione sud.

E' proprio lo scolo Mestrina, che attraversa l'area di intervento mediante un tombinamento di grandi dimensioni (misure interne 3.50x2.0 m circa) per una lunghezza di circa 40 metri, che divide fisicamente l'area stessa nei due lotti individuati in figura precedente.

I due scoli consortili si intersecano su piani sfalsati (il Lazzaretto passa tramite una condotta di acciaio corrugata di grandi dimensioni al di sotto dello scolo Mestrina), e possono essere messi in collegamento idraulico solo mediante l'attivazione di uno sfioro laterale di recente realizzazione, presidiato da paratoia e in grado di regolare lo scarico delle acque di piena del Mestrina sul Lazzaretto in condizioni di livelli eccezionalmente alti. Di seguito si riportano alcune immagini fotografiche relative al nodo idraulico in questione.



Figura 10. Scolo Mestrina in attraversamento dell'area di intervento. Manufatto di sfioro su Scolo Lazzaretto presidiato da paratoia.



Figura 11 Scolo Mestrina in attraversamento dell'area di intervento.



Figura 12. Sfiato lungo lo scolo Mestrina verso lo scolo Lazzaretto presidiato da paratoia.



Figura 13. Tombinamento scatolare 3.50x2.00 m circa esistente lungo lo scolo Mestrina., per una lunghezza di circa 40 metri.



Figura 14. Punto di scarico dello sfioro dello scolo Mestrina sul canale Lazzaretto.

Allo stato attuale, le superfici oggetto di intervento coperte a verde e non coltivate, ed è inoltre presente un passaggio utilizzato dai pedoni lungo lo scolo Mestrina.



Figura 15. Area oggetto di intervento con sentiero preesistente in area privata.

Le acque ricadenti dal lotto cadono in buona parte proprio sul bacino afferente allo scolo Mestrina, e per la parte restante su quello afferente allo scolo Lazzaretto.

Esaminando la planimetria dello stato di progetto, si evince che solo una parte di ciascun lotto sarà soggetta ad una reale impermeabilizzazione, a fronte di due ampie aree perimetrali oggetto di cessione al Comune di Selvazzano, che saranno lasciate a verde. Le aree oggetto di effettiva impermeabilizzazione sono indicate schematicamente in blu in Figura 16 ammontano a complessivi 3.836 mq circa.



Figura 16. Indicazione dell'ambito di intervento (in rosso) diviso in due lotti separati da tombinamento dello scolo Mestrina, immagine satellitare (fonte: programma Google Earth).

Come anticipato in precedenza il totale delle aree oggetto di intervento è ad oggi coperto a verde. Secondo quanto suggerito dalla normativa richiamata al capitolo 0, si riporta di seguito la distinta delle superfici con i rispettivi coefficienti di deflusso relativi allo stato di fatto. In particolare, alla totalità delle superfici oggetto di impermeabilizzazione progettuale, è stato applicato un coefficiente di deflusso allo stato di fatto pari a 0.2 proprio delle superfici completamente permeabili.

Tabella 11. Tabella riassuntiva della configurazione dello stato di fatto dell'area, superfici in mq e corrispondenti coefficienti di afflusso.

STATO DI FATTO LOTTI NORD-SUD		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
verde area nord	1196,00	0,2
verde area sud	2640,00	0,2
Totale area	3836,00	0,20

Moltiplicando l'area di intervento per il coefficiente di deflusso medio si ottiene un valore corrispondente all'area efficace pari a 767.20 mq.

7 ANALISI DELLO STATO DI PROGETTO

Il progetto prevede la realizzazione di 3 edifici multipiano a destinazione residenziale, due all'interno del lotto sud ed uno in quello nord. Dal punto di vista urbanistico, oltre ai fabbricati, che saranno realizzati secondo le indicazioni della vigente pianificazione urbanistica ed edilizia a livello comunale, sono previste anche le opere di urbanizzazione, tra cui gli standard a verde e a parcheggio, calcolati rispetto al numero prefissato di 28 abitanti equivalenti. L'accesso al lotto nord avverrà da via S. Cecilia, quello ai lotti sud da via Sant'Anna. La Figura 17 riporta la planimetria generale dello stato di progetto.

