

COMUNE DI VENEZIA

PIANO DI LOTTIZZAZIONE N.1 Z.T.O. D4.b-4 IN LOCALITA' TERRAGLIO E AGGIORNAMENTO DEL P.C.P. APPROVATO CON D.C.C. N. 74 DEL 09/02/2010

PROPONENTI:

TERRAGLIO S.p.a. - via Enrico degli Scrovegni n°1 - 35131 Padova (Pd)
Istituto Diocesano per il sostentamento del Clero con sede in Venezia

PROGETTISTI:

ing. arch. Alberto Arvalli



arch. Giovanni Caprioglio



ing. Luigi Endrizzi



invarianza idraulica

SCALA

ELABORATO

NOVEMBRE
2012

Ogni riproduzione, utilizzazione o cessione del presente disegno a terzi senza autorizzazione è punibile penalmente secondo i termini di legge

15

Comune di Venezia

PIANO DI LOTTIZZAZIONE

Z.T.O. D4.b-4 TERRAGLIO

ZONA PER ATTREZZATURE ECONOMICHE VARIE

P. di L. n°1 del P.C.P. APPROVATO CON D.C.C. n°74 DEL 09/02/2010

Relazione di asseverazione idraulica

PROGETTISTA PER
L'INVARIANZA IDRAULICA:

Ing. Giuseppe Baldo

Collaboratori:

Dott. Francesco Guidolin
Dott. Marco Lisso

PROGETTISTA ARCHITETTONICO:

Studio Endrizzi
Via Germania, 7 int. 12
35010 Vigonza (PD)
tel.: 049.8936131 - 049.8936135
fax.: 049.8935758
email: info@studioendrizzi.it

AEQUIN
GROUP

aequa engineering

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



REV. N°:

PERCORSO DIGITALE:

..\dati\Progetti in corso\Progetti in corso 2

DATA:

Marzo 2012

Sommario

1	PREMESSA	1
2	INQUADRAMENTO METODOLOGICO	4
3	DESCRIZIONE DELLO STATO AUTORIZZATO	4
4	DESCRIZIONE DELLO STATO DI VARIANTE.....	6
5	ASSEVERAZIONE.....	7

1 PREMESSA

La presente relazione riguarda lo studio delle modifiche progettuali inerenti il progetto "Comparto D4/b4 - Area Terraglio- Piano di lottizzazione n.1" a Zelarino-Mestre, Comune di Venezia.

Il sito sul quale sarà realizzato l'intervento è posto nella zona nord ovest dell'abitato di Mestre, ed è individuato in Figura 1 sotto riportata, tratta dal sito mapsgoogle.com.



Figura 1. Inquadramento geografico (www.mapsgoogle.com)

L'area è individuata catastalmente alla sezione di Mestre (foglio 8, mappali 28-219-223-844-1151-1167-1168-1175-1176-1193-1249-1320-1321-1322-1535-1602-1604-1622-839-5-967-968-810-1351-21-19) e, in parte, a quella di Zelarino (foglio 8-13 Mappali 1022-79-694-779-695-700-486).

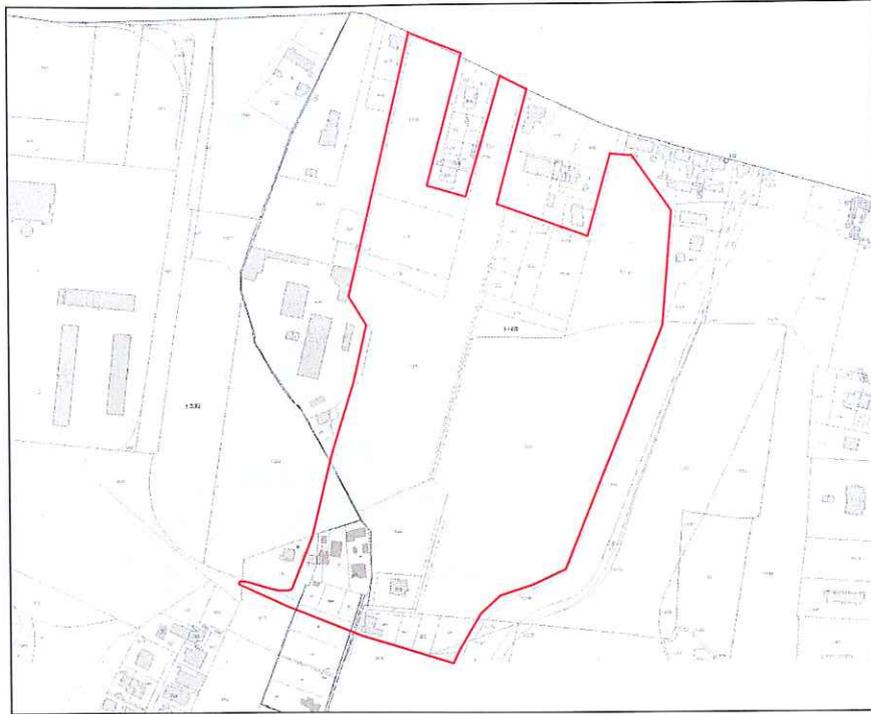


Figura 2. Estratto catastale (in rosso l'ambito di intervento).

La variante al PRG per la Terraferma individua l'area come area D4 - b4-commerciale artigianale e produttivo, e Z.T.O. attrezzature economiche varie.

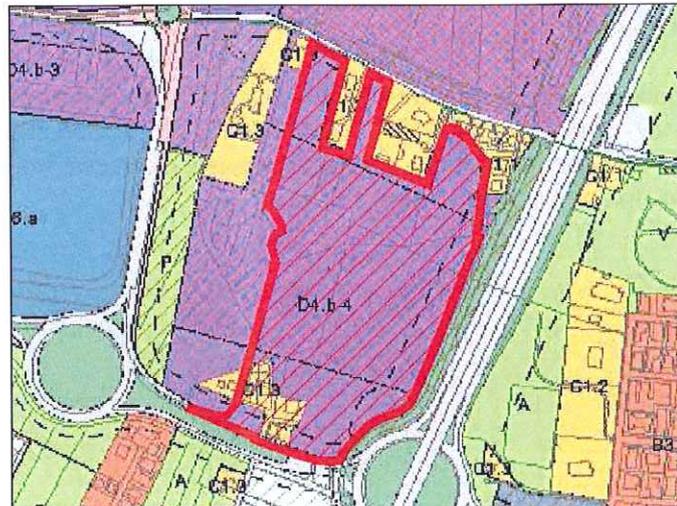


Figura 3. Estratto dalla Variante al PRG per la Terraferma (in rosso l'ambito di intervento).

Il presente studio è volto a verificare che le varianti planimetriche apportate al progetto, non vadano ad aggravare l'equilibrio idraulico nel contesto ove è inserito il progetto ed in generale a garantire la capacità di scolo delle acque piovane.

Come è noto il Commissario Delegato ha emanato una serie di disposizioni atte a fronteggiare i danni conseguenti ad eccezionali eventi meteorologici come ad esempio quelli che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto nel giorno 26 settembre 2007.

Tutto questo ha lo spirito di prevenire, per quanto possibile, la possibilità che la realizzazione dei nuovi insediamenti edilizi possa determinare, in carenza di misure adeguate, situazioni che compromettano le condizioni di sicurezza.

Nei comuni individuati dalle succitate ordinanze in data 21.12.2007, non può essere realizzata una nuova opera se non sia verificata la rispondenza alle prescrizioni previste dalle citate ordinanze.

Nei successivi paragrafi si dimostra nel caso specifico il mantenimento del coefficiente di deflusso a seguito delle modifiche previste al progetto autorizzato. Si precisa infatti che tale valutazione considera come stato di fatto ai fini dell'asseverazione idraulica lo stato approvato dal Consorzio di Bonifica Acque Risorgive con protocollo n.5873-10 DS/CC/DD del 29-09-2011 (con relative prescrizioni), e come stato di progetto lo stato di progetto in variante.

2 INQUADRAMENTO METODOLOGICO

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

- determinazione del coefficiente di deflusso medio relativo allo stato autorizzato e allo stato in variante;
- valutazione delle eventuali opere di mitigazione.

3 DESCRIZIONE DELLO STATO AUTORIZZATO

Il progetto prevede la lottizzazione di un'area di 86.568 mq complessivi. La lottizzazione in progetto considera 3 principali tipologie di destinazione delle aree in esame: sarà presente a nord ovest dell'area una superficie (AREA A) a destinazione residenziale; un'area a destinazione direzionale, costituita da 5 distinti edifici (AREA B) dotata di un parcheggio comprensivo di interrato AREA C); un'area a destinazione commerciale costituita da un fabbricato (AREA D) e da un parcheggio in pavimentazione impermeabile (AREA E). Il lotto è completato dalla viabilità interna di strade e rotonde (AREA F e G) e dalle superfici a verde, posizionate nelle zone perimetrali. All'interno di quest'ultime, saranno realizzate 5 aree di laminazione ribassate, collegate idraulicamente tra loro, in grado di fungere da volumi di invaso necessari alla compensazione dell'impermeabilizzazione progettuale prevista.

I nuovi accessi in progetto saranno da sud, cioè da Via Caravaggio, e da ovest da Via Bella.

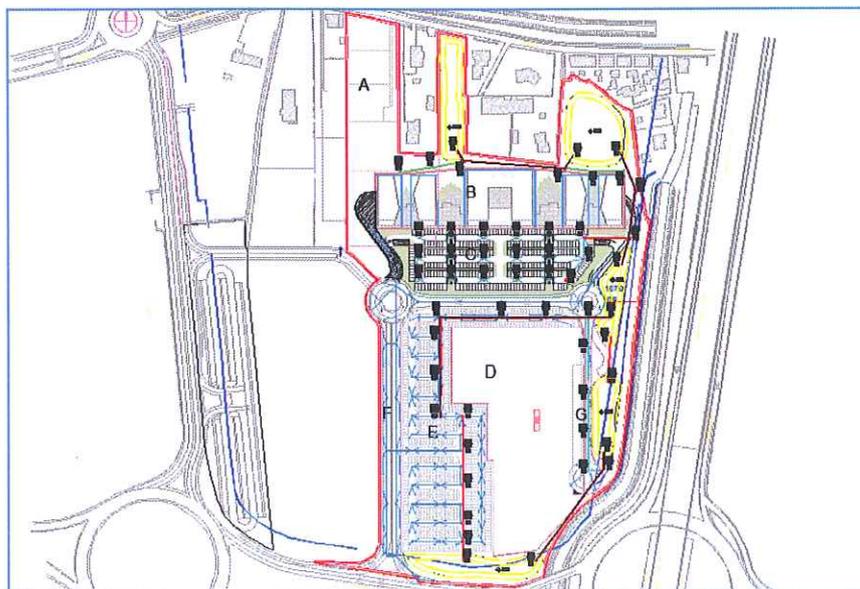


Figura 4. Stato di progetto

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

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

- All'area occupata dagli edifici, e comunque assimilabili a superfici impermeabili è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,9;
- All'area occupata da superfici semipermeabili e debolmente permeabili è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,6;
- Alle restanti aree a verde è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,2 ritenendo che queste siano totalmente permeabili e non essendo queste direttamente collegate alla rete di smaltimento acque meteoriche.

Tabella 1. tabella riassuntiva della configurazione di progetto dell'area, superfici in mq e corrispondenti coefficienti di afflusso.

STATO DI PROGETTO		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
A viab	454,00	0,9
A imperm	2419,00	0,9
A verde	2419,00	0,2
B	10187,00	0,9
C imp	5630,00	0,9
C verde	2515,00	0,2
D	16198,00	0,9
E viabilità	7448,00	0,9
E parcheggi	6750,00	0,9
F	7395,00	0,9
G	810,00	0,9
H	680,00	0,9
VERDE	23663,00	0,2
Totale area	86568,00	0,67

L'impermeabilizzazione progettuale è pari alla differenza tra l'area efficace allo stato di fatto e di progetto (57.893 mq) e pari a 40.580 mq.

4 DESCRIZIONE DELLO STATO DI VARIANTE

Le modifiche planimetriche previste a seguito dell'ottenimento del parere preliminare da parte del Consorzio Acque Risorgive consistono in una trascurabile redistribuzione di alcune superfici esterne.

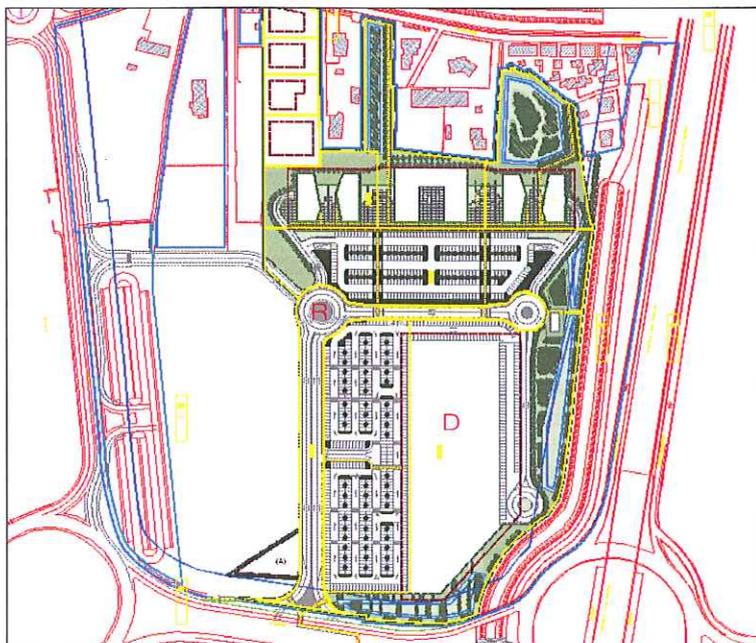


Figura 5. Configurazione con variazioni planimetriche

Le modifiche riguardano un minimo spostamento della rotonda principale (indicata con R nella figura precedente) verso l'interno dell'area in trasformazione, con conseguente riduzione locale di impermeabilizzazione.

La seconda variazione planimetrica consiste nella riduzione dell'area impermeabile a destinazione commerciale costituita dal fabbricato previsto (AREA D con coefficiente di deflusso pari a 0,9) a favore di un aumento della superficie a parcheggio e viabilità (AREA E con coefficiente di deflusso pari a 0,9).

