

**CITTA'
METROPOLITANA
VENEZIA**

**REGIONE
DEL VENETO**

**COMUNE DI
MIRA**

Stabilimento produttivo Marchi Industriale S.p.a. in loc. Marano Veneziano



VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA e Nulla Osta Idraulico

*ai sensi del art. 39 comma 12 delle NTA al PTA della D.G.R. n. 2948 del 6 ottobre 2009
e in risposta ai punti 2 e 3 del Verbale di incontro tecnico del 28/06/2016 prot. n° 57754*

Committente:



Sede legale: via Trento, 50139 Firenze
Sede stabilimento: Via Miranese, 12
30030 Mira (VE) - loc. Marano Veneziano
Tel. 041 5674200

MARCHI INDUSTRIALE S.p.A.
Ing. Raoul Tomassio

Redattore:



c/o Parco Scientifico Tecnologico VEGA
ed. Auriga - via delle Industrie, 9
30173 Marghera (VE)
www.eambiente.it; info@eambiente.it
Tel. 041 5093820; Fax 041 5093886



0	31/08/2016	Prima Emissione	15.03385_COMPATIBILITÀ_IDRAULICA_MARCHI.doc	AA	TM	MG
Rev.	Data Emissione	Oggetto	File	Redatto	Verificato	Approvato

SOMMARIO

1. PREMESSA	4
2. INQUADRAMENTO NORMATIVO.....	5
1.1 D.G.R. N. 1322 DEL 10.05.2006 E SUCCESSIVE INTEGRAZIONI.....	5
1.2 ORDINANZA N° 3 DEL 22.01.08	5
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE	7
3.1 ASSETTO IDROGRAFICO.....	9
3.2 ANALISI NORMATIVA E TECNICA DELL'AREA NEI CONFRONTI DEL RISCHIO IDRAULICO	14
3.2.1 PTCP PROVINCIA DI VENEZIA	14
3.2.2 PAT MIRA	15
3.2.3 PRG	18
3.2.4 PIANO DELLE ACQUE COMUNALE.....	18
3.2.5 RETE FOGNARIA	21
3.3 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO	22
3.3.1 EVENTO 26 SETTEMBRE 2007	22
3.3.2 ANALISI EVENTI STORICI	26
3.3.3 ANALISI IDROLOGICA	28
4. MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI	30
4.1 ANALISI DELLO STATO DI FATTO	30
4.2 ANALISI DEL PROGETTO	31
4.2.1 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE	33
5. MODELLO AFFLUSSI/DEFLUSSI E SUA APPLICAZIONE ALL'AREA IN OGGETTO.....	35
5.1 IDROGRAMMA DI PIENA - STATO DI FATTO	36
5.2 IDROGRAMMA DI PIENA - STATO FUTURO	39
5.3 CALCOLO DEL VOLUME DI COMPENSAZIONE	40
5.3.1 DIMENSIONAMENTO SEMPLIFICATO	41
5.3.2 METODO CINEMATICO O RAZIONALE.....	42
5.3.3 DETERMINAZIONE DEL VOLUME MASSIMO DI COMPENSAZIONE.....	48
6. INTERVENTI DI COMPENSAZIONE IN FASE ESECUTIVA.....	50
6.1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA.....	50
6.1.1.A Vasca di Prima Pioggia.....	50
6.1.1.B Sistema di laminazione e invarianza idraulica	52
6.1.2 CALCOLO DELLA SEZIONE DEL TUBO DI SCARICO	54
6.1.3 UBICAZIONE PUNTO DI SCARICO IN C.L.S.....	55
7. CONCLUSIONI.....	56

INDICE TABELLE

Tabella 3-1 Coordinate geografiche del punto centrale dell'area di progetto.....	7
Tabella 3-2 Dati catastali dell'area di progetto	7
Tabella 3-3. Variabili della curva di possibilità pluviometrica a tre parametri – Zona costiera SE.....	29

Tabella 4-1. Coefficienti di deflusso – Stato di Fatto reale	30
Tabella 4-2. Coefficienti di deflusso – progetto.....	32
Tabella 4-3. Calcolo del tempo di corrivazione.....	34
Tabella 5-1. Altezze di precipitazione per i diversi tempi di pioggia.....	35
Tabella 5-2. Portata massima e tempi di pioggia – Stato di Fatto	37
Tabella 5-3. Portata massima e tempi di pioggia – Stato di Progetto.....	40
Tabella 5-4. Calcolo del Tempo Critico.....	41
Tabella 5-5. Calcolo dei volumi compensativi – 2 parametri.....	42
Tabella 5-6. Calcolo dei volumi compensativi – 3 parametri.....	45
Tabella 6-1. Coordinate Geografiche del punto di scarico.....	55

INDICE FIGURE

Figura 3-1 - Localizzazione dell'area di progetto su vasta scala (Fonte: Google Maps)	8
Figura 3-2 - Localizzazione dello stabilimento su ortofotografia (Fonte: Google Earth)	8
Figura 3-3 - Inquadramento dell'area di progetto su CTR	9
Figura 3-4 - Delimitazione dei nuovi consorzi di bonifica post L.R. 12/2009	10
Figura 3-5 - Inquadramento nel sito nei sottobacino di riferimento del Bacino Scolante	10
Figura 3-6 - Punti quotati per la creazione del DTM (Fonte microrilievo Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26.09.2007 - OPCM 3621)	11
Figura 3-7 – Digital Terrain Model elaborato a partire da punti quotati.....	12
Figura 3-8 - Rete idrografica nell'intorno dello stabilimento (Fonte Webgis Consorzio di Bonifica Acque Risorgive) con ubicazione del punto di scarico SF1	13
Figura 3-9 - PTCP - Tavola 2.2 Carta delle Fragilità	14
Figura 3-10 - Estratto dalla Carta delle Fragilità 3.2 – PAT Comune di Mira	15
Figura 3-11 – PAI Estratto tavola generale: Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Scolante della Laguna di Venezia	16
Figura 3-12 - PAI Estratto tavola generale: Carta degli allagamenti e delle criticità idrauliche localizzate	17
Figura 3-13 - Estratto P.R.G. comune di Mira su base catastale	18
Figura 3-14 - Piano delle acque per il comune di Mira.....	20
Figura 3-15 Applicazione su ortofoto del Piano delle acque comunale allo stabilimento di Marchi Industriale.....	20
Figura 3-16 – Mappa delle isoiete sul Veneto del giorno 26 settembre 2007	23
Figura 3-17 – dati andamento delle precipitazioni progressivamente accumulate dalle ore 1.00 alle ore 13 del 26 settembre 2007.....	24
Figura 3-18 – dati mappe delle isoiete delle massime precipitazioni cadute in 1, 6, 12 e 24 ore nel periodo tra il 26 e il 28 settembre 2007.....	25
Figura 3-19 – confronto massime altezze di precipitazione per diversi intervalli di durata – eventi del settembre 2007 e 2006.....	26
Figura 3-20 – confronto massime altezze di precipitazione per diversi intervalli di durata – evento del 26/09/2007 e massimi storici registrati in zona.....	27
Figura 3-21 – Massime intensità di precipitazione registrate a Mestre.....	27
Figura 3-22 – Gruppi omogenei di stazioni e Zone omogenee.....	28
Figura 3-23 – Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica a tre parametri	29
Figura 4-1. Modello concettuale - modifiche alla tipologia di superficie (Stato di Fatto e Stato Futuro)	33

Figura 5-1 – Ietogramma	35
Figura 5-2 – Onda di piena per impulso piovoso di durata t^*	37
Figura 5-3 – Confronto tra volumi afflussi e deflussi	37
Figura 5-4 – Stato di Fatto - Onde di piena per i diversi T_p	38
Figura 5-5 – Stato di futuro - Onde di piena per i diversi T_p	39
Figura 5-6. Variazione dei volumi entrante, uscente, di invaso al variare del tempo di pioggia – curva 3P	44
Figura 5-7. Volumi relativi metodo dell'invaso con le curve di possibilità climatica a 2 parametri	45
Figura 5-8. Variazione dei volumi entrante, uscente, di invaso al variare del tempo di pioggia – curva 3P	47
Figura 5-9. Volumi relativi metodo dell'invaso con le curve di possibilità climatica a 3 parametri	48
Figura 6-1. Vasca di prima pioggia – Manufatto di derivazione e rilancio.....	51
Figura 6-2. Vasca di prima pioggia e ulteriore vasca di emergenza.....	52
Figura 6-3. Vasca di prima pioggia – Sistema di filtrazione finale prima dello scarico.....	52
Figura 6-4. Schema a blocchi del processo di laminazione – cfr. Tavola 02.....	53
Figura 6-5 - Punto di scarico SF1 nello scolo Cesenego.....	55

TAVOLE

Tavola 01: Inquadramento generale

Tavola 02: Modello Concettuale superfici di intervento

Tavola 03: Layout Concettuale Opere di Laminazione

Tavola 04: Rete Meteorica – Opere di Laminazione e Particolari Costruttivi

Tavola 05: Documentazione Fotografica

1. PREMESSA

Il presente elaborato viene presentato dalla società Marchi Industriali S.p.A. a fronte del previsto ampliamento dell'area produttiva come meglio di seguito descritto.

Il progetto prevede un aumento dell'area impermeabilizzata dello stabilimento per ospitare il raddoppio dell'impianto produttivo denominato SGK evidenziato nelle planimetrie allegate; il fine della presente Relazione di Compatibilità Idraulica è quindi l'analisi, dal punto di vista idrologico ed idraulico, delle variazioni apportate alle aree in esame, fornendo delle prescrizioni finalizzate alla costituzione di un nuovo assetto idrologico ed idraulico che non modifichi le attuali risposte dei bacini agli eventi meteorici e ove possibile le migliori con un maggior contenimento delle portate generate.

La presente Relazione di Compatibilità Idraulica contiene la valutazione delle portate che andranno ad aggiungersi allo scarico esistente a valle della realizzazione dell'ampliamento dell'impianto SGK, individua i presidi e i manufatti atti a garantire l'invarianza idraulica delle portate allo scarico.

La presente Relazione viene quindi prodotta in risposta alle specifiche richieste di integrazioni come emerse a valle dell'incontro tecnico effettuato presso gli uffici della Città Metropolitana di Venezia – Servizio Ambiente – di cui ai punti 2 e 3 del Verbale del 28/06/2016 prot. n° 57754, al fine dell'ottenimento del nulla osta idraulico per lo scarico da parte del Consorzio di Bonifica Acque Risorgive.

2. INQUADRAMENTO NORMATIVO

1.1 D.G.R. N. 1322 DEL 10.05.2006 E SUCCESSIVE INTEGRAZIONI

La presente Relazione di Compatibilità Idraulica, redatta ai sensi della dall'allegato A alla deliberazione di Giunta Regionale del Veneto 2948 del 6 ottobre 2009 che ha sostituito la DGRV. n.1322 del 10.05.2006, già integrata con deliberazione di Giunta Regionale del Veneto n.1841 del 19 Giugno 2007, rientra nel novero degli elaborati richiesti per la Domanda di Valutazione di Impatto Ambientale ex art. 23 del D.Lgs 152/2006 e ss.mm.ii.per quanto attiene al potenziamento dell'impianto di produzione di solfato di potassio presso lo Stabilimento Marchi Industriale S.p.A. situato in Comune di Mira.

Si precisa che il Comune di Mira rientra nell'elenco dei comuni colpiti dagli eventi del 26 settembre 2007 così come definito dalla Ordinanza n° 2 del 21/12/2007 e ss.mm.ii. emessa dal Commissario Delegato per l'emergenza Concernente gli eccezionali eventi metereologici del 26 settembre 2007 (OPCM 3621 del 18.01.2007) e conseguentemente a ciò verranno presi come riferimento i contenuti delle Ordinanze del Commissario e delle DGRV collegate al fine del calcolo della portata meteorica effluente da sito e dell'eventuale dimensionamento dei volumi di invaso compensativi.

L' allegato A alla D.G.R. 2948 /09 definisce:

- gli incrementi di impermeabilizzazione inferiori ai 1.000 m² (0,1 ha) a “trascurabile impermeabilizzazione potenziale” stabilendo che per essi sia sufficiente l'adozione di buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili;
- gli incrementi di impermeabilizzazione compresi fra i 1.000 ed 10.000 m² (0,1 e 1 ha) a “modesta impermeabilizzazione potenziale” richiedendo per essi il dimensionamento di idonei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene mantenendo le luci di scarico non superiori ad un tubo di diametro 200 mm ed i tiranti idrici nell'invaso inferiori al metro;
- gli incrementi di impermeabilizzazione interessanti superfici comprese tra 1 ha e 10 ha e superiori a 10 ha con $Imp < 0,3$ a “significativa impermeabilizzazione potenziale” ammettendo per essi tiranti nell'invaso e luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
- gli incrementi di impermeabilizzazione interessanti superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$ a “marcata impermeabilizzazione potenziale” richiedendo per essi la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

L'OPCM 3621 del 18.10.2007 è cessata in data 31.12.2012, con Ordinanza 0068 del 28.03.2013 la Protezione Civile ha stabilito il subentro della Regione Veneto nelle iniziative finalizzate al superamento della situazione di criticità derivante dagli eventi metereologici che hanno colpito il territorio della Regione Veneto il 26 settembre 2007.

1.2 ORDINANZA N° 3 DEL 22.01.08

L'Ordinanza n° 3 del 22.01.08 emessa dal Commissario straordinario gli dispone:

Art. 2 : per gli interventi di nuova edificazione di volumetria superiore a metri cubi 1000, o comunque comportanti una riduzione della superficie permeabile di pertinenza superiore a metri quadrati 200, deve essere predisposta una verifica di compatibilità idraulica del progetto, avente le finalità di cui all'Allegato A della deliberazione di giunta Regionale del Veneto n. 1322 del 10.05.2006, come integrato con deliberazione di giunta Regionale del Veneto n. 1841 del 19 Giugno 2007, recante le Modalità operative e indicazioni tecniche relative alla "Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici". Nel documento sono indicate le misure compensative o mitigatorie che il proprietario del bene ritiene di porre in essere, anche in con riferimento a fossati, compluvi, invasi, tubazioni di convogliamento acque, eventualmente esistenti nell'area di intervento o ai confini della medesima. La verifica di compatibilità, da certificarsi in apposita relazione redatta a cura del progettista, si perfeziona con l'acquisizione del parere favorevole espresso al riguardo dal consorzio di bonifica competente.

Art. 3 : per interventi relativi a nuova edificazione, di volumetria superiore a quella di cui all'art. 2, ma inferiore a metri cubi 2000, o comunque comportanti una riduzione della superficie permeabile di pertinenza inferiore a metri quadrati 1000, non è richiesto il parere di cui all'art. 2, purchè nell'ambito della verifica di compatibilità idraulica, siano previsti sistemi idonei al trattenimento delle acque piovane gravanti su superficie impermeabili, quali tetti ed aree pavimentate facenti riferimento alle pertinenze del lotto edificato, per il tempo necessario a consentire un regolare smaltimento nella rete fognaria.

Di norma, per tali interventi:

Potrà essere realizzato un anello di raccolta delle acque meteoriche con tubazioni di adeguato diametro, comunque non inferiore a DN 500 mm, circoscritto all'edificio collettato, confluyente in un manufatto di laminazione, con idoneo foro di emissione posto alla quota di scorrimento della condotta medesima, dotato di stramazzo a quota tale da impedire il funzionamento a pressione della stessa.

Tale dispositivo, del quale dovrà essere garantita la costante manutenzione, deve consentire una portata allo scarico non superiore a quella antecedente la costruzione (già correttamente allacciata alla rete);

Per le superficie adibite a parcheggio, cortili e viali d'accesso, è preferibile l'uso di materiali drenanti ed assorbenti, posati su appositi sottofondi che garantiscano una buona infiltrazione nel terreno;

È sconsigliato il ricorso a piani interrati, salvo l'adozione di accorgimenti che impediscano l'ingresso delle acque provenienti da possibili allagamenti interessanti le aree esterne.

Con nota Protocollo 418232/58 del 11.08.2008 il Commissario delegato ha precisato, tra l'altro, quanto segue:

Per quanto concerne, invece, eventuali casi di “**demolizione con ricostruzione**”, si precisa che una volta demolito il fabbricato preesistente, il nuovo edificio da realizzarsi va considerato come un “nuovo intervento edilizio”, che si configura quindi come una nuova edificazione, per la quale – nel calcolo delle soglie previste dalle Ordinanze - non possono essere scomputati né la superficie, né il volume del fabbricato preesistente.

3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

La presente relazione si riferisce alla verifica di compatibilità idraulica per l'ampliamento dell'area produttiva dello stabilimento industriale Marchi Industriale, situato a Marano Veneziano, frazione del comune di Mira, in provincia di Venezia. Le coordinate del punto centrale dell'area di progetto sono riportate nella tabella seguente:

Tabella 3-1 Coordinate geografiche del punto centrale dell'area di progetto

Sistema di Coordinate	N	E
WGS84	45°27'37.89"	12°07'15.28 "

L'insediamento produttivo di Marchi Industriale S.p.A. è posizionato a sud est rispetto all'abitato di Marano Veneziano, a sud della linea ferroviaria Padova-Venezia. Ad est dello stabilimento si trova il canale Taglio, sull'argine del quale si sviluppa la S.P. n.27, mentre a nord e ad ovest sono presenti aree agricole frammiste ad insediamenti abitativi delimitati dalla S.P. n.30 e da via Maurizio Bacchin.

La ditta titolare del diritto di superficie dell'area è la società Marchi Industriale S.p.A. con sede legale in via Trento 16, 50139, Firenze, c.f. 00520880485.

Lo stabilimento è inoltre situato in prossimità di importanti infrastrutture autostradali quali l'autostrada A57 con il casello di "Mirano-Dolo", distante circa 1 km, e il Passante di Mestre, distante circa 1,5 km.

Il terreno è catastalmente censito al Comune di Mira. I relativi mappali sono riportati nella Tabella 3-2 e graficamente in Tavola 2.

Tabella 3-2 Dati catastali dell'area di progetto

Foglio	7
Mappale	1798
Destinazione d'uso	D1.2 – PRG
Superficie totale	3716 m ²

La corografia relativa all'area di intervento è riportata nelle tavole allegate e comprende l'inquadramento su Carta Tecnica Regionale e le planimetrie catastali aggiornate.

Configurandosi come area industriale, il deflusso delle acque meteoriche è raccolto dalla rete fognaria e dalle caditoie che sversano in una vasca di prima pioggia e, a riempimento avvenuto, nello scolo Cesenego gestito dal Consorzio di Bonifica Acque Riscorgive – Scarico SF1.

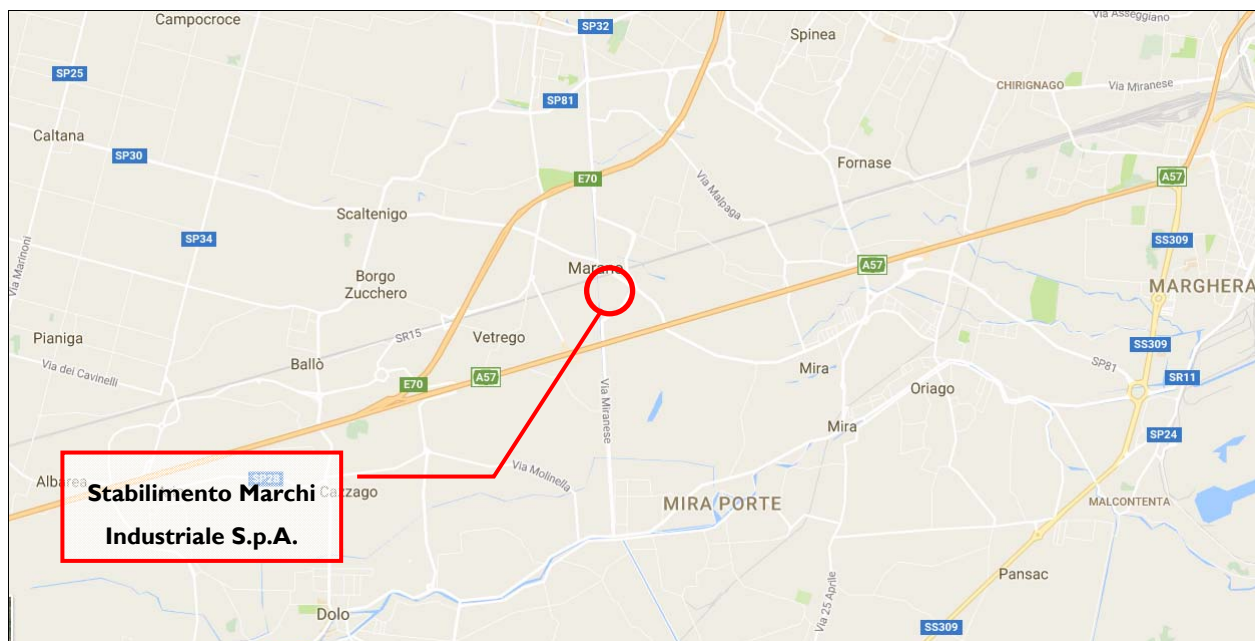


Figura 3-1 - Localizzazione dell'area di progetto su vasta scala (Fonte: Google Maps)



Figura 3-2 - Localizzazione dello stabilimento su ortofotografia (Fonte: Google Earth)

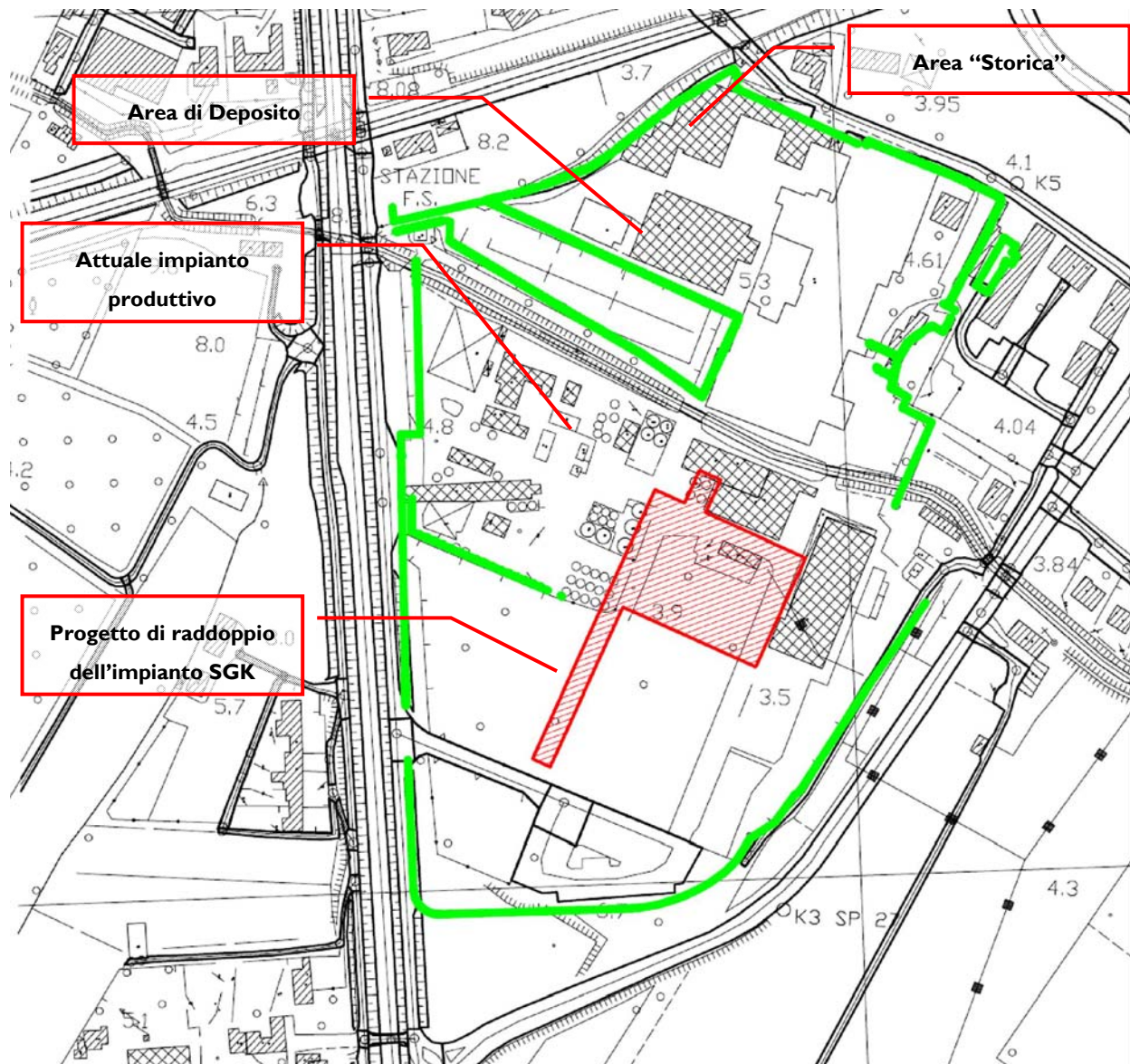


Figura 3-3 - Inquadramento dell'area di progetto su CTR

Parte dell'ampliamento in progetto è costituita da tubazioni aeree fuori terra per il trasporto di prodotti chimici, tale porzione di intervento non influirà in termini di aumento della superficie impermeabile. Nel seguito l'analisi si concentrerà esclusivamente sull'area di impianto e sulle variazioni all'assetto della pavimentazione da essa apportate.