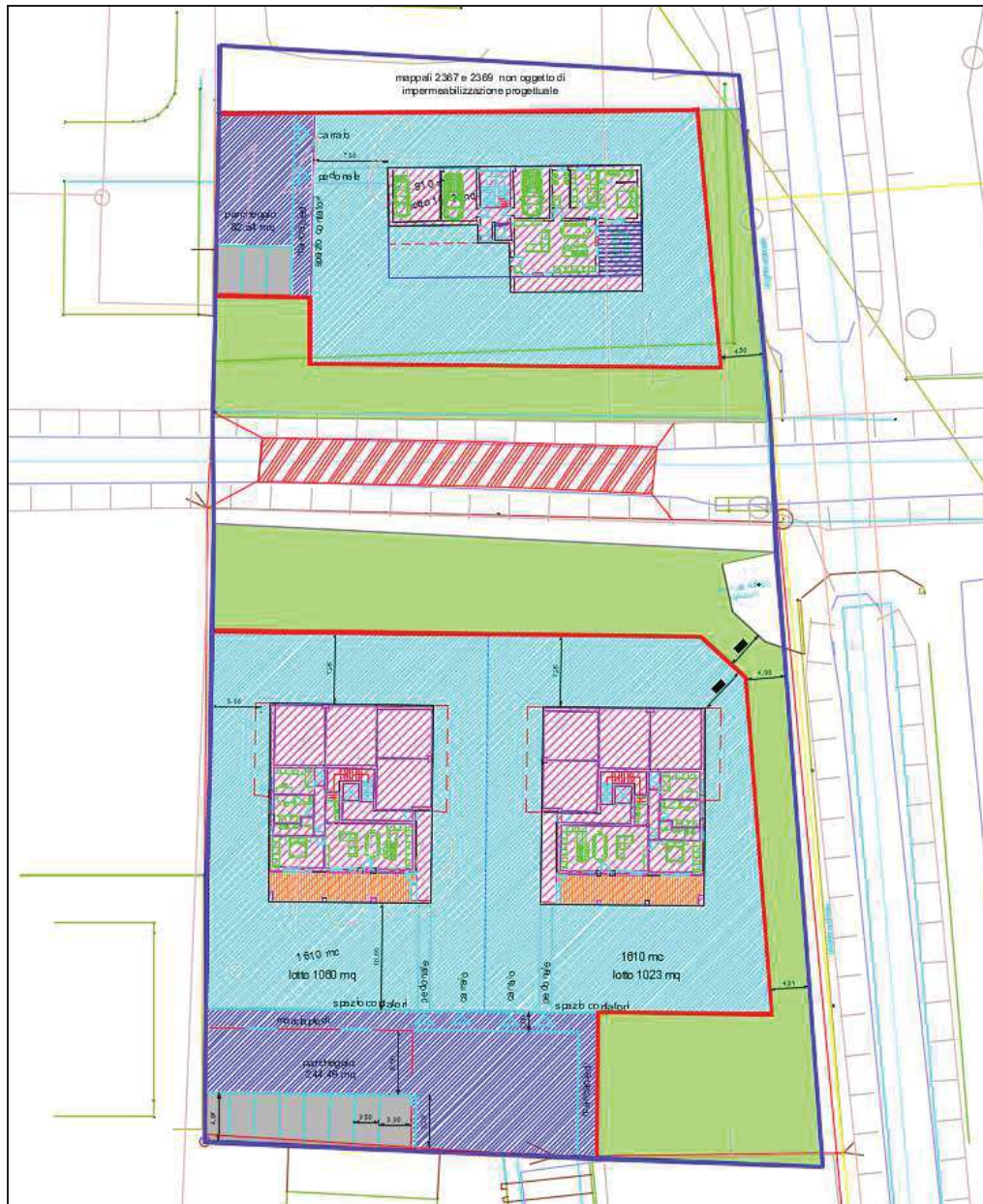


Figura 17. Planimetria dello stato di progetto (in blu l'ambito di intervento, in rosso l'area oggetto di impermeabilizzazione progettuale).

7.1 Determinazione del coefficiente di deflusso

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 seguente riporta la suddivisione per tipologia di copertura del suolo ed i corrispettivi coefficienti di deflusso medi. Nella suddivisione delle aree e nell'individuazione dei rispettivi coefficienti di deflusso si sono fatte le seguenti considerazioni:

- All'area occupabile da viabilità e parcheggi in conglomerato bituminoso, dai marciapiedi, dalla sagoma dei fabbricati in progetto e da altre superfici comunque assimilabili a superfici impermeabili è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,90;
- Alle aree in cui sono previste aiuole, e superfici a verde standard, che per gli abitanti equivalenti ammontano a complessivi 840 mq all'interno delle due aree oggetto di impermeabilizzazione, è stato attribuito un coefficiente di deflusso allo stato di progetto pari a 0.2, proprio delle superfici completamente impermeabili.

Tabella 12. Tabella riassuntiva della configurazione di progetto dell'area, superfici in mq e corrispondenti coefficienti di afflusso.

STATO DI PROGETTO LOTTI NORD-SUD		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
verde pubblico primario + secondario	840,00	0,2
impermeabile nord+sud	2996,00	0,9
Totale area	3836,00	0,75

L'area efficace di progetto risulta essere complessivamente pari a 2.864,40 mq. L'impermeabilizzazione progettuale è pari alla differenza di area effettiva tra stato di fatto e di progetto e ammonta a 2097.20 mq.

Secondo la DGR 1322/06, l'intervento rientra nella categoria *modesta impermeabilizzazione potenziale*.

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 18 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.

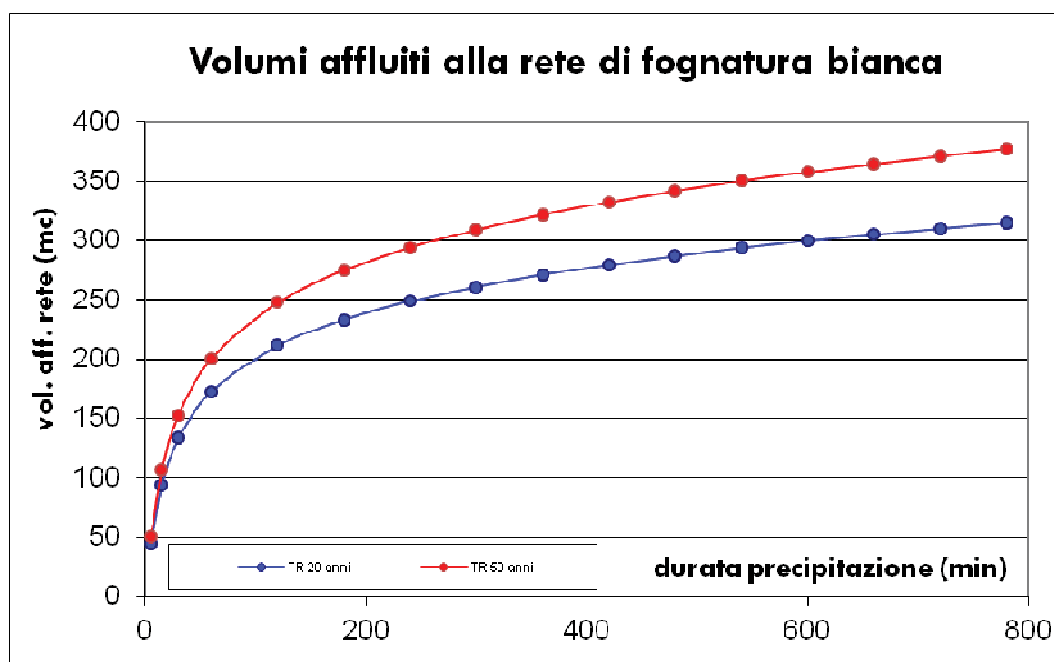


Figura 18. Volumi affluiti alla sezione di chiusura della rete di raccolta delle acque meteoriche per tempi di ritorno di 20 e 50 anni e per durate di pioggia crescenti da 5 minuti a 13 ore.

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 pari a 5 l/s*ha per un totale di circa 1.92 l/s. Tale valore è raccomandato infatti dai principali strumenti di pianificazione comunale in materia idraulica, riguardando lo scarico in un ramo a difficoltàoso come quello dello Scolo Lazzaretto/Mestrina, a valle soggetto a scolo meccanico.