Si può quindi dimostrare il NON AUMENTO del coefficiente di deflusso medio dell'intera area in trasformazione rispetto al coefficiente relativo alla precedente configurazione progettuale.

5 ASSEVERAZIONE

Considerato quanto riportato nei paragrafi precedenti e viste le disposizioni previste dall' Ordinanza n.3 del 22.01.08 del "Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto" (O.P.C.M. n.3621 del 18.10.2007) pubblicata sul B.U.R. n.10 del 01.02.2008,

Il sottoscritto ing. Giuseppe Baldo, nato a Venezia il 6 giugno 1965, iscritto all'ordine di Venezia al n. 2335, sotto la propria responsabilità,

ASSEVERA IL PRESENTE INTERVENTO

dichiarando che la nuova configurazione di variante non aggrava l'equilibrio idraulico rispetto allo stato autorizzato e che non sono necessari ulteriori volumi d'invaso rispetto a quelli già previsti.

In fede,

Ing. Giuseppe Baldo



Venezia Chirignago, 29.09.2011
Prot. N. 5873-10/DS/CC/DD

acqua engineering srl
Data 03/10/11
Prot. n° 1507



SPETTABILE DITTA
TERRAGLIO S.P.A.

PREG.MO ING.
BALDO GIUSEPPE
VIA DELLE INDUSTRIE 18/A
30038 SPINEA (VE)

e, p.c.

SPETTABILE
COMUNE DI VENEZIA
SERIVIZIO URBANISTICA
VIALE ANCONA 63
30172 VENEZIA MESTRE

Oggetto: Piano di Lottizzazione Z.T.O. D4.b-4 Terraglio.

Con riferimento alla Vostra nota qui pervenuta in data 26.11.2010, ed a seguito dei successivi incontri intercorsi, con la presente si informa che lo scrivente Consorzio, visionati gli elaborati tecnici allegati ed a seguito di sopralluogo del personale Tecnico consortile, per quanto di propria competenza, con la presente rilascia un nulla osta preventivo favorevole alla realizzazione dell'intervento in oggetto.

Al fine di poter esprimere parere idraulico definitivo favorevole sull'intervento di cui trattasi, dovranno essere presentati degli ulteriori elaborati tecnici di dettaglio che, integrando la progettazione presentata, rispettino le seguenti prescrizioni:

- la portata scaricata dal nuovo intervento non dovrà essere superiore a quella desunta da un coefficiente udometrico pari a **10 l/sec per ha**;
- la portata in eccesso dovrà essere totalmente laminata, mediante la creazione di volumi d'invaso compensativi, non inferiori a **mc. 5.513,00** resi idraulicamente efficaci da idonei dispositivi di regolazione delle portate;
- le aree destinate alla laminazione delle acque di piena, dovranno essere attentamente progettate e conformate in maniera tale da garantirne il completo asciugamento a termine degli eventi meteorologici; dovranno pertanto essere adottati tutti i dispositivi necessari ad assicurare il drenaggio delle acque, garantendo così la salubrità e la sicurezza delle stesse;
- la rete di smaltimento delle acque meteoriche dovrà essere progettata in modo da garantire un funzionamento a pelo libero;

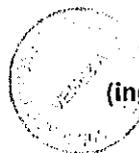
Sede legale: VIA ROVERETO, 12 - 30174 VENEZIA COD. FISC. 94072730271
Web: www.acquerisorgive.it - E-Mail: consorzio@acquerisorgive.it

Unità locale di Venezia
Via Rovereto, 12 - 30174 VENEZIA (VE)
Telefono 041 5459111 - Telefax 041 5459262
Chiamate di emergenza 3357489972

Unità locale di Mirano
Via G. Marconi, 11 - 30035 - MIRANO (VE)
Telefono 041 5790311 - Telefax 041 5790350
Chiamate di emergenza 3486015269

- le aree di nuova urbanizzazione, ad eccezione della quota di calpestio degli edifici, dovranno attestarsi ad una quota altimetrica non superiore al valore medio del piano campagna attuale; in alternativa, dovrà essere compensato il volume d'invaso perso dall'innalzamento della quota del piano campagna, garantendo una disponibilità di volumi d'invaso, comunque non inferiori a 150 mc/ha in riferimento alle aree che subiscono una variazione di quota del piano campagna, messi a servizio della rete idrografica minore;
- tutte le opere previste in corrispondenza della sponda sinistra del Canale Scolmatore dovranno essere posizionate ad una distanza di almeno ml 5,00 dal ciglio superiore dello stesso;
- gli scarichi nel Canale Scolmatore, per i quali dovrà comunque essere presentata specifica e separata istanza di Concessione, dovranno essere dotati di porta a vento atta ad impedire la risalita delle acque di piena;
- dovrà essere garantito l'accesso ed il transito dei mezzi consortili alle sponde del Canale Scolmatore;
- non dovrà comunque essere creato pregiudizio allo scolo delle acque dei terreni limitrofi.

Rimanendo pertanto in attesa di nuovi elaborati che contengano le indicazioni di cui sopra, si porgono distinti saluti.



Il Direttore
(ing. Carlo Bendoricchio)

Ufficio Territorio ed Ambiente - Settore Concessioni
Capo Ufficio: dott. agr. Carlo Casoni
Unità Locale di Venezia
Responsabile del Procedimento: dott. urb. Davide Denurchis
Collaboratrice: sig.ra Cristina Privato
Tel. 041.54.59.250-245 - Fax. 041.54.59.208

Sede legale: VIA ROVERETO, 12 - 30174 VENEZIA - COD. FISC. 94072730271
Web: www.acquerisorgive.it - E-Mail: consorzio@acquerisorgive.it

Unità locale di Venezia
Via Rovereto, 12 - 30174 VENEZIA (VE)
Telefono 041 5459111 - Telefax 041 5459262
Chiamate di emergenza 3357489972

Unità locale di Mirano
Via G. Marconi, 11 - 30035 - MIRANO (VE)
Telefono 041 5790311 - Telefax 041 5790350
Chiamate di emergenza 3486015269

Comune di Venezia

Consorzio di Bonifica Acque Risorgive
VENEZIA

Allegato a nota prot. 5813-10 del 29/01/2011

PIANO DI LOTTIZZAZIONE

Z.T.O. D4.b-4 TERRAGLIO

ZONA PER ATTREZZATURE ECONOMICHE VARIE

P. di L. n°1 del P.C.P. APPROVATO CON D.C.C. n°74 DEL 09/02/2010

ALLEGATO:

A

Relazione idraulica

ELENCO ALLEGATI:

- A Relazione idraulica
- I varie Inquadramento territoriale
- 2 I:1000 Tavola comparativa
- 3 I:500 Planimetria rete acque meteoriche
- 4 varie Profili e particolari costruttivi
- 5 I:100 Sezioni aree di invaso

PROGETTISTA PER
L'INVARIANZA IDRAULICA:

equa engineering
U.S.R.I.

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

Collaboratori:

Dott. Ing. Francesco Guidolin
Dott. Marco Lisso

PROGETTISTA ARCHITETTONICO:

Studio Endrizzi
Via Germania, 7 int.12
35010 Vigonza (PD)
tel.: 049.8936131 - 049.8936135
fax.: 049.8935758
email: info@studioendrizzi.it



REV. N°:

PERCORSO DIGITALE:

..\dati\Progetti in corso\Progetti in corso 2

DATA:

Novembre 2010

INDICE

1	Premessa.....	3
2	Inquadramento metodologico	6
3	Analisi regionalizzata delle precipitazioni: introduzione.....	7
3.1	Premessa.....	7
3.2	Scelta della rete di misura	9
3.3	Campo di analisi e scelta delle stazioni.....	10
4	Analisi regionalizzata delle precipitazioni: procedimento numerico	13
4.1	Il metodo della grandezza indice e la distribuzione GEV	14
4.1.1	Identificazione delle zone omogenee ai fini della curva di crescita	16
4.1.2	Calcolo della grandezza indice caratteristica di ciascuna stazione.	16
4.1.3	Regolarizzazione dei campioni normalizzati e stima delle curve di crescita	18
4.1.4	Valutazione dell'omogeneità dell'area con il test H	19
4.1.5	Analisi della distribuzione spaziale delle medie dei massimi annuali	19
5	Calcolo delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento....	21
5.1	Curve segnalatrici a tre parametri per sottoaree omogenee.....	21
5.1.1	Attribuzione delle curve segnalatrici ai territori comunali.....	22
5.1.2	Curve segnalatrici per la zona costiera e lagunare (ipotesi B) ..	24
5.2	Curve segnalatrici a due parametri e loro utilizzo.....	26
5.3	Determinazione di pluviogrammi di progetto	27
6	Descrizione dello stato di fatto	29
7	Analisi dello stato di progetto, determinazione del coefficiente di deflusso..	30

8	Calcolo dei volumi da rendere disponibili per la laminazione.....	33
9	Individuazione dei volumi di laminazione e dello scarico delle acque bianche 40	
10	Descrizione dei 2 manufatti di regolazione.....	44
11	Prescrizioni ai sensi delle Ordinanze del Commissario Delegato (O.P.C.M. 3621 del 18.10.2007)	47
12	Sintesi della valutazione	48

1 Premessa

La presente relazione riguarda lo studio idrologico per la valutazione della compatibilità idraulica afferente al progetto "Comparto D4/b4 - Area Terraglio-Piano di lottizzazione n." a Zelarino-Mestre, Comune di Venezia.

Il sito sul quale sarà realizzato l'intervento è posto nella zona nord ovest dell'abitato di Mestre, ed è individuato in Figura 1 sotto riportata, tratta dal sito maps.google.com.



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

L'area è individuata catastalmente alla sezione di Mestre (foglio 8, mappali 28-219-223-844-1151-1167-1168-1175-1176-1193-1249-1320-1321-1322-1535-1602-1604-1622-839-5-967-968-810-1351-21-19) e in parte a quella di Zelarino (foglio 8-13 Mappali 1022-79-694-779-695-700-486).

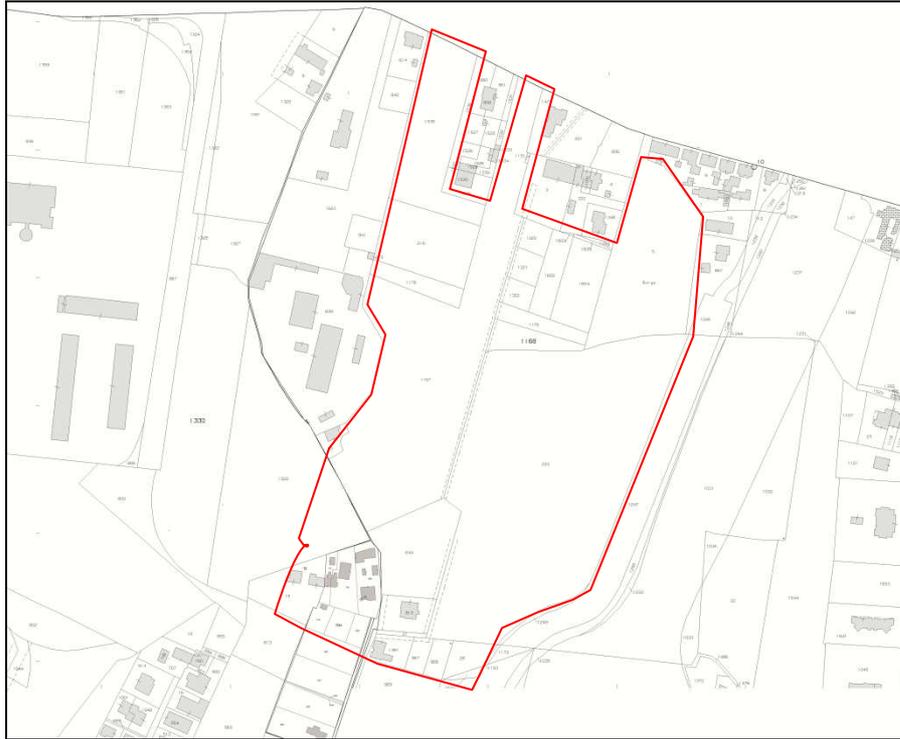


Figura 2. Estratto catastale (in rosso l'ambito di intervento).

La variante al PRG per la Terraferma individua l'area come area D4 - b4- commerciale artigianale e produttivo, e Z.T.O. attrezzature economiche varie:



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

Tale studio è volto al calcolo delle portate attualmente generate dalla configurazione esistente e all'individuazione delle misure compensative da realizzare al fine di non aggravare, con le opere di progetto, l'equilibrio

idraulico dell'area in cui l'opera va ad inserirsi, per eventi con un tempo di ritorno non inferiore a 50 anni, così come previsto dalla recente Ordinanza n.3 del 22.01.08 del *“Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto”* (O.P.C.M. n.3621 del 18.10.2007) pubblicata sul B.U.R. n.10 del 01.02.2008.

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

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

2 Inquadramento metodologico

Nella redazione 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 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 (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.* nella persona dell'Ing. Alvise Fiume, per conto del “Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto”; tali analisi sono gratuitamente disponibili nel sito internet della Struttura Commissariale:

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

3 Analisi regionalizzata delle precipitazioni: introduzione

3.1 Premessa

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

Le analisi a seguire risultano in linea con quanto prescritto dall'ing. Mariano Carraro, "Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione del Veneto nel giorno 26 settembre 2007"; tali indicazioni tecniche nascono dall'esigenza di individuare delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento per l'area nelle province di Venezia, Padova e Treviso colpite dalle recenti avversità atmosferiche.

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

Il calcolo di leggi che restituiscano un valore atteso di precipitazione in funzione del tempo di ritorno e della durata di pioggia costituisce un passo fondamentale per il corretto dimensionamento delle opere idrauliche; i risultati dovranno essere utilizzati sia nell'ambito degli interventi straordinari per la riduzione del rischio idraulico, sia come dati di riferimento per le opere di laminazione imposte ai privati dalla normativa regionale e dalle recenti ordinanze del Commissario. È stato stabilito di svolgere un'analisi regionalizzata, che miri cioè ad analizzare in forma congiunta le registrazioni operate in diversi siti di interesse, valutando contestualmente il grado di omogeneità dei valori massimi annuali misurati nelle varie stazioni e la presenza di eventuali trend spaziali. Tale procedimento limita l'influenza di singole registrazioni eccezionali, individua le caratteristiche comuni del regime pluviometrico sull'intero territorio considerato e fornisce gli strumenti

per un'eventuale suddivisione dell'area in sottoinsiemi omogenei, ai quali attribuire una singola curva segnalatrice di possibilità pluviometrica.