3.1 ASSETTO IDROGRAFICO

La legge 18/05/1989 n°183 ha suddiviso il territorio nazionale in "Bacini idrografici" al governo dei quali sono preposte le Autorità di Bacino. L'area in oggetto ricade all'interno del comprensorio di bonifica gestito attualmente dal Consorzio di Bonifica ACQUE RISORGIVE; la Regione del Veneto con la legge 8 maggio 2009, n. 12 "Nuove norme per la bonifica e la tutela del territorio", ha disposto la fusione di diversi consorzi di bonifica. In dettaglio il sito ricade al confine sud del sottobacino del Canale Lusore.

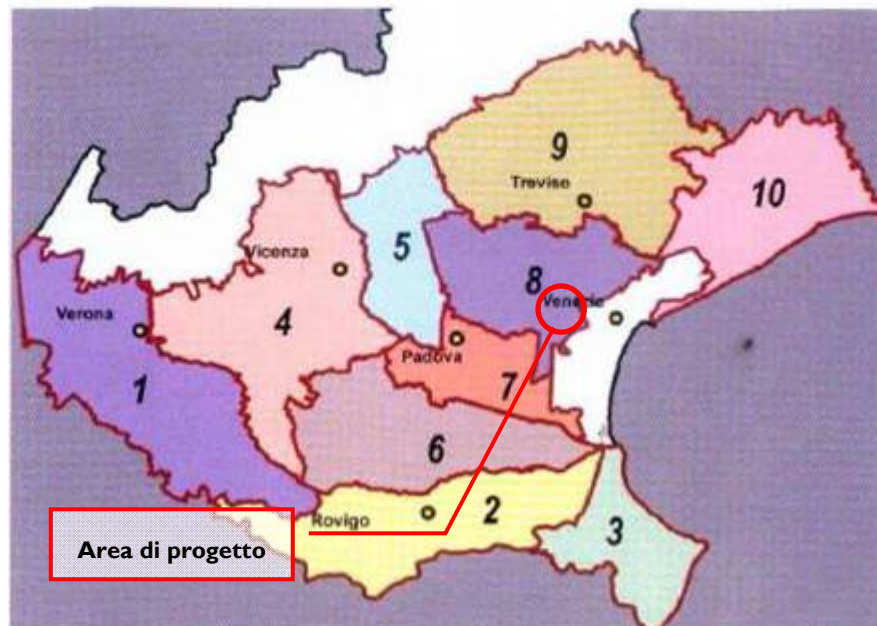


Figura 3-4 - Delimitazione dei nuovi consorzi di bonifica post L.R. 12/2009

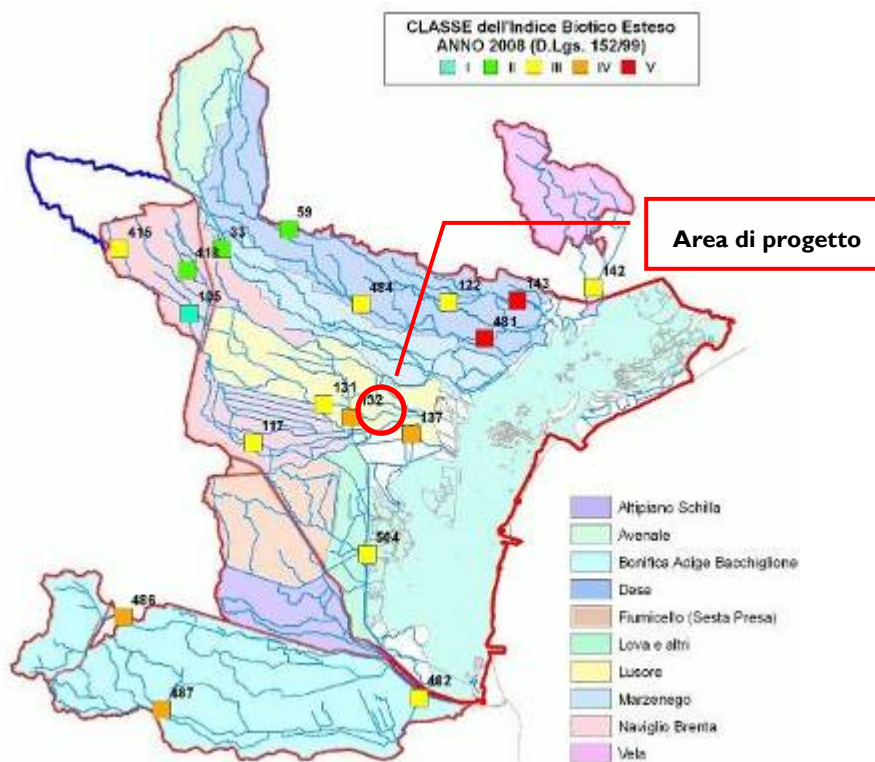


Figura 3-5 - Inquadramento nel sito nei sottobacino di riferimento del Bacino Scolante

La rete idrografica nell'intorno dello stabilimento è costituita da una rete di canali e scoli minori, tra i quali lo scolo Cesenego, lo scolo Comuna Vecchia e lo scolo Lusore, i fossi Battaglia e Sorbelle. Appena a ovest del perimetro aziendale scorre il canale Taglio, che confluisce nel Naviglio circa 3 km più a sud.

Lo stabilimento è allacciato alla rete fognaria pubblica per lo scarico delle acque nere provenienti dagli uffici di stabilimento, come da dichiarazione di conformità N. 0260185 del 23/10/2002 e rilasciata da A.C.M. S.p.A..

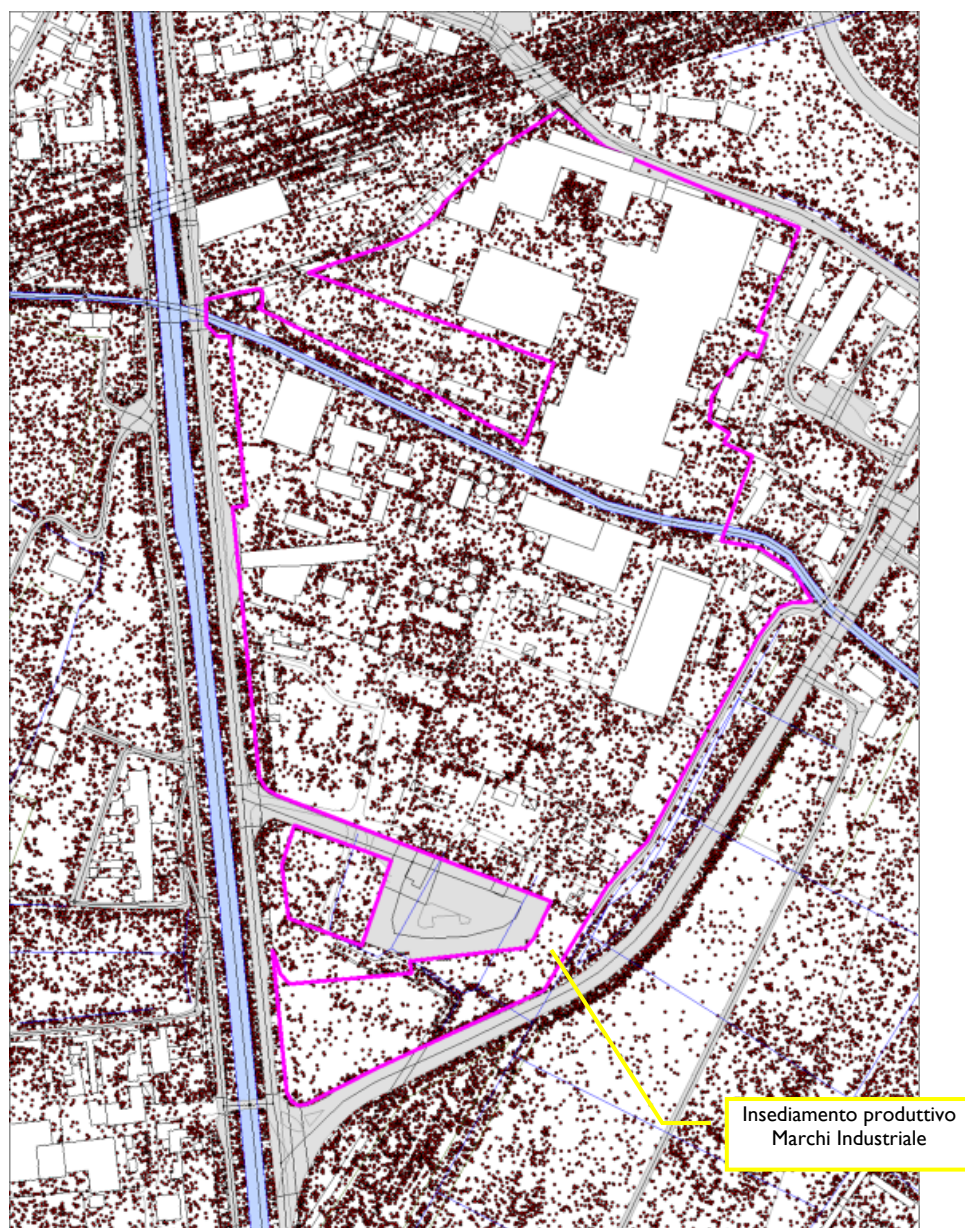


Figura 3-6 - Punti quotati per la creazione del DTM (Fonte microrilievo Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi metereologici del 26.09.2007 - OPCM 3621)

Dal punto di vista topografico il sito è caratterizzato da una quota media sul medio mare pari a 4.2 m, è attraversato da un canale di bonifica nella porzione settentrionale caratterizzato da una quota di scorrimento al fondo pari a 1.8 m s.l.m..

L'altitudine dell'area è massima a nordovest nei pressi dell'area di parcheggio esterna allo stabilimento (6.8 m.s.l.m.) e minima nella porzione centrale ove insistono gli impianti produttivi (3.9 m.s.l.m.).

Utilizzando il microrilievo eseguito dal Commissario delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26.09.2007 - OPCM 3621 – è stato possibile ricostruire nel dettaglio la topografia dell'area di interesse con esclusivo riferimento al suolo in esame (il microrilievo risulta infatti epurato di tutti gli elementi in rilievo fuori terra quali edifici, serbatoi, etc.).

Nelle seguenti immagini si riportano i punti quotati utilizzati e il DTM (Digital Terrain Model) con essi determinato per l'area in esame.

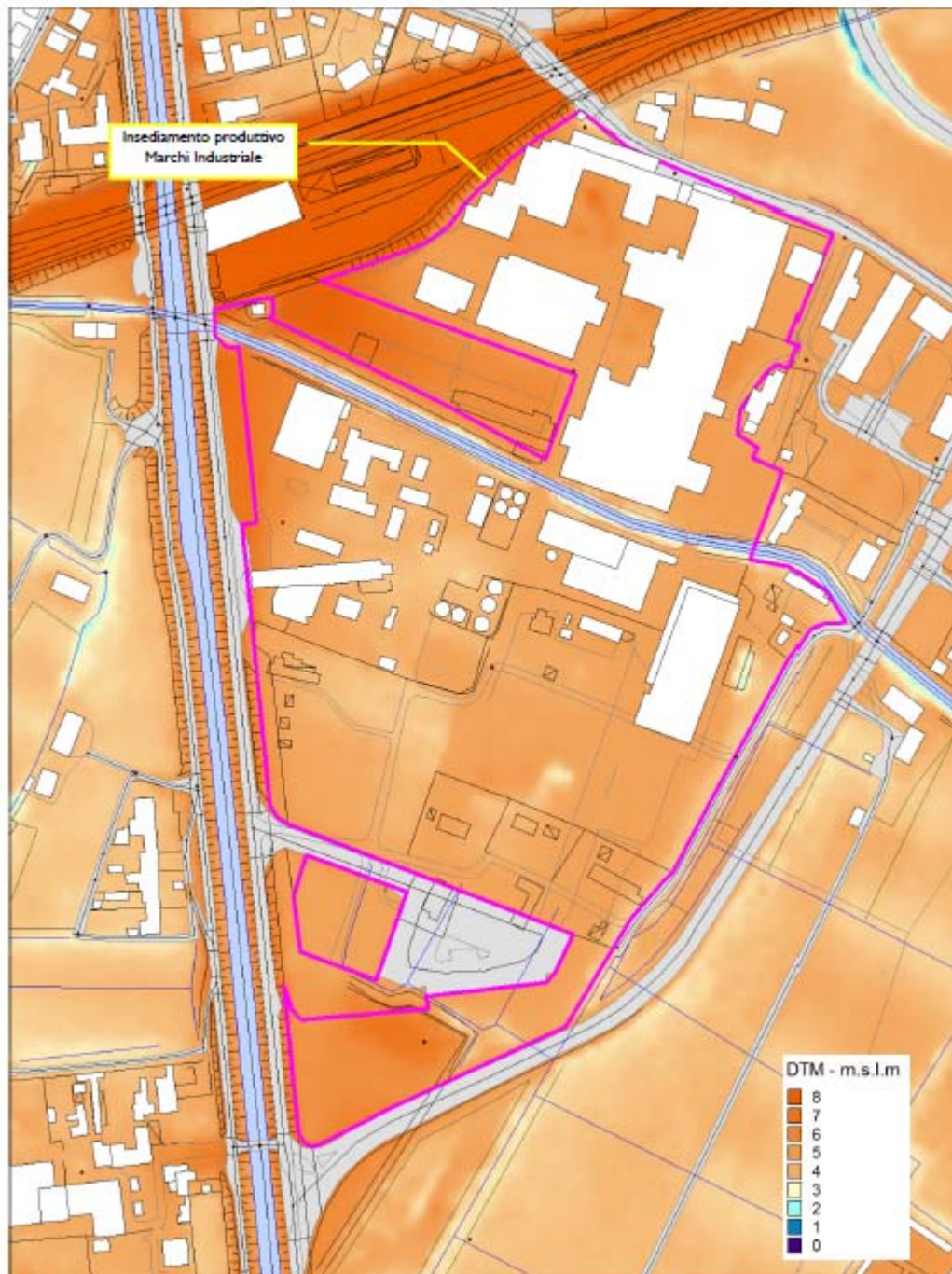


Figura 3-7 – Digital Terrain Model elaborato a partire da punti quotati

Nella figura seguente vengono riportati, su Ortofoto, i principali fiumi e canali della zona come estratto dal servizio WebGis del Consorzio Acque Risorgive. La rete idrografica nell'intorno dello stabilimento è costituita da una rete di canali e scoli minori, tra i quali lo scolo Cesenego, lo scolo Comuna Vecchia e lo scolo Lusore, i fossi Battaglia e Sorbelle. Appena a ovest del perimetro aziendale scorre il canale Taglio, che confluisce nel Naviglio circa 3 km più a sud.



Figura 3-8 - Rete idrografica nell'intorno dello stabilimento (Fonte Webgis Consorzio di Bonifica Acque Risorgive) con ubicazione del punto di scarico SF1

Con Autorizzazione n. 40211/04 rilasciata dalla Provincia di Venezia il 23/11/2004 inoltre viene designato il punto di scarico dei reflui di stabilimento, individuato con il nome "SF1" che sversa nello scolo Cesenego e il cui posizionamento è indicato in Figura 3-2 e Figura 3-8.

3.2 ANALISI NORMATIVA E TECNICA DELL'AREA NEI CONFRONTI DEL RISCHIO IDRAULICO

3.2.1 PTCP PROVINCIA DI VENEZIA

Dall'analisi della Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale, riportata nella figura seguente relativa al territorio in cui è ubicato lo stabilimento Marchi Industriale Spa, lo stesso risulta in prossimità del Vincolo paesaggistico definito ai sensi dell'art. 142 lettera c) D.Lgs. n.42/2004 – Corsi d'acqua, qui rappresentato dal Canale Taglio.

L'area su cui andrà realizzato l'impianto di cui alla presente relazione rispetta comunque la distanza dei 150 m. Non si segnalano ulteriori vincoli.

Marchi Industriale S.p.A. è identificato come stabilimento a rischio di incidente rilevante rispetto al quale viene definita la relativa area di danno. L'Art. 17 delle NTA riguarda proprio il tema del Rischio di incidente rilevante, al comma 13 relativo le prescrizioni, stabilisce che fino all'approvazione e/o all'adeguamento degli strumenti territoriali e urbanistici comunali alle normative in materia di sicurezza per le zone interessate da stabilimenti a rischio di incidente rilevante, trova diretta applicazione la metodologia di cui al D.M. 9 maggio 2001.

Dal punto di vista idraulico, l'analisi della *Tavola 2-2 - Fragilità del PTCP* (di cui si riporta un estratto in Figura 3-9) mostra come l'area di progetto ricada in una zona che non presenta particolari criticità né pericolosità idraulica in riferimento al PAI e/o ai PPAI, ne risulta interessata da fenomeni di allagamento negli ultimi 5 anni.

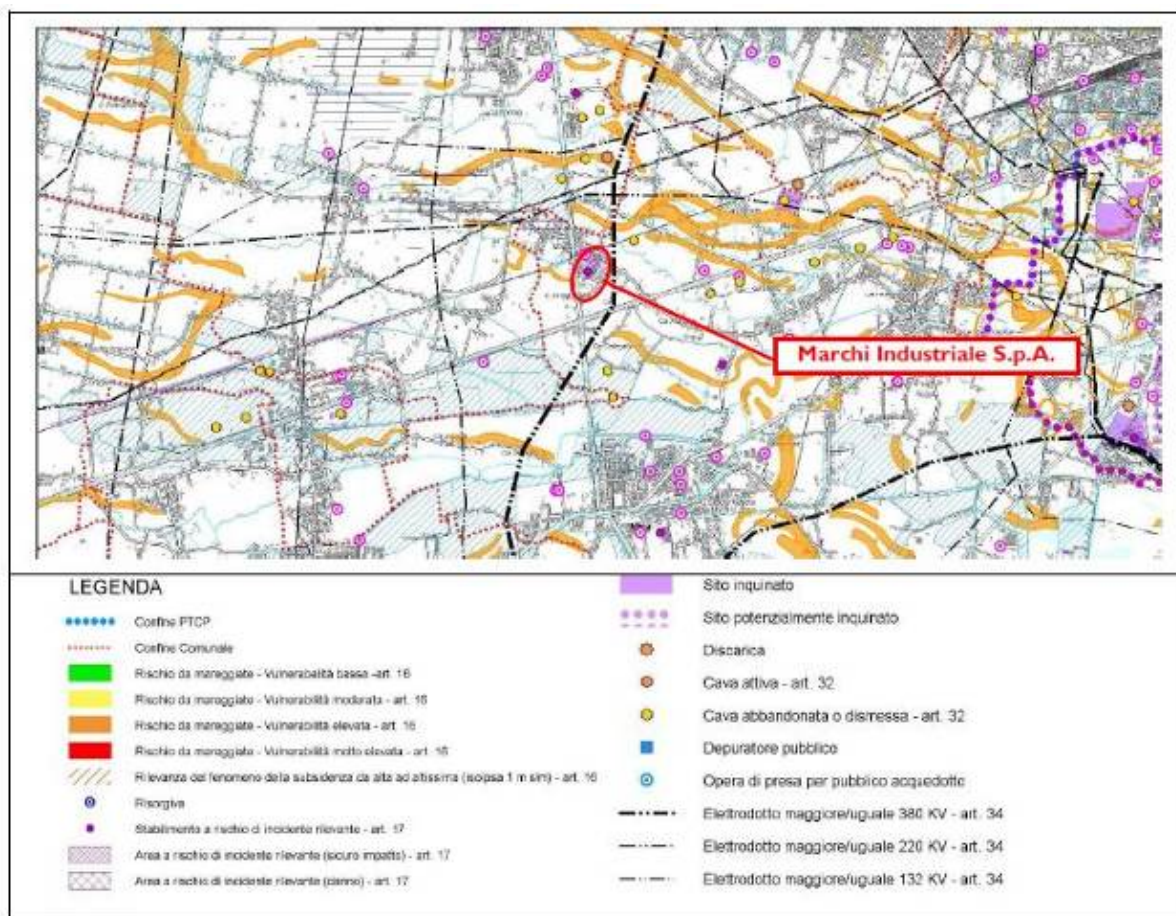


Figura 3-9 - PTCP - Tavola 2.2 Carta delle Fragilità

Nei dintorni non si evidenzia la presenza di aree depresse e/o passibili di subsidenza di entità da elevata a elevatissima.

3.2.2 PAT MIRA

Il PAT del Comune di Mira è attualmente in fase di adozione.

Sebbene non ancora vigente, appare in ogni caso opportuno effettuare un'analisi del rapporto fra lo stabilimento Marchi Industriale S.p.A. e le scelte strutturali di natura strategica di sviluppo del territorio, in merito ai temi produttivo e infrastrutturale proposte dal Piano.

L'analisi della Tavola 3 – Carta delle fragilità, evidenzia che lo stabilimento è fra quelli classificato a rischio di incidente rilevante e ricade, sotto il profilo della compatibilità geologica ai fini urbanistici in un'area idonea a condizione.

Infine, parte della proprietà rientra in un ambito soggetto a dissesto idrogeologico.

Dall'analisi della Tavola 3.2 Carta delle Fragilità del P.A.T. del Comune di Mira l'area di progetto viene definita come *idonea*. L'ambito di progetto è indicata quale *area Idonea a condizione A (per S)*.

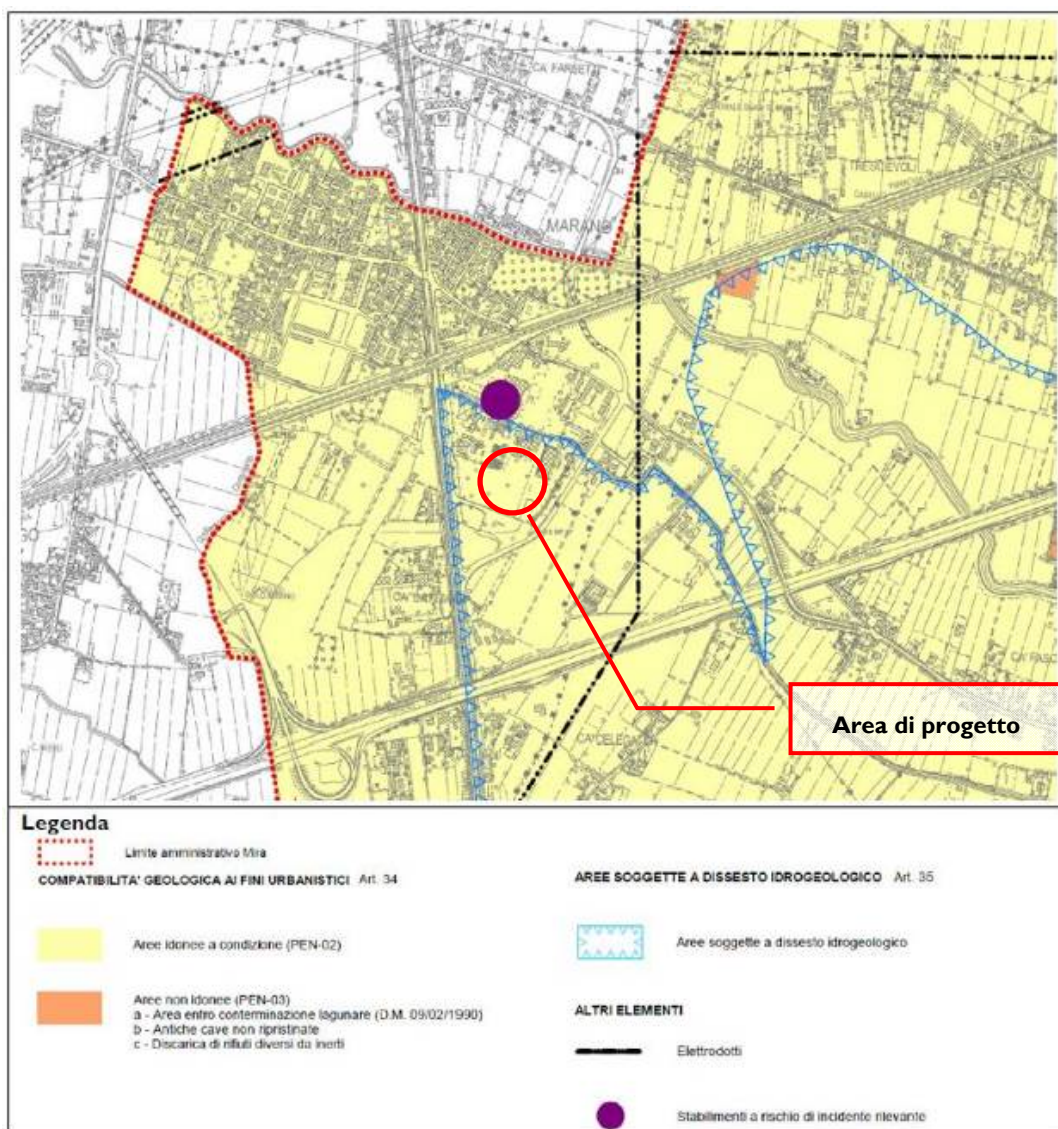


Figura 3-10 - Estratto dalla Carta delle Fragilità 3.2 – PAT Comune di Mira

Parte dello stabilimento, per la precisione la porzione a sud rispetto al canale Cesenego ove verrà realizzato l'intervento di ampliamento in oggetto, rientra in ambito definito quale *aree soggette a dissesto idrogeologico* di cui all'art. 35 delle NTA del PAT, da cui discende la necessità di produrre l'elaborato *de quo*.