Nel caso specifico, secondo quanto riportato in premessa ed in particolare nella **Errore**. **L'origine riferimento non è stata trovata.**, l'intervento ricade nella categoria *significativa impermeabilizzazione potenziale* dove sarà adottato il criterio numero 2 per la determinazione del volume da invasare ovvero il metodo delle sole piogge così come previsto nella DGR 1322/06.

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.

$$Wi = We - Wu = S \cdot \varphi \cdot \left[\frac{a}{(t+b)^c} \cdot t \right] - Qu \cdot t$$

dove:

Wi è il volume di invaso;

We è il volume in ingresso;

Wu è il volume in uscita;

S è la superficie scolante;

φ è il 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:

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

che, a convergenza, porta a determinare:

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

e conseguentemente:

$$Wi = We - Wu = S \cdot \varphi \cdot \left[\frac{a}{(t_{critico}+b)^c} \cdot t_{critico} \right] - Qu \cdot t_{critico}$$

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:

<i>portata consentita allo scarico dai 2 lotti)</i>	<i>$Q=1.92$ l/s (complessivamente)</i>
<i>durata critica</i>	<i>$t=10.54$ ore</i>
<i>massimo volume di invaso</i>	<i>$V=289$ mc</i>
<i>volume di invaso specifico</i>	<i>$v=753$ mc/ha (<u>sup totale</u>)</i>

Il volume specifico di invaso necessario a garantire l'invarianza idraulica (pari a 289 mc/ha) va confrontato con i volumi specifici di invaso minimi stabiliti dal Genio Civile; l'ufficio del Genio Civile di Padova stabilisce quale valore minimo d'invaso da adottare per la progettazione delle opere di laminazione per le nuove aree residenziali $v > 600$ mc/ha di superficie impermeabilizzata corrispondente per il seguente intervento a 230 mc. Pertanto a favore di sicurezza saranno utilizzati ai fini progettuali i valori derivanti dal metodo delle sole piogge.

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 10.54 ore.

Tabella 13: 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
100	0,25	82,14	235	12	224	583
150	0,50	91,64	262	17	245	639
200	0,60	98,37	282	23	259	675
250	0,90	103,61	297	29	268	699
300	1,00	107,93	309	35	275	716
350	2,00	111,62	320	40	279	729
400	3,00	114,85	329	46	283	738
450	4,00	117,73	337	52	285	744
500	5,00	120,33	345	58	287	749
550	6,00	122,70	351	63	288	751
632,5	10,54	126,23	362	73	289	753
700	7,00	128,82	369	81	288	752

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 dello stato di fatto caratterizzato da portata costante pari a 1,92 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 ($t_c=10$ 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:

$$t_a = \frac{0,5l}{s^{0,375}(i\phi S)^{0,25}} \quad [\text{Mambretti e Paoletti, 1997}]$$

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

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 dl 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.

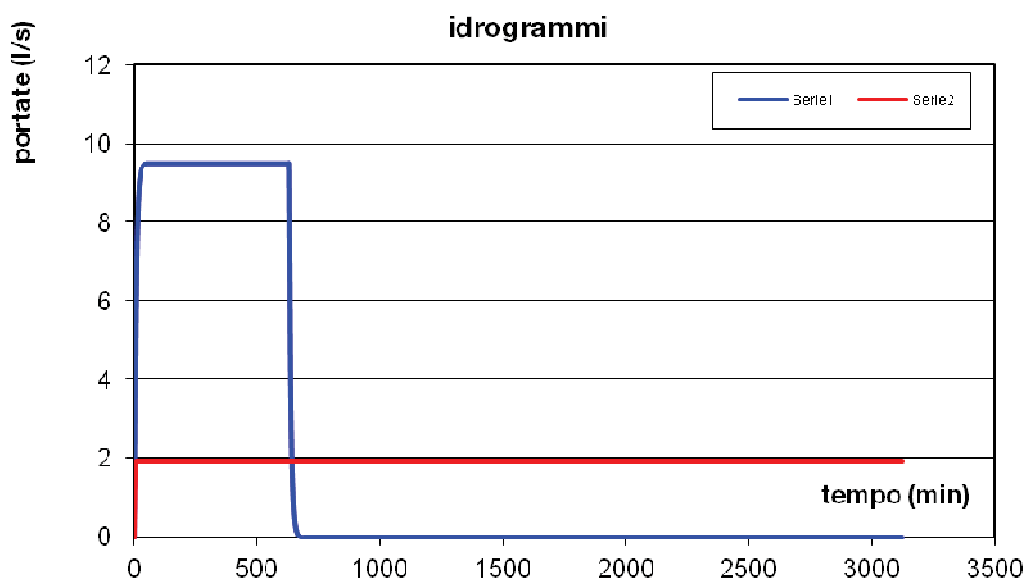


Figura 19. Grafico riassuntivo della configurazione di progetto. La linea blu rappresenta l'idrogramma in ingresso al sistema di laminazione, la linea rosso il massimo idrogramma accettabile allo scarico.

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 10,00 l/s*ha rappresenta il volume di invaso da rendere disponibile. Tale volume viene rappresentato nella seguente Figura 20 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 circa 285 mc.