3.2 Scelta della rete di misura

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

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

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

3.3 Campo di analisi e scelta delle stazioni

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

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

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

- Consorzio di bonifica Veronese (derivante dall'accorpamento degli originari comprensori dei Consorzi di bonifica Adige Garda, Agro Veronese Tartarone 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.

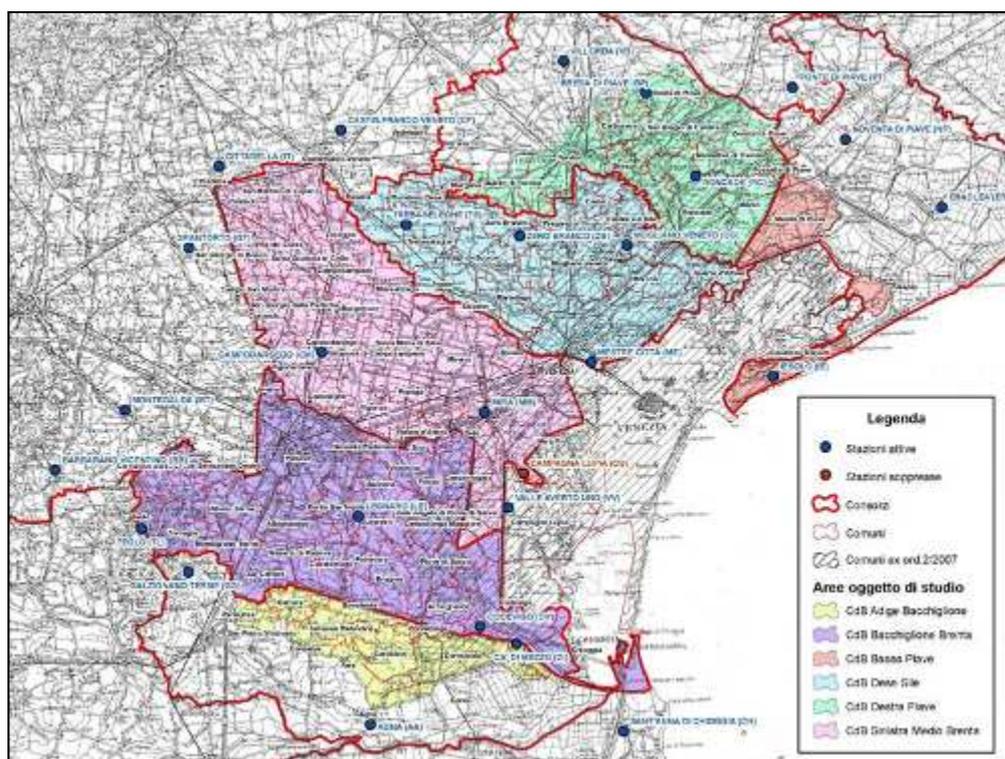


Figura 4. Planimetria dell'area oggetto di studio e delle stazioni CMT considerate.

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
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	1714486	5020146	02-02-1992	16
GRANTORTO (GT)	31	1714510	5052820	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	1747842	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 $h_t(d)$ 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 2.

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

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

4.1.1 Identificazione delle zone omogenee ai fini della curva di crescita

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

4.1.2 Calcolo della grandezza indice caratteristica di ciascuna stazione

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

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

I due metodi porgono risultati non molto dissimili. Per tale motivo, si è scelto di adottare nello studio il dato campionario, che eventualmente può essere

facilmente monitorato e aggiornato nel futuro con ulteriori dati pluviometrici. I valori sono riportati in Tabella 3.

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

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

4.1.3 Regolarizzazione dei campioni normalizzati e stima delle curve di crescita

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

Tabella 4. Parametri GEV della distribuzione regionale di precipitazione

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Tabella 6. Risultati del test H di Hosking e Wallis

Durata	V	valore atteso di V	deviazione standard di V	H
5 minuti	$1.212 \cdot 10^{-3}$	$1.096 \cdot 10^{-3}$	$0.339 \cdot 10^{-3}$	0.339
10 minuti	$1.128 \cdot 10^{-3}$	$0.951 \cdot 10^{-3}$	$0.264 \cdot 10^{-3}$	0.668
15 minuti	$1.345 \cdot 10^{-3}$	$1.205 \cdot 10^{-3}$	$0.349 \cdot 10^{-3}$	0.400
30 minuti	$1.582 \cdot 10^{-3}$	$1.832 \cdot 10^{-3}$	$0.582 \cdot 10^{-3}$	-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	$2.928 \cdot 10^{-3}$	$3.828 \cdot 10^{-3}$	$1.875 \cdot 10^{-3}$	-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 possibilità pluviometrica di riferimento

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

Le formule più diffuse in letteratura sono le seguenti:

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

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

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

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

5.1 Curve segnalatrici a tre parametri per sottoaree omogenee

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

I risultati hanno evidenziato che si delineano 3 macrogruppi, uno relativo all'area nord-orientale, uno relativo alla zona sud-occidentale e uno costituito da due sottozone: l'area costiera e lagunare da lesolo a Chioggia e l'entroterra cittadellese.

NORDEST INGEGNERIA S.R.L., che ha sviluppato l'intera analisi, rende noto che il metodo impiegato ha avuto difficoltà ad assegnare ai rispettivi gruppi le

stazioni di Mestre e Mira: si ritiene quindi che Mira, possa essere lasciata con la zona sud-occidentale (ipotesi A), oppure assegnata al raggruppamento costiero (ipotesi B), anche in base a criteri di carattere amministrativo.

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

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

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

5.1.1 Attribuzione delle curve segnalatrici ai territori comunali

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

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

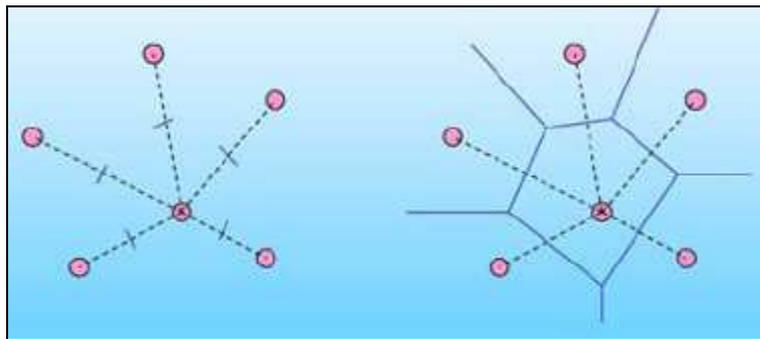


Figura 5. Metodo di costruzione dei poligoni di Thiessen a partire da un insieme di punti.

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

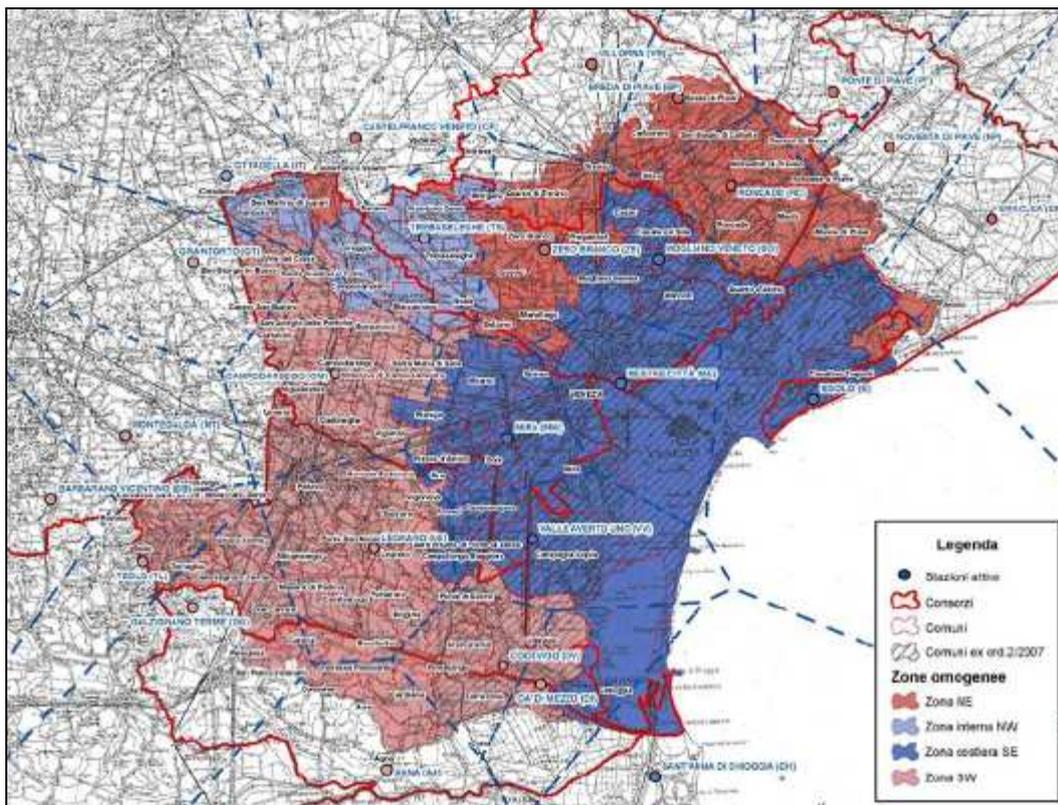


Figura 6. Possibile ripartizione dei comuni tra le quattro zone omogenee individuate dall'ipotesi B.

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

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

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

Grandezze indice:

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

Valori attesi di precipitazione:

T (anni)	durata (min)									
	5	10	15	30	45	60	180	360	720	1440
2	9.7	16.3	20.7	28.7	33.0	35.9	47.5	56.5	65.1	74.4
5	12.2	20.7	26.5	37.5	43.5	47.5	64.1	76.3	87.4	100.7
10	13.7	23.5	30.2	43.4	50.6	55.4	75.8	90.7	103.6	120.1
20	15.2	28.0	33.6	48.9	57.4	63.1	87.7	105.5	120.3	140.5
30	16.0	27.4	35.5	52.1	61.3	67.6	94.9	114.6	130.5	153.1
50	17.0	29.0	37.9	56.0	66.3	73.3	104.1	126.4	143.9	169.7
100	18.3	31.2	41.0	61.3	73.0	81.1	117.2	143.3	163.0	193.8
200	19.5	33.3	44.0	66.6	79.7	89.0	130.9	161.4	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

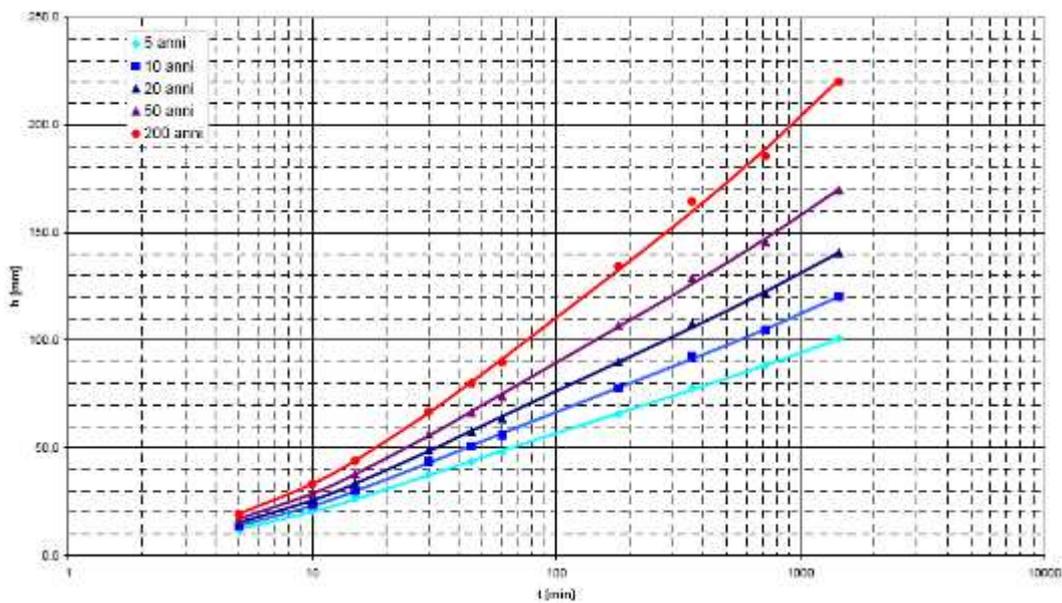


Figura 7. Curve segnalatrici a tre parametri

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.