Dalla consultazione del progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino scolante nella Laguna di Venezia, adottato con D.G.R. n. 401 del 31/03/2015, emerge che l'area in esame ricade in area P1 – pericolosità moderata – Area soggetta a scolo meccanico.

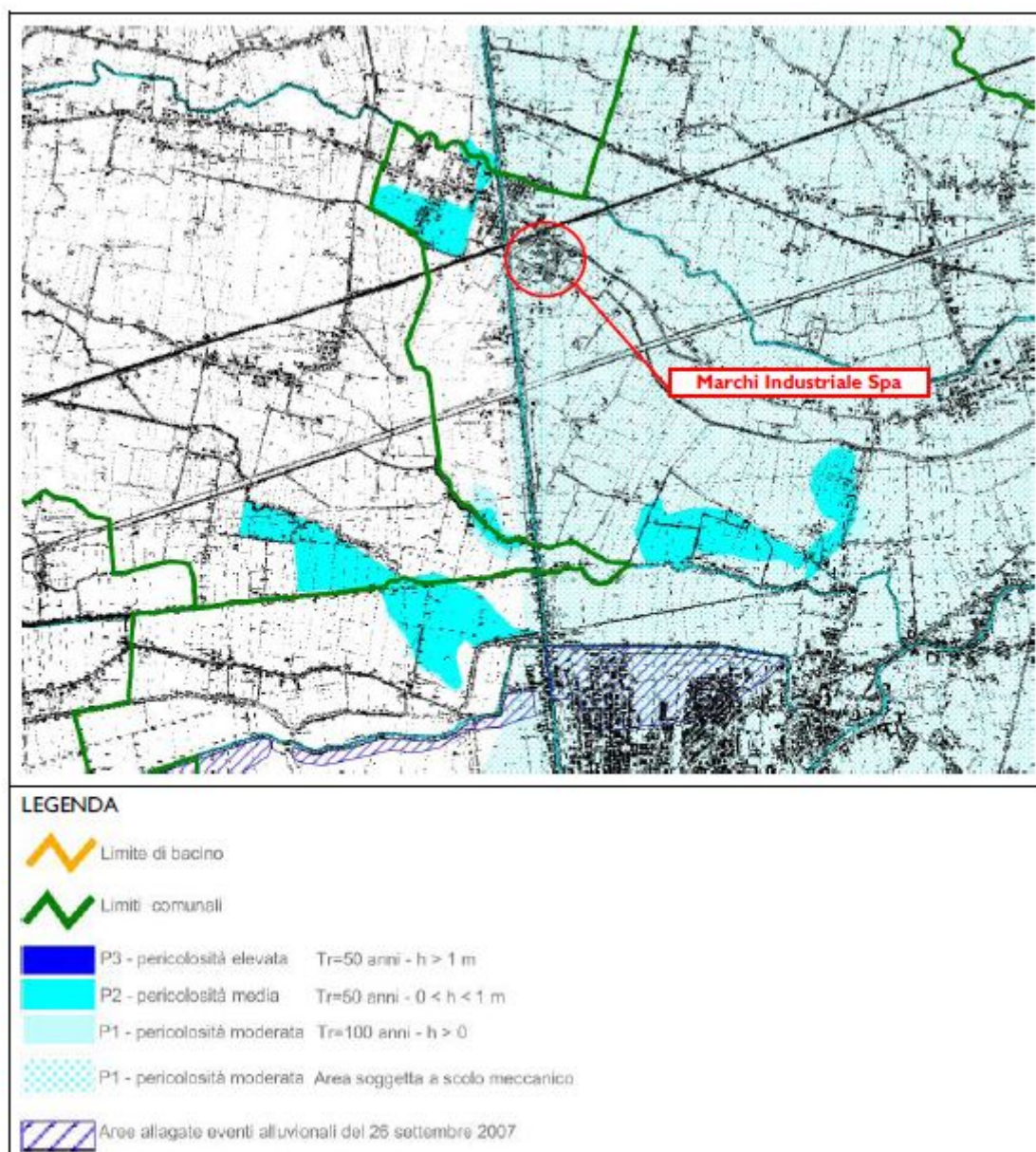


Figura 3-11 – PAI Estratto tavola generale: Piano di Assetto Idrogeologico del Bacino Scolante della Laguna di Venezia

Si precisa poi che l'Allegato C – Elaborato 28 al PAT del Comune di Mira invece esclude la presenza di rischio idraulico per l'area in oggetto.

In riferimento alla Carta degli allagamenti PL7, il sito in oggetto non rientra nella *Perimetrazione del Rischio idraulico 2007* (fonte Dese Sile) e non risulta essere stato interessato da episodi di allagamento con particolare riferimento all'evento meteorico del 26 settembre 2007.

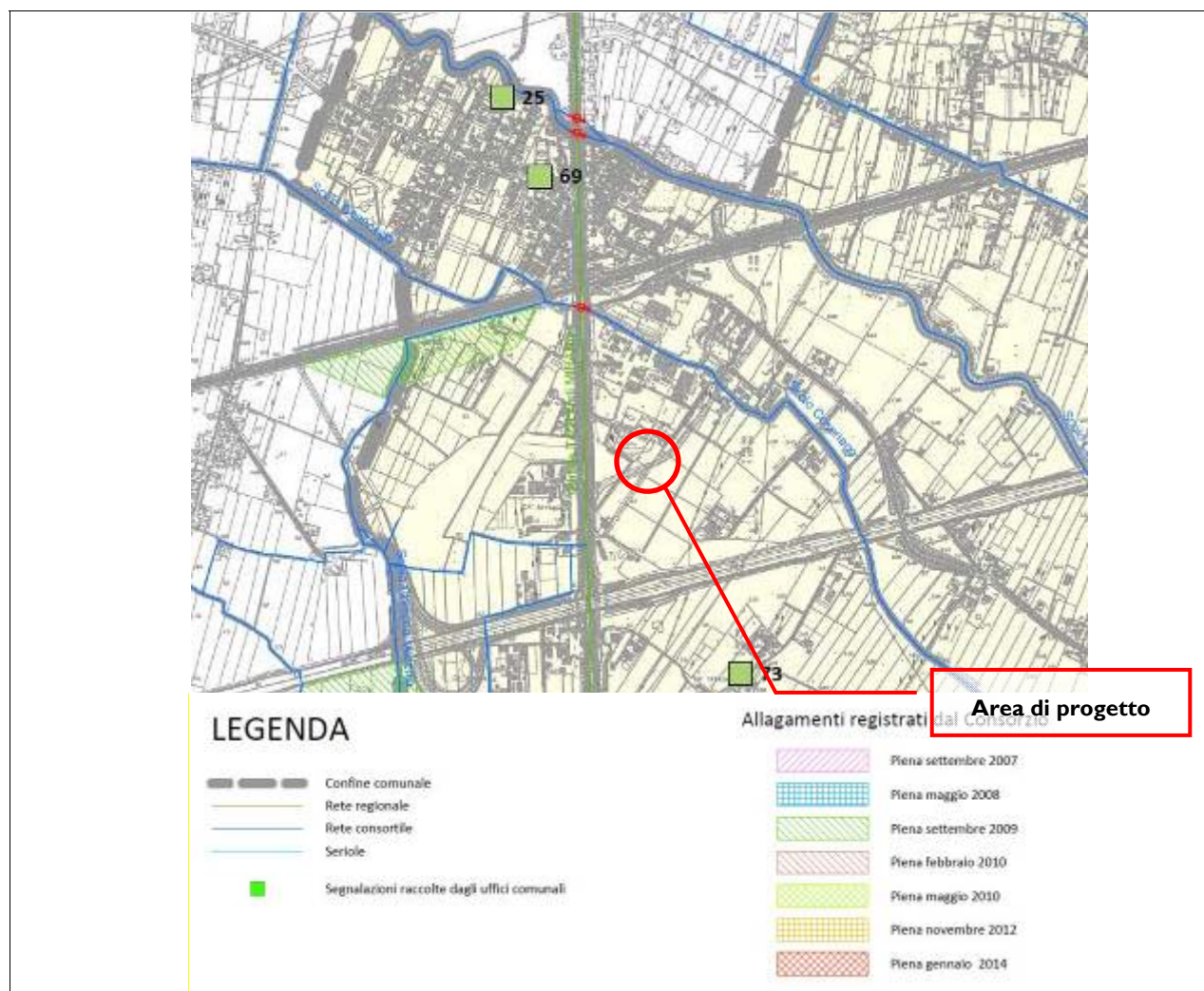


Figura 3-12 - PAI Estratto tavola generale: Carta degli allagamenti e delle criticità idrauliche localizzate

Il territorio della terraferma risulta suddiviso in tre zone di rischio in riferimento alla rete fognaria e alla capacità dei canali di bonifica e degli impianti di sollevamento di gestire la portata meteorica con TR 50 anni (la rete fognaria è progettata per un TR pari a 20 anni e non risulta ancora ultimata). Dall'analisi della Carta del rischio idraulico dei corpi idrici ricettori PL9 il sito rientra nei *bacini con corpi idrici ricettori non a rischio idraulico*.

Le scelte del PAT e le sue previsioni di trasformazione del territorio sono pertanto strettamente correlate alla valutazione della loro compatibilità idraulica.

Il presente progetto non appare pertanto in contrasto con la programmazione del territorio. Le opere di seguito descritte consentiranno di garantire l'invarianza idraulica riferita alla situazione attuale nel pieno rispetto della normativa e delle linee guida di settore.

3.2.3 PRG

Nella seguente Figura 3-13 si riporta l'Estratto Catastale per il sito in oggetto. Lo stabilimento esistente ricade parzialmente in sottozona "D2.2 – Zone miste commerciali, direzionali e per attività artigianali di servizio" e in parte in sottozona "D1.2 – di nuova formazione" dove sarà realizzato anche l'ampliamento oggetto del presente studio.

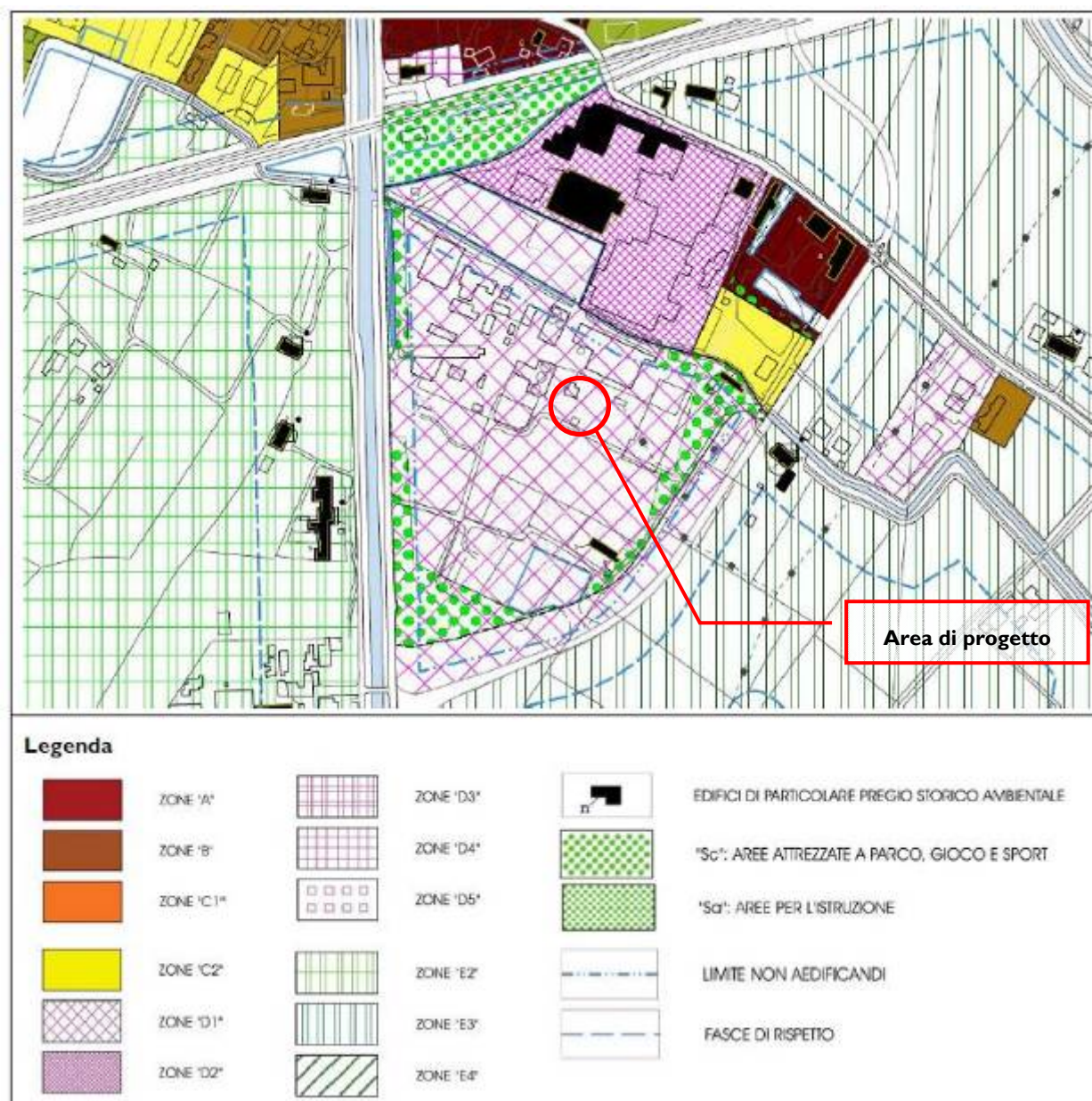


Figura 3-13 - Estratto P.R.G. comune di Mira su base catastale

3.2.4 PIANO DELLE ACQUE COMUNALE

Il Piano delle Acque è uno strumento previsto dal Piano Territoriale Regionale di Coordinamento e dal nuovo Piano di Coordinamento Provinciale della Provincia di Venezia (articolo 15, comma 13, 14, 15), per la definizione dello stato di fatto della rete delle acque superficiali e l'individuazione delle criticità presenti, allo scopo di:

- supportare una pianificazione territoriale che garantisca la sicurezza idraulica;
- risolvere problematiche esistenti.

Secondo il P.T.R.C. del 2013 (articolo 20), Il Piano delle Acque è redatto in collaborazione con la Provincia e i Consorzi di bonifica competenti e in concomitanza con la redazione degli strumenti urbanistici comunali intercomunali, quale strumento fondamentale per individuare criticità idrauliche a livello locale ed indirizzare lo sviluppo urbanistico in maniera appropriata. La realizzazione avviene con l'acquisizione del rilievo completo della rete idraulica secondaria di prima raccolta di pioggia a servizio delle aree già urbanizzate, della rete scolante costituita dai fiumi, dai corsi d'acqua e dai canali, l'individuazione della relazione tra la reti di fognatura e di bonifica, l'individuazione delle principali criticità idrauliche, delle misure atte a favorire l'invaso delle acque e dei criteri per una corretta gestione e manutenzione della rete idrografica minore"

Per quanto concerne il territorio del comune di Mira, è stato suddiviso in tre zone secondo i coefficienti udometrici dei bacini idraulici esistenti, parametri da intendere come valore limite per i dimensionamenti delle opere di invarianza.

Bacino "Comunetto": porzione di territorio comunale a sud del Serraglio e a ovest del Taglio di Mirano, a scolo alternato della superficie di 433 ha. In caso di precipitazioni intense che causano l'innalzamento del recapito a scolo naturale (Pionca) viene drenato meccanicamente da due impianti idrovori: l'impianto "Ca' Dandolo" della capacità di sollevamento pari a 1,2 m³/s e l'impianto "Comunetto" (di prossima messa in funzione) da 3 m³/s. Ritenendo di poter considerare le condizioni di sollevamento meccanico come limitanti il sistema, si ritiene di poter confermare il coefficiente udometrico di 10 l/s,ha.

Bacino "Dogaletto": porzione di territorio comunale a sud del Naviglio Brenta e a est del Taglio Novissimo, a scolo alternato della superficie di circa 3400 ha. Solo alcune porzioni di questo bacino sono drenate con scarico alternato e solo in corrispondenza delle precipitazioni più lievi e quando le condizioni di marea lo permettono il deflusso avviene a gravita. L'impianto idrovoro di Dogaletto, detto anche "Macchinon", ha una capacità di sollevamento pari a 27,3 mc/s.

Si ritiene di poter individuare come valore di riferimento 8 l/(s*ha) con l'esclusione della porzione di bacino a nord della Seriola Veneta, per il quale si propone il valore di 5 l/s,ha, in quanto caratterizzato da numerose criticità idrauliche generate dall'insufficienza della rete minore e dal sistema di fognatura presente.

L'idrovora "Lusore" è posta circa 350 m a monte del ponte di via Ghebba sullo scolo Lusore ha capacità di sollevamento di 1 m³/s e un bacino afferente di circa 102 ha, con risultato approssimato di 10 l/(s*ha).

Per il territorio afferente allo scolo Comuna, caratterizzato da scolo alternato, viene confermato il valore di 10 l/s,ha con l'esclusione del sottobacino del Serraglietto (centro urbano di Mira e zona di via Boldani a sud dello scolo Pionca), del sottobacino del Fosso Romagnolo e della zona urbana di Oriago a nord del Naviglio e a sud della Ferrovia Mestre-Adria per i quali viene definito un coefficiente udometrico caratteristico di 5 l/(s*ha).

La porzione afferente allo scolo Lusore attraverso lo scolo Cesenego e il Fosso di via Olmo e Fossa Donne, evidenzia delle criticità idrauliche che inducono ad ipotizzare un coefficiente udometrico pari a 5 l/(s*ha).

Riguardo situato lo stabilimento di Marchi Industriale, esso è suddiviso tra due aree aventi due differenti coefficienti udometrici, divise dallo scolo Cesenego:

- 5 l/(s*ha), per la zona afferente allo scolo Lusore e situata a sud dello scolo Cesenego, a causa della presenza di alcune criticità idrauliche;
- 10 l/(s*ha), per la zona a nord del medesimo scolo, servita dall'idrovora Lusore, avente capacità di un m³/s.

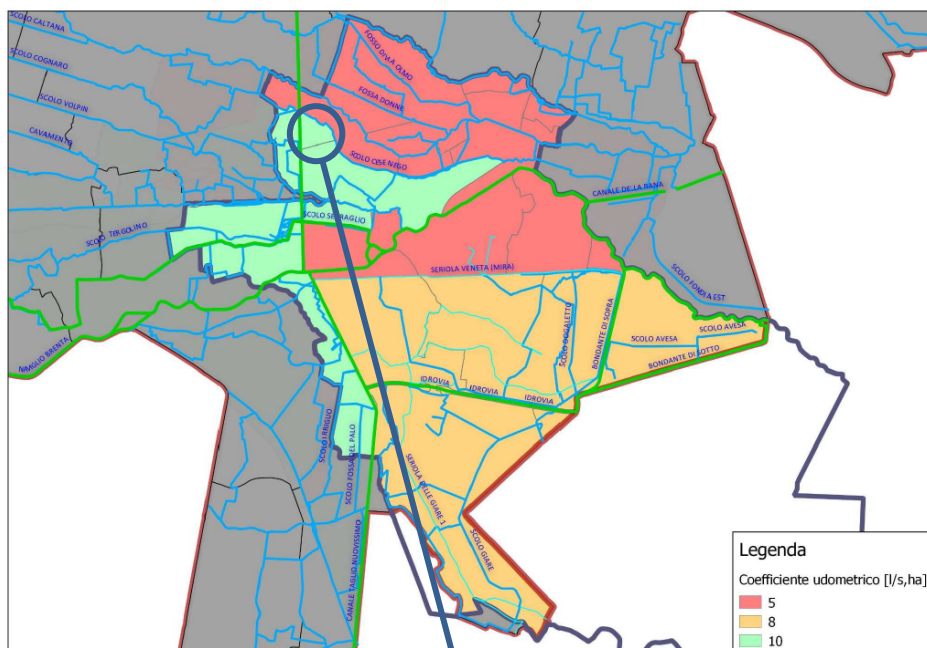


Figura 3-14 - Piano delle acque per il comune di Mira



Figura 3-15 Applicazione su ortofoto del Piano delle acque comunale allo stabilimento di Marchi Industriale

Per quanto concerne l'invarianza idraulica, il Piano delle acque comunale di Mira fornisce indicazioni ben precise riguardo i volumi d'invaso necessari a garantire la suddetta condizione, sia per il metodo dell'invaso che per il metodo delle piogge: sono infatti disponibili, in forma grafica e tabellare, i volumi d'invaso in funzione del coefficiente di afflusso medio φ e del coefficiente udometrico u , espresso in $l/(s*ha)$.

Secondo indicazione del Consorzio di Bonifica Acque Risorgive, il coefficiente udometrico da utilizzare per la determinazione degli invasi sarà pari a 10 $l/s,ha$, il quale sarà esteso a tutta la superficie di intervento, lo stato attuale dell'area è definito come agricolo.

3.2.5 RETE FOGNARIA

Lo stabilimento è autorizzato allo scarico finale (SF1) su corpo idrico superficiale (Canale Cesenego) delle acque originate dalla confluenza dai seguenti scarichi parziali:

- acque di processo in uscita dall'impianto di trattamento chimico-fisico;
- acque meteoriche in uscita dall'impianto di trattamento delle acque meteoriche di prima pioggia;
- acque di raffreddamento.

Lo stabilimento è inoltre autorizzato allo scarico delle acque igienico-sanitarie nella fognatura comunale (SF2).

Gli interventi di progetto prevedono la realizzazione di una rete di raccolta delle acque meteoriche nell'area in cui verrà installata la nuova sezione impiantistica, la quale sarà collegata alla rete esistente.

Non si prevedono modifiche progettuali all'attuale impianto di trattamento delle acque meteoriche interno allo stabilimento, in quanto verrà sfruttata la capacità residua dello stesso.

Lo stabilimento è allacciato alla rete fognaria pubblica per lo scarico delle acque nere provenienti dagli uffici di stabilimento, come da dichiarazione di conformità N. 0260185 del 23/10/2002 e rilasciata da A.C.M. S.p.A..

Con Autorizzazione n. 40211/04 rilasciata dalla Provincia di Venezia il 23/11/2004 inoltre viene designato il punto di scarico dei reflui di stabilimento, individuato con il nome "SF1" e il cui posizionamento è indicato in Figura 3-2e Figura 3-8.

L'impianto di trattamento reflui dello stabilimento tratta i reflui prodotti dal processo industriale, costituiti dalle acque di raffreddamento e dalle acque di processo (essenzialmente soluzioni acquose di acidi inorganici e sali minerali con una modesta presenza di metalli ed in particolare di ferro derivante da processi di corrosione delle apparecchiature).

Allo scarico dell'impianto di trattamento, le acque depurate sono raccolte in un vano e da questo, se le caratteristiche sono conformi ai limiti previsti dalla normativa vigente, avviate allo scarico nel canale Cesenego. Qualora dal controllo emerga che la concentrazione di uno o più parametri non rientri nei limiti fissati dalla normativa vigente, l'acqua sarà sollevata ad un bacino destinato alle emergenze per essere poi riciclata in testa all'impianto di depurazione.

Come previsto dall'autorizzazione agli scarichi n. 40211/04, le acque di prima pioggia vengono scaricate separatamente dalle acque di processo e raffreddamento, che sono invece convogliate al corpo recettore congiuntamente.