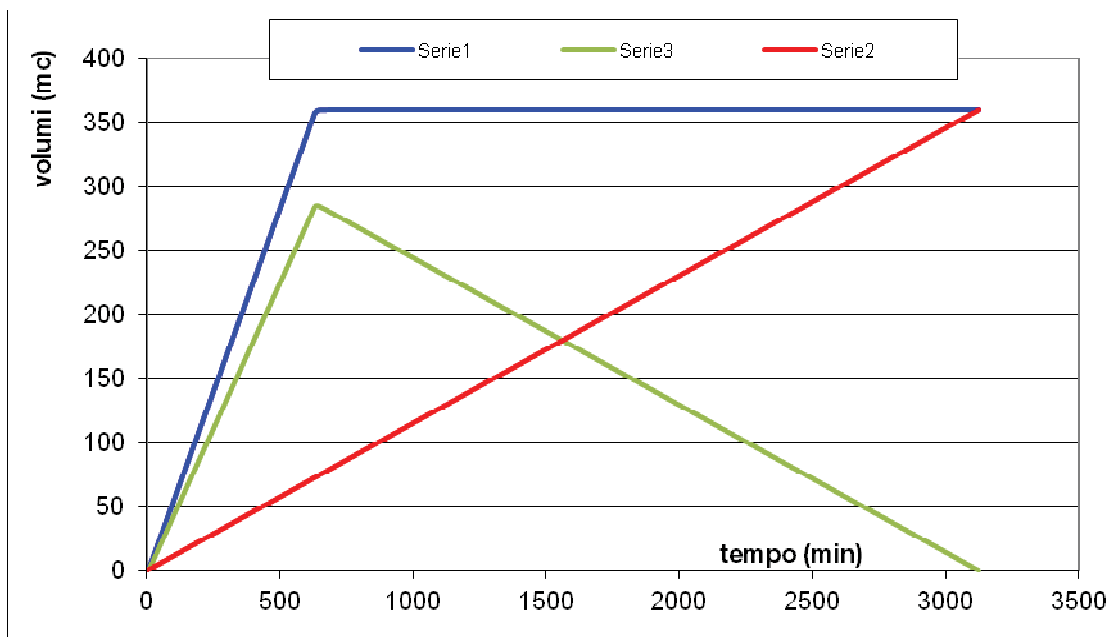


Figura 20. Andamento dei volumi: ingresso (linea blu); in uscita (linea rossa); invasato (linea verde).

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 30 minuti e le 6 ore.

Volendo, anche questa volta, porsi quindi a favore di sicurezza, risulta conveniente adottare come base progettuale i valori forniti dal metodo delle sole piogge; questo infatti fissa a 289 mc il volume di invaso necessario ai fini della laminazione della portata meteorica, per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni.

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

Ai sensi della D.G.R. 2948 del 06.10.2009, ai fini dell'invarianza idraulica del progetto di ampliamento del cimitero di Caselle di Selvazzano Dentro, si deve garantire un volume di invaso minimo di 289 mc.

Tale volume da rendere disponibile per l'invaso verrà realizzato mediante la completa demolizione del tombinamento preesistente lungo lo scolo Mestrina, che come si è visto in precedenza misura circa 40 metri e separa in due parti l'area di intervento.

Tale soluzione progettuale è stata discussa e recepisce le indicazioni del consorzio di bonifica competente. In questo modo, oltre a recuperare un volume complessivamente superiore a quanto necessario, si provvederà a rimuovere un restringimento localizzato preesistente lungo un corso d'acqua rilevante all'interno della rete di bonifica consortile.

Naturalmente saranno abbattuti anche i muri di sostegno laterali del tombinamento e sarà integralmente ripristinata la sezione preesistente, in continuità con quelle di monte e di valle rilevate compiutamente.

Sarà invece integralmente mantenuto il manufatto di sfioro dello scolo Mestrina su quello Lazzaletto, in precedenza realizzato dal Consorzio Brenta.

Particolare cautela dovrà essere adottata epr la demolizione in prossimità delle spalle della paratoia di sfioro, che si intesta proprio al muro preesistente di sostegno dello scatolare nella sezione di valle del tombinamento

Il calcolo del volume che sarà disponibile all'invaso dalla rimozione del tombinamento considera le sezioni immediatamente a monte e valle del tombinamento stesso, immaginando di riproporre su tutta la lunghezza dei 40 metri di scatolare una sezione media e valutando la sezione liquida recuperata per effetto del ripristino della scarpata.

Di seguito si riportano le due sezioni, caratterizzate da una quota al fondo molto simile.

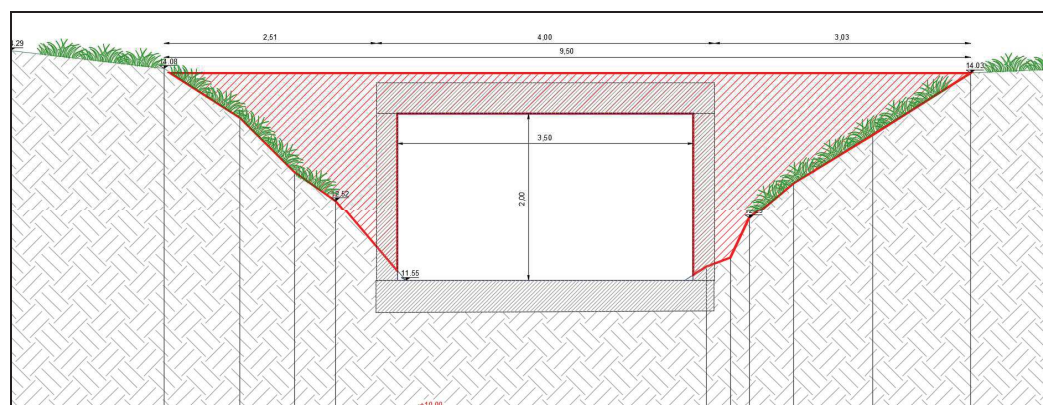


Figura 21. Sezione 1 1 a monte dello scatolare. In rosso l'area liquida recuperata, pari a circa 8,14 mq.



Figura 22. Sezione 2 2 a valle dello scatolare. In rosso l'area liquida recuperata, pari a circa 7,15 mq.

La tabella seguente illustra il calcolo del volume complessivamente recuperato dal tombinamento. E' stata calcolata la media aritmetica tra le due sezioni e il risultato è stato moltiplicato per la lunghezza di tombinamento oggetto di rimozione.

Tabella 14. Calcolo del volume di invaso sullo Scolo Mestrina recuperato dalla rimozione del tombinamento.

CALCOLI DEL VOLUME DI INVASO RECUPERATO		
SEZIONE 1 1 (MONTE) LIQUIDA RECUPERATA	mq	8,14
SEZIONE 2 2 (VALLE) LIQUIDA RECUPERATA	mq	7,15
SEZIONE MEDIA RECUPERATA	mq	7,65
LUNGHEZZA TRATTO RIMOSSO	m	40
VOLUME COMPLESSIVAMENTE RECUPERATO	mc	305,8

Dal calcolo si conclude che il volume complessivamente recuperato è pari a circa 305,8 mc, superiore a quanto richiesto.

Naturalmente questo tipo di sistema di invaso, ottenuto recuperando la sezione originaria dello scolo consortile recapito delle portate meteoriche, non sarà dotato di alcun manufatto di laminazione o di trattenuta delle portate.