<i>Zona costiera-lagunare con Mira</i>																		
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	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ
anni	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ
2	4.3	0.554	5.9%	6.1	0.441	2.9%	9.1	0.328	4.5%	11.8	0.267	1.2%	13.1	0.247	1.1%	14.2	0.230	1.5%
5	5.2	0.576	5.8%	7.4	0.465	3.0%	11.1	0.348	4.8%	14.8	0.281	1.4%	16.8	0.254	1.5%	18.5	0.236	1.8%
10	5.7	0.590	5.6%	8.0	0.482	3.1%	12.1	0.363	4.9%	16.4	0.293	1.5%	18.9	0.263	1.8%	21.1	0.242	2.1%
20	6.2	0.603	5.4%	8.5	0.499	3.1%	13.0	0.378	5.0%	17.7	0.308	1.6%	20.7	0.272	2.1%	23.4	0.250	2.4%
30	6.4	0.610	5.2%	8.8	0.508	3.1%	13.4	0.387	5.0%	18.4	0.313	1.7%	21.7	0.278	2.3%	24.6	0.255	2.6%
50	6.7	0.618	5.0%	9.1	0.520	3.1%	13.8	0.399	5.0%	19.1	0.324	1.7%	22.8	0.286	2.5%	26.0	0.261	2.8%
100	7.0	0.630	4.8%	9.4	0.536	3.1%	14.3	0.415	5.1%	19.9	0.338	1.8%	24.1	0.297	2.9%	27.8	0.271	3.1%
200	7.3	0.642	4.5%	9.7	0.552	3.1%	14.7	0.431	5.1%	20.6	0.353	1.8%	25.3	0.309	3.2%	29.5	0.280	3.4%

5.3 Determinazione di pluviogrammi di progetto

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

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

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

TEMPO DI PIOGGIA	ALTEZZA DI PRECIPITAZIONE	INTENSITA'
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

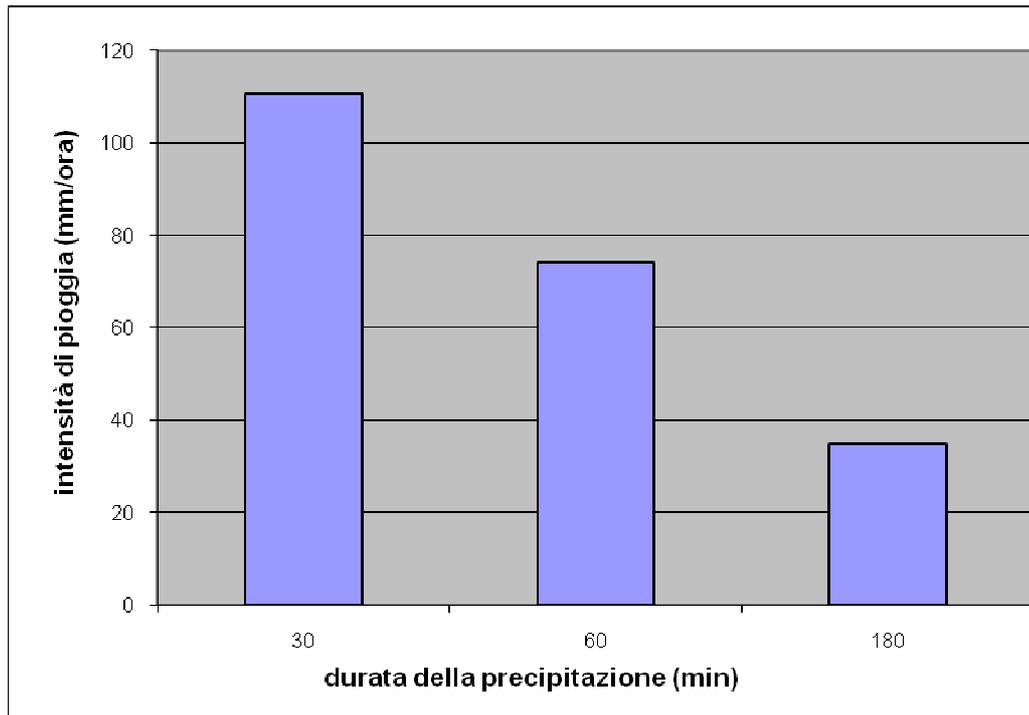


Figura 8. Ietogrammi rettangolari relativi a piogge di durata rispettivamente di 180, 60 e 30 minuti caratterizzate da un tempo di ritorno di 50 anni, per la zona omogenea SE.

6 Descrizione dello stato di fatto

L'area oggetto di studio ha una superficie fondiaria di 86.569 mq, ricoperta a verde. Confina a nord con alcune aree residenziali e con Via Borgo Pezzana, ad est con la Tangenziale di Mestre, a sud con Via Caravaggio e a est con edifici residenziali e terreni agricoli.



Figura 9. Zona di intervento (in rosso)

Secondo quanto suggerito dalla sopracitata normativa, nel caso di terreno ricoperto a verde si adotta un coefficiente di deflusso medio pari a 0,2, caratteristico quindi di superfici permeabili.

Noto il coefficiente di deflusso medio, si è calcolata l'area efficace che contribuisce alla formazione della portata durante una precipitazione, come prodotto del coefficiente stesso e dell'area totale. L'area efficace risulta essere pari a 17.313,60 mq.

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

Il progetto prevede la lottizzazione di un'area di 86.568 mq complessivi. La lottizzazione in progetto considera 3 principali tipologie di destinazione delle aree in esame: sarà presente a nord ovest dell'area una superficie (AREA A) a destinazione residenziale; un'area a destinazione direzionale, costituita da 5 distinti edifici (AREA B) dotata di un parcheggio comprensivo di interrato AREA C); un'area a destinazione commerciale costituita da un fabbricato (AREA D) e da un parcheggio in pavimentazione impermeabile E. Il lotto è completato dalla viabilità interna di strade e rotonde (AREA F e G) e dalle aree a verde, posizionate nelle zone perimetrali. All'interno di tali aree a verde, saranno realizzate 5 aree di laminazione ribassate, collegate idraulicamente tra loro, in grado di fungere da volumi di invaso necessari alla compensazione dell'impermeabilizzazione progettuale prevista.

I nuovi accessi in progetto saranno da sud, cioè da Via Caravaggio, e da ovest da Via Bella.

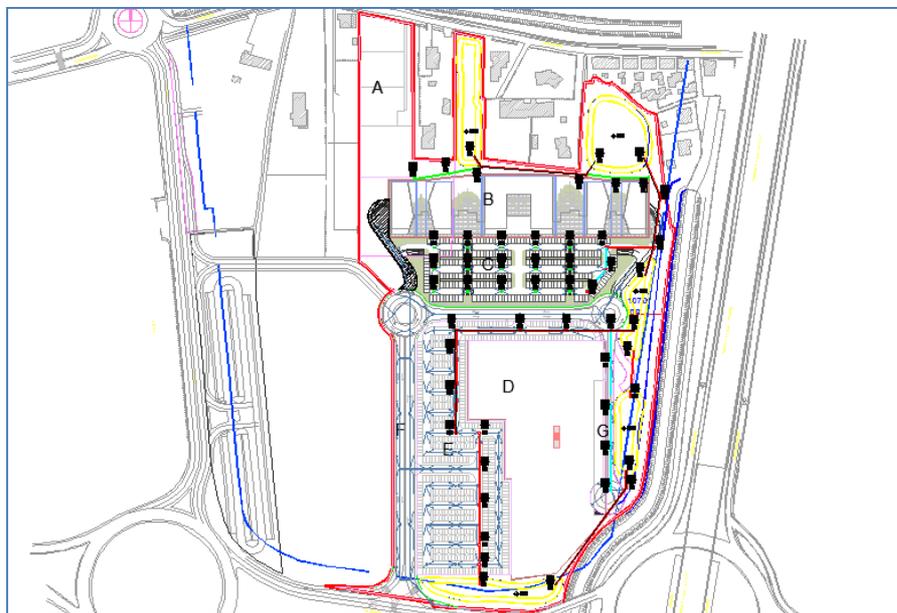


Figura 10. Stato di progetto

Per il calcolo dei massimi volumi da rendere disponibili per l'invaso delle maggiori portate generate dall'incremento di impermeabilizzazione del suolo, si è

fatto riferimento alle metodologie di calcolo riportate nel paragrafo successivo mediante il coefficiente di afflusso medio ϕ .

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

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

- All'area occupata dagli edifici, e comunque assimilabili a superfici impermeabili è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,9;
- All'area occupata da superfici semipermeabili e debolmente permeabili è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,6;
- Alle restanti aree a verde è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,2 ritenendo che queste siano totalmente permeabili e non essendo queste direttamente collegate alla rete di smaltimento acque meteoriche.

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

STATO DI PROGETTO		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
A viab	454,00	0,9
A imperm	2419,00	0,9
A verde	2419,00	0,2
B	10187,00	0,9
C imp	5630,00	0,9
C verde	2515,00	0,2
D	16198,00	0,9
E viabilità	7448,00	0,9
E parcheggi	6750,00	0,9
F	7395,00	0,9
G	810,00	0,9
H	680,00	0,9
VERDE	23663,00	0,2
Totale area	86568,00	0,67

L'impermeabilizzazione progettuale è pari alla differenza tra l'area efficace allo stato di fatto e di progetto (57.893 mq) e pari a 40.580 mq.

8 Calcolo dei volumi da rendere disponibili per la laminazione

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

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

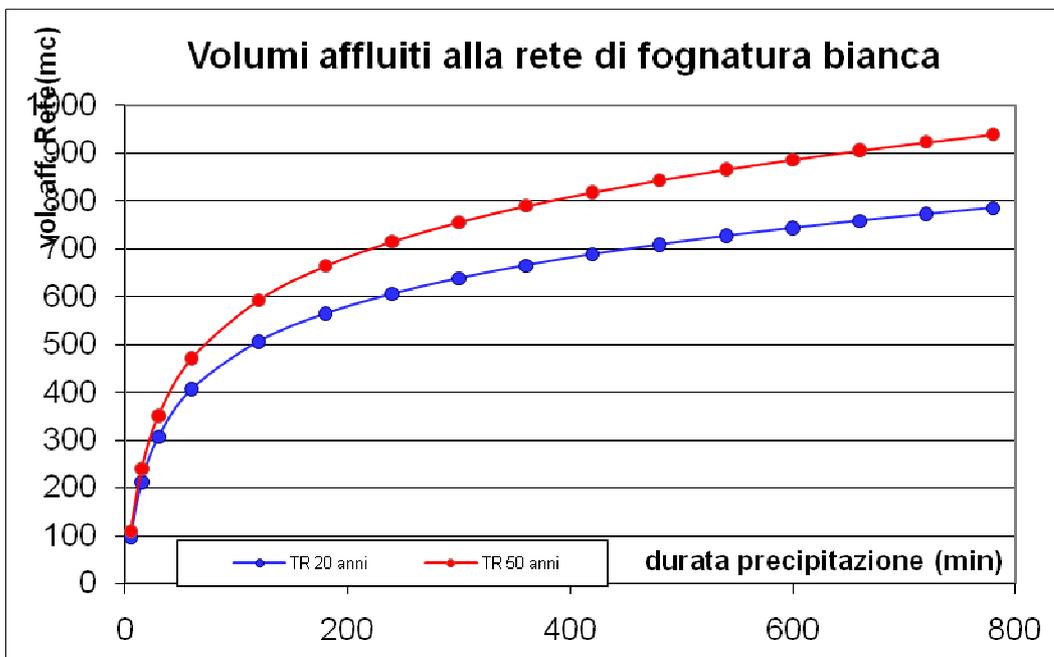


Figura 11. Volumi affluiti alla sezione di chiusura della rete di raccolta delle acque meteoriche per tempi di ritorno di 20 e 50 anni e per durate di pioggia crescenti da 5 minuti a 13 ore.

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

Al fine di non aggravare, con le opere di progetto, l'equilibrio idraulico dell'area, si considera accettabile immettere alla rete idrografica una portata specifica di 10 l/s, ha, per un totale di 86,6 l/s.

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

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

dove:

W_i è il volume di invaso;

W_e è il volume in ingresso;

W_u è il volume in uscita;

S la superficie scolante;

φ 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:

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

che, a convergenza, porta a determinare:

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

e conseguentemente:

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

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

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

portata consentita allo scarico $Q=86,6 \text{ l/s}$

durata critica $t=5,17 \text{ ore}$

massimo volume di invaso $V=5338 \text{ mc}$

volume di invaso specifico $v=617 \text{ mc/ha}$

La tabella seguente riporta il calcolo dei volumi di invaso per diverse durate di precipitazione ed evidenzia che il volume massimo si ha proprio in corrispondenza di durate pari a 5,17 ore.

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

tp		h	Vol in	Vol out	Vol inv	Vol spc
min	ore	mm	mc	mc	mc	mc/ha
30	0,50	55,30	3201	156	3045	352
60	1,00	74,21	4296	312	3985	460
120	2,00	93,35	5404	623	4781	552
150	2,50	99,53	5762	779	4983	576
180	3,00	104,60	6056	935	5121	592
210	3,50	108,92	6306	1091	5215	602
240	4,00	112,69	6524	1247	5277	610
270	4,50	116,03	6717	1402	5315	614
310,02	5,17	119,99	6947	1610	5337	616
330	5,50	121,80	7051	1714	5337	617
360	6,00	124,33	7198	1870	5328	615
420	7,00	128,86	7460	2182	5279	610

Volendo avere un dimensionamento più veritiero del volume di invaso da rendere disponibile si è calcolato l'idrogramma di piena generato in conseguenza a piogge aventi tempo di ritorno 50 anni e durata pari al tempo critico, e se

ne è fatta la differenza con un idrogramma di uscita caratterizzato da portata costante pari a 86,6 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 ($t_c=13$ 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:

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

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

dove:

t_a = tempo di accesso in secondi;

t_r = tempo di rete in secondi;

l =massima lunghezza del deflusso superficiale in metri;

s = pendenza media del bacino in metri su metri;

S = superficie del bacino in ettari;

i = intensità di pioggia;

ϕ = coefficiente di afflusso medio del bacino;

L = lunghezza della rete in metri;

V = velocità media nella rete

La costante di invaso k (parametro di taratura 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.

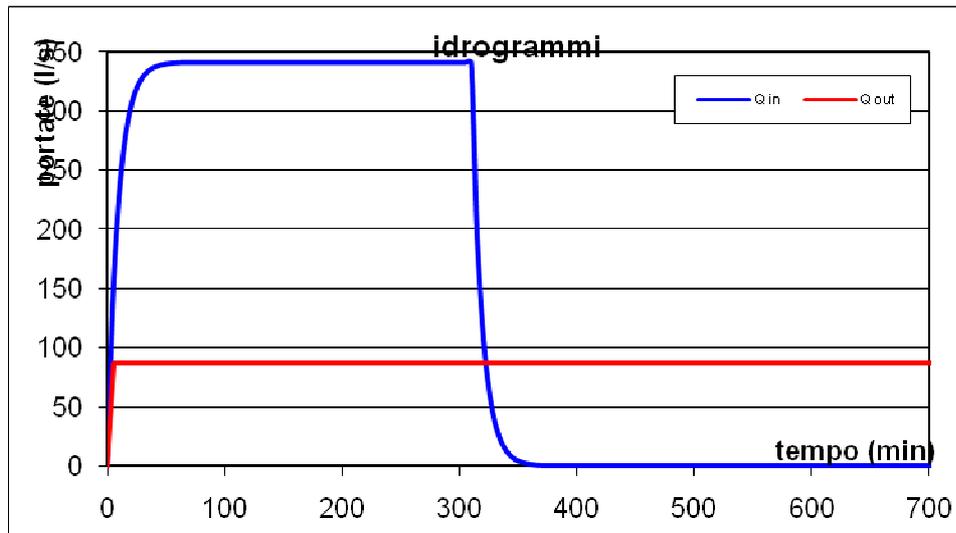


Figura 12. Grafico riassuntivo della configurazione di progetto. La linea blu rappresenta l'idrogramma in ingresso al sistema di laminazione, la linea rosso il massimo idrogramma accettabile allo scarico.