Le acque di prima pioggia sono trattate da una sezione specifica di trattamento, composta da un filtro a quarzite per la rimozione dei solidi sospesi e da una colonna a carbone attivo granulare per la riduzione della concentrazione delle sostanze organiche. La linea è dimensionata per il trattamento di 200 m³ di acqua di prima pioggia in un tempo pari a 24 ore e sarà alimentata tramite elettropompa dedicata.

Per tutte le acque trattate il punto di scarico è denominato SF1 e recapita i reflui trattati nello scolo Cesenego, che attraversa lo stabilimento in direzione ovest-est.

I reflui provenienti dal raffreddamento in ciclo aperto e le acque di seconda pioggia vengono invece avviate allo scarico nel Canale Cesenego senza alcun trattamento.

3.3 INQUADRAMENTO METEOCLIMATICO

Il clima del territorio Veneziano è quello tipico della Pianura Padana, mitigato per la vicinanza al mare nelle temperature minime invernali (1 °C in media) e nelle massime estive (28 °C in media). Si può considerare un clima di transizione tra il continentale e il mediterraneo. La piovosità raggiunge i suoi picchi in primavera e in autunno e sono frequenti i temporali estivi. In inverno non sono infrequenti le nevicate (ma normalmente la neve tende a sciogliersi rapidamente). Durante le notti invernali si verificano soventi gelate. L'elevata umidità provoca inoltre nebbie nei mesi freddi ed afa in quelli caldi.

I venti principali sono la Bora (NE) dominante nei mesi invernali e primaverili, lo Scirocco (SE) in estate e, meno frequente, Libeccio.

Il territorio Veneziano è stato interessato dagli eventi meteorologici del 26 settembre 2007, da qui è emersa la necessità di effettuare attente valutazioni dal punto di vista delle problematiche idrauliche legate a eventi meteorologici estremi; tali studi, svolti da parte del *Commissario Delegato per l'Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007* di cui all'OPCM n. 3621 del 18/10/2007, hanno consentito di suddividere il territorio in 4 zone omogenee alle quali applicare precisi parametri per le curve di possibilità pluviometrica.

Lo studio confluito nell'*Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento* del 25 settembre 2008; in seguente Figura 3-22 è riportata la suddivisione del territorio in Zone omogenee. Il sito oggetto del presente studio rientra nella Zona Costiera SE come indicato in Figura 3-22.

3.3.1 EVENTO 26 SETTEMBRE 2007

In data 26.09.2007 un intenso e persistente evento temporalesco ha colpito la fascia costiera centro-meridionale del Veneto tra il Piovese (zona sudorientale della provincia di Padova) il Veneziano centrale e il basso Trevigiano colpendo in modo particolare la zona adiacente alla laguna tra Codevigo (PD) e Venezia-Mestre.

I fenomeni sono risultati concentrati per lo più nell'arco di 6 ore tra le prime ore della notte e la mattina con picchi di intensità di precipitazione verso le 5.

L'ARPAV, Dipartimento Regionale per la Sicurezza del Territorio - Centro Meteorologico di Teolo, ha monitorato ed analizzato accuratamente l'evento, sia dal punto di vista meteorologico sia dal punto di vista dei parametri idrologici più significativi (precipitazione e distribuzione temporale della precipitazione) producendo un documento denominato "ANALISI METEOCLIMATICA DELL'EVENTO PLUVIOMETRICO DEL 26 SETTEMBRE 2007 NEL VENEZIANO".

Dalla analisi del documento ed in riferimento alla tipologia del progetto il capitolo fondamentale è quello riguardante "L'analisi dei dati registrati dalle stazioni meteorologiche dell' ARPA V".

In questo capitolo è possibile osservare la distribuzione delle isoiete nel Veneto nel giorno dell'evento e la serie dei dati di pioggia rilevati. Di seguito si riporta quanto sopra citato.

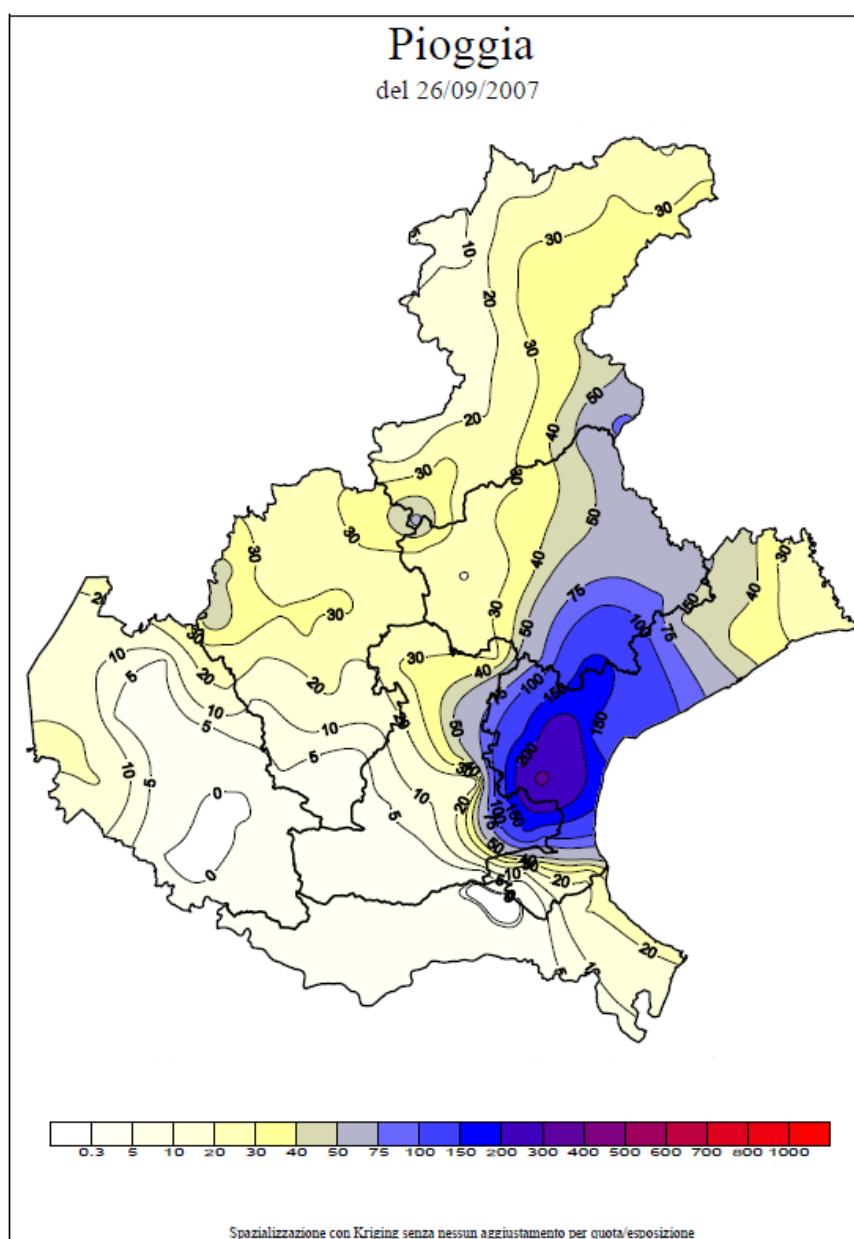


Figura 3-16 – Mappa delle isoiete sul Veneto del giorno 26 settembre 2007

Risulta significativo altresì il seguente grafico riportato in seguente Figura 3-17, sempre estratto dal succitato documento, e riguardante la distribuzione cumulata delle precipitazioni registrate presso alcune stazioni meteorologiche Arpav dalle ore 1:00 (solare) alle ore 13:00 del 26 settembre 2007.

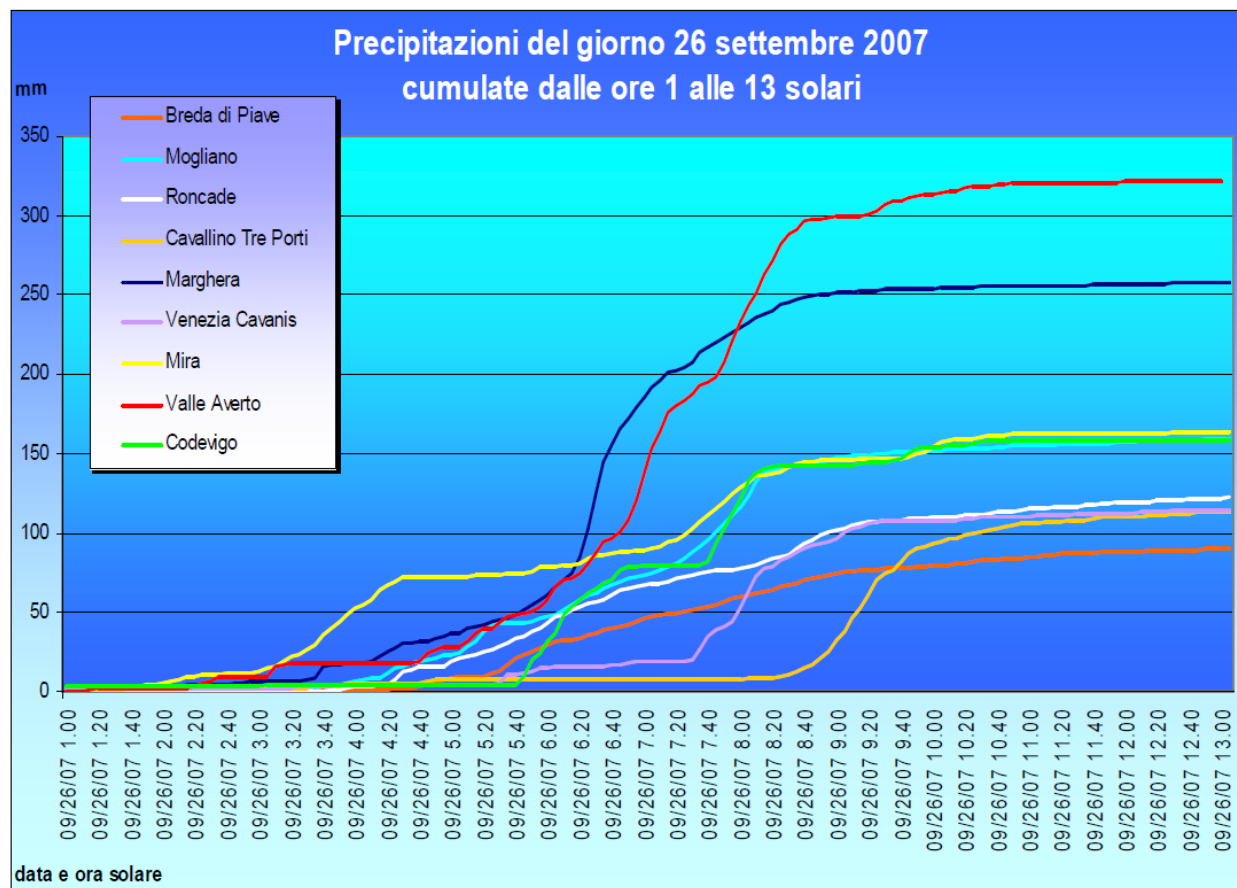


Figura 3-17 – dati andamento delle precipitazioni progressivamente accumulate dalle ore 1.00 alle ore 13 del 26 settembre 2007.

Per quanto riguarda le piogge orarie è stato possibile infine istruire il seguente grafico richiamato in Figura 3-18.

Scendendo nel dettaglio e focalizzando l'attenzione nei confronti dell'area di Mira, dal documento ARPAV è possibile ricavare che la stazione pluviometrica di Mira ha rilevato nelle prime 12 ore del giorno 26.09.2007 una precipitazione di 163,4 mm.

In particolare:

- 46,4 mm caduti in un'ora a partire dalle ore 3.15;
- 71,4 mm caduti in 3 ore a partire dalle ore 1.30 solari;
- i 133,8 mm caduti in 6 ore, a partire dalle 2.55 solari;
- i 163,4 mm caduti in 12 ore a partire dalle ore 0.35 solari.

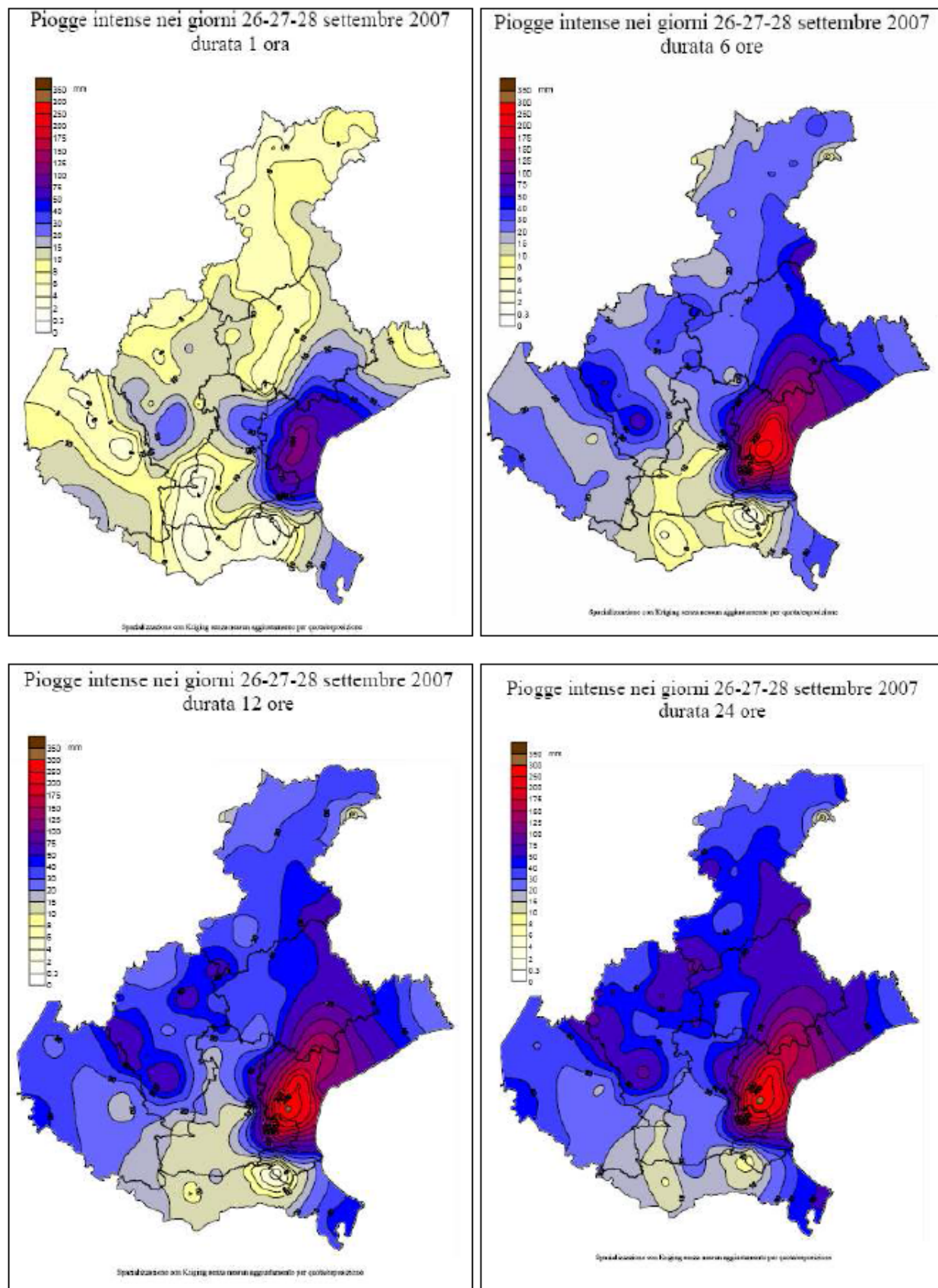


Figura 3-18 – dati mappe delle isoiete delle massime precipitazioni cadute in 1, 6, 12 e 24 ore nel periodo tra il 26 e il 28 settembre 2007

3.3.2 ANALISI EVENTI STORICI

L'area in esame non è nuova ad eventi estremi.

Pur non raggiungendo i valori eccezionali dell'evento del 26.09.2007, circa un anno prima, tra il 14 e il 17 settembre 2006, nella stessa zona si verificarono precipitazioni assai abbondanti. Presso la stazione di Mestre-Marghera furono registrati circa 225 mm in 3 giorni, di cui 110 mm circa in 12 ore, tra il giorno 14 e il 15, e 100 mm circa in 6 ore nelle prime ore del 15; a Mira furono registrati circa 220 mm in 3 giorni, di cui oltre 100 mm in 12 ore e 80 mm circa in 6 ore, tra il giorno 14 e il 15.

Molto interessante è il confronto con le massime intensità di precipitazione registrate presso la stazione di Mestre Marghera nel corso dell'evento del 14-17.09.2006 per le durate dai 5 minuti alle 12 ore.

Intervallo temporale di riferimento	Mestre Marghera ANNO 2007	Mestre Marghera ANNO 2006
5 minuti	24.0 mm 26/09/2007 6.25	6.2 mm 15/09/2006 2.45
10 minuti	42.2 mm 26/09/2007 6.20	10.8 mm 15/09/2006 6.50
15 minuti	59.2 mm 26/09/2007 6.20	15.6 mm 15/09/2006 6.45
30 minuti	91.2 mm 26/09/2007 6.15	28.0 mm 15/09/2006 6.35
45 minuti	111.4 mm 26/09/2007 6.15	33.8 mm 15/09/2006 6.20
1 ora	126.6 mm 26/09/2007 6.15	39.0 mm 15/09/2006 6.10
3 ore	201.0 mm 26/09/2007 5.35	56.0 mm 15/09/2006 4.15
6 ore	246.8 mm 26/09/2007 3.25	103.4 mm 15/09/2006 1.20
12 ore	257.6 mm 26/09/2007 0.35	111.4 mm 14/09/2006 20.05

Figura 3-19 – confronto massime altezze di precipitazione per diversi intervalli di durata – eventi del settembre 2007 e 2006.

I valori di questo evento sono tutti di gran lunga superiori a quelli rilevati nel corso dell'evento dell'anno precedente.

Un altro possibile confronto è rappresentato attraverso la tabella ed il relativo grafico che seguono ove sono riportate le massime intensità di precipitazione registrate a Mestre-Marghera in occasione del 26 settembre 2007 ed i massimi precedenti validi per Mestre, relativi al periodo 1992-2006 (fonte ARPAV) e al periodo storico disponibile dal 1956 al 1995 (fonte ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale). Nel grafico sono stati inoltre evidenziati con le linee rosse orizzontali, i valori di precipitazione stimati aventi tempo di ritorno pari a 100 anni per gli intervalli da 1 ora a 12 ore (con legge di Gumbel sulla serie di dati disponibili tra il 1956 e il 1995).

Intervallo temporale di riferimento	26-set-07	max 1992-2006	max 1956-1995
	Mestre Marghera	Mestre (Palazzo Gazzettino+Marghera)	Mestre SIMN
	24 mm	12.8 mm	
5 minuti	26/09/2007	09/07/2001	
	42.2	22.8	
10 minuti	26/09/2007	09/07/2001	
	59.2	33	
15 minuti	26/09/2007	25/08/1994	
	91.2	51.6	
30 minuti	26/09/2007	25/08/1994	
	111.4	55.2	
45 minuti	26/09/2007	25/08/1994	
	126.6	55.6	50.6 mm
1 ora	26/09/2007	25/08/1994	06/09/1972
	201	60.6	90
3 ore	26/09/2007	06/07/1993	17/10/1990
	246.8	103.4	107.6
6 ore	26/09/2007	15/09/2006	17/10/1990
	257.6	111.4	129.8
12 ore	26/09/2007	15/09/2006	17/10/1990

Figura 3-20 – confronto massime altezze di precipitazione per diversi intervalli di durata – evento del 26/09/2007 e massimi storici registrati in zona.

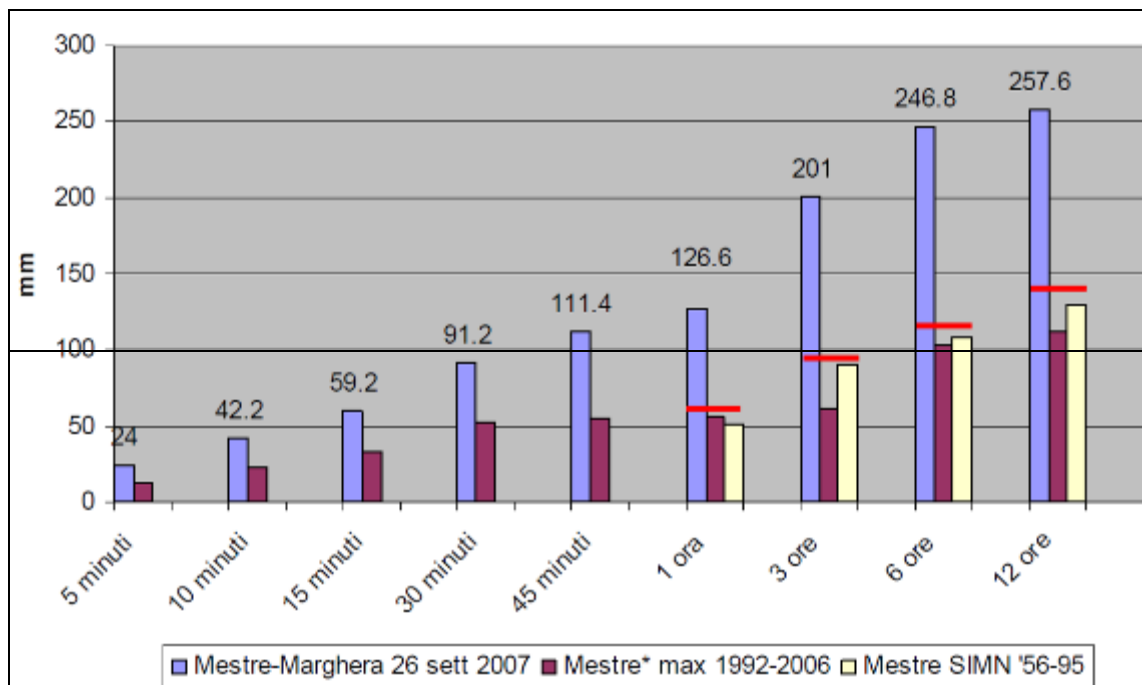


Figura 3-21 – Massime intensità di precipitazione registrate a Mestre.

3.3.3 ANALISI IDROLOGICA

Il territorio interessato dagli eventi meteo climatici del 26 settembre 2007 è stato oggetto di attente valutazioni dal punto di vista delle problematiche idrauliche legate a eventi meteorologici estremi; tali studi, svolti da parte del Commissario Delegato per l'Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 di cui all'OPCM n. 3621 del 18/10/2007, hanno consentito di suddividere il territorio in 4 zone omogenee alle quali applicare precisi parametri per le curve di possibilità pluviometrica.

Lo studio è confluito nell'Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento del 25 settembre 2008; in seguente Figura 3-22 è riportata la suddivisione del territorio in Zone omogenee. Il sito oggetto del presente studio rientra nella Zona Costiera SE come indicato in Figura 3-22.