In ogni caso si tratterà di un intervento migliorativo, non solo per la sola area di studio ma, per l'intera rete di bonifica e non soltanto per compensare l'impermeabilizzazione progettuale dell'intervento in progetto.

All'interno dell'area di intervento sono previste le necessarie opere di raccolta delle acque meteoriche comprendenti linee caditoie in grado di servire sia i fabbricati e le coperture in progetto, che le opere di urbanizzazione quali parcheggi marciapiedi.

10 DIMENSIONAMENTO DELLE CONDOTTE DI SCARICO

Per ciascuno dei 2 lotti costituenti l'area di intervento, a valle della rete di raccolta è prevista una condotta di scarico sullo scolo Mestrina all'interno del tratto in cui sarà rimosso il tombinamento e recuperato il volume di invaso necessario.

Il diametro di ciascuna condotta di scarico si dimostra sufficiente a scaricare anche afflussi derivanti da eventi eccezionale caratterizzati da tempi di ritorno di 50 anni.

Relativamente al lotto nord, l'idrogramma di piena, riportato nella seguente figura, e risulta pari a 31 l/s circa.

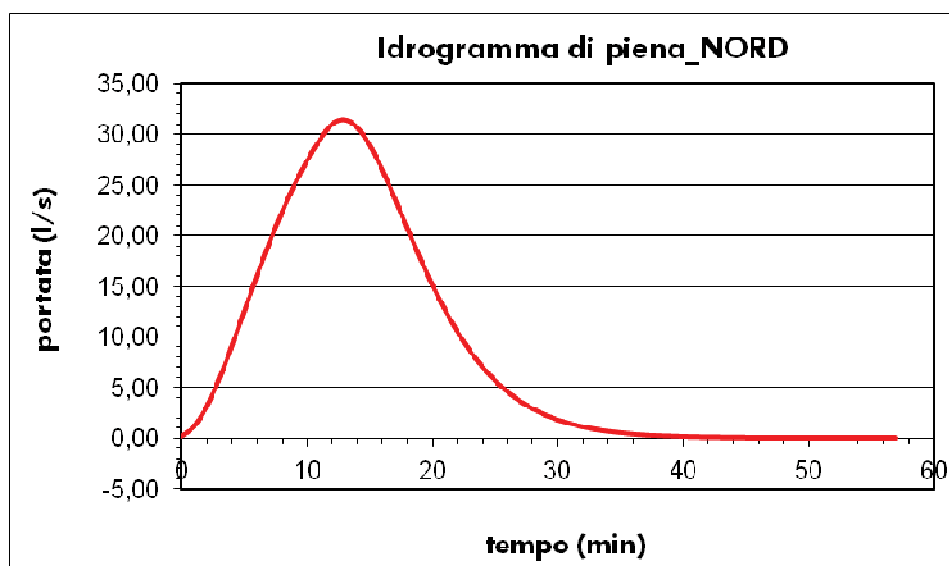


Figura 23. LOTTO NORD. Onda di piena della configurazione di progetto per un TR50 e una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione.

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.

In questo caso la portata di picco pari a circa 31 l/s potrà essere scaricata efficacemente tramite una condotta PVC DN250 mm.

Esaminando infine il lotto sud, l'idrogramma di piena, riportato nella seguente figura, e risulta pari a 69 l/s circa, avente pendenza minima pari a circa il 2‰.

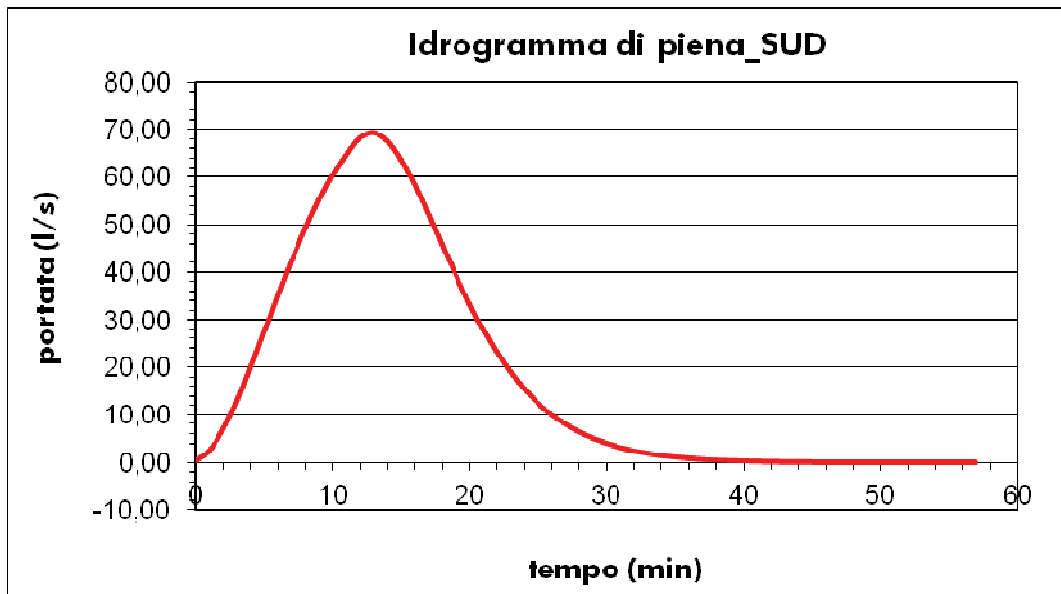


Figura 24. LOTTO SUD. Onda di piena della configurazione di progetto per un TR50 e una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione.

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.

In questo caso la portata di picco pari a circa 69 l/s potrà essere scaricata efficacemente tramite una condotta PVC DN315 mm, avente pendenza minima pari a circa il 2%.

11 SINTESI DELLA VALUTAZIONE

STATO DI PROGETTO LOTTI NORD-SUD		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
verde pubblico primario + secondario	840,00	0,2
impermeabile nord+sud	2996,00	0,9
Totale area	3836,00	0,75

Volume d'invaso minimo: 289 mc.

INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO:

CALCOLI DEL VOLUME DI INVASO RECUPERATO		
SEZIONE 1 1 (MONTE) LIQUIDA RECUPERATA	mq	8,14
SEZIONE 2 2 (VALLE) LIQUIDA RECUPERATA	mq	7,15
SEZIONE MEDIA RECUPERATA	mq	7,65
LUNGHEZZA TRATTO RIMOSSO	m	40
VOLUME COMPLESSIVAMENTE RECUPERATO	mc	305,8

Volume totale disponibile: 305.80 mc.