L'area sottesa fra l'idrogramma in ingresso e l'idrogramma ottenuto fissando una portata in uscita costante a quelle desunte da un coefficiente udometrico di 10 l/s, ha rappresenta il volume di invaso da rendere disponibile. Tale volume viene rappresentato nella seguente tabella 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 4627,2 mc.

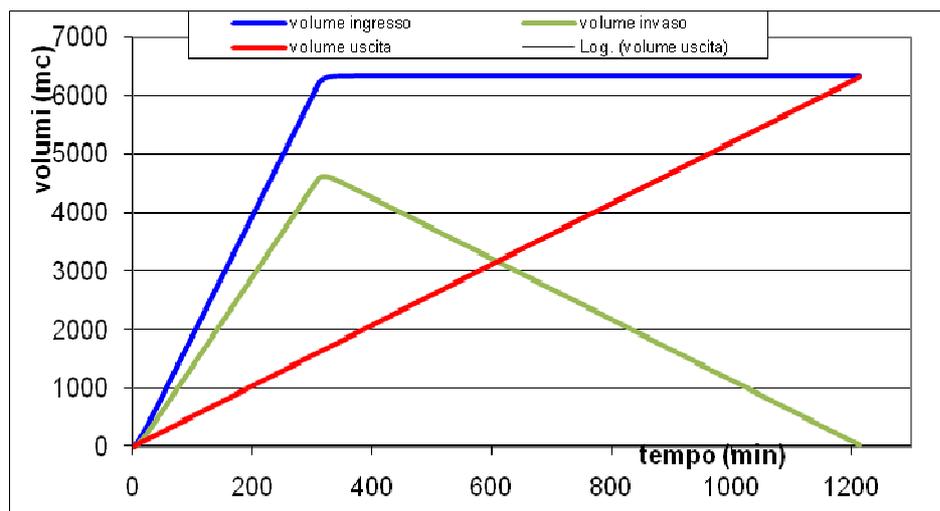


Figura 13. Andamento dei volumi: ingresso (linea blu); in uscita (linea rossa); invaso (linea verde).

Per la costruzione dei precedenti grafici si sono usati i valori delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica a due parametri, ricavati per la zona

omogenea di interesse per l'intervallo temporale compreso tra i 45 minuti e 12 ore.

Volendo porsi quindi a favore di sicurezza, risulta conveniente adottare come base progettuale i valori forniti dal metodo della durata critica; questo infatti fissava a 5.338 mc il massimo volume di invaso necessario ai fini della laminazione della portata meteorica, per eventi con tempo di ritorno pari a 50 anni.

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

I volumi necessari alla laminazione pari a 5.338 mc verranno realizzati all'interno lottizzazione grazie alla realizzazione di una rete di invaso costituita da aree a verde ribassate collegate idraulicamente tra loro da tubi prefabbricati in calcestruzzo.

le aree verdi depresse sono in totale 5, collegate tra loro da tubi cls di diametro Ø 100 cm. Esse presentano una quota del fondo diversa tra loro per permettere all'acqua di defluire in gravità verso le aree V3 e V4, che sono quelle più ribassate e che presentano due distinti manufatti di scarico, anch'essi alla stessa quota di scarico.

La seguente Tabella illustra il dettaglio delle caratteristiche geometriche dell 5 vasche:

VASCA	ingombro al piano campagna (mq)	A media (mq)	tirante massimo (m)	volume di invaso utile (mc)
1	1882	926	0,85	787,1
2	2755	1985	1,05	2084,25
3	340	166	1,15	190,9
4	1850	830	1,15	954,5
5	1835	825	1,05	866,25

Le sezioni dettagliate delle 5 vasche sono presenti in Tavola allegata.

Il totale del volume di invaso utile all'interno delle aree verdi è di 4.883 mc.

Tali volumi sono pienamente disponibili e non risentono di rischio di apporti provenienti dalla falda, la quale è mediamente posizionata tra i 6,5 e i 7 metri (2-2,5 metri sotto il piano campagna attuale mediamente sui 9 metri)

In aggiunta a questo sarà disponibile un volume di invaso complementare dato dalla rete di tubi di scarico provenienti da strade, pluviali e piazzali, nonché i tubi di collegamento delle vasche.

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

Per ciascuna vasca sono indicati nelle tabelle seguenti i tubi in ingresso, e per ciascun tubo è stato calcolato il volume di invaso utile disponibile.

Verifica disponibilità di invaso in ingresso VASCA 1		Volumi in condotta	
		Tronco1	L tot
lunghezza rete di pertinenza	ml	54	54
pendenza fondo	m/m	0,001	volume totale
D rete	m	0,6	
quota scorrimento fondo	m	7,58	
altezza iniziale	m	0,570	
grado di riempimento medio	%	91%	
area liquida media	mq	0,27	
volume in condotta	mc	14,47	14,47

Verifica disponibilità di invaso in ingresso in VASCA 2		Volumi in condotta		
		Tronco2	Tronco3	L tot
lunghezza rete di pertinenza	ml	108	50	158
pendenza fondo	m/m	0,001	0,001	volume totale
D rete	m	1,00	0,60	
quota scorrimento fondo	m	7,2	7,58	
altezza iniziale	m	0,950	0,570	
grado di riempimento medio	%	90%	91%	
area liquida media	mq	0,74	0,43	
volume in condotta	mc	79,75	13,40	93,15

Verifica disponibilità di invaso in ingresso in VASCA 3		Volumi in condotta				
		Tronco4	Tronco6	Tronco8	Tronco5	L tot
lunghezza rete di pertinenza	ml	99	228	130	48	505
pendenza fondo	m/m	0,001	0,001	0,001	0,001	volume totale
D rete	m	1,00	1,00	0,80	0,80	
quota scorrimento fondo	m	7,2	7,2	7,39	7,39	
altezza iniziale	m	0,950	0,950	0,760	0,760	
grado di riempimento medio	%	95%	84%	87%	92%	
area liquida media	mq	0,77	0,70	0,46	0,48	
volume in condotta	mc	76,30	158,88	59,78	23,22	318,19

Verifica disponibilità di invaso in ingresso in VASCA 4		Volumi in condotta		
		Tronco10	Tronco9	L tot
lunghezza rete di pertinenza	ml	111	38	149
pendenza fondo	m/m	0,001	0,001	volume totale
D rete	m	1,00	1,00	
quota scorrimento fondo	m	7	7	
altezza iniziale	m	1,150	1,150	
grado di riempimento medio	%	95%	95%	
area liquida media	mq	0,77	0,77	
volume in condotta	mc	85,55	29,29	114,84

Verifica disponibilità di invaso in ingresso in VASCA 5		Volumi in condotta	
		Tronco7	L tot
lunghezza rete di pertinenza	ml	122	122
pendenza fondo	m/m	0,001	volume totale
D rete	m	1,00	
quota scorrimento fondo	m	7,2	
altezza iniziale	m	0,950	
grado di riempimento medio	%	89%	
area liquida media	mq	0,73	
volume in condotta	mc	89,31	89,31

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

Sono stati considerati utili all'invaso anche i tubi da 60, 80 e 100 cm che costituiscono la rete di scarico al di sotto di piazzali, parcheggi e strade dell'intera area in esame.

Il totale dei volumi d'invaso disponibili all'interno della rete di condotte è pari a 630 mc che sommati ai volumi all'interno delle vasche porta ad un volume totale disponibile di 5.513 mc.

Rispetto ai 5338 mc necessari, i volumi di invaso ulteriormente disponibili sono circa di 175 mc. Si tenga conto inoltre del fatto che il franco medio di sicurezza all'interno delle Vasche è dell'ordine dei 0,85 metri. Si tratta di volume potenzialmente al servizio di aree circostanti: in caso di eventi particolarmente estremi la rete potrebbe accettare afflussi temporanei anche provenienti dalle aree limitrofe, creando un carico sugli sfioratori dei due manufatti e fungendo in qualche modo da laminazione.

La rete di invaso scaricherà nel canale scolmatore parallelo alla Tangenziale di Mestre.

La rete scaricherà solamente la portata consentita grazie a 2 manufatti di regolazione collocati immediatamente a valle delle reti descritte ed all'interno degli ambiti di intervento, a valle delle Vasche 3 e 4.

A valle dei due parcheggi principali , cioè il piazzale C a destinazione direzionale e quello E a destinazione commerciale, sono previste due vasche di prima pioggia, che raccoglieranno le acque di dilavamento dei piazzali e saranno posizionate subito a monte delle immissioni nelle aree di laminazione ribassate. Per il piazzale C è prevista una vasca di trattamento di 40 mc, mentre per il piazzale E si avranno 2 vasche da 35 mc ciascuna. In fase esecutiva è prevista una progettazione di maggior dettaglio.

10 Descrizione dei 2 manufatti di regolazione

I due manufatti di regolazione saranno identici tra loro e saranno realizzati con un setto in calcestruzzo sul quale trova alloggio un pancone in acciaio forato sul fondo. La dimensione del foro delle luce a battente è stata calcolata mediante le equazioni della foronomia $Q = c_c \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$ attribuendo al coefficiente di contrazione C_c un valore pari a 0,55 ed in modo da avere allo scarico una portata media nel tempo di pioggia prossima a 43,30 l/s. diametro, ciascuno ,quindi in totale 86,6 l/s corrispondenti ai 10 l/s, ha previsti dalle Ordinanze sopracitate..

La Tabella 12 e la Figura 14 descrivono la scala delle portate del manufatto di regolazione evidenziando che per tiranti (calcolati con riferimento all'interasse del foro) inferiori a 1,15 m è attiva solo la luce a battente e permette di scaricare una portata massima di 43,30 l/s per ciascun manufatto (con un coefficiente udometrico circa pari a 10 l/s, ha) mentre per tiranti superiori a 1,15 m si attiva lo sfioratore di troppo pieno e la portata sfiorante è in grado di smaltire la portata massima generata dalla configurazione di progetto quando si verifichi un evento di precipitazione con un tempo di ritorno di 50 anni.

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

tirante y (m)	luce di fondo		stramazzo		portata totale
	Q (mc/s)	Q (l/s)	Q (mc/s)	Q (l/s)	Q (l/s)
0,05	0,01	9,62	0,00	0,00	9,62
0,1	0,01	13,61	0,00	0,00	13,61
0,2	0,02	19,24	0,00	0,00	19,24
0,3	0,02	23,57	0,00	0,00	23,57
0,4	0,03	27,21	0,00	0,00	27,21
0,5	0,03	30,43	0,00	0,00	30,43
0,6	0,03	33,33	0,00	0,00	33,33
0,7	0,04	36,00	0,00	0,00	36,00
0,8	0,04	38,49	0,00	0,00	38,49
0,9	0,04	40,82	0,00	0,00	40,82
1,0	0,04	43,03	0,00	0,00	43,03
1,07	0,04	44,51	0,00	1,28	45,79
1,2	0,05	47,14	0,18	180,16	227,30
1,3	0,05	49,06	0,41	413,78	462,84
1,495	0,05	52,61	1,02	1024,16	1076,77
1,5	0,05	52,70	1,04	1042,07	1094,77
1,6	0,05	54,43	1,42	1421,33	1475,76

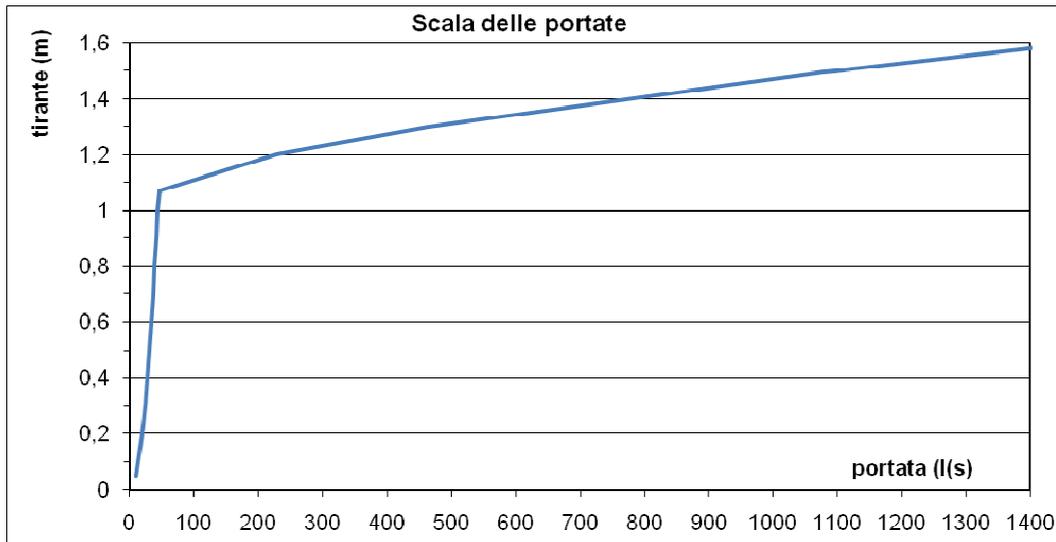


Figura 14. Scala delle portate scaricate dal manufatto di regolazione.

Nel caso in cui si verificassero successivi eventi di precipitazione particolarmente intensi e i volumi della rete fossero già completamente invasati, lo sfioro del manufatto di regolazione è in grado di smaltire efficientemente la portata generata con una precipitazione avente un tempo di ritorno di 50 anni e una durata pari al tempo di corrivazione. Tale deflusso, riportato in Figura 15 non risente del beneficio degli invasi, quindi non è laminato e risulta pari a 2.172 in totale, pari a circa 1076 l/s per ogni manufatto. Il calcolo della portata che sfiora dallo stramazzo è stato eseguito considerando un coefficiente di portata C_q pari a 0,41, caratteristico degli sfiori in parete sottile.