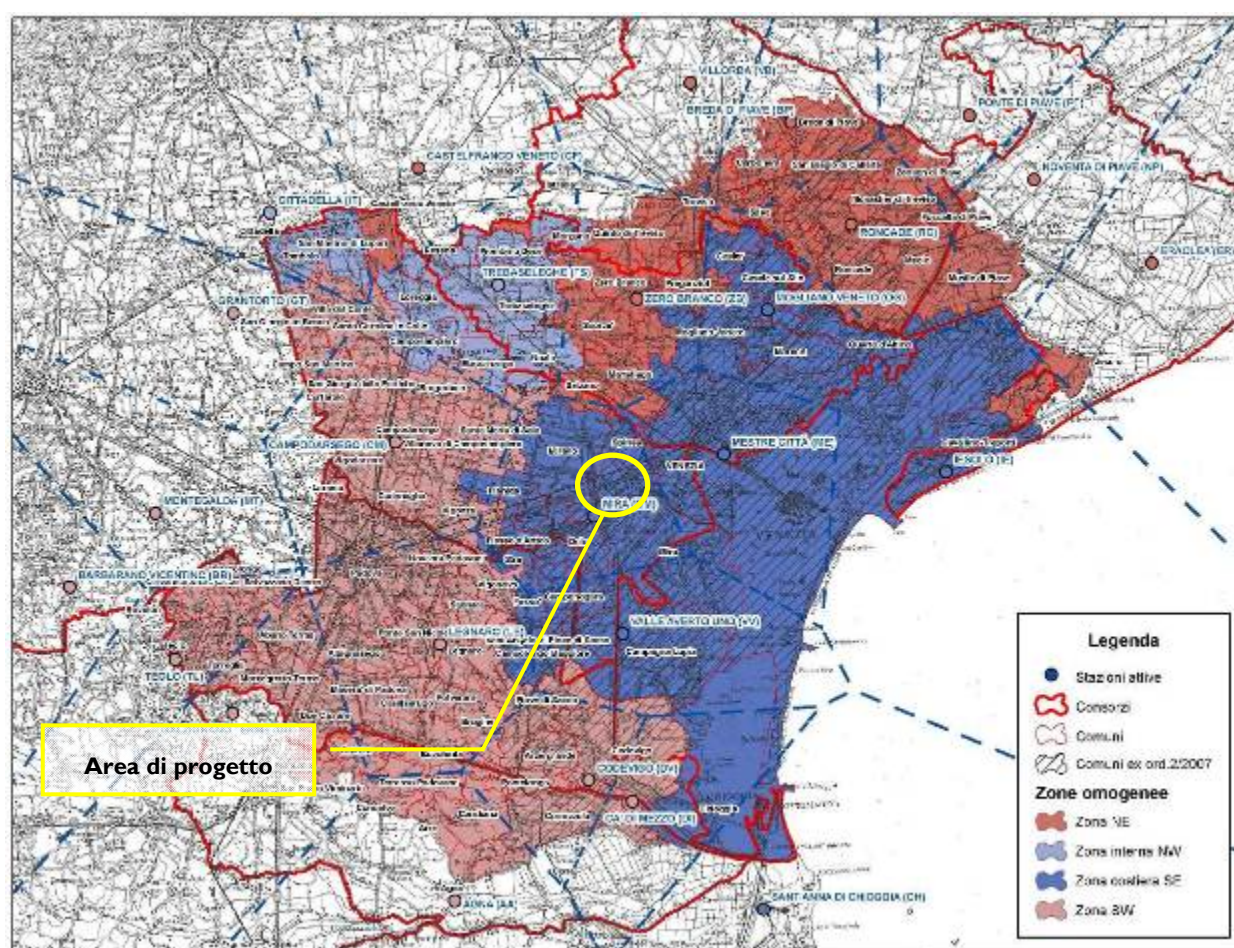


Figura 3-22 – Gruppi omogenei di stazioni e Zone omogenee

Dallo studio del Commissario sono fornite le seguenti tabelle dei tempi di ritorno per le varie scansioni temporali previste (minuti ed ore), come estratte dall'Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per la Zona Costiera SE di riferimento, alla quale appartiene il comune di Mira:

Tabella 3-3. Variabili della curva di possibilità pluviometrica a tre parametri – Zona costiera SE

Tr (anni)	Curve a tre parametri		
	a	b	c
2	20,3	12,0	0,821
5	27,2	13,5	0,820
10	31,4	14,4	0,816
50	39,7	16,4	0,800
100	42,8	17,3	0,791

Le curve di possibilità pluviometrica proposte sono espresse sia con la formula italiana a due parametri (a, n) che con la formula più generale a tre parametri (a, b, c) che consente una migliore interpolazione dei dati per tutte le dieci durate considerate (5', 10', 15', 30', 45', 1 h, 3 h, 6 h, 12 h, 24 h).

Le curve a due parametri infatti non riescono ad interpolare adeguatamente i dati per l'intero range di durate; è necessario quindi individuare intervalli più ristretti, entro i quali la formula bene approssimi i valori ottenuti con la regolarizzazione regionale.

Le curve a due parametri sono quindi fornite e tarate per sei intervalli di durate (5'÷45' tp ≈15', 10'÷1h tp≈30', 15'÷3h tp≈45', 30'÷6h tp≈1h, 45'÷12h tp≈3h, 1h÷24' tp≈6h).

Per gli scopi di cui alla presente relazione si è scelto di utilizzare le curve a tre parametri che meglio interpolano le diverse durate di precipitazione. Con riferimento ad un Tempo di Ritorno di 50 anni la curva di possibilità pluviometrica è data dalla seguente relazione (con t espresso in minuti e h in mm):

$$h = \frac{a}{(t+b)^c} t = \frac{39.7}{(t+16.4)^{0.8}} t$$

Inserendo nella precedente formula i valori di a, b e c come desunti dalla Tabella 3-3 si ottengono le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica indicate in Figura 3-23. Per il presente studio si farà riferimento alla c.p.p. relativa al TR = 50 anni.

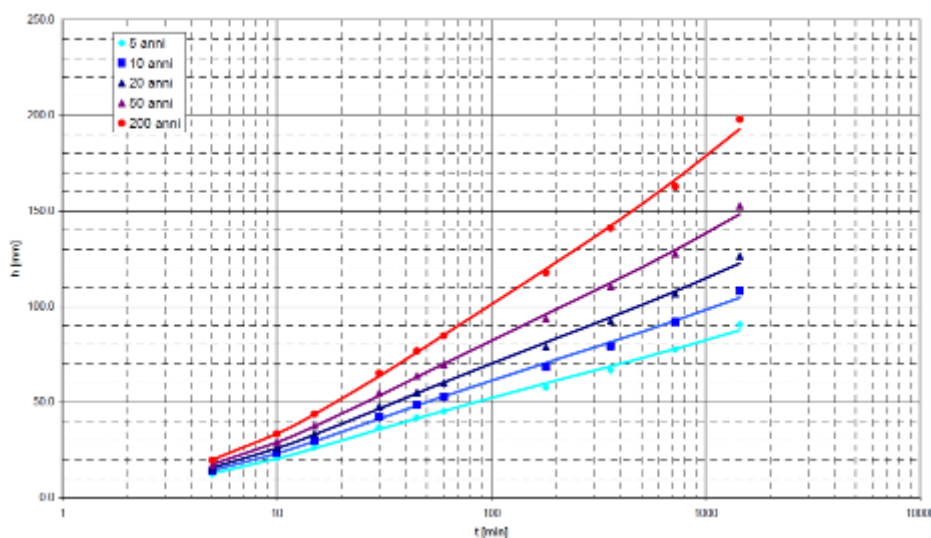


Figura 3-23 – Curve segnalatrici di possibilità pluviometrica a tre parametri

4. MODELLO AFFLUSSI DEFLUSSI

Qualsiasi impermeabilizzazione del suolo produce come effetto un aumento della portata immediatamente disponibile a seguito di un evento meteorico. L'aumento del coefficiente di deflusso comporta infatti una riduzione della infiltrazione naturale su suolo e un conseguente aumento di portata allo scarico.

Nei paragrafi seguenti verranno determinati tutti i coefficienti coinvolti nella stima delle portate di deflusso al fine di dimensionare correttamente i volumi di invaso necessari al mantenimento delle portate scaricate nei fossati a valori ante operam.

4.1 ANALISI DELLO STATO DI FATTO

Dall'analisi delle tavole relative allo stato di fatto, dai sopralluoghi effettuati e dalle foto aeree a disposizione si è calcolato il coefficiente di deflusso medio relativo alla configurazione attuale. Detto coefficiente rappresenta il rapporto fra il volume totale di deflusso ed il volume totale di pioggia caduto sul bacino.

Nella realtà il coefficiente di deflusso varia da evento a evento secondo le caratteristiche dello stesso (altezza totale di pioggia e umidità iniziale del suolo), tuttavia nella pratica progettuale conviene, ponendosi a favore della sicurezza, far riferimento ad eventi critici che si presentino in un contesto di elevata umidità iniziale del suolo rendendo così il coefficiente di deflusso un valore costante. Il coefficiente di deflusso medio calcolato è stato ottenuto utilizzando i coefficienti di deflusso, relativi alle diverse tipologie di copertura del suolo, suggeriti dalla D.G.R. 1322/06 e ss.mm.ii e riportati nel PAT.

L'area presenta una porzione di sito edificata e un'area esterna parzialmente pavimentata con superficie in asfalto mentre la rimanente porzione di sito risulta attualmente a verde.

Tabella 4-1. Coefficienti di deflusso – Stato di Fatto reale

STATO DI FATTO			
Tipologia di suolo	S [m ²]	φ [#]	S φ [m ²]
Permeabile [verde agricolo]	0,00	0,10	0,0
Permeabile [verde]	2717,0	0,20	543,4
Semipermeabile [viabilità misto stabilizzato]	386,5	0,60	231,9
Impermeabile [tetti, asfalto, cls]	612,5	0,90	551,3
TOTALE	3716,0	0,357	1326,6

Allo stato attuale quindi possiamo definire una superficie di deflusso che contribuisce alla formulazione della portata durante una precipitazione; essa è pari al prodotto del coefficiente stesso e dell'area totale. L'area efficace risulta quindi essere pari a **1326.6 m²**.

In riferimento ai contenuti della nota del commissario di cui al protocollo n°: 418232/58 del 11.08.2008 **non verranno scomputati i volumi e le superfici esistenti ponendoci in favore di sicurezza**, anche a fronte di uno stato di fatto rappresentato come in Tabella 4-1

4.2 ANALISI DEL PROGETTO

L'area interessata dagli interventi di riqualifica ha destinazione d'uso "industriale" e insiste su un'area a verde in parte adibita a deposito temporaneo di rifiuti materiali.

Il progetto prevede il potenziamento dell'impianto di produzione del solfato di potassio il quale, con la creazione di una sezione distaccata del tutto simile a quella in esercizio, consiste nei seguenti interventi:

- Realizzazione di un nuovo capannone a tre campate, di superficie pari a 45,5m x16,0m, all'interno del quale è prevista l'installazione di due forni e apparecchiature di processo quali serbatoi, tramogge, filtri e scambiatori;
- Installazione di n° 5 silos aventi diametro di 4 metri e collocati in adiacenza al capannone;
- Bacino di stoccaggio di n° 10 serbatoi di acido cloridrico, aventi diametro pari a 4,0 m e altezza di 13,0 m; le dimensioni in pianta del bacino sono di circa 12,0 x 29,0 m².

Si riporta di seguito la planimetria generale con l'indicazione in rosso dell'area di progetto:



Figura 4.2. Planimetria di Progetto

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

- alle aree occupate dalle pavimentazioni impermeabili, quali quelle caratterizzate ad esempio da solette in calcestruzzo, tetti, viabilità è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,9;
- alle aree occupate da sottofondo semipermeabile, quali ad esempio aree di sosta mezzi, è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,6;
- alle aree verdi incolte quali quelle in oggetto è stato attribuito un coefficiente di deflusso pari a 0,2 a seguito realizzazione delle opere di progetto;

Per quanto concerne l'aumento di superficie impermeabile si farà quindi riferimento a:

- tetti, asfalto, solette in cls (impermeabile – Ø 0,9)
- serbatoi (– Ø 0,0)

Tabella 4-2. Coefficienti di deflusso – progetto

PROGETTO			
Tipologia di suolo	Superficie m ²	Coefficiente Ø	S φ [m ²]
Permeabile [verde agricolo]	0,0	0,10	0,0
Permeabile [verde]	312,0	0,20	62,4
Semipermeabile [viabilità misto stabilizzato]	0,0	0,60	0,0
Impermeabile [tetti, asfalto, cls]	3067,0	0,90	2760,3
Serbatoi	337,0	0,00	0,0
TOTALE	3716,0	0,760	2822,7

Dalla tabella precedente quindi è possibile effettuare il calcolo dell'area efficace dello stato di progetto per gli interventi che comportano una modifica della capacità drenante del suolo; eseguendo il prodotto del coefficiente di deflusso complessivo, che caratterizza il sito, per l'area totale. L'area efficace a seguito della realizzazione degli interventi di progetto risulta quindi essere pari a 2822,7 m².

	STATO DI FATTO	ϕ (coefficiente di deflusso)	STATO FUTURO	ϕ (coefficiente di deflusso)	LEGENDA
Superficie a verde incolto	2717	0,2	312	0,2	
Superficie semipermeabile	386,5	0,6	-	-	
Superficie impermeabile	612,5	0,9	3067	0,9	
Serbatoi	-	-	337	0	

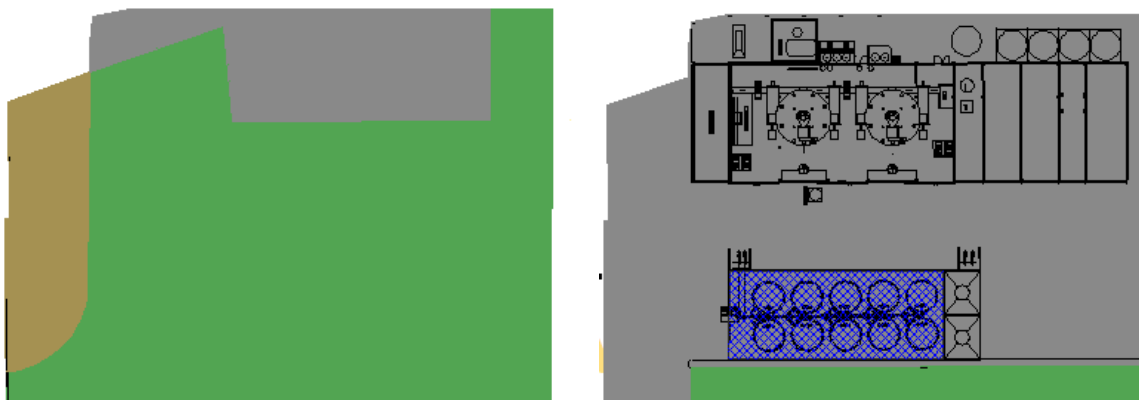


Figura 4-1. Modello concettuale - modifiche alla tipologia di superficie (Stato di Fatto e Stato Futuro)

L'incremento di superficie impermeabile è valutabile pertanto in:

$$2822,7 \text{ m}^2 - 1326,6 \text{ m}^2 = 1496,15 \text{ m}^2$$

L'aumento di superficie efficace superiore ai 1000 m² impone l'applicazione di buoni criteri costruttivi per la riduzione delle superfici impermeabili stante la "modesta impermeabilizzazione potenziale" richiedendo per essi il dimensionamento di idonei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene mantenendo le luci di scarico non superiori ad un tubo di diametro 200 mm ed i tiranti idrici nell'invaso inferiori al metro;

Il progetto prevede già che gli spazi non interessati da edificato o viabilità vengano dedicati a verde, mentre per garantire comunque l'invarianza idraulica a fronte dell'aumento delle superfici impermeabili si provvederà al sovradimensionamento della rete meteorica e alla gestione controllata dello scarico come previsto dalla DGRV 2948/09.

I calcoli progettuali verteranno sull'intera superficie impermeabilizzata, in quanto il suolo soggetto all'intervento è ritenuto di tipo agricolo.

4.2.1 CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

Il tempo di corrivazione associato al sito è stato calcolato utilizzando diversi metodi empirici proposti dai principali testi di idraulica facendo attenzione nel valutarne la reale applicabilità al caso in esame stante la natura stessa delle equazioni impiegate. Sono state utilizzate le formule di *Giandotti*,

Ventura, Pasini, Ongaro e la formula proposta dal *Civil Engineer Department Università del Maryland 1971*. I risultati, in termini di tempo di corrivazione, sono riportati nelle tabelle seguenti:

$$\text{Ventura} = 0,0053 \sqrt{S/i} \quad t_c = \begin{matrix} 0,0122 \text{ giorni} \\ 0,292 \text{ ore} \end{matrix}$$

$$\text{Pasini} = (0,0045 \cdot \sqrt[3]{(S \cdot i)}) / \sqrt{i} \quad t_c = \begin{matrix} 0,0011 \text{ giorni} \\ 0,026 \text{ ore} \end{matrix}$$

$$\text{C.E.D.} = \frac{26,3}{j^{0,4} i^{0,3}} (L/Ks)^{0,6} \quad t_c = \begin{matrix} 0,0004 \text{ giorni} \\ 0,097 \text{ ore} \end{matrix}$$

Tabella 4-3. Calcolo del tempo di corrivazione

Con S in $[\text{km}^2]$, $L = 0.180$ $[\text{km}]$, $j = h/t$, $i=1.2\%$.

Si rileva un valore del tempo di corrivazione variabile tra 1,56 e 19,2 minuti.

Si è scelto di considerare quale t_c un valore mediato tra le 3 formule presentate in Tabella 4-3 (dotate di discreta congruità) portando ad un valore di t_c **allo stato di fatto pari a 0.115 ore – 6,9 minuti**.

5. MODELLO AFFLUSSI/DEFLUSSI E SUA APPLICAZIONE ALL'AREA IN OGGETTO

Il tempo di ritorno in base al quale dimensionare le opere di laminazione è imposto dalla DGR 1322/06 e ss.mm.ii.; viene assunto quindi un Tempo di Ritorno pari a 50 anni.

Il modello afflussi-deflussi di seguito descritto si basa sulla simulazione di un evento di piena conseguente ad una precipitazione definita come la “più pericolosa” tra quelle di diversa frequenza e di determinato tempo di ritorno (50 anni).

Verrà pertanto utilizzato un pluviogramma di progetto definito con altezza di precipitazione costante durante l'intero periodo di pioggia, mentre l'altezza viene desunta direttamente dalla curva di possibilità pluviometrica a tre parametri.

L'evento più gravoso risulta essere quello associato ad una pioggia di 5 minuti date le ridotte estensioni del bacino in esame e al tempo di corrivazione testé calcolato; ad ogni buon conto si sono eseguite le opportune simulazioni anche per tempi di pioggia maggiori fino a coprire l'arco delle 12 ore dall'inizio dell'evento.

Tabella 5-1. Altezze di precipitazione per i diversi tempi di pioggia

Tempo di pioggia	Altezza di pioggia mm/h
5 min	206,72
15 min	152,09
1 ora	74,21
3 ore	34,87
6 ore	20,72
9 ore	15,2
12 ore	12,1

È inoltre possibile verificare l'entità della portata massima in riferimento ai diversi tempi di pioggia a partire dallo ietogramma rettangolare con intensità di pioggia costante per gli intervalli di tempo considerati è riportato seguente figura:

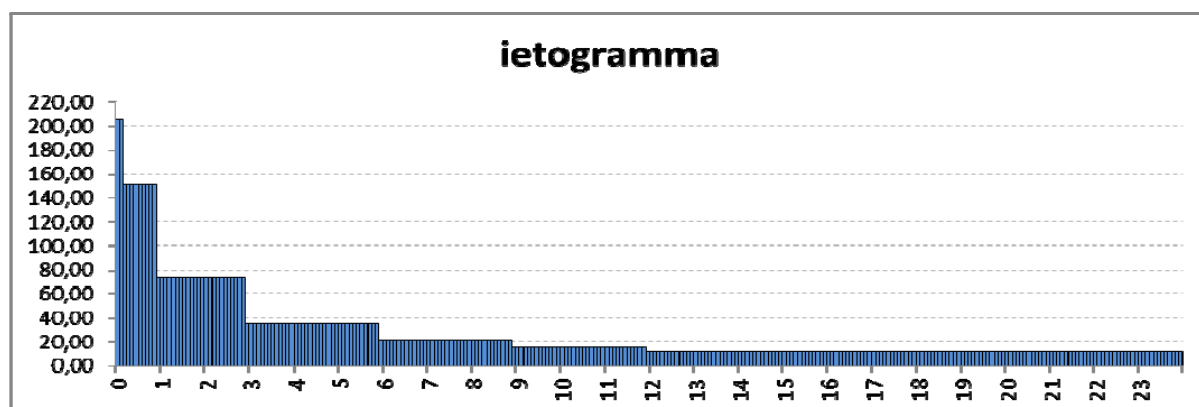


Figura 5-1 – Ietogramma

Il modello afflussi-deflussi di seguito descritto è stato applicato ad ogni singola area oggetto di intervento, intesa come sottobacino scolante, essendo noti per essa i valori della superficie totale, della superficie totale impermeabilizzata, della pendenza media, e delle caratteristiche pedologiche in base alle quali si ricavano i parametri di Horton.

Il volume d'invaso è stato poi calcolato partendo dai risultati del modello afflussi-deflussi ovvero dall'analisi degli idrogrammi di piena generati dal bacino per un determinato tempo di pioggia.

5.1 IDROGRAMMA DI PIENA - STATO DI FATTO

A partire dallo ietogramma e noti i dati di impermeabilizzazione nello stato di progetto (cfr. Tabella 4-1), si è proceduto alla determinazione degli idrogrammi di piena per i vari tempi di pioggia esaminati.

Il calcolo alla base della determinazione dell'onda di piena deriva direttamente dall'equazione di continuità del serbatoio:

$$p \cdot dt - q \cdot dt = dW = k \cdot dq$$

- $p \cdot dt$ è il volume di acqua entrato nel tempo dt ;
- $q \cdot dt$ è il volume di acqua uscito nel tempo dt ;
- dW è la variazione del volume contenuto nel serbatoio nello stesso intervallo con $W = k \cdot q$ richiamando il “metodo dell'invaso lineare” ove $k = 0.7 \cdot t_c$ e t_c tempo di corrivazione.

Integrando in dt si ottiene la portata q al variare di t :

$$q(t) = p \cdot (1 - e^{-t/k}) + q_0 \cdot e^{-t/k}$$

che esprime la risposta del bacino ad una pioggia ad intensità costante i per un tempo infinito.

La portata cresce e tende asintoticamente al valore $\phi \cdot j \cdot S$ che viene raggiunto in un tempo t^* , al termine della precipitazione la curva prosegue decresce esponenzialmente come in figura seguente secondo la formula

$$q(t) = q^* \cdot e^{-(t-t_p)/k}$$

ove q^* è la portata calcolata per $t = t_p$ alla fine della durata della precipitazione di intensità j . In seguente Figura 5-2 è riportato graficamente l'andamento dell'onda di piena così determinata.

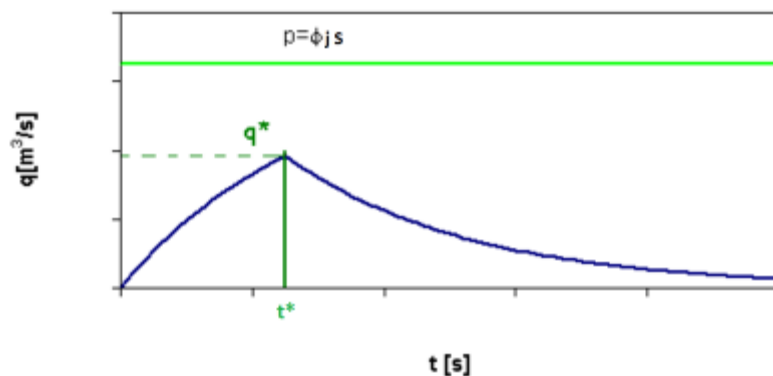


Figura 5-2 – Onda di piena per impulso piovoso di durata t^*

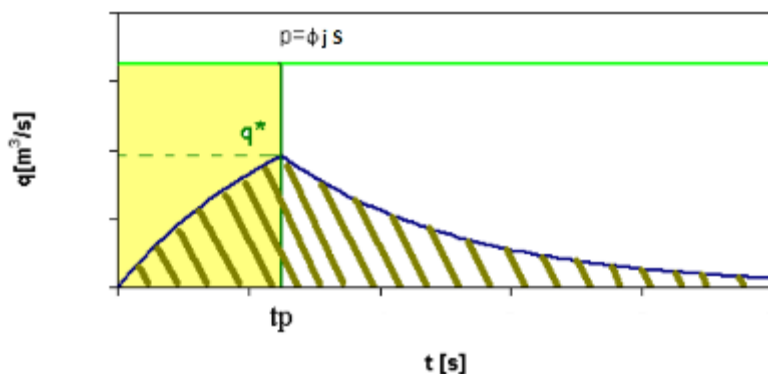


Figura 5-3 – Confronto tra volumi afflussi e deflussi

L'area in giallo risulta, ovviamente, uguale all'area tratteggiata schematizzando la trasformazione del quantitativo piovuto sul sito in portata alla sezione di chiusura.

I colmi delle onde di piena generate, i coefficienti udometrici e gli idrogrammi di piena relativi allo stato di fatto sono riportati nella seguente Figura 5-4, suddivise per i diversi tempi di pioggia.