Recapito finale: Collettore Mestrina già oggetto di rimozione del tombinamento preesistente.

12 ALLEGATO: PARERE IDRAULICO FAVOREVOLE

05 OTT. 2018

*Ritiro concessione consortile per costruzione
edifici in prossimità dello scolo Mestrina.*



Egregio Signor
Cassanego Renato
via S. Anna, 14
35030 Selvazzano Dentro (PD)

Si comunica che la concessione di cui alla Sua richiesta pervenuta il 28/09/2018 ns. prot. n. 13657 è pronta per la sottoscrizione e il ritiro presso il nostro Ufficio che segue le Concessioni, nelle **sole mattine di lunedì e giovedì dalle ore 8.30 alle ore 12.30.**

La concessione -di cui si allega la minuta per presa visione- potrà essere ritirata **solo dal Richiedente intestatario**, Signor Cassanego Renato, o da persona munita di apposita **procura speciale (atto notarile redatto appositamente per tale scopo)** che la autorizzi **espressamente a sottoscrivere per accettazione** le condizioni in essa contenute.

Le presenti indicazioni per la sottoscrizione sono vincolanti e tassative: l'Ufficio non consegnerà le concessioni a persone diverse dal Richiedente o da persone non titolate nei modi sopra descritti.

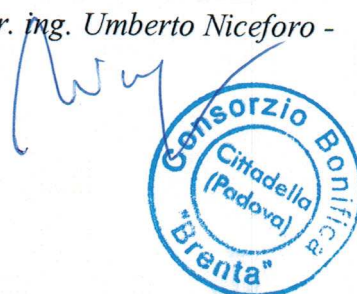
Si ricorda che all'atto del ritiro dovranno essere presentate n. 2 marche da bollo da € 16,00 per la domanda e per la resa in bollo della concessione.

Si rammenta che, in ogni caso, le opere oggetto di concessione non potranno essere iniziate prima del ritiro della stessa.

In caso di mancato ritiro **entro 45 gg.** dalla data della presente, la pratica verrà archiviata e quindi la richiesta si intenderà decaduta.

Distinti saluti.

IL DIRETTORE
- dr. ing. Umberto Niceforo -



SN/sn

CONCESSIONE IDRAULICA.

Egregio Signor

CASSANEGO RENATO

Via S. Anna, 14

35030 SELVAZZANO DENTRO (PD)

e p.c. AL COMUNE DI SELVAZZANO DENTRO

Piazza Guido Puchetti, 1

35030 SELVAZZANO DENTRO (PD)

Premesso che il Richiedente in indirizzo, signor Cassanego Renato, di seguito denominato *Concessionario* nato a Albignasego il 02.04.1939 e residente a Selvazzano Dentro in Via S. Anna n. 14, C.F. CSSRNT39D21A161S, con domanda pervenuta in data 28/09/2018 ns. prot. n. 13657, ha chiesto la **concessione idraulica** per la costruzione di tre edifici residenziali in prossimità dello scolo Mestrina in comune di Selvazzano Dentro, Fg. 4, mapp. 1271-2368-2370, di cui si dichiara proprietario;

Esaminata la documentazione presentata;

Viste le risultanze dell'istruttoria espletata;

Visti gli artt. 86, 89 del D. Lgs. 112/98 con cui sono state conferite alle Regioni ed agli Enti locali le funzioni in materia di Demanio idrico;

Vista la Legge Regionale n. 5/2001 ed in particolare l'art. 54;

Vista la Legge Regionale n. 11/2001 ed in particolare l'art. 83;

Visto il R.D. 8 maggio 1904, n. 368 e successive modifiche e integrazioni;

Visto lo Statuto consorziale;

Ritenuta la richiesta di concessione ammissibile e compatibile con lo stato dei luoghi e con la vigente normativa di polizia idraulica;

tutto ciò premesso

SI CONCEDE

al sopraindicato Concessionario quanto richiesto, esclusivamente sotto l'aspetto idraulico e fatti salvi ed impregiudicati eventuali diritti di terzi, subordinatamente all'accettazione ed all'osservanza delle condizioni sottorportate.

La presente concessione non è sostitutiva delle prescritte autorizzazioni comunali ("Permesso di costruire", "Segnalazione certificata di inizio attività" e se previsto "Autorizzazione ai sensi della L.R. 63/1994 in materia di Beni Ambientali"), nonché della "Autorizzazione allo scarico", dal punto di vista della qualità delle acque, della Provincia e/o di altri enti preposti.

Si precisa che le condizioni tecniche, costruttive, di gestione, amministrative e di legge, tutte di seguito riportate, vincolano il sopraindicato Concessionario e i Suoi futuri aventi causa denominati e riconosciuti successivamente nella qualificazione di "Concessionario".

CONDIZIONI TECNICHE, COSTRUTTIVE E DI GESTIONE

1. *l'opera sia realizzata come indicato negli elaborati grafici allegati alla richiesta in oggetto descritta, a firma dell'ing. Giuseppe Baldo, iscritto al n. 2335 dell'Ordine degli Ingegneri della provincia di Venezia, che prevedono:*

- *la demolizione di un tratto di 40 m di tombinatura sullo scolo Mestrina con ripristino della sezione idraulica a cielo aperto mantenendo una larghezza netta interna di fondo di 3,5 m, una larghezza netta interna superiore di 9,9 m con un'altezza netta interna misurata dal fondo del canale espurgato di 2,4 m da realizzare in un'unica livelletta raccordando le rispettive quote di monte e di valle;*
- *la costruzione di tre edifici residenziali (uno a nord dello scolo Mestrina avente superficie di 1196 m² e due a sud dello scolo Mestrina avente superficie di 2640 m²). Al fine di "mitigare" le nuove portate derivanti dalla realizzazione delle nuove opere, così come previsto nello studio di compatibilità idraulica a firma dell'ing. Giuseppe Baldo, in ottemperanza a quanto previsto dalla delibera di Giunta regionale 1322/2006 e s.m.i.,*

dovrà, come previsto, essere ricavato un volume d'invaso totale di 305,8 m³, ottenuto ricalibrando a cielo aperto il tratto di scolo Mestrina fronte la proprietà; tale volume, per l'area d'intervento di 3836 m², corrisponde a un vaso specifico pari a 804,7 m³/ha. Le due tubazioni di scarico, una in sponda sinistra ed una in sponda destra dello scolo Mestrina, dovranno essere sagomate nel rispetto dell'attuale scarpata del canale;