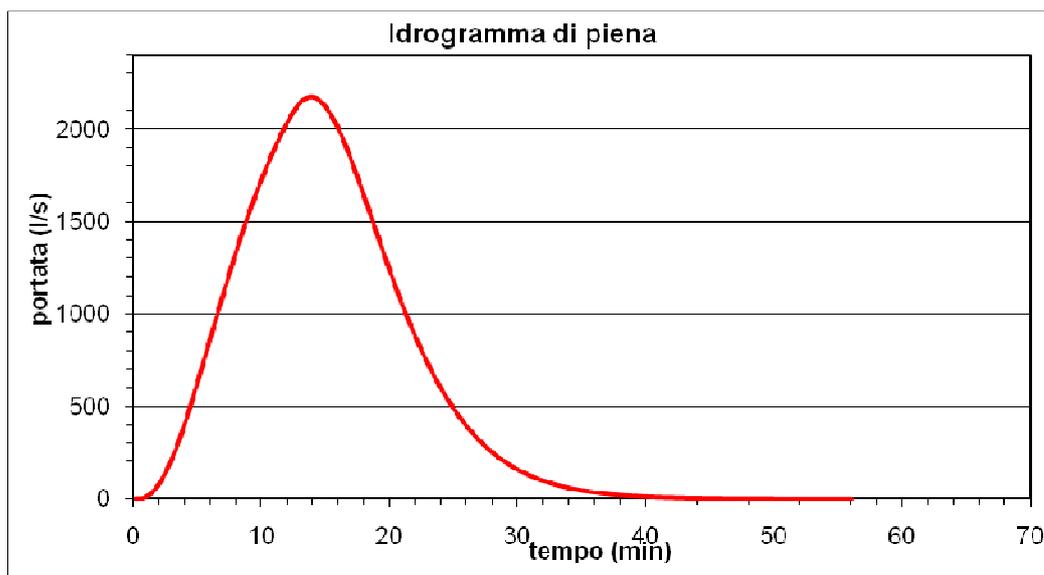


Figura 15. Onda di piena della configurazione di progetto per un TR50 e una durata di pioggia pari al tempo di corrivazione.

Per la costruzione del precedente grafico si sono usati i valori delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica a due parametri, ricavati per la zona omogenea di interesse per l'intervallo temporale compreso tra i 15 minuti e 3 ore.

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

A valle di ciascun manufatto di regolazione è stato predisposto un tubo in calcestruzzo di diametro pari a 100 cm in grado di smaltire a moto uniforme un deflusso di circa 1.200 l/s con un grado di riempimento pari al 95% ed una pendenza del 0,2%. Ciascuno scarico è quindi in grado di garantire l'allontanamento della portata massima generata dalla configurazione di progetto relativa ad un tempo di ritorno di 50 anni e pari a 1.076 l/s.

11 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.
- Il direttore lavori è tenuto ad accertare l'avvenuta realizzazione di quanto previsto e prescritto a salvaguardia delle condizioni di invarianza idraulica, secondo quanto disposto dalle norme vigenti.
- Le cabine degli impianti elettrici devono essere collocate al di sopra del piano campagna, fuori da avvallamenti e/o abbassamenti dello stesso, e comunque in una posizione che ne garantisca la funzionalità anche in caso di fenomeni di allagamento;
- Il titolare, ai fini dell'ottenimento degli atti abilitativi, deve sottoscrivere a favore del Comune, della Provincia, della Regione del Veneto, del Consorzio di Bonifica competente per territorio, della Presidenza del Consiglio dei Ministri e a Enti e Società ai quali compete la gestione delle reti di smaltimento delle acque meteoriche, un Atto d'obbligo con il quale rinuncia a pretese di risarcimento danni in caso di allagamento di locali interrati.

12 Sintesi della valutazione

STATO DI PROGETTO		
Tipologia del suolo	superficie mq	ϕ
A viab	454,00	0,9
A impermeabile	2419,00	0,9
A verde	2419,00	0,2
B	10187,00	0,9
C imp	5630,00	0,9
C verde	2515,00	0,2
D	16198,00	0,9
E viabilità	7448,00	0,9
E parcheggi	6750,00	0,9
F	7395,00	0,9
G	810,00	0,9
H	680,00	0,9
VERDE	23663,00	0,2
Totale area	86568,00	0,67

INDIVIDUAZIONE DEI VOLUMI DI INVASO:

Rete di smaltimento delle acque meteoriche a servizio dell'area:

5 Vasche di laminazione + reti di condotte di collegamento idraulico, invaso e scarico.

Diametro= 60, 80, 100 cm

Volume di invaso= 4883 mc (aree laminazione)+

630 mc (condotte di invaso e scarico) Totale 5513 mc disponibili

Recapito finale: Scolmatore parallelo alla Tangenziale di Mestre

Comune di Venezia



PIANO DI LOTTIZZAZIONE

Z.T.O. D4.b-4 TERRAGLIO

ZONA PER ATTREZZATURE ECONOMICHE VARIE

P. di L. n°1 del P.C.P. APPROVATO CON D.C.C. n°74 DEL 09/02/2010

ALLEGATO:	Inquadramento territoriale	SCALA:	varie
-----------	----------------------------	--------	-------

ELENCO ALLEGATI:

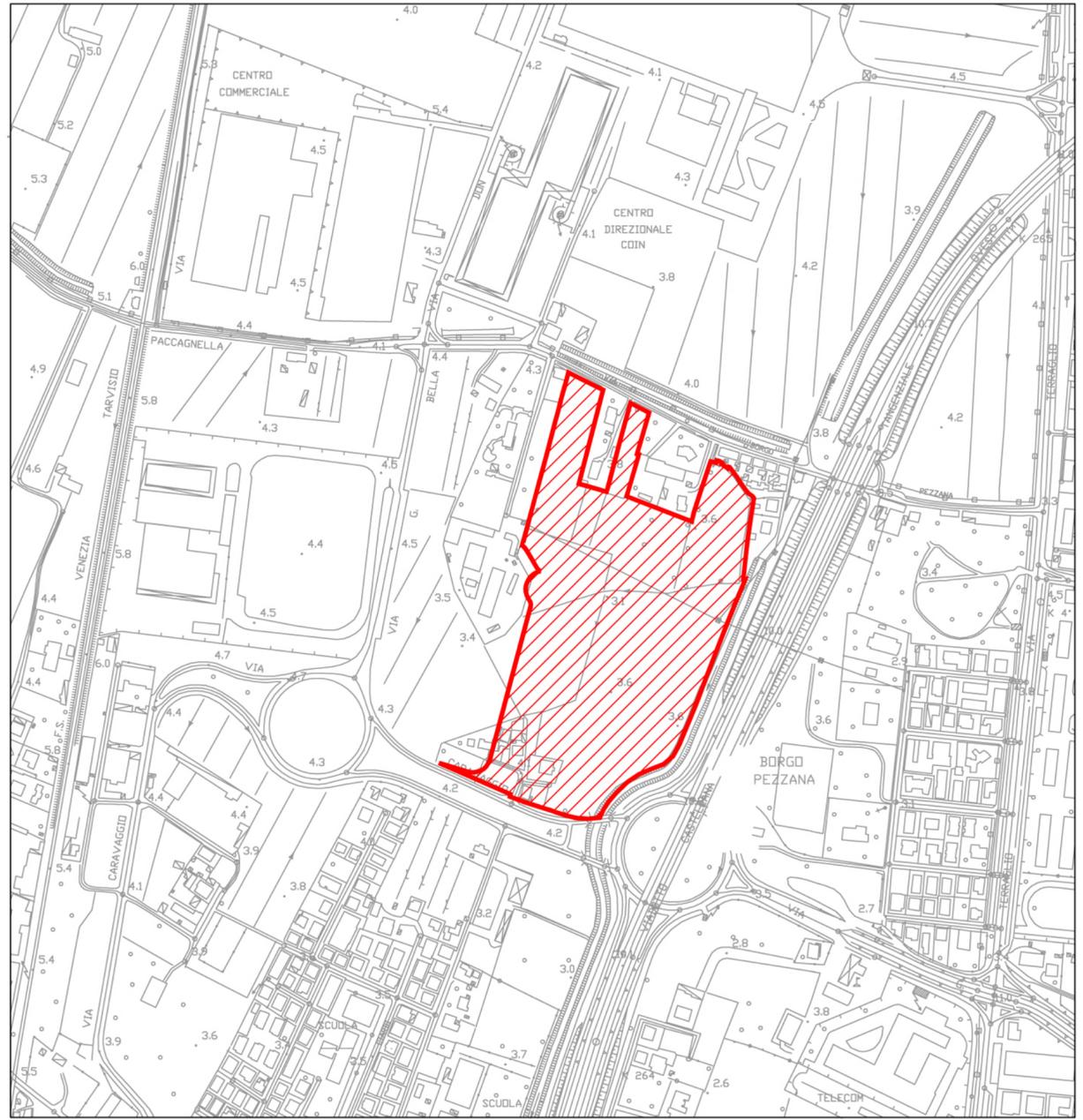
A	□	Relazione idraulica
1	■	varie Inquadramento territoriale
2	□	1:1000 Tavola comparativa
3	□	1:500 Planimetria rete acque meteoriche
4	□	varie Profili e particolari costruttivi
5	□	1:100 Sezioni aree di invaso

PROGETTISTA PER L'INVARIANZA IDRAULICA: Via delle Industrie, 18/A - 30038 Spinea (VE) P.IVA C.F. e Reg. Imprese VE: 03913010272 Tel. 041 8221863 Fax 041 8221864 Web: www.aequaeng.com Email: info@aequaeng.com	Collaboratori: Dott. Francesco Guidolin Dott. Marco Lisso	PROGETTISTA ARCHITETTONICO: Studio Endrizzi Via Germania, 7 int.12 35010 Vigonza (PD) tel.: 049.8936131 - 049.8936135 fax.: 049.8935758 email: info@studioendrizzi.it
--	--	--

REV. N°:	PERCORSO DIGITALE: ..\dati\Progetti in corso\Progetti in corso 2	DATA: Novembre 2010
----------	---	------------------------

ESTRATTO DA C.T.R.

SCALA 1:5000



ESTRATTO DA P.R.G.

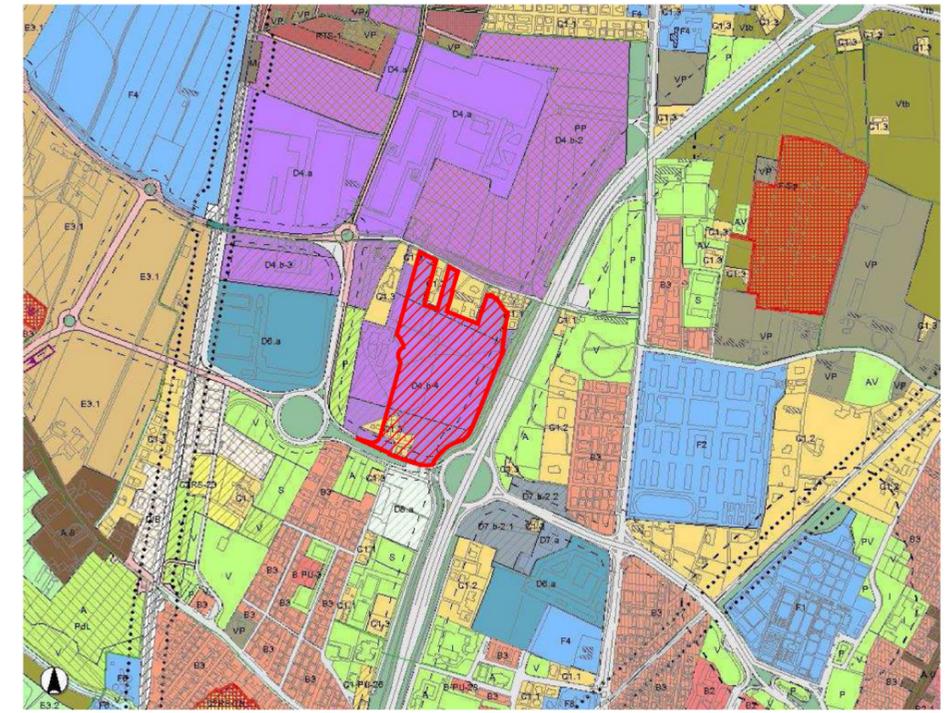


FOTO AEREA



PIANO DI LOTTIZZAZIONE
Z.T.O. D4.b-4 TERRAGLIO

ZONA PER ATTREZZATURE ECONOMICHE VARIE
P. di L. n°1 del P.C.P. APPROVATO CON D.C.C. n°74 DEL 09/02/2010

ALLEGATO: **2** Tavola comparativa
SCALA: 1:1000

- ELENCO ALLEGATI:
- A Relazione idraulica
 - 1 varie Inquadramento territoriale
 - 2 I:1000 Tavola comparativa
 - 3 I:500 Planimetria rete acque meteoriche
 - 4 varie Profili e particolari costruttivi
 - 5 I:100 Sezioni aree di invaso

