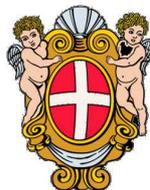




COMUNE DI MALO



COMUNE DI ISOLA VICENTINA

Provincia di Vicenza – Regione del Veneto

RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

Ampiamiento capannoni in Via Fondo Muri n. 43, Loc. San Tomio di Malo

Elaborato: RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

Data: DICEMBRE 2015

Committenti:

NATCOR

Via Fondomuri, n° 43 36034 Malo (VI)

AUTORI:

Dr. For. Enrico Pozza

Via Franco, 4 36076 Recoaro Terme (VI)

Tel. 3495373118 – enr.pozza@gmail.com

P.Iva 03815140243

Indice generale

1 UBICAZIONE DELL'AREA E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO	5
2 ANALISI DEGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI	7
3 LA NORMATIVA REGIONALE SULLA COMPATIBILITA' IDRAULICA	14
4 METODOLOGIE PER LA VALUTAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA	16
4.1 Contesto idrogeologico locale	16
4.2 Analisi delle piogge di progetto	16
4.3 Il coefficiente di deflusso	18
4.4 Il tempo di corrivazione	18
4.5 Metodologie per la valutazione della portata	19
4.5.1 Il metodo SCS	19
4.5.2 Il metodo Razionale	23
4.6 Volumi di invaso e di filtrazione	24
5 COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI SCENARI DI INTERVENTO	27
5.1 Calcolo delle portate e dei volumi per lo scenario 1	28
5.2 Calcolo delle portate e dei volumi per lo scenario 2	30
5.3 Calcolo delle portate e dei volumi per lo scenario 3	32
5.4 Sintesi dei volumi di invaso	34
5.5 Interventi di mitigazione	35
6 – OSSERVAZIONI CONCLUSIVE	39
BIBLIOGRAFIA	40

ALLEGATI

A – PLANIMETRIA DEGLI SCENARI

B – SINTESI DEGLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE

1 UBICAZIONE DELL'AREA E DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

L'area di intervento è sita in via Fondo Muri n. 43 in località San Tomio di Malo nel Comune di Malo (VI). Alcune opere ricadono anche all'interno del Comune di Isola Vicentina, essendo una zona posta a cavallo tra i due Comuni. Le opere riguardano i mappali 37, 104, 105, 444 del Foglio 7 del Comune di Isola Vicentina e i mappali 77, 707, 708 del Foglio 30 del Comune di Malo.

Le opere previste dall'intervento si possono suddividere a seconda dell'ordine cronologico di esecuzione (Allegato A). A tal proposito vengono proposti 3 scenari edilizi:

- SCENARIO 1: Opere di pavimentazione del parcheggio, rifacimento della strada di accesso e impermeabilizzazione totale ad uso industriale– mappali 37 e 104, Foglio 7;
- SCENARIO 2: Ampliamento del capannone esistente caratterizzato da un aumento del numero dei silos di carico e dalla realizzazione di un manufatto di altezza 10,5 m – mappali 77 e 708, Foglio 30;
- SCENARIO 3: Rifacimento dei capannoni avicoli esistenti tramite costruzione di un nuovo capannone e pavimentazione dell'area ad uso industriale – mappale 708, Foglio 30;

A livello temporale gli scenari verranno realizzati rispettivamente appena ottenuta l'autorizzazione (scenario 1), prossimamente all'ottenimento dell'autorizzazione (scenario 2) e dopo 5/6 anni l'ottenimento dell'autorizzazione (scenario 3). Gli interventi dello scenario 1 e 2 sono previsti dal PAT, essendo all'interno delle aree oggetto di possibile trasformazione urbanistica. Diversamente per lo scenario 3 sarà richiesta presso il Comune di Malo una deroga tramite lo sportello unico. Si riporta sotto la corografia dell'area d'intervento.



Fig. 1.1: Corografia dell'area di intervento su CTR, si evidenzia la linea nera più spessa che rappresenta la delimitazione Comunale tra i Comuni di Malo e Isola Vicentina.