I colmi delle onde di piena generate, i coefficienti udometrici e gli idrogrammi di piena relativi allo stato di fatto sono riportati in seguito:

Tabella 5-2. Portata massima e tempi di pioggia – Stato di Fatto

Dati	T 5min	T15min	T1h	T3h	T6h	T9h	T12h	u.m.
Q_{max}	49,11	53,53	27,36	12,85	7,63	5,59	4,46	l/s
U_{max}	132,15	144,05	73,59	34,58	20,55	15,03	12,01	l/s ha

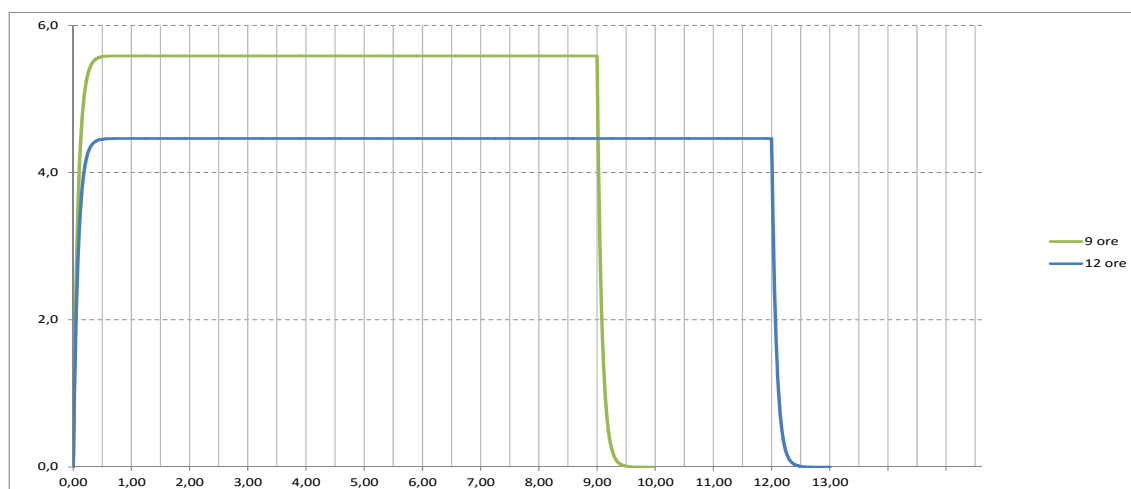
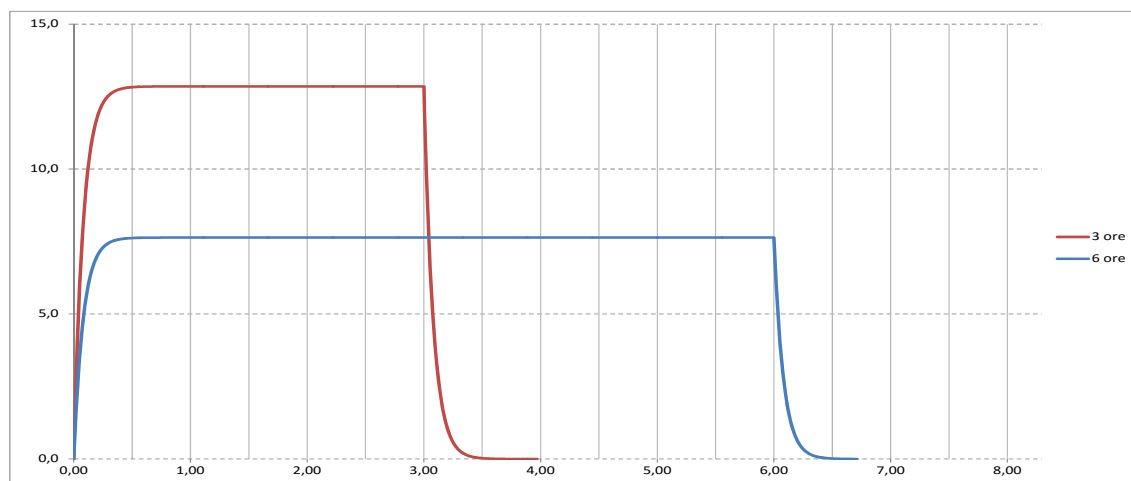
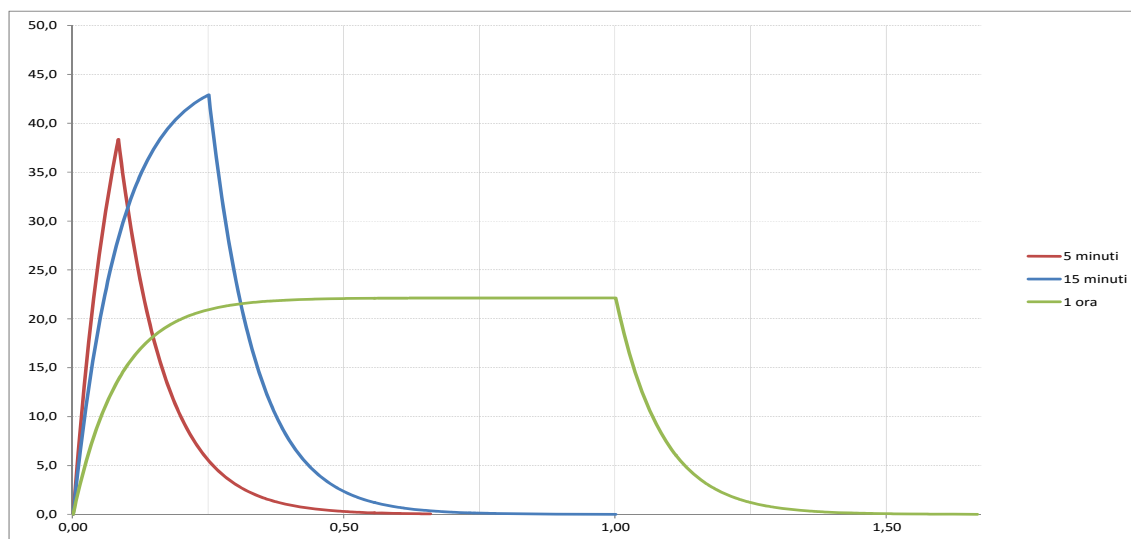


Figura 5-4 – Stato di Fatto - Onde di piena per i diversi T_p

5.2 IDROGRAMMA DI PIENA - STATO FUTURO

Nel calcolo dell'aumento della superficie impermeabile si assume che l'area di 3716 m² destinata all'ampliamento di un'area produttiva, comporti una superficie impermeabile pari al 81,3% (i.e. $\phi = 0.813$).

A partire dallo ietogramma noti i dati di impermeabilizzazione nello stato di progetto (cfr. Tabella 4-2) si è proceduto alla determinazione degli idrogrammi di piena per i vari tempi di pioggia esaminati che risultano esplicitati nella seguente Figura 5-5.

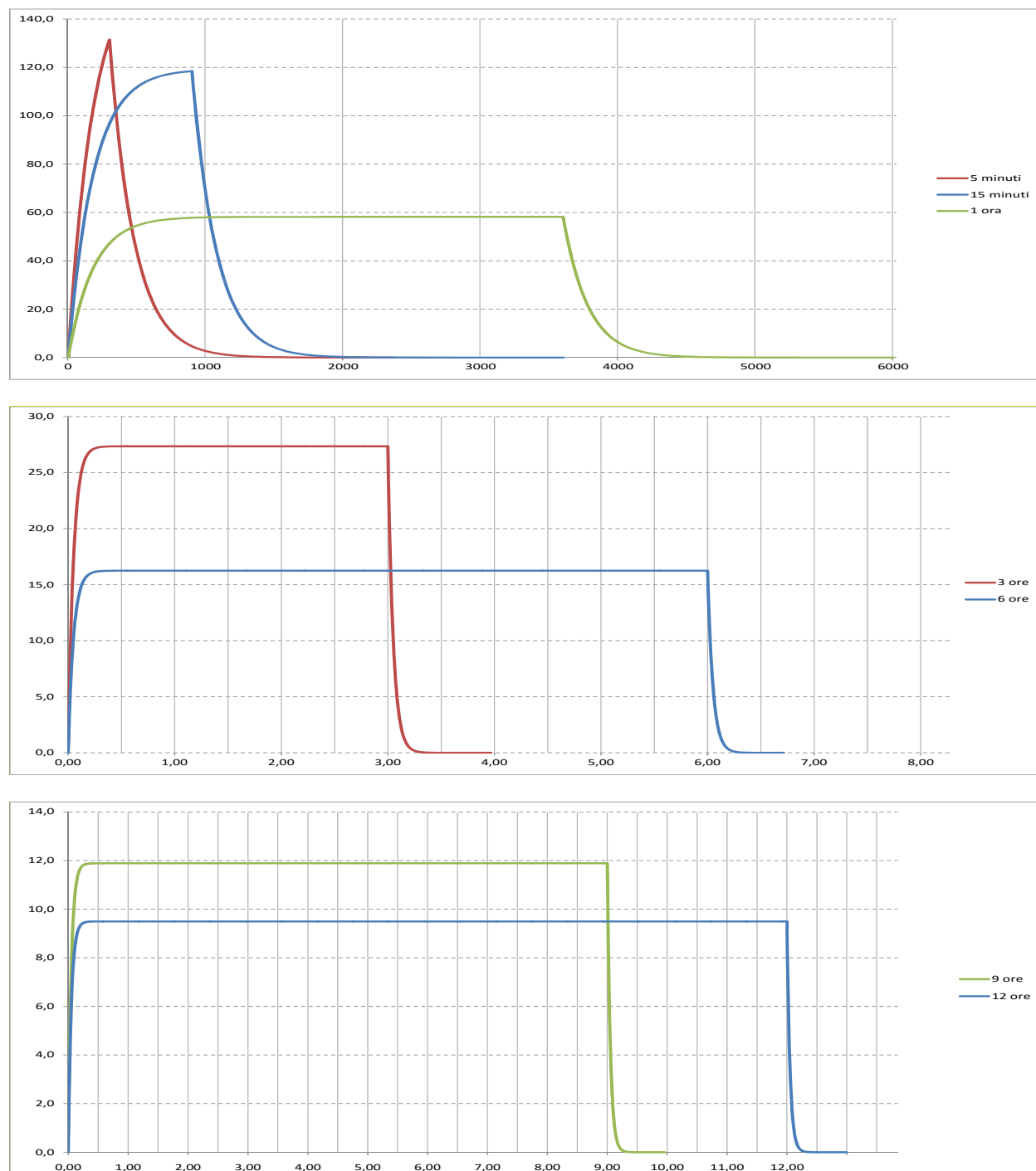


Figura 5-5 – Stato di futuro - Onde di piena per i diversi T_p

I colmi delle onde di piena generate, i coefficienti udometrici e gli idrogrammi di piena relativi allo stato di progetto sono riportati in seguito:

Tabella 5-3. Portata massima e tempi di pioggia – Stato di Progetto

Dati	T 5min	T 15min	T 1h	T 3h	T 6h	T 9h	T 12h	u.m.
Q_{max}	131,47	118,45	58,19	27,34	16,25	11,89	9,50	l/s
U_{max}	353,80	318,75	156,58	73,58	43,72	31,99	25,55	l/s ha

5.3 CALCOLO DEL VOLUME DI COMPENSAZIONE

Seguendo le indicazioni riportate nelle Linee guida per la Valutazione di compatibilità idraulica redatte dal Commissario straordinario per gli eventi del 26 settembre 2007 si è proceduto al calcolo dei volumi di compensazione: *“Considerata la particolare criticità in cui si trova il territorio, assunte le cautele nel considerare l'intervento come demolizione/ricostruzione, la portata massima imposta in uscita nella configurazione di progetto non potrà essere superiore a quella desumibile da un coefficiente udometrico di 10 litri al secondo per ettaro”*.

Tali modifiche sono maggiormente importanti se comportano l'aumento della superficie impermeabilizzata nell'ambito del bacino scolante in cui esse ricadono.

Dal punto di vista idraulico infatti una tale modificazione comporta sostanzialmente l'incremento della portata uscente dal bacino scolante in una certa sezione (sezione di chiusura del bacino sotteso dall'area in esame) in ragione del fatto che aumentando la superficie impermeabile si genera un incremento del valore delle precipitazioni efficaci, ed una corrispondente diminuzione della quantità di precipitazione soggetta ad infiltrazione naturale nel terreno.

La nuova quantità di precipitazione efficace (cioè il volume che complessivamente defluisce) dovrà quindi comunque essere allontanato, ma imponendo che la portata alla sezione di chiusura rimanga al più pari non a quella attuale, quanto bensì a quella riferita ad una superficie agricola, aumentando di fatto le cautele assunte alla base della presente progettazione.

Quindi si dovrà operare in modo da aumentare i tempi di residenza incrementando i volumi di invaso disponibili.

Nei seguenti paragrafi vengono esplicitati i metodi comunemente utilizzati per l'ottenimento dei volumi di laminazione atti a garantire l'invarianza idraulica a seguito della realizzazione delle opere in progetto.

5.3.1 DIMENSIONAMENTO SEMPLIFICATO

Il metodo ricalca il procedimento esposto nel testo “Sistemi di fognatura. Manuale di progettazione” (csdu – HOEPLI, Milano, 1997) e stima il volume d’invaso necessario per garantire l’invarianza idraulica. La valutazione del volume di vaso si basa sulla curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie drenante e sulla portata massima, supposta costante, imposta in uscita dal sistema.

Il massimo volume di vaso, per una data durata t viene calcolato come differenza fra il volume entrato nella vasca V_{in} ed il volume uscito V_{out} dalla stessa nel periodo della durata della precipitazione.

$$V_{inv} = V_{in} - V_{out}$$

Il volume entrante per effetto di una precipitazione di durata t è dato dalla:

$$V_{in} = S \cdot \varphi \cdot h(t)$$

con ovvio significato dei simboli.

Il volume che nello stesso tempo esce dal sistema di laminazione è dato dalla:

$$V_{out} = Q_{out} \cdot t$$

Nel caso si utilizzino le CPP a due parametri, fissata la durata della precipitazione il massimo volume invasato nel serbatoio è dato dalla:

$$V_{inv} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t$$

La durata critica (tempo critico t_{cr}) per la quale si ha il Massimo volume invasato si ottiene imponendo nulla la derivate prima del volume invasato in funzione del tempo come indicato in seguente:

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}} \quad V_{inv,cr} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot \left(\frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{n}{n-1}} - Q_{out} \cdot \left(\frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

Noto il tempo critico per le diverse durate di pioggia si calcola, per ogni curva, il valore assoluto dello scarto e se ne assume il minore. Il volume di vaso corrisponde al volume calcolato utilizzando il tempo critico t_{cr} così calcolato.

La superficie a cui si applica è quella complessiva pari a 3716 m² considerata con coefficiente di deflusso pari a 0.761.

Tabella 5-4. Calcolo del Tempo Critico

TR = 50	a	n	tcr (min)	scarto
15	6,70	0,62	32732	32717
30	9,10	0,52	5048	5018
45	13,80	0,40	1167	1122
60	19,10	0,32	634	574
180	22,80	0,29	484	304
360	26,00	0,26	414	54

Sostituendo il t_{cr} (414 minuti) relativo al minore degli scarti (241 in Tabella 5-4) nell'equazione precedente si ottiene un volume di invaso pari a **261,4 m³** corrispondente a circa **926.1 m³/ha**.

5.3.2 METODO CINEMATICO O RAZIONALE

Il calcolo dei volumi compensativi è stato svolto anche con il seguente foglio di calcolo che sviluppa il **metodo di cinematico o razionale** dal quale si evince che, considerato il nuovo coefficiente di deflusso pari a 0,76 e al fine di mantenere un coefficiente udometrico di 10 [l/(s ha)], applicato all'intera superficie impermeabilizzata rispetto allo stato di fatto, il sito necessita di un volume di invaso pari rispettivamente a **247,7 m³** a **258,1 m³** a seguito di un evento critico con Tempo di ritorno = 50 anni a seconda che si utilizzi la c.p.p. a 2 o 3 parametri. Tale dimensionamento corrisponde all'incirca a quanto indicato nella Valutazione di Compatibilità Idraulica contenuta nel Piano delle Acque del Comune di Mira sviluppato per le curve di possibilità pluviometrica a 2 (Tabella 5-5) e 3 (Tabella 5-6) parametri come vedremo nelle seguenti immagini.

Tabella 5-5. Calcolo dei volumi compensativi – 2 parametri

Durata di pioggia		Sup. Bacino	Dati dell'equazione pluv.		Coeff. di deflusso	Altezza di pioggia	Volume entrante	Coeff. udometrico	Portata uscente		Volume uscente	Volume da invasare
t_p	t	s	a	n	f	h	V_e	u	Q_u	Q_u	V_u	V
(min)	(ore)	(ha)	(mm min-n)			(mm)	(m ³)	[l/(s ha)]	(l/s)	(m ³ /ora)	(m ³)	(m ³)
5	0,08	0,28227	26	0,243	0,760	38,4	109	10	2,8227	10	0,8	108
10	0,17	0,28227	26	0,243	0,760	45,5	128	10	2,8227	10	1,7	126,7
15	0,25	0,28227	26	0,243	0,760	50,2	142	10	2,8227	10	2,5	139,2
20	0,33	0,28227	26	0,243	0,760	53,8	152	10	2,8227	10	3,4	148,6
25	0,42	0,28227	26	0,243	0,760	56,8	160	10	2,8227	10	4,2	156,2
30	0,50	0,28227	26	0,243	0,760	59,4	168	10	2,8227	10	5,1	162,6
35	0,58	0,28227	26	0,243	0,760	61,7	174	10	2,8227	10	5,9	168,2
40	0,67	0,28227	26	0,243	0,760	63,7	180	10	2,8227	10	6,8	173,1
45	0,75	0,28227	26	0,243	0,760	65,6	185	10	2,8227	10	7,6	177,5
50	0,83	0,28227	26	0,243	0,760	67,3	190	10	2,8227	10	8,5	181,4
55	0,92	0,28227	26	0,243	0,760	68,8	194	10	2,8227	10	9,3	185,0
60	1,00	0,28227	26	0,243	0,760	70,3	198	10	2,8227	10	10,2	188,3
65	1,08	0,28227	26	0,243	0,760	71,7	202	10	2,8227	10	11,0	191,4
70	1,17	0,28227	26	0,243	0,760	73,0	206	10	2,8227	10	11,9	194,2
75	1,25	0,28227	26	0,243	0,760	74,2	210	10	2,8227	10	12,7	196,8
80	1,33	0,28227	26	0,243	0,760	75,4	213	10	2,8227	10	13,5	199,3
85	1,42	0,28227	26	0,243	0,760	76,5	216	10	2,8227	10	14,4	201,6
90	1,50	0,28227	26	0,243	0,760	77,6	219	10	2,8227	10	15,2	203,8
95	1,58	0,28227	26	0,243	0,760	78,6	222	10	2,8227	10	16,1	205,8
100	1,67	0,28227	26	0,243	0,760	79,6	225	10	2,8227	10	16,9	207,8
105	1,75	0,28227	26	0,243	0,760	80,6	227	10	2,8227	10	17,8	209,6
110	1,83	0,28227	26	0,243	0,760	81,5	230	10	2,8227	10	18,6	211,4
115	1,92	0,28227	26	0,243	0,760	82,4	232	10	2,8227	10	19,5	213,0
120	2,00	0,28227	26	0,243	0,760	83,2	235	10	2,8227	10	20,3	214,6
125	2,08	0,28227	26	0,243	0,760	84,0	237	10	2,8227	10	21,2	216,1
130	2,17	0,28227	26	0,243	0,760	84,9	240	10	2,8227	10	22,0	217,5
135	2,25	0,28227	26	0,243	0,760	85,6	242	10	2,8227	10	22,9	218,9
140	2,33	0,28227	26	0,243	0,760	86,4	244	10	2,8227	10	23,7	220,2
145	2,42	0,28227	26	0,243	0,760	87,1	246	10	2,8227	10	24,6	221,4
150	2,50	0,28227	26	0,243	0,760	87,9	248	10	2,8227	10	25,4	222,6
155	2,58	0,28227	26	0,243	0,760	88,6	250	10	2,8227	10	26,3	223,7
160	2,67	0,28227	26	0,243	0,760	89,2	252	10	2,8227	10	27,1	224,8
165	2,75	0,28227	26	0,243	0,760	89,9	254	10	2,8227	10	27,9	225,9
170	2,83	0,28227	26	0,243	0,760	90,6	256	10	2,8227	10	28,8	226,9
175	2,92	0,28227	26	0,243	0,760	91,2	257	10	2,8227	10	29,6	227,8

180	3,00	0,28227	26	0,243	0,760	91,8	259	10	2,8227	10	30,5	228,7
185	3,08	0,28227	26	0,243	0,760	92,4	261	10	2,8227	10	31,3	229,6
190	3,17	0,28227	26	0,243	0,760	93,0	263	10	2,8227	10	32,2	230,5
195	3,25	0,28227	26	0,243	0,760	93,6	264	10	2,8227	10	33,0	231,3
200	3,33	0,28227	26	0,243	0,760	94,2	266	10	2,8227	10	33,9	232,1
205	3,42	0,28227	26	0,243	0,760	94,8	268	10	2,8227	10	34,7	232,8
210	3,50	0,28227	26	0,243	0,760	95,3	269	10	2,8227	10	35,6	233,5
215	3,58	0,28227	26	0,243	0,760	95,9	271	10	2,8227	10	36,4	234,2
220	3,67	0,28227	26	0,243	0,760	96,4	272	10	2,8227	10	37,3	234,9
225	3,75	0,28227	26	0,243	0,760	97,0	274	10	2,8227	10	38,1	235,6
230	3,83	0,28227	26	0,243	0,760	97,5	275	10	2,8227	10	39,0	236,2
235	3,92	0,28227	26	0,243	0,760	98,0	277	10	2,8227	10	39,8	236,8
240	4,00	0,28227	26	0,243	0,760	98,5	278	10	2,8227	10	40,6	237,3
245	4,08	0,28227	26	0,243	0,760	99,0	279	10	2,8227	10	41,5	237,9
250	4,17	0,28227	26	0,243	0,760	99,5	281	10	2,8227	10	42,3	238,4
255	4,25	0,28227	26	0,243	0,760	99,9	282	10	2,8227	10	43,2	238,9
260	4,33	0,28227	26	0,243	0,760	100,4	283	10	2,8227	10	44,0	239,4
265	4,42	0,28227	26	0,243	0,760	100,9	285	10	2,8227	10	44,9	239,9
270	4,50	0,28227	26	0,243	0,760	101,3	286	10	2,8227	10	45,7	240,3
275	4,58	0,28227	26	0,243	0,760	101,8	287	10	2,8227	10	46,6	240,8
280	4,67	0,28227	26	0,243	0,760	102,2	289	10	2,8227	10	47,4	241,2
285	4,75	0,28227	26	0,243	0,760	102,7	290	10	2,8227	10	48,3	241,6
290	4,83	0,28227	26	0,243	0,760	103,1	291	10	2,8227	10	49,1	242,0
295	4,92	0,28227	26	0,243	0,760	103,5	292	10	2,8227	10	50,0	242,3
300	5,00	0,28227	26	0,243	0,760	104,0	293	10	2,8227	10	50,8	242,7
305	5,08	0,28227	26	0,243	0,760	104,4	295	10	2,8227	10	51,7	243,0
310	5,17	0,28227	26	0,243	0,760	104,8	296	10	2,8227	10	52,5	243,3
315	5,25	0,28227	26	0,243	0,760	105,2	297	10	2,8227	10	53,3	243,6
320	5,33	0,28227	26	0,243	0,760	105,6	298	10	2,8227	10	54,2	243,9
325	5,42	0,28227	26	0,243	0,760	106,0	299	10	2,8227	10	55,0	244,2
330	5,50	0,28227	26	0,243	0,760	106,4	300	10	2,8227	10	55,9	244,5
335	5,58	0,28227	26	0,243	0,760	106,8	301	10	2,8227	10	56,7	244,7
340	5,67	0,28227	26	0,243	0,760	107,2	303	10	2,8227	10	57,6	245,0
345	5,75	0,28227	26	0,243	0,760	107,6	304	10	2,8227	10	58,4	245,2
350	5,83	0,28227	26	0,243	0,760	107,9	305	10	2,8227	10	59,3	245,4
355	5,92	0,28227	26	0,243	0,760	108,3	306	10	2,8227	10	60,1	245,6
360	6,00	0,28227	26	0,243	0,760	108,7	307	10	2,8227	10	61,0	245,8
365	6,08	0,28227	26	0,243	0,760	109,0	308	10	2,8227	10	61,8	246,0
370	6,17	0,28227	26	0,243	0,760	109,4	309	10	2,8227	10	62,7	246,2
375	6,25	0,28227	26	0,243	0,760	109,8	310	10	2,8227	10	63,5	246,3
380	6,33	0,28227	26	0,243	0,760	110,1	311	10	2,8227	10	64,4	246,5
385	6,42	0,28227	26	0,243	0,760	110,5	312	10	2,8227	10	65,2	246,6
390	6,50	0,28227	26	0,243	0,760	110,8	313	10	2,8227	10	66,1	246,7
395	6,58	0,28227	26	0,243	0,760	111,2	314	10	2,8227	10	66,9	246,9
400	6,67	0,28227	26	0,243	0,760	111,5	315	10	2,8227	10	67,7	247,0
405	6,75	0,28227	26	0,243	0,760	111,8	316	10	2,8227	10	68,6	247,1
410	6,83	0,28227	26	0,243	0,760	112,2	317	10	2,8227	10	69,4	247,2
415	6,92	0,28227	26	0,243	0,760	112,5	318	10	2,8227	10	70,3	247,3
420	7,00	0,28227	26	0,243	0,760	112,8	318	10	2,8227	10	71,1	247,4
425	7,08	0,28227	26	0,243	0,760	113,2	319	10	2,8227	10	72,0	247,4
430	7,17	0,28227	26	0,243	0,760	113,5	320	10	2,8227	10	72,8	247,5
435	7,25	0,28227	26	0,243	0,760	113,8	321	10	2,8227	10	73,7	247,5
440	7,33	0,28227	26	0,243	0,760	114,1	322	10	2,8227	10	74,5	247,6
445	7,42	0,28227	26	0,243	0,760	114,4	323	10	2,8227	10	75,4	247,6
450	7,50	0,28227	26	0,243	0,760	114,7	324	10	2,8227	10	76,2	247,7
455	7,58	0,28227	26	0,243	0,760	115,0	325	10	2,8227	10	77,1	247,7
460	7,67	0,28227	26	0,243	0,760	115,4	326	10	2,8227	10	77,9	247,7
465	7,75	0,28227	26	0,243	0,760	115,7	326	10	2,8227	10	78,8	247,7
470	7,83	0,28227	26	0,243	0,760	116,0	327	10	2,8227	10	79,6	247,7
475	7,92	0,28227	26	0,243	0,760	116,3	328	10	2,8227	10	80,4	247,7
480	8,00	0,28227	26	0,243	0,760	116,6	329	10	2,8227	10	81,3	247,7
485	8,08	0,28227	26	0,243	0,760	116,8	330	10	2,8227	10	82,1	247,7
490	8,17	0,28227	26	0,243	0,760	117,1	331	10	2,8227	10	83,0	247,7
495	8,25	0,28227	26	0,243	0,760	117,4	331	10	2,8227	10	83,8	247,6
500	8,33	0,28227	26	0,243	0,760	117,7	332	10	2,8227	10	84,7	247,6