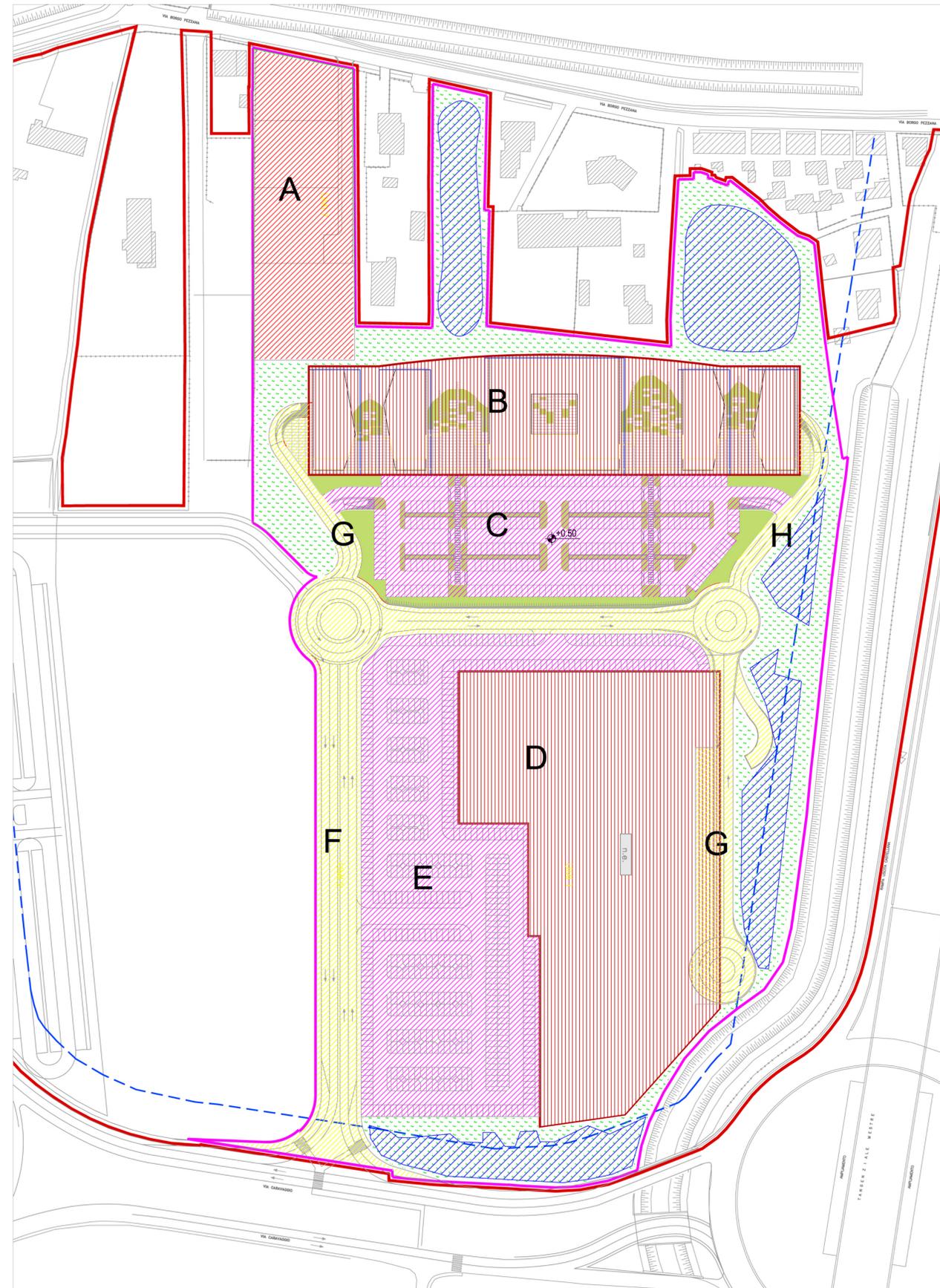
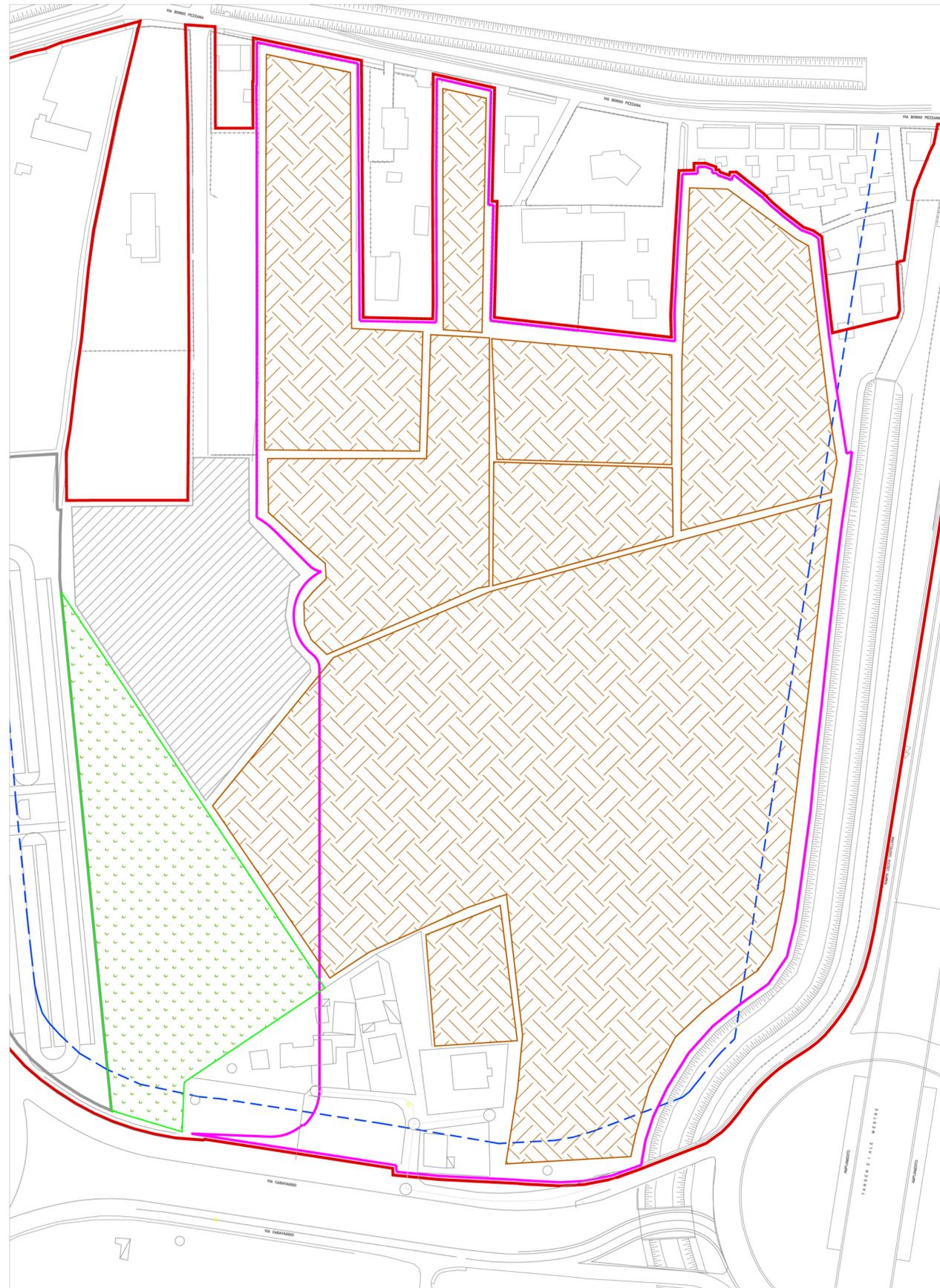
PROGETTISTA PER L'INVARIANZA IDRAULICA: **equa engineering**
 Collaboratori: Dott. Francesco Guidolin, Dott. Marco Lisso
 PROGETTISTA ARCHITETTONICO: Studio Endrizzi
 Via Germania, 7 int. 12, 35010 Vigonza (PD)
 tel.: 049.8936131 - 049.8936135
 fax.: 049.8935758
 email: info@studioendrizzi.it

REV. N°: PERCORSO DIGITALE: DATA: Novembre 2010

Il presente documento, elaborato per il committente da AEQUA ENGINEERING S.R.L. non può essere riprodotto o comunicato a terzi senza preventiva autorizzazione scritta

LEGENDA

- area in trasformazione
 - fascia di rispetto della tangenziale
- Stato di fatto
- suolo agricolo
 - superficie a prato
 - fabbricati
- Stato di progetto
- A porzione residenziale
 - B,D fabbricati e piazzali impermeabili
 - C,E parcheggi
 - Viabilità interna
 - Verde
 - Aree di invaso



Comune di Venezia



PIANO DI LOTTIZZAZIONE

Z.T.O. D4.b-4 TERRAGLIO

ZONA PER ATTREZZATURE ECONOMICHE VARIE

P. di L. n°1 del P.C.P. APPROVATO CON D.C.C. n°74 DEL 09/02/2010

ALLEGATO: 3 Planimetria rete acque meteoriche SCALA: 1:500

- ELENCO ALLEGATI: A Relazione idraulica, 1 varie Inquadramento territoriale, 2 1:1000 Tavola comparativa, 3 1:500 Planimetria rete acque meteoriche, 4 varie Profili e particolari costruttivi, 5 1:100 Sezioni aree di invaso

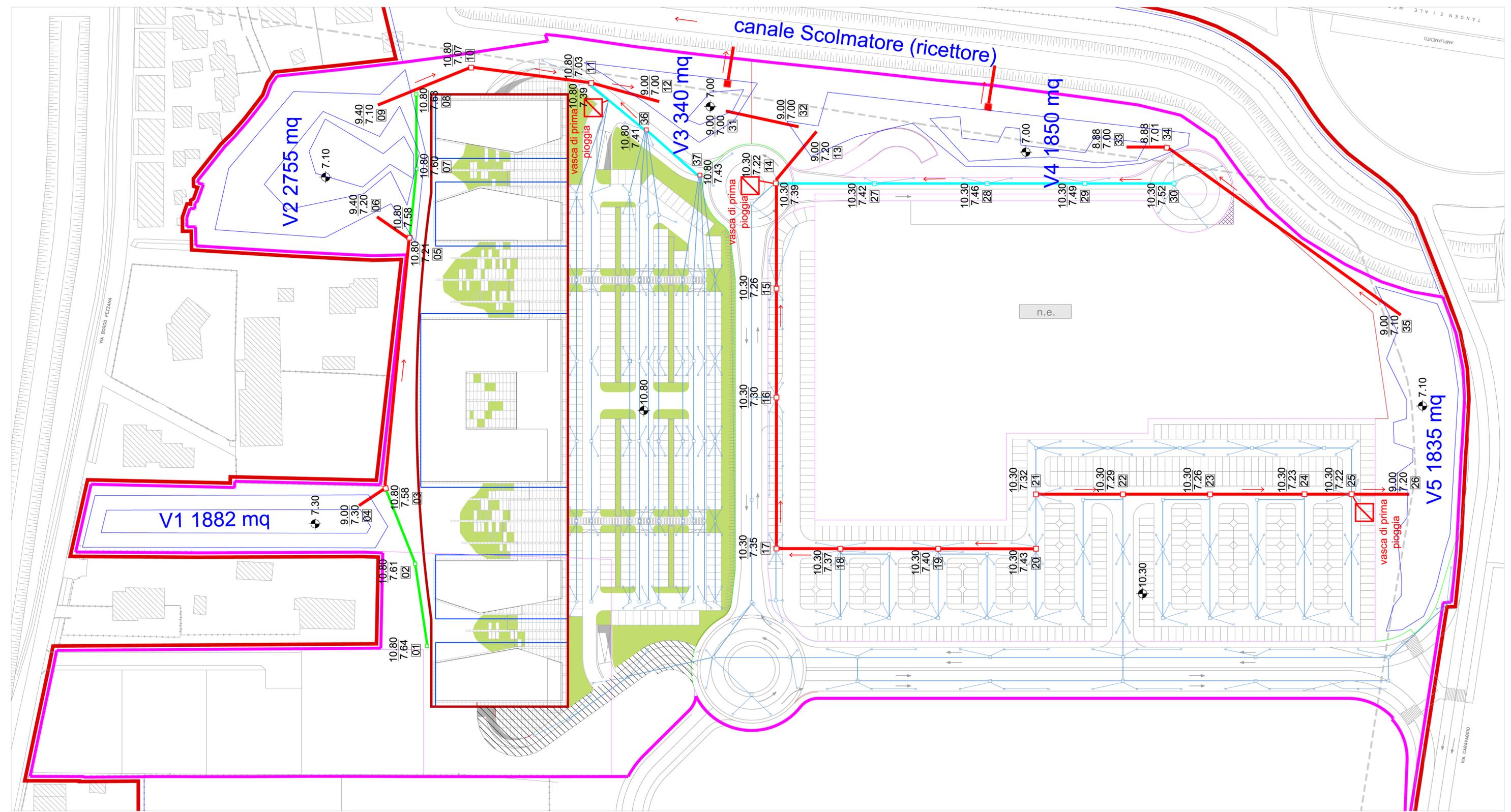
PROGETTISTA PER L'INVARIANZA IDRAULICA: eAQUA engineering, Collaboratori: Dott. Francesco Guidolin, Dott. Marco Lisso, PROGETTISTA ARCHITETTONICO: Studio Endrizzi, Via Germania, 7 int.12, 35010 Vigonza (PD), tel.: 049.8936131 - 049.8936135, fax.: 049.8935758, email: info@studioendrizzi.it

REV. N°: PERCORSO DIGITALE: \..\dat\Progetti in corso\Progetti in corso 2, DATA: Novembre 2010

Il presente documento, elaborato per il committente da AEQUA ENGINEERING S.R.L. non può essere riprodotto o comunicato a terzi senza preventiva autorizzazione scritta.

LEGENDA

- area in trasformazione, Ø 100 cls, Ø 80 cls, Ø 60 cls, rete caditoie diametri inferiori, pozzetto cls 150x150 cm, pozzetto cls 120x120 cm, pozzetto cls 100x100 cm, manufatti di laminazione cls 200x200 cm, vasca di prima pioggia, 9.00 piano campagna, 7.20 scorrimento tubazioni, [IS] nome pozzetto



canale Scolmatore (ricettore)

V2 2755 mq

V3 340 mq

V4 1850 mq

V1 1882 mq

V5 1835 mq

vasca di prima pioggia

vasca di prima pioggia

vasca di prima pioggia

n.e.