2 ANALISI DEGLI STRUMENTI URBANISTICI VIGENTI

Si riporta di seguito l'insieme degli strumenti urbanistici di tutela idrogeologica ed idraulica vigenti per l'area in oggetto, ossia:

COMUNE DI MALO

- *Carta geomorfologica del Piano di Assetto Territoriale del Comune di Malo (P.A.T.);*
- *Carta delle criticità idrauliche in relazione alla Carta della trasformabilità del P.A.T. del Comune di Malo;*
- *Carta della fragilità del Piano di Assetto Territoriale del Comune di Malo (P.A.T.);*

COMUNE DI ISOLA VICENTINA

- *Carta della fragilità del Piano di Assetto Territoriale del Comune di Isola Vicentina (P.A.T.);*
- *Carta dei vincoli del Piano di Assetto Territoriale del Comune di Isola Vicentina (P.A.T.);*

ENTI SOVRACOMUNALI

- *Carta della pericolosità idraulica del Piano di Assetto Idrogeologico del bacino Brenta-Bacchiglione (P.A.I.);*

Carta Geomorfológica del Piano di Assetto Territoriale del Comune di Malo (P.A.T.)

La carta Geomorfológica del P.A.T. segnala per l'area di interesse la presenza a Est del Torrente Giara-Livergon con i relativi argini. La grafia verde all'interno del Torrente identifica un alveo con la tendenza all'approfondimento. Il torrente non viene interessato dalle opere ed inoltre viene rispettata la fascia di 10 m dal ciglio dell'argine.

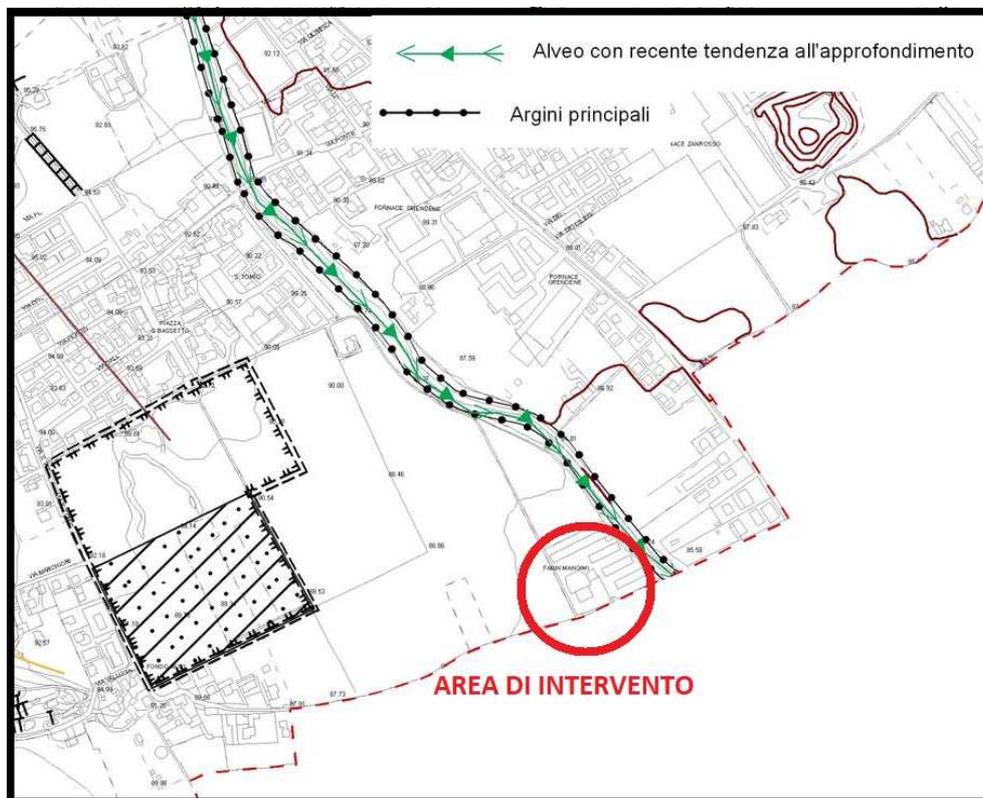


Fig. 2.1: Estratto della Carta Geomorfológica del P.A.T. del Comune di Malo.