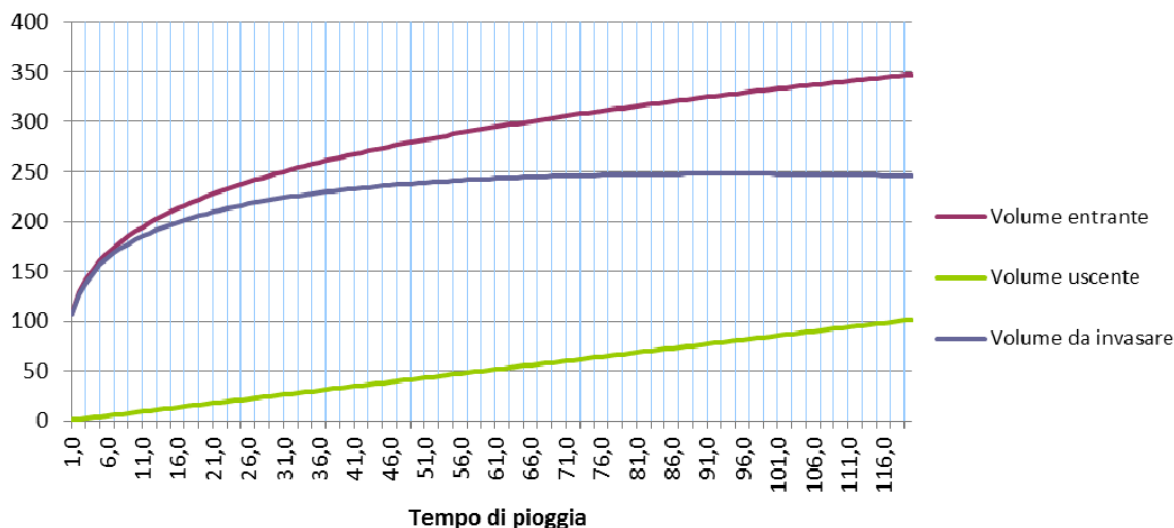
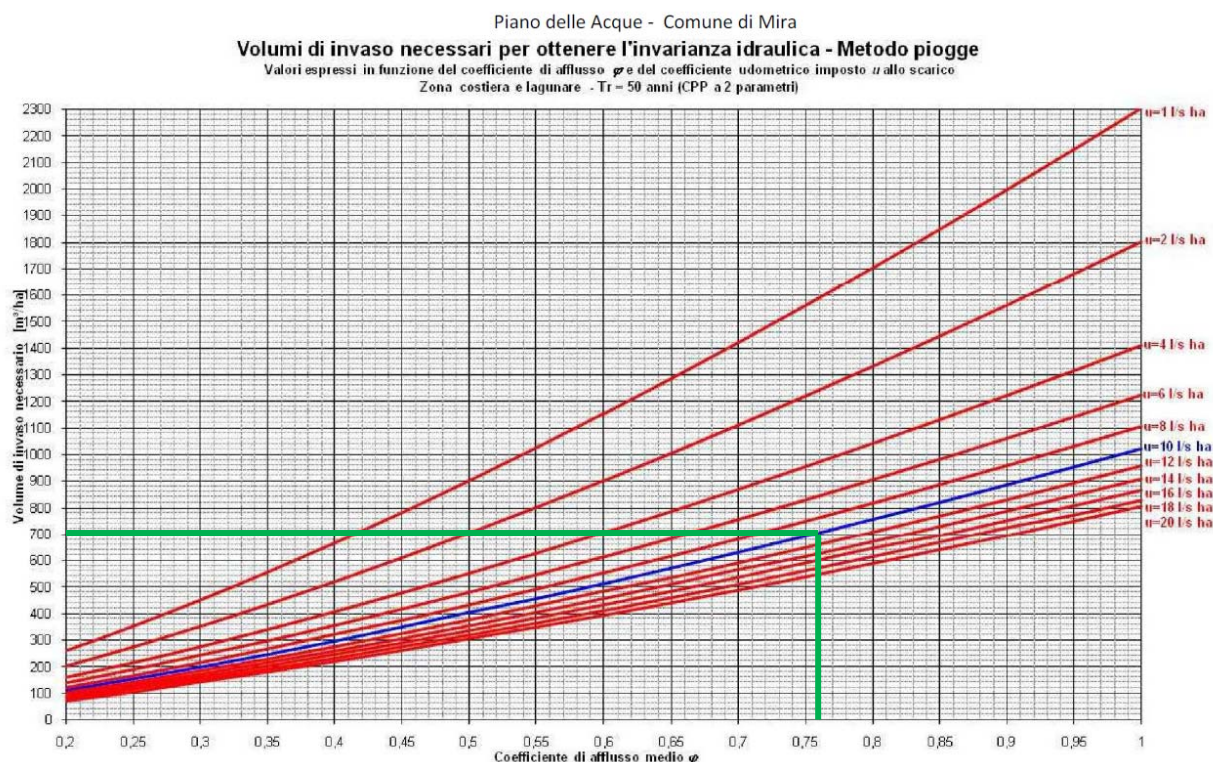


Figura 5-6. Variazione dei volumi entrante, uscente, di invaso al variare del tempo di pioggia – curva 3P

Il massimo volume di invaso determinato con la curva di possibilità pluviometrica a 2P ammonta a **247,7 m³**.

Il calcolo può essere effettuato utilizzando direttamente i grafici predisposti dal Commissario Allagamenti che sviluppa il metodo delle Piogge per le curve a 2 e 3 parametri:



Zona costiera e lagunare - Tr = 50 anni		Comuni: Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Casale sul Sile, Casier, Cavallino-Treporti, Chioggia, Dolo, Fiesse d'Artico, Fosso', Marcon, Mira, Mirano, Mogliano Veneto, Pianiga, Quarto d'Altino, Spinea, Stra, Venezia.									
"Tempo centrale" [min]	15	30	45	60	180	360					
a [mm min ⁻¹]	6,7	9,1	13,8	19,1	22,8	26,0					
n [-]	0,619	0,520	0,399	0,324	0,286	0,261					
VOLUME DI INVASO SPECIFICO [m ³ /ha] NECESSARIO PER OTTENERE L'INVARIANZA IDRAULICA											
Coefficiente udometrico imposto allo scarico [l/s.ha]											
f	1	2	4	6	8	10	12	14	16	18	20
0,1	102	81	61	50	42	36	32	28	25	22	19
0,15	177	138	108	92	80	72	63	57	52	48	45
0,2	261	204	161	137	123	110	101	94	84	77	72
0,25	353	276	216	187	167	153	140	130	122	116	105
0,3	451	353	277	242	216	197	184	171	160	151	144
0,35	556	435	341	295	268	245	227	215	201	190	181
0,4	666	521	408	354	323	295	274	258	245	232	220
0,45	781	612	479	415	375	348	323	304	288	276	262
0,5	901	705	552	478	432	403	375	352	334	319	306
0,55	1.025	802	628	544	492	454	428	403	382	364	349
0,6	1.153	903	707	612	553	511	484	455	431	411	394
0,65	1.285	1.006	787	682	616	570	534	509	482	460	441
0,7	1.420	1.112	871	754	682	630	591	565	535	511	489
0,75	1.559	1.221	956	828	748	692	648	614	590	562	539
0,8	1.702	1.332	1.043	904	816	755	708	670	645	616	590
0,85	1.847	1.446	1.132	981	886	819	768	727	694	670	642
0,9	1.996	1.562	1.223	1.060	958	885	830	786	750	726	696
0,95	2.147	1.681	1.316	1.140	1.030	952	893	845	807	774	751
1	2.302	1.802	1.411	1.222	1.104	1.021	957	906	865	829	807

Figura 5-7. Volumi relativi metodo dell'invaso con le curve di possibilità climatica a 2 parametri

Per la curva a 2 parametri il metodo delle piogge restituisce un valore pari a circa 710 m³/ha che moltiplicato per la superficie di riferimento restituisce un volume di invasore pari a circa **263,8 m³**.

Nella seguente Tabella 5-6 si riporta il medesimo calcolo sviluppato utilizzando i coefficienti della curva di possibilità pluviometrica a 3 parametri.

Tabella 5-6. Calcolo dei volumi compensativi – 3 parametri

Durata di pioggia		Sup. Bacino	Dati dell'equazione pluv.			Altezza di pioggia	Volume entrante	Coeff. udometrico	Portata uscente		Volume uscente	Volume da invasore
t _p	t		a	b	c				Q _u	Q _u		
(min)	(ore)	(ha)				(mm)	(m ³)	[l/(s ha)]	(l/s)	(m ³ /ora)	(m ³)	(m ³)
5	0,08	0,28227	39,70	14,50	0,817	17,5	49	10	2,82	10,16	0,85	48,64
10	0,17	0,28227	39,7	14,5	0,817	29,1	82	10	2,82	10,16	1,7	80,4
15	0,25	0,28227	39,70	14,50	0,82	37,5	106	10	2,82	10,16	2,54	103,31
20	0,33	0,28227	39,7	14,5	0,817	44,0	124	10	2,82	10,16	3,4	120,8
25	0,42	0,28227	39,7	14,5	0,817	49,2	139	10	2,82	10,16	4,2	134,8
30	0,50	0,28227	39,7	14,5	0,817	53,6	151	10	2,82	10,16	5,1	146,2
35	0,58	0,28227	39,7	14,5	0,817	57,3	162	10	2,82	10,16	5,9	155,9
40	0,67	0,28227	39,7	14,5	0,817	60,6	171	10	2,82	10,16	6,8	164,2
45	0,75	0,28227	39,7	14,5	0,817	63,4	179	10	2,82	10,16	7,6	171,4
50	0,83	0,28227	39,7	14,5	0,817	66,0	186	10	2,82	10,16	8,5	177,7
55	0,92	0,28227	39,7	14,5	0,817	68,3	193	10	2,82	10,16	9,3	183,4
60	1,00	0,28227	39,7	14,5	0,817	70,4	199	10	2,82	10,16	10,2	188,5
65	1,08	0,28227	39,7	14,5	0,817	72,3	204	10	2,82	10,16	11,0	193,1
70	1,17	0,28227	39,7	14,5	0,817	74,1	209	10	2,82	10,16	11,9	197,2
75	1,25	0,28227	39,7	14,5	0,817	75,7	214	10	2,82	10,16	12,7	201,0
80	1,33	0,28227	39,7	14,5	0,817	77,3	218	10	2,82	10,16	13,5	204,5
85	1,42	0,28227	39,7	14,5	0,817	78,7	222	10	2,82	10,16	14,4	207,8
90	1,50	0,28227	39,7	14,5	0,817	80,1	226	10	2,82	10,16	15,2	210,7
95	1,58	0,28227	39,7	14,5	0,817	81,3	230	10	2,82	10,16	16,1	213,5

100	1,67	0,28227	39,7	14,5	0,817	82,6	233	10	2,82	10,16	16,9	216,1
105	1,75	0,28227	39,7	14,5	0,817	83,7	236	10	2,82	10,16	17,8	218,5
110	1,83	0,28227	39,7	14,5	0,817	84,8	239	10	2,82	10,16	18,6	220,8
115	1,92	0,28227	39,7	14,5	0,817	85,9	242	10	2,82	10,16	19,5	222,9
120	2,00	0,28227	39,7	14,5	0,817	86,9	245	10	2,82	10,16	20,3	224,8
125	2,08	0,28227	39,7	14,5	0,817	87,8	248	10	2,82	10,16	21,2	226,7
130	2,17	0,28227	39,7	14,5	0,817	88,7	250	10	2,82	10,16	22,0	228,5
135	2,25	0,28227	39,7	14,5	0,817	89,6	253	10	2,82	10,16	22,9	230,1
140	2,33	0,28227	39,7	14,5	0,817	90,5	255	10	2,82	10,16	23,7	231,7
145	2,42	0,28227	39,7	14,5	0,817	91,3	258	10	2,82	10,16	24,6	233,2
150	2,50	0,28227	39,7	14,5	0,817	92,1	260	10	2,82	10,16	25,4	234,6
155	2,58	0,28227	39,7	14,5	0,817	92,9	262	10	2,82	10,16	26,3	235,9
160	2,67	0,28227	39,7	14,5	0,817	93,6	264	10	2,82	10,16	27,1	237,2
165	2,75	0,28227	39,7	14,5	0,817	94,3	266	10	2,82	10,16	27,9	238,4
170	2,83	0,28227	39,7	14,5	0,817	95,0	268	10	2,82	10,16	28,8	239,5
175	2,92	0,28227	39,7	14,5	0,817	95,7	270	10	2,82	10,16	29,6	240,6
180	3,00	0,28227	39,7	14,5	0,817	96,4	272,07	10	2,82	10,16	30,5	241,6
185	3,08	0,28227	39,7	14,5	0,8	97,0	274	10	2,82	10,16	31,3	242,6
190	3,17	0,28227	39,7	14,5	0,8	97,7	276	10	2,82	10,16	32,2	243,5
195	3,25	0,28227	39,7	14,5	0,817	98,3	277	10	2,82	10,16	33,0	244,4
200	3,33	0,28227	39,7	14,5	0,817	98,9	279	10	2,82	10,16	33,9	245,2
205	3,42	0,28227	39,7	14,5	0,817	99,4	281	10	2,82	10,16	34,7	246,0
210	3,50	0,28227	39,7	14,5	0,817	100,0	282	10	2,82	10,16	35,6	246,7
215	3,58	0,28227	39,7	14,5	0,817	100,6	284	10	2,82	10,16	36,4	247,5
220	3,67	0,28227	39,7	14,5	0,817	101,1	285	10	2,82	10,16	37,3	248,2
225	3,75	0,28227	39,7	14,5	0,817	101,6	287	10	2,82	10,16	38,1	248,8
230	3,83	0,28227	39,7	14,5	0,817	102,2	288	10	2,82	10,16	39,0	249,4
235	3,92	0,28227	39,7	14,5	0,817	102,7	290	10	2,82	10,16	39,8	250,0
240	4,00	0,28227	39,7	14,5	0,817	103,2	291	10	2,82	10,16	40,6	250,6
245	4,08	0,28227	39,7	14,5	0,817	103,7	293	10	2,82	10,16	41,5	251,1
250	4,17	0,28227	39,7	14,5	0,817	104,1	294	10	2,82	10,16	42,3	251,6
255	4,25	0,28227	39,7	14,5	0,817	104,6	295	10	2,82	10,16	43,2	252,1
260	4,33	0,28227	39,7	14,5	0,817	105,1	297	10	2,82	10,16	44,0	252,5
265	4,42	0,28227	39,7	14,5	0,817	105,5	298	10	2,82	10,16	44,9	253,0
270	4,50	0,28227	39,7	14,5	0,817	106,0	299	10	2,82	10,16	45,7	253,4
275	4,58	0,28227	39,7	14,5	0,817	106,4	300	10	2,82	10,16	46,6	253,8
280	4,67	0,28227	39,7	14,5	0,817	106,8	302	10	2,82	10,16	47,4	254,1
285	4,75	0,28227	39,7	14,5	0,817	107,3	303	10	2,82	10,16	48,3	254,5
290	4,83	0,28227	39,7	14,5	0,817	107,7	304	10	2,82	10,16	49,1	254,8
295	4,92	0,28227	39,7	14,5	0,817	108,1	305	10	2,82	10,16	50,0	255,1
300	5,00	0,28227	39,7	14,5	0,817	108,5	306	10	2,82	10,16	50,8	255,4
305	5,08	0,28227	39,7	14,5	0,817	108,9	307	10	2,82	10,16	51,7	255,7
310	5,17	0,28227	39,7	14,5	0,817	109,3	308	10	2,82	10,16	52,5	255,9
315	5,25	0,28227	39,7	14,5	0,817	109,7	310	10	2,82	10,16	53,3	256,2
320	5,33	0,28227	39,7	14,5	0,817	110,0	311	10	2,82	10,16	54,2	256,4
325	5,42	0,28227	39,7	14,5	0,817	110,4	312	10	2,82	10,16	55,0	256,6
330	5,50	0,28227	39,7	14,5	0,817	110,8	313	10	2,82	10,16	55,9	256,8
335	5,58	0,28227	39,7	14,5	0,817	111,1	314	10	2,82	10,16	56,7	257,0
340	5,67	0,28227	39,7	14,5	0,817	111,5	315	10	2,82	10,16	57,6	257,1
345	5,75	0,28227	39,7	14,5	0,817	111,8	316	10	2,82	10,16	58,4	257,3
350	5,83	0,28227	39,7	14,5	0,817	112,2	317	10	2,82	10,16	59,3	257,4
355	5,92	0,28227	39,7	14,5	0,817	112,5	318	10	2,82	10,16	60,1	257,5
360	6,00	0,28227	39,7	14,5	0,817	112,9	318,60	10	2,82	10,16	61,0	257,6
365	6,08	0,28227	39,7	14,5	0,817	113,2	320	10	2,82	10,16	61,8	257,7
370	6,17	0,28227	39,7	14,5	0,817	113,5	320	10	2,82	10,16	62,7	257,8
375	6,25	0,28227	39,7	14,5	0,817	113,9	321	10	2,82	10,16	63,5	257,9
380	6,33	0,28227	39,7	14,5	0,817	114,2	322	10	2,82	10,16	64,4	257,9
385	6,42	0,28227	39,7	14,5	0,817	114,5	323	10	2,82	10,16	65,2	258,0
390	6,50	0,28227	39,7	14,5	0,817	114,8	324	10	2,82	10,16	66,1	258,0
395	6,58	0,28227	39,7	14,5	0,817	115,1	325	10	2,82	10,16	66,9	258,1
400	6,67	0,28227	39,7	14,5	0,817	115,4	326	10	2,82	10,16	67,7	258,1
405	6,75	0,28227	39,7	14,5	0,817	115,7	327	10	2,82	10,16	68,6	258,1
410	6,83	0,28227	39,7	14,5	0,817	116,0	328	10	2,82	10,16	69,4	258,1

415	6,92	0,28227	39,7	14,5	0,817	116,3	328	10	2,82	10,16	70,3	258,1
420	7,00	0,28227	39,7	14,5	0,817	116,6	329	10	2,82	10,16	71,1	258,1
425	7,08	0,28227	39,7	14,5	0,817	116,9	330	10	2,82	10,16	72,0	258,0
430	7,17	0,28227	39,7	14,5	0,817	117,2	331	10	2,82	10,16	72,8	258,0
435	7,25	0,28227	39,7	14,5	0,817	117,5	332	10	2,82	10,16	73,7	258,0
440	7,33	0,28227	39,7	14,5	0,817	117,8	332	10	2,82	10,16	74,5	257,9
445	7,42	0,28227	39,7	14,5	0,817	118,0	333	10	2,82	10,16	75,4	257,9
450	7,50	0,28227	39,7	14,5	0,817	118,3	334	10	2,82	10,16	76,2	257,8
455	7,58	0,28227	39,7	14,5	0,817	118,6	335	10	2,82	10,16	77,1	257,7
460	7,67	0,28227	39,7	14,5	0,817	118,9	336	10	2,82	10,16	77,9	257,6
465	7,75	0,28227	39,7	14,5	0,817	119,1	336	10	2,82	10,16	78,8	257,5
470	7,83	0,28227	39,7	14,5	0,817	119,4	337	10	2,82	10,16	79,6	257,4
475	7,92	0,28227	39,7	14,5	0,817	119,7	338	10	2,82	10,16	80,4	257,3
480	8,00	0,28227	39,7	14,5	0,817	119,9	339	10	2,82	10,16	81,3	257,2
485	8,08	0,28227	39,7	14,5	0,817	120,2	339	10	2,82	10,16	82,1	257,1
490	8,17	0,28227	39,7	14,5	0,817	120,4	340	10	2,82	10,16	83,0	256,9
495	8,25	0,28227	39,7	14,5	0,817	120,7	341	10	2,82	10,16	83,8	256,8
500	8,33	0,28227	39,7	14,5	0,817	120,9	341	10	2,82	10,16	84,7	256,6
505	8,42	0,28227	39,7	14,5	0,817	121,2	342	10	2,82	10,16	85,5	256,5
510	8,50	0,28227	39,7	14,5	0,817	121,4	343	10	2,82	10,16	86,4	256,3
515	8,58	0,28227	39,7	14,5	0,817	121,7	343	10	2,82	10,16	87,2	256,2
520	8,67	0,28227	39,7	14,5	0,817	121,9	344	10	2,82	10,16	88,1	256,0
525	8,75	0,28227	39,7	14,5	0,817	122,2	345	10	2,82	10,16	88,9	255,9
530	8,83	0,28227	39,7	14,5	0,817	122,4	345	10	2,82	10,16	89,8	255,7
535	8,92	0,28227	39,7	14,5	0,817	122,6	346	10	2,82	10,16	90,6	255,5
540	9,00	0,28227	39,7	14,5	0,817	122,9	346,80	10	2,82	10,16	91,5	255,3
545	9,08	0,28227	39,7	14,5	0,817	123,1	347	10	2,82	10,16	92,3	255,2
550	9,17	0,28227	39,7	14,5	0,817	123,3	348	10	2,82	10,16	93,1	255,0

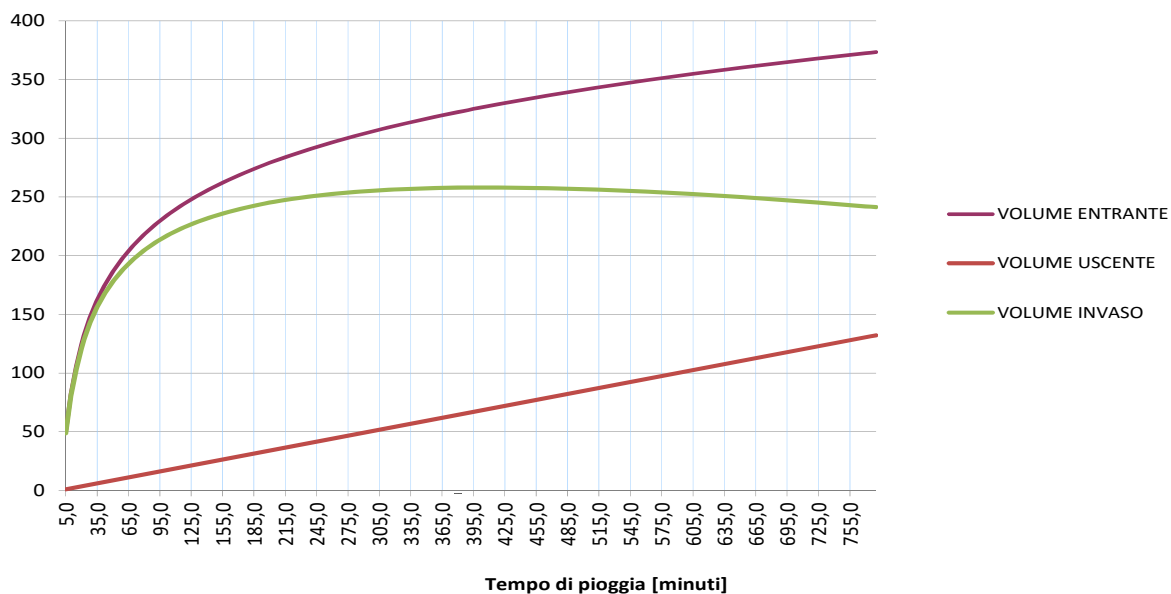


Figura 5-8. Variazione dei volumi entrante, uscente, di invaso al variare del tempo di pioggia – curva 3P

Il volume così determinato ammonta a **258,10 m³**.