- il piano d'imposta degli edifici dovrà attestarsi ad una quota di almeno 50 cm sopra alla quota del piano stradale o al piano campagna medio circostante, come previsto dall'art 13 lettera o) del P.A.T. del comune di Selvazzano Dentro approvato con D.G.R.V. n. 89 del 16/09/2016;
- 2. per un'estensione di almeno 3 m, sia a monte che a di entrambe le tubazioni di scarico, dovrà essere eseguito un adeguato rivestimento spondale e del fondo dello scolo Mestrina, con sasso di pezzatura di 25/40 cm posto sull'unghia della scarpata per la formazione di berma d'appoggio e con sasso di pezzatura di 15/20 cm per il ripristino della sponda e del fondo del canale;
- 3. il Concessionario, deve essere consapevole che l'area in esame, recapita le acque meteoriche in un sistema idraulico soggetto a deflusso meccanico alternato, con possibili rischi conseguenti. Analogamente, deve intendersi nota ed accettata l'eventualità in cui gli scarichi a mezzo dell'idrovora consortile siano preclusi per ordine degli Uffici Regionali. In ogni caso il Consorzio sarà indenne da ogni responsabilità conseguente;
- 4. la fascia di rispetto idraulico di 4 m dal ciglio del corso d'acqua deve essere mantenuta costantemente libera e in manutenzione del Concessionario e lungo la stessa non devono essere messe a dimora piantagioni o arbusti di altro genere, né devono essere poste cordone, pavimentazioni o qualsivoglia tipo di costruzione, anche a titolo precario, per consentire il transito dei mezzi manutentori del Consorzio ed il deposito di eventuale materiale di risulta da espurghi e diserbi;
- 5. il Concessionario dovrà provvedere al ripristino a perfetta regola d'arte di tutti i manufatti esistenti eventualmente interessati dai lavori; nessuna responsabilità ed onere potranno essere imputate al Consorzio per il ripristino di manufatti propri o altrui nel luogo dell'intervento;
- 6. l'opera in oggetto descritta non dovrà in ogni caso restringere l'attuale sezione idraulica del canale;
- 7. la presente concessione viene emessa in riferimento all'applicazione di adeguati criteri di tutela del territorio sotto il punto di vista idraulico e non costituisce garanzia di corretta progettazione e di funzionamento del sistema, la cui responsabilità viene rimessa al progettista dell'intervento, che si fa garante che la redazione degli elaborati è stata sviluppata nel rispetto delle normative tecniche vigenti e secondo le buone regole della progettazione;
- 8. il progettista dovrà verificare la compatibilità delle quote degli allacciamenti alla rete principale di raccolta con quella dei livelli di massimo vaso e predisporre gli eventuali opportuni accorgimenti (quali ad esempio adeguate valvole di non ritorno sulle linee di allacciamento, o altro ritenuto opportuno) per garantire la sicurezza idraulica dell'area;
- 9. eventuali variazioni del progetto già approvato o difformità da quanto sopra indicato dovranno essere comunicate a questo scrivente Consorzio e da esso approvate;
- 10. ferma restando la necessità di limitare il valore al colmo della portata generata dalla nuova configurazione e recapitata alla rete esterna, si rimette al progettista la responsabilità della verifica del grado di sicurezza indotto dalle impostazioni di progetto e della reciproca compatibilità dei manufatti previsti, e quindi il dimensionamento dei corrispondenti volumi di laminazione e la funzionalità dell'intero sistema, con riferimento anche alla corretta definizione delle livellette e delle quote di progetto delle condotte;
- 11. Il Concessionario dovrà quindi dotare lo scarico di valvola di non ritorno (clapet) in modo che, nel caso in cui il livello idrico nel canale consortile non consenta lo scarico, tale valvola si chiuda, evitando rientri d'acqua o rigurgiti nella rete delle acque meteoriche del Concessionario. In tali situazioni, tuttavia, lo scarico sarà temporaneamente inibito, della qualcosa il concessionario dichiara di essere consapevole con lo sottoscrizione della presente e altresì dovrà adottare tutte le cautele necessarie per tutelarsi dagli effetti negativi delle acque. Il Consorzio sarà ritenuto indenne da ogni responsabilità conseguente;
- 12. eventuali imprevisti nell'esecuzione delle opere che dovessero presentarsi durante i lavori dovranno essere esaminati tra la Direzione lavori ed il Consorzio, che insieme concorderanno idonee soluzioni;
- 13. i lavori dovranno essere eseguiti sotto la sorveglianza del Consorzio, al quale andrà comunicata, con almeno 8 giorni di preavviso, la data d'inizio lavori, anche utilizzando il modello allegato. I lavori dovranno iniziare entro 1 anno a decorrere dalla data di emissione della presente concessione e dovranno essere completati entro 3 anni; la

validità della presente sarà da ritenersi decaduta oltre quest'ultimo termine se non prorogata previa specifica richiesta, riservandosi questo Consorzio la possibilità di imporre nuove condizioni o richiedere modifiche al progetto presentato. A lavori ultimati, sarà cura del direttore dei lavori trasmettere al Consorzio, unitamente alla comunicazione di ultimazione lavori, una dichiarazione attestante la conformità degli stessi al progetto depositato e alle prescrizioni impartite con la presente; questo Consorzio si riserva in ogni caso la facoltà di verificare, in qualsiasi momento, la corretta esecuzione delle opere previste;