PIANO DI LOTTIZZAZIONE
Z.T.O. D4.b-4 TERRAGLIO

ZONA PER ATTREZZATURE ECONOMICHE VARIE
 P. di L. n°1 del P.C.P. APPROVATO CON D.C.C. n°74 DEL 09/02/2010

ALLEGATO: **4** Profili e particolari costruttivi
 SCALA: varie

- ELENCO ALLEGATI:
- A Relazione idraulica
 - 1 varie Inquadramento territoriale
 - 2 1:1000 Tavola comparativa
 - 3 1:500 Planimetria rete acque meteoriche
 - 4 varie Profili e particolari costruttivi
 - 5 1:100 Sezioni aree di invaso

PROGETTISTA PER L'INVARIANZA IDRAULICA: Collaboratori: Dott. Francesco Guidolin, Dott. Marco Lisso

PROGETTISTA ARCHITETTONICO: Studio Endrizzi
 Via Germania, 7 int.12
 35010 Vigonza (PD)
 tel.: 049.8936131 - 049.8936135
 fax.: 049.8935758
 email: info@studioendrizzi.it



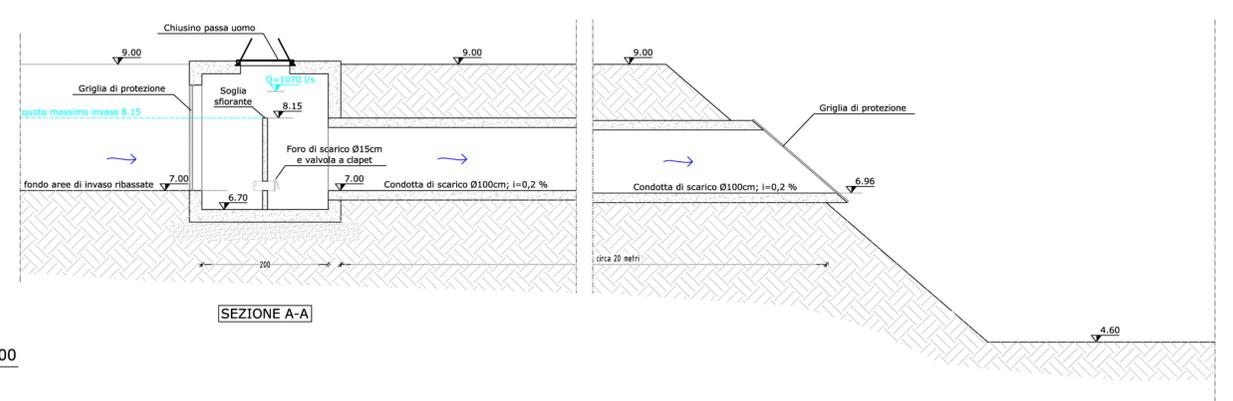
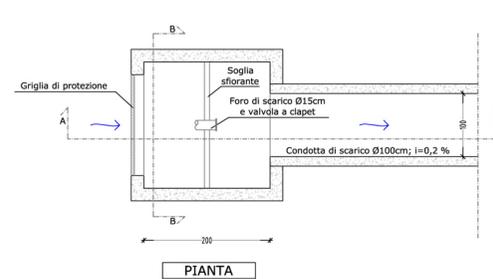
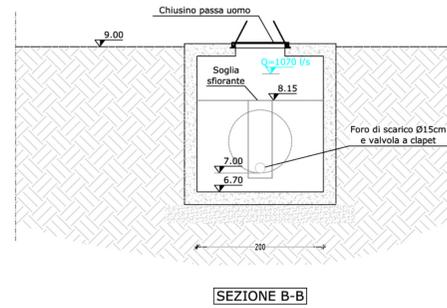
Via delle Industrie, 18/A - 30038 Spinea (VI)
 P.IVA C.F. e Reg. Imprese VE: 03913010272
 Tel. 041 8221863
 Fax 041 8221864
 Web: www.aequaeng.com
 Email: info@aequaeng.com

REV. N°: PERCORSO DIGITALE: DATA: Novembre 2010

Il presente documento, elaborato per il committente da AEQUA ENGINEERING S.R.L. non può essere riprodotto o comunicato a terzi senza preventiva autorizzazione scritta.

PARTICOLARI DEI MANUFATTI DI REGOLAZIONE M1 E M2

SCALA 1:50



PROFILI ACQUE METEORICHE

SCALA 1:100/1:1000

NOME TRATTO DI CONDOTTA	Ø 60 cm		
MATERIALE	Ø		
PENDENZA	0,10 %		
SCALA QUOTE	1:100		
SCALA DISTANZE	1:1000		
QT.RIF.	+6,000		
NUMERO SEZIONI	03	02	01
DISTANZE PARZIALI		26,30	28,50
DISTANZE PROGRESSIVE	0,00	26,30	54,80
Quota Scorrimento	7,58	7,61	7,64
Quota piano campagna	-10,80	-10,80	-10,80

NOME TRATTO DI CONDOTTA	Ø 100 cm			
MATERIALE	Ø			
PENDENZA	0,10 %			
SCALA QUOTE	1:100			
SCALA DISTANZE	1:1000			
QT.RIF.	-6,000			
NUMERO SEZIONI	06	05	03	04
DISTANZE PARZIALI		13,10	84,80	10,70
DISTANZE PROGRESSIVE	0,00	13,10	97,9	108,60
Quota Scorrimento	7,20	7,21	7,29	7,30
Quota piano campagna	-9,00	-10,80	-10,80	-9,40

NOME TRATTO DI CONDOTTA	Ø 60 cm		
MATERIALE	Ø		
PENDENZA	0,10 %		
SCALA QUOTE	1:100		
SCALA DISTANZE	1:1000		
QT.RIF.	+6,000		
NUMERO SEZIONI	05	07	08
DISTANZE PARZIALI		23,50	26,80
DISTANZE PROGRESSIVE	0,00	23,50	50,30
Quota Scorrimento	7,58	7,60	7,63
Quota piano campagna	-10,80	-10,80	-10,80

NOME TRATTO DI CONDOTTA	Ø 100 cm			
MATERIALE	Ø			
PENDENZA	0,10 %			
SCALA QUOTE	1:100			
SCALA DISTANZE	1:1000			
QT.RIF.	+6,000			
NUMERO SEZIONI	09	10	11	12
DISTANZE PARZIALI		34,20	41,00	24,10
DISTANZE PROGRESSIVE	0,00	34,20	75,20	99,30
Quota Scorrimento	7,10	7,07	7,03	7,00
Quota piano campagna	-9,40	-10,80	-10,30	-9,00

NOME TRATTO DI CONDOTTA	Ø 80 cm		
MATERIALE	Ø		
PENDENZA	0,10 %		
SCALA QUOTE	1:100		
SCALA DISTANZE	1:1000		
QT.RIF.	+6,000		
NUMERO SEZIONI	11	36	37
DISTANZE PARZIALI		24,6	24,0
DISTANZE PROGRESSIVE	0,00	24,6	48,6
Quota Scorrimento	7,39	7,41	7,43
Quota piano campagna	-10,80	-10,80	-10,80

NOME TRATTO DI CONDOTTA	Ø 100 cm							
MATERIALE	Ø							
PENDENZA	0,10 %							
SCALA QUOTE	1:100							
SCALA DISTANZE	1:1000							
QT.RIF.	-6,000							
NUMERO SEZIONI	13	14	15	16	17	18	19	20
DISTANZE PARZIALI		18,70	36,00	37,20	51,70	16,70	33,20	33,10
DISTANZE PROGRESSIVE	0,00	18,70	54,70	91,90	143,60	160,30	193,50	226,60
Quota Scorrimento	7,20	7,22	7,26	7,30	7,35	7,37	7,40	7,43
Quota piano campagna	-9,00	-10,30	-10,30	-10,30	-10,30	-10,30	-10,30	-10,30

NOME TRATTO DI CONDOTTA	Ø 80 cm				
MATERIALE	Ø				
PENDENZA	0,10 %				
SCALA QUOTE	1:100				
SCALA DISTANZE	1:1000				
QT.RIF.	+6,000				
NUMERO SEZIONI	14	27	28	29	30
DISTANZE PARZIALI		28,40	38,20	33,10	30,20
DISTANZE PROGRESSIVE	0,00	28,40	66,60	99,70	129,90
Quota Scorrimento	7,39	7,42	7,46	7,49	7,52
Quota piano campagna	-10,30	-10,30	-10,30	-10,30	-10,30

NOME TRATTO DI CONDOTTA	Ø 100 cm					
MATERIALE	Ø					
PENDENZA	0,10 %					
SCALA QUOTE	1:100					
SCALA DISTANZE	1:1000					
QT.RIF.	+6,000					
NUMERO SEZIONI	26	25	24	23	22	21
DISTANZE PARZIALI		16,30	16,00	32,00	29,60	29,50
DISTANZE PROGRESSIVE	0,00	16,30	32,30	64,30	93,90	123,40
Quota Scorrimento	7,20	7,22	7,23	7,26	7,29	7,32
Quota piano campagna	-10,30	-10,30	-10,30	-10,30	-10,30	-10,30

NOME TRATTO DI CONDOTTA	Ø 100 cm	
MATERIALE	Ø	
PENDENZA	0,10 %	
SCALA QUOTE	1:100	
SCALA DISTANZE	1:1000	
QT.RIF.	+6,000	
NUMERO SEZIONI	32	31
DISTANZE PARZIALI		38,2
DISTANZE PROGRESSIVE	0,00	38,20
Quota Scorrimento	7,00	7,00
Quota piano campagna	-9,00	-9,00

NOME TRATTO DI CONDOTTA	Ø 100 cm		
MATERIALE	Ø		
PENDENZA	0,10 %		
SCALA QUOTE	1:100		
SCALA DISTANZE	1:1000		
QT.RIF.	+6,000		
NUMERO SEZIONI	33	34	35
DISTANZE PARZIALI		13,50	97,90
DISTANZE PROGRESSIVE	0,00	13,50	111,40
Quota Scorrimento	7,00	7,01	7,10
Quota piano campagna	-9,00	-10,30	-10,30

ELENCO ALLEGATI:

1	<input type="checkbox"/>	varie	Relazione idraulica
2	<input type="checkbox"/>	1:1000	Inquadramento territoriale
3	<input type="checkbox"/>	1:500	Tavola comparativa
4	<input type="checkbox"/>	varie	Planimetria rete acque meteoriche
5	<input checked="" type="checkbox"/>	1:100	Profili e particolari costruttivi
	<input checked="" type="checkbox"/>	1:100	Sezioni aree di invaso

PROGETTISTA PER L'INVARIANZA IDRAULICA: **aequa engineering**
Via delle Industrie, 18/A - 30038 Spinea (VI)
Tel. 041 8221863
Fax 041 8221864
Web: www.ngiatio.com
Email: info@ngiatio.com

Collaboratori:
Dott. Francesco Guidolin
Dott. Marco Lisso

PROGETTISTI ARCHITETTONICI:
Studio Endrizzi
Via Germania, 7 int. 12
35010 Vigonza (PD)
tel.: 049.8936131 - 049.8936135
fax.: 049.8935758
email: info@studioendrizzi.it

REV. N°: _____ PERCORSO DIGITALE: *..\dati\Progetti in corso\Progetti in corso 2* DATA: **Novembre 2010**

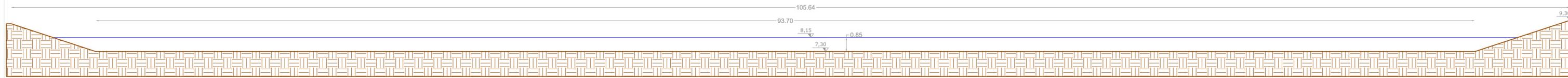
Il presente documento, elaborato per il committente da AEQUA ENGINEERING S.R.L. non può essere riprodotto o comunicato a terzi senza preventiva autorizzazione scritta.

Sezioni delle aree di invaso ribassate

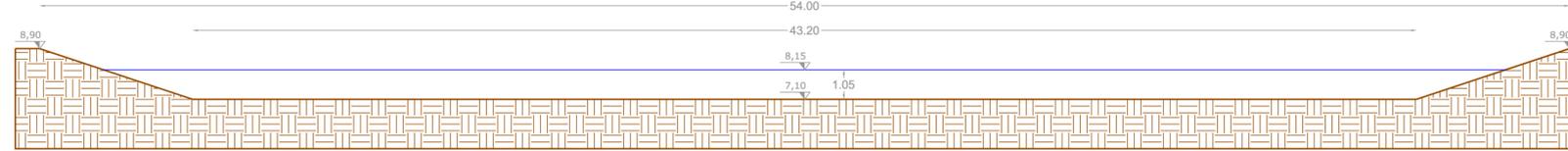
Sezione A - A'



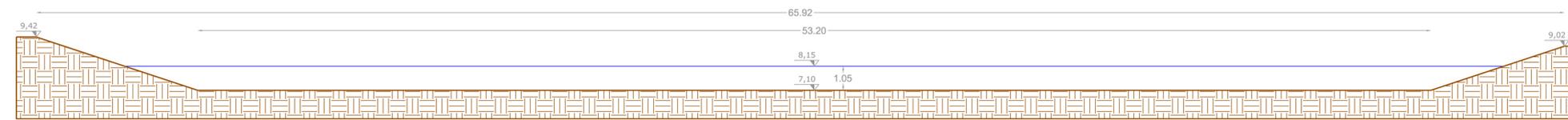
Sezione B - B'



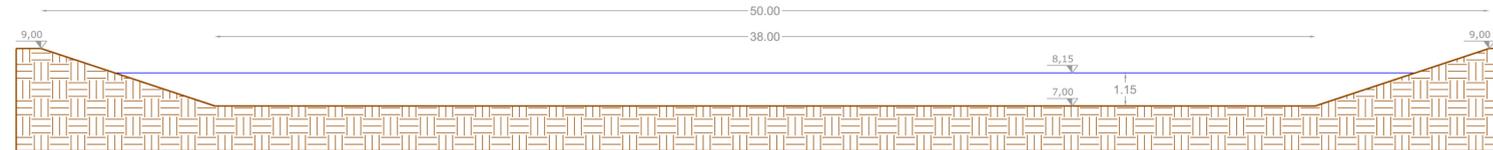
Sezione C - C'



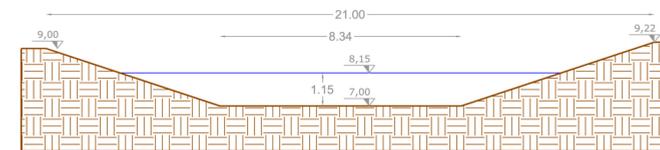
Sezione D - D'



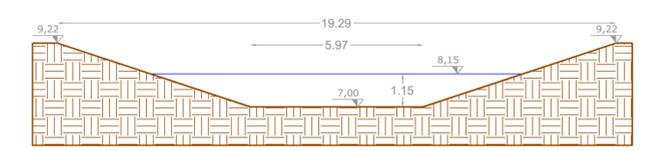
Sezione E - E'



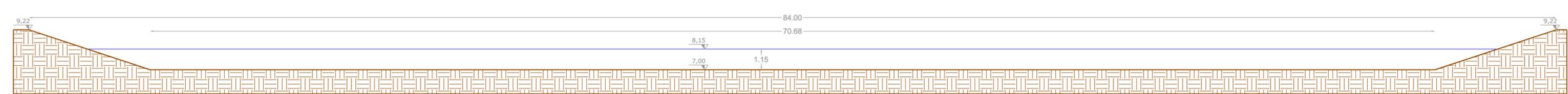
Sezione F - F'



Sezione G - G'



Sezione H - H'



Sezione I - I'



Sezione L - L'