Il calcolo può essere effettuato utilizzando direttamente i grafici predisposti dal Commissario Allagamenti che sviluppa il metodo delle Piogge per la c.p.p. a 3 parametri:

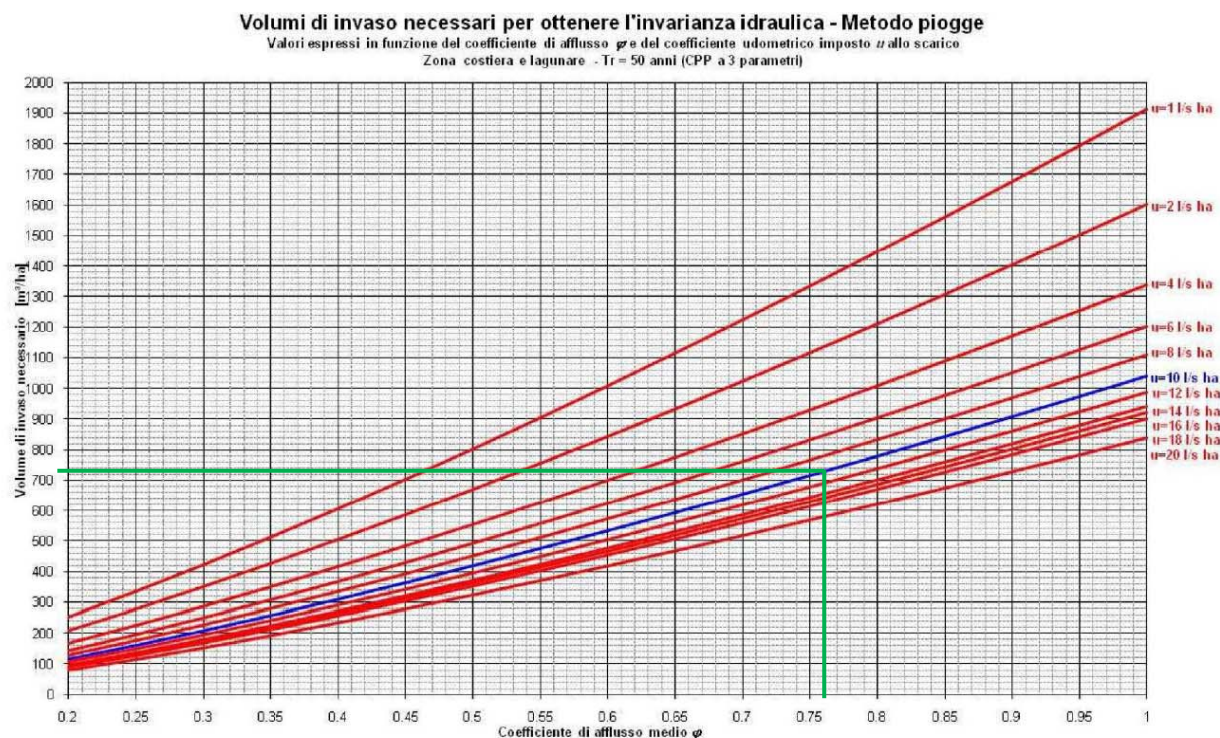


Figura 5-9. Volumi relativi metodo dell'invaso con le curve di possibilità climatica a 3 parametri

Il volume specifico che si ottiene intersecando il coefficiente di deflusso 0,76 e il coefficiente udometrico di 10 l/(s ha) ammonta a circa 730 m³/ha che porta alla determinazione di un volume di invaso pari a circa **271.3 m³**.

5.3.3 DETERMINAZIONE DEL VOLUME MASSIMO DI COMPENSAZIONE

I diversi metodi matematici precedentemente illustrati hanno portato a definire un volume di invaso atto a garantire l'invarianza idraulica dell'intervento considerando l'intervento come "nuova edificazione" anche se di fatto l'area non risulta edificata ma unicamente parzialmente utilizzata come deposito. Tale condizione assicura un ampio margine di sicurezza alle modalità di calcolo già esplicitate.

A fronte della limitata variabilità dei risultati ottenuti è stato scelto di utilizzare un valore medio tra quelli determinati con i metodi sopra riportati.

Il valore medio del volume di compensazione ottenuto è risultato essere pari a 260,5 m³ corrispondente a circa 700 m³/ha.

In fase di progettazione esecutiva dell'intervento si dovrà provvedere all'ottenimento di tale volume di invaso al fine di compensare l'incremento di impermeabilizzazione del suolo.

A tale volume verrà scomputato il volume relativo ai collettori e ai pozzetti di collegamento valutato in circa 38 m³, ipotizzando moto a pelo libero con grado di riempimento dell'80%.

In definitiva il volume di laminazione da garantire, in aggiunta alle tubazioni interrate di progetto, risulta determinato dalla seguente:

$$\text{Volume Bacino Laminazione} = 260,5 - 38,0 = 222,5 \text{ m}^3$$

Tale volume verrà reso disponibile impiegando parzialmente il bacino di contenimento dei futuri serbatoi di stoccaggio.

Il volume di laminazione così creato unitamente alle opere di restituzione di seguito descritte, consente di garantire la captazione completa delle acque meteoriche relative all'incremento di superficie impermeabile determinato dalla realizzazione delle opere di progetto. Il dimensionamento è stato effettuato su di un evento con Tempo di Ritorno pari a 50 anni e la restituzione allo scarico di una portata di 10 l/s ha.

Gli interventi sono descritti dettagliatamente nel seguente capitolo 6.

6. INTERVENTI DI COMPENSAZIONE IN FASE ESECUTIVA

Stanti le modifiche apportate alle superfici scolanti e conseguentemente al coefficiente di deflusso del sito a causa della realizzazione dell'intervento di progetto, si rende necessario provvedere alla realizzazione di opere di compensazione idraulica in accordo con il dimensionamento di cui al precedente capitolo e con i contenuti delle Ordinanze n° 3 e 4 del Commissario (ex OPCM 3621/2007) e successivi chiarimenti e precisazioni, al fine di **CONSENTIRE UNA PORTATA ALLO SCARICO NON SUPERIORE A QUELLA ANTECEDENTE LA COSTRUZIONE** (già autorizzata allo scarico in c.i.s.). Le opere prevedono:

- la realizzazione di una rete di raccolta delle acque meteoriche, composta da tubazioni a sezione circolare, con diametro compreso tra 400 e 500 mm;
- la costruzione di un pozzetto di raccolta di tali acque, con l'installazione in un impianto di sollevamento costituito da due pompe, per il sollevamento delle acque di seconda pioggia al bacino di laminazione (di cui una di riserva in caso di guasto);
- l'installazione di due sonde livello nel bacino destinato alla laminazione delle acque meteoriche in eccesso, allo scopo di monitorarne il livello e provvedere al suo svuotamento;
- un tubazione con diametro di 600 mm, quale collegamento tra il suddetto pozzetto e la rete meteoriche esistente che convoglia le portate verso i manufatti di scarico.

6.1.1 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI INVARIANZA IDRAULICA

Il volume di laminazione delle portate calcolato con metodi teorici, con formule empiriche e con l'utilizzo delle tabelle e dei grafici prodotti dal Commissario agli Allagamenti è risultato del tutto comparabile a quello calcolato con i fogli di calcolo all'uopo predisposti. Considerata l'ottima correlazione tra i risultati ottenuti e la sicurezza aggiuntiva nell'aver considerato trascurabile l'impermeabilizzazione esistente allo stato di fatto, è stato scelto un valore medio al quale è stato sottratto il volume delle tubazioni portando le necessità volumetriche per garantire la laminazione delle portate al valore di 222,5 m³ che dovrà essere reso disponibile per garantire l'invarianza idraulica. Si propone quindi, come già anticipato, di utilizzare per la laminazione il nuovo bacino di contenimento a servizio dei dieci nuovi serbatoi di stoccaggio.

Il volume disponibile è, al netto del volume occupato dai serbatoi, pari a 384,3 m³ ed è stato dimensionato in modo tale da contenere almeno il volume di un intero serbatoio in caso di rottura dello stesso (150 m³).

Prima di scendere nel dettaglio delle opere di laminazione previste, si procederà a richiamare brevemente il funzionamento del sistema di separazione della prima pioggia a servizio dell'intero stabilimento.

6.1.1.A VASCA DI PRIMA PIOGGIA

Le acque di prima pioggia ricadenti nell'area de quo, pari a 18,5 m³, bypasseranno il sistema di laminazione per essere destinate alla relativa vasca di prima di pioggia in quantità corrispondente ai primi 5 mm di pioggia ricadenti sulla superficie di 3716 m².

Per quanto riguarda la vasca di prima pioggia a servizio di tutto il comparto industriale, essa risulta dotata di una volumetria pari a 285 m³ e gestita da apposite sonde che ne monitorano il livello. Dalla rete esterna di raccolta, le acque meteoriche confluiscono in una vasca di ripresa tramite una paratoia a battente, normalmente chiusa, poi vengono rilanciate nella vasca di prima pioggia vera e propria per un volume massimo di 285 m³, che ricomprende ampiamente i 18,5 m³ legati all'ampliamento dell'impianto (attualmente è impiegata per circa 255 m³).

All'avvenuto riempimento della vasca di prima pioggia un apposito sensore (SL5) fa aprire la paratoia a battente che segrega le acque di prima pioggia consentendo il libero deflusso delle acque di seconda pioggia. Una pompa posizionata in vasca di prima pioggia invia le acque separate ad apposito trattamento di filtrazione prima di convogliarle allo scarico in c.i.s. autorizzato.

Le acque di seconda pioggia invece vengono collettate nel medesimo punto di scarico (SF1 - scolo Cesenego) conformemente alle autorizzazioni in essere.

Un ulteriore vasca, disponibile per eventuali emergenze, è separata dalla prima pioggia tramite un setto e gestita secondo procedure consolidate.

È chiaro pertanto che fino a che la vasca di prima pioggia non viene completamente riempita lo scarico dello stabilimento non risulta in effetti impegnato. Di fatto la vasca di prima pioggia esegue un'importante laminazione preliminare in considerazione del fatto che il suo volume è determinato sull'intera superficie dello stabilimento (aree verdi comprese) mentre la rete che in essa convoglia serve prevalentemente le sole aree pavimentate.

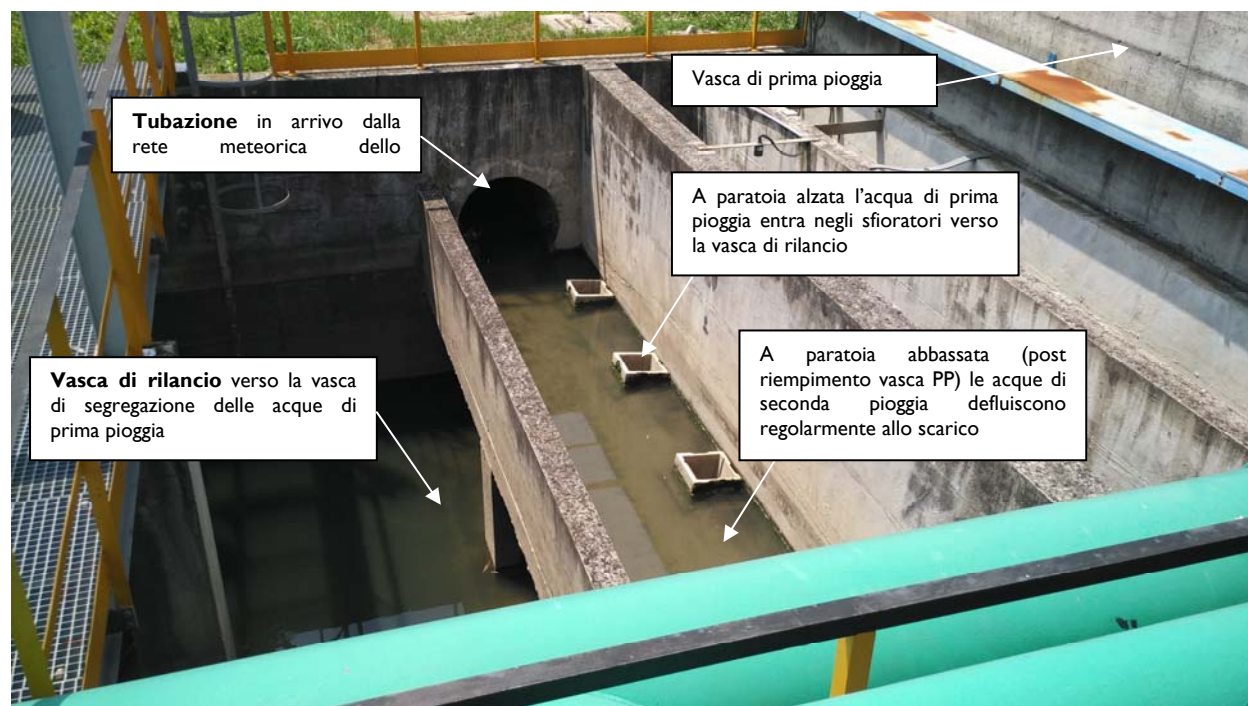


Figura 6-1. Vasca di prima pioggia – Manufatto di derivazione e rilancio



Figura 6-2. Vasca di prima pioggia e ulteriore vasca di emergenza



Figura 6-3. Vasca di prima pioggia – Sistema di filtrazione finale prima dello scarico

6.1.1.B SISTEMA DI LAMINAZIONE E INVARIANZA IDRAULICA

Il sistema di laminazione di seguito descritto entrerà quindi in funzione nel momento in cui la segregazione delle acque di prima pioggia sarà conclusa (attivazione SL5).

Per i dettagli costruttivi e di processo si rimanda agli elaborati grafici allegati, nei quali vengono esplicitate le sigle indicanti i manufatti costituenti l'impianto di collettamento delle acque meteoriche e le relative opere elettromeccaniche.

L'opera atta a garantire l'invarianza idraulica dell'intervento *de quo* si sostanzia nella posa di tubazioni di medio diametro a servizio dell'intero ampliamento unitamente ad un volume di invaso reso disponibile nel bacino di contenimento dei serbatoi di nuova realizzazione.

Le tubazioni interrate convogliano le portate meteoriche in un pozzetto di raccolta (A.8) nel quale verranno installate due pompe (PS1, PSR) per il sollevamento delle acque meteoriche al bacino di laminazione, di cui una di riserva (PSR). Oltre alle pompe saranno installate:

- Due sonde di livello (SL3, SL4) per la gestione e il monitoraggio del livello idrico
- una paratoia mobile a luce battente (PLF) con valvola a clapet (VC), per regolare l'afflusso verso la vasca di prima pioggia e quindi allo scarico dell'impianto.

Il processo di gestione delle acque meteoriche avverrà secondo le seguenti fasi:

- Le acque meteoriche, attraverso tubazioni di diametro pari a 400 e 500 mm, confluiscono nel pozzetto di rilancio, la paratoia PLF risulta inizialmente abbassata per garantire il transito della prima pioggia;
- Un volume di 18 m³, corrispondente alle acque di prima pioggia ricadenti sul bacino oggetto del presente studio, affluisce nell'apposita vasca di prima pioggia superando la paratoia abbassata;
- Raggiunto il livello idrometrico massimo posto nella vasca prima di pioggia (sondino di livello SL5) viene comunicato il segnale alla paratoia (PLF) presente nel pozzetto (A.8) di sollevamento; la paratoia (PLF) si chiude iniziando un parziale invaso delle acque meteoriche di seconda pioggia. La paratoia è infatti dotata di una luce tarata in grado di permettere il deflusso di una portata pari a 10 l/s*ha corrispondente a circa 3,716 l/s, una valvola a Clapet (VC) sarà installata in prossimità della luce per impedire fenomeni di rigurgito;
- Regolato il deflusso verso lo scarico, si passa alla fase di gestione delle acque di seconda pioggia, destinate al bacino di laminazione. Nel pozzetto di sollevamento (A.8) sono posizionate due sonde di livello (SL3, SL4) che regolano l'attivazione delle pompe di rilancio; una di esse (SL4) sarà posizionata al livello massimo dello stramazzo e, raggiunta tale quota, si attiverà la pompa di sollevamento (PS1). Il pompaggio viene interrotto al raggiungimento del livello minimo nel pozzetto (SL3) oppure al riempimento del bacino di laminazione;
- Il livello delle acque di seconda di pioggia nel bacino di laminazione è monitorato da altre due sonde di livello (SL 1, SL 2), una di esse installata ad una quota inferiore di 10 cm rispetto al bordo vasca.
- Lo svuotamento del bacino dovrà essere effettuato entro 48 ore dall'evento meteorico a basse portate. Lo svuotamento è regolato da una procedura gestionale interna che prevede l'opportuno controllo del pH prima dello svuotamento al fine di individuare eventuali perdite di acido cloridrico dai serbatoi.

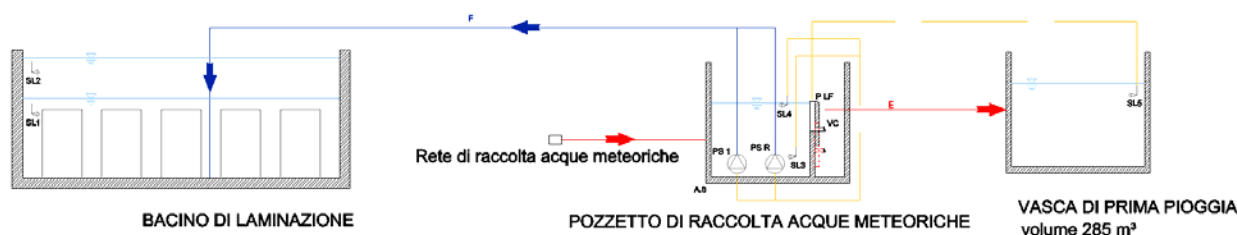


Figura 6-4. Schema a blocchi del processo di laminazione – cfr. Tavola 02

6.1.2 CALCOLO DELLA SEZIONE DEL TUBO DI SCARICO

A valle della rete meteorica così costituita verrà posizionato un pozzetto di controllo della portata, con paratoia a luce battente opportunamente dimensionata per consentire il passaggio sottobattente di 10 l/s ha.

Il dimensionamento della paratoia con luce di fondo tarata viene svolto con i metodi della foronomia considerando una portata costante di 3. 6 l/s in presenza di un dislivello massimo monte valle pari a 0.39 m.

$$Q = C_c \times A \times \sqrt{(2 \times g \times h)} \quad \rightarrow \quad A = Q / (C_c \times \sqrt{(2 \times g \times h)})$$

C_c = coefficiente di contrazione	= 0,61
g = accelerazione di gravità	= 9,81 m/s ²
h = dislivello massimo	= 0,50 m
Q = portata in uscita	= 3,71 l/s

Dalla relazione si ottiene una luce circolare di fondo corrispondente ad un tubo di Ø 5,0 cm. Tale apertura, di limitate dimensioni, risulta potenzialmente soggetta a fenomeni di intasamento che, seppur mitigati da una griglia posta subito a monte della paratoia forata, andrà necessariamente controllata dopo ogni evento meteorico e, se del caso, liberata dai materiali che eventualmente ne causano l'ostruzione.

Per favorire le attività di ispezione e manutenzione dello scarico sul pozzetto verrà posizionato un grigliato fornito di lucchetto per la chiusura, mentre la luce di deflusso potrà essere realizzata su paratoia amovibile in acciaio inox per una più pratica manutenzione. L'attività di ispezione e pulizia andrà ad integrare le attuali procedure previste per lo svuotamento dei bacini a servizio dei serbatoi di stoccaggio presenti nello stabilimento.

Si ritiene opportuno installare sulla bocca di scarico a valle del foro posto sulla paratoia una valvola a Clapét con il compito di evitare fenomeni di riflusso dal corpo idrico ricettore verso il bacino di laminazione come indicato in Tavola 03 e Tavola 04 (VC).

L'opera di restituzione garantirà quindi l'invaso di un volume direttamente correlato all'aumento di superficie impermeabile, la restante portata meteorica continuerà a defluire nella rete esistente diretta verso lo scarico SF1.

6.1.3 UBICAZIONE PUNTO DI SCARICO IN C.L.S.

Nella seguente Figura 6-5 è riportato il punto di scarico autorizzato SF1 nello scolo Cesenego a servizio dell'intero stabilimento produttivo le cui coordinate geografiche sono riportate in Tabella 6-1.

Tabella 6-1. Coordinate Geografiche del punto di scarico

Coordinate	45°27'38.75"N	12°07'22.50"E
------------	---------------	---------------



Figura 6-5 - Punto di scarico SF1 nello scolo Cesenego

7. CONCLUSIONI

La presente relazione è stata redatta dal sottoscritto per conto della società eAmbiente s.r.l. al fine di calcolare i volumi di laminazione necessari a garantire l'invarianza idraulica a seguito della realizzazione dell'ampliamento dello stabilimento produttivo Marchi Industriale S.p.aA. in via Miranese, in località Marano Veneziano, Mira.

Tali volumi sono stati calcolati considerando, cautelativamente e in favore di sicurezza, l'intervento come "nuova edificazione"; utilizzando i modelli matematici di simulazione del processo afflussi-deflussi e per mezzo di fogli di calcolo speditivi, stante l'ottima correlazione dei valori ottenuti dai diversi metodi, è stato considerato il valore medio tra i risultati ottenuti e precisamente si è giunti a definire un volume compensativo pari a 260,5 m³ corrispondente a circa 700 m³/ha, relativamente all'incremento di superficie scolante apportato considerando l'intervento *de quo* come nuova edificazione.

Al fine dell'ottenimento di tale volume di compensazione si dovrà provvedere, in sede di realizzazione dell'intervento, al sovradimensionamento della rete di raccolta e all'impiego del bacino di contenimento dei serbatoi quale volume di invaso. Il deflusso verso la rete esistente è attenuato tramite una paratoia mobile dotata di luce in parete (diametro 5 cm) in grado di garantire il coefficiente udometrico di 10 l/(s ha) corrispondente ad una portata di 3.7 l/s riferito all'incremento di superficie impermeabile. Per eventi caratterizzati da tempo di ritorno $TR > 50$ il deflusso libero avverrà al di sopra dello stramazzo posto sulla paratoia mobile.

Per quanto riguarda il volume disponibile nel bacino di contenimento si è considerato un volume disponibile di **373,2**, ottenuto sottraendo dal calcolo totale il volume dei serbatoi e dei relativi basamenti (oltre ad un franco di sicurezza di 10 cm). Un parziale ruolo nell'invaso delle acque meteoriche sarà svolto dalla rete di collettamento che tra pozzetti di ispezione e tubazioni sovradimensionate garantisce un volume pari a **38 m³** garantendo un volume sempre disponibile in bacino di 150 m³.

Si ritiene pertanto che la realizzazione dei volumi di invaso indicati ai capitoli precedenti della presente relazione consenta di:

- poter trascurare l'aumento del rischio idraulico, sia localmente che nei territori a valle o a monte, in quanto l'intervento garantisce il deflusso libero delle acque e un'adeguata capacità di invaso per le aree interessate dagli interventi;

Tenuto inoltre conto che:

- verranno garantite condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza del cantiere, in modo che i lavori vengano svolti senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo al regolare deflusso delle acque, un significativo aumento del livello di rischio o del grado di esposizione al rischio esistente;

- le opere sono tali da non compromettere in alcun modo le funzioni biologiche dell'ecosistema in cui vengono inserite e non arrecano alcun danno alle comunità vegetali ed animali presenti, rispettando contestualmente i valori paesaggistici dell'ambiente fluviale.

E' inoltre importante ricordare che l'invarianza idraulica così strutturata costituisce invarianza anche per il punto di recapito e la garanzia di non aggravio delle problematiche idrauliche per le aree limitrofe.

In considerazione di quanto detto è possibile attestare **la compatibilità idraulica dell'intervento di cui all'oggetto** in quanto esso garantisce **l'invarianza idraulica**, non ingenera alcun rischio incombente, né produce aggravamento alcuno delle condizioni di rischio e/o pericolosità idraulica al territorio circostante.

Con il presente elaborato si fa inoltre richiesta al Consorzio Acque Risorgive del nulla osta idraulico per lo scarico SF1 nella condizione di progetto precedentemente descritta.

Marghera, 31/08/2016



In fede

dott. ing. Mauro Gallo