14. Il Concessionario nel caso in cui il livello idrico nel canale consortile non consenta lo scarico, dovrà adottare tutti gli accorgimenti necessari per evitare rientri d'acqua o rigurgiti nella rete delle acque meteoriche. In tali situazioni, tuttavia, lo scarico potrà essere temporaneamente inibito, della qualcosa il concessionario dichiara di essere consapevole con lo sottoscrizione della presente e altresì dovrà adottare tutte le cautele necessarie per tutelarsi dagli effetti negativi delle acque. Il Consorzio sarà ritenuto indenne da ogni responsabilità conseguente;
15. resteranno a carico del Concessionario tutte quelle riparazioni che si rendessero necessarie per effetto o a causa totale o parziale della presente concessione ivi compresa la manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere concessionate e su quelle consorziali prossime. Sulla necessità delle riparazioni, come pure sulla loro entità ed urgenza, giudicherà esclusivamente e inappellabilmente il Consorzio. Nel caso di inadempienza si interverrà d'ufficio con addebito delle spese, alla cui riscossione si procederà con le norme e con i privilegi di esazione delle contribuzioni consorziali. Nell'esecuzione dei lavori il Concessionario dovrà attenersi a tutte le norme e modalità che all'uopo verranno impartite dal Consorzio;
16. si specifica che il presente nulla-osta è limitato agli aspetti quantitativi per i quali le acque sono compatibili da un punto di vettoriamento idraulico, rinviando alle competenti Autorità il pronunciamento sull'autorizzabilità dello scarico in roggia in relazione alla "qualità" delle acque;

CONDIZIONI AMMINISTRATIVE E DI LEGGE

17. in ogni caso lo scarico dovrà avvenire in conformità alle disposizioni del D.Lgs n. 152/2006, in particolare l'articolo 130 che prevede la revoca della concessione in qualsiasi tempo;
18. il Consorzio si ritiene fin d'ora esente da ogni e qualsiasi responsabilità per conseguenze a cose o a persone determinate da eventuali episodi di inquinamento delle acque che attraverso lo scarico del Concessionario confluiscono nella rete consorziale;
19. il Consorzio ha la facoltà di revocare in qualsiasi tempo la concessione allo scarico, rispettando il criterio dell'ordine cronologico, qualora il cumulo degli scarichi acquei concessi superi la concentrazione massima ammissibile di inquinanti nelle acque di bonifica o di irrigazione o non consenta l'utilizzazione delle acque a scopi irrigui. Il canale è soggetto a variazioni di portata o addirittura, in certi periodo dell'anno, ad asciutta totale e per questo nulla potrà essere addebitato al Consorzio;
20. la concessione è accordata senza pregiudizio dei diritti di terzi ed è sempre revocabile, modificabile e rescindibile in qualsiasi tempo, quando - a giudizio insindacabile del concedente - ciò sia ritenuto necessario a tutela dei superiori interessi del Consorzio e del territorio da esso gestito;
21. il Concessionario è obbligato a denunciare al Consorzio ogni eventuale variazione di proprietà entro quindici giorni dalla data di stipulazione del contratto relativo al trasferimento di proprietà per il rilascio della concessione ai nuovi proprietari, fermi rimanendo nell'alienante, in caso di inadempienza di questa condizione, tutti gli obblighi e le responsabilità assunti con la presente verso il Consorzio;
22. il Concessionario è altresì obbligato a denunciare al consorzio ogni eventuale rimozione/modifica del/i manufatto/i. In mancanza di detta comunicazione, almeno entro trenta giorni dallo scadere dell'annualità, il canone sarà comunque dovuto e non soggetto a nessun tipo di sgravio per l'annualità di riferimento;
23. oltre alle condizioni contenute nel presente atto, il Concessionario è tenuto alla osservanza di tutte le disposizioni di polizia idraulica della bonifica (R.D. 8/5/1904 n. 368 e successive modificazioni ed integrazioni), dello statuto e dei regolamenti consorziali, nonché di tutte le prescrizioni legislative e regolamentari concernenti il regime delle acque pubbliche, l'agricoltura, l'industria, l'igiene e la sicurezza pubblica e, in particolare, del D.L.vo n. 152/2006;
24. tutti i diritti, spese, imposte e tasse inerenti e conseguenti alla presente concessione sono a carico del Concessionario;
25. la mancata osservanza delle condizioni sopra elencate o la difformità dei lavori da quanto previsto nel progetto depositato comporteranno l'immediata decadenza della presente concessione;

26. le opere di cui al presente atto sono concesse al Concessionario e ai suoi aventi diritto per la durata di anni 10 dalla data della presente, rinnovabili secondo le modalità previste dalla vigente normativa in materia e in ogni caso solo in forma scritta. In ipotesi di rinuncia alla concessione prima della scadenza naturale del termine, previa rimozione del manufatto, dovrà essere data disdetta al Consorzio entro il 31 dicembre dell'anno in corso e il canone non sarà più applicato a partire dall'anno successivo. Al termine della concessione, il Concessionario è obbligato a rimuovere le opere interessanti il canale e ad eseguire a proprie spese i lavori necessari per il ripristino dell'alveo, delle sponde e delle arginature nelle condizioni richieste dal pubblico interesse;
27. copia della presente concessione potrà essere ritirata presso i nostri uffici direttamente dal Concessionario, che la sottoscriverà per accettazione di tutte le condizioni poste.

IL DIRETTORE
- dr. ing. Umberto Niceforo -

(responsabile del procedimento)

Avverso il presente provvedimento è ammesso ricorso straordinario al Presidente della Repubblica entro 120 giorni dal ricevimento o ricorso giurisdizionale al T.A.R. per il Veneto entro il termine di 60 giorni dalla data di ricevimento del provvedimento stesso.

Il Concessionario dichiara di accettare, a tutti gli effetti, la sopra estesa concessione; dichiara inoltre che, qualora dovessero verificarsi danni alle opere oggetto della presente a seguito di interventi sul canale, nulla avrà a pretendere dal Consorzio a titolo di risarcimento.

Il Concessionario, consapevole delle sanzioni penali nel caso di dichiarazioni non veritiere, di formazione o uso di atti falsi, richiamate dall'art. 76 del Dpr 445 del 28 dicembre 2000, dichiara che i dati riportati nella domanda e negli allegati sono veritieri.

Copia della presente autorizzazione dovrà essere allegata ai singoli atti notarili di eventuali futuri passaggi di proprietà.

A conferma sottoscrive il presente atto, consapevole che l'inosservanza anche di una delle sopra elencate prescrizioni ne comporterà la revoca e, per quanto non comunicato ai terzi aventi causa, fonte di responsabilità nei confronti del Consorzio di bonifica Brenta che sarà comunque tenuto indenne.

Cittadella, li _____

Firma (leggibile)
IL CONCESSIONARIO