Carta delle Criticità idrauliche in relazione alla Carta della trasformabilità del Piano di Assetto Territoriale del Comune di Malo (P.A.T.)

La carta delle criticità idrauliche analizzata durante la Valutazione della Compatibilità Idraulica (V.C.I.) del P.A.T. non identifica nessuna particolare criticità. La grafia verde tratteggiata identifica una piccola area soggetta a basso rischio idraulico forse dovuta alla morfologia più depressa delle aree circostanti. Il torrente non viene interessato dalle opere ed inoltre viene rispettata la fascia di 10 m dal ciglio dell'argine.

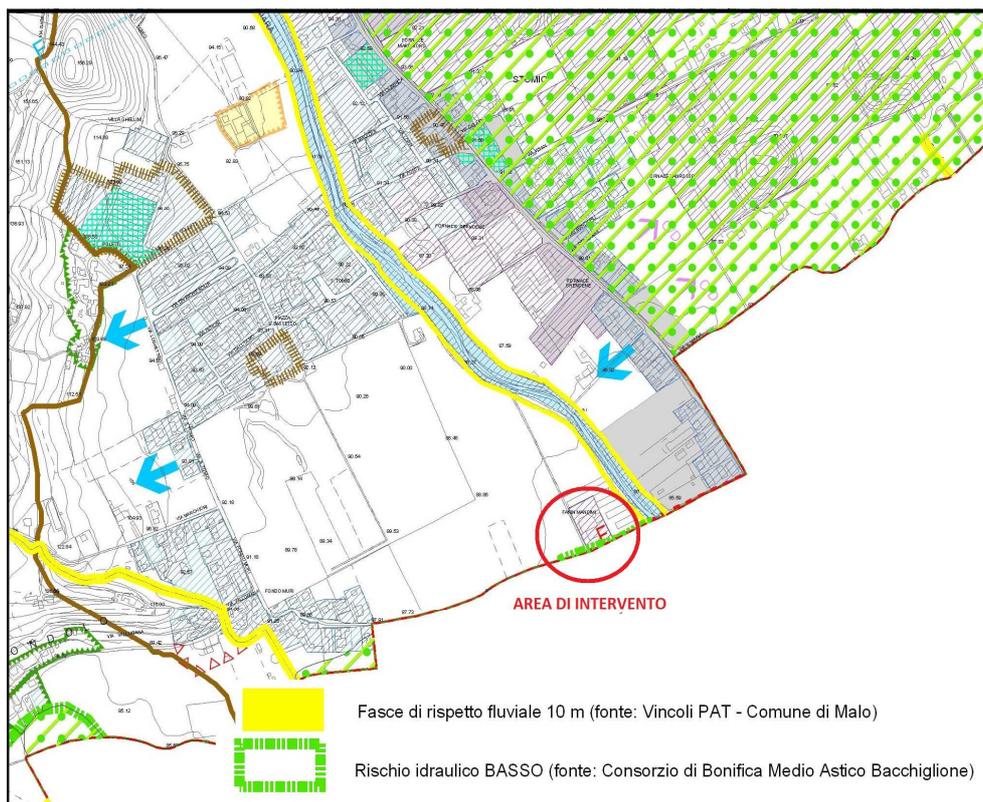


Fig. 2.2: Estratto della Carta delle criticità idrauliche in relazione alla Carta della trasformabilità del P.A.T. del Comune di Malo.

Carta delle fragilità del Piano di Assetto Territoriale del Comune di Malo (P.A.T.)

La carta delle fragilità del P.A.T. non identifica nessuna particolare criticità. L'area interessata dagli interventi è situata totalmente in area idonea. Il torrente non viene interessato dalle opere ed inoltre viene rispettata la fascia di 10 m dal ciglio dell'argine.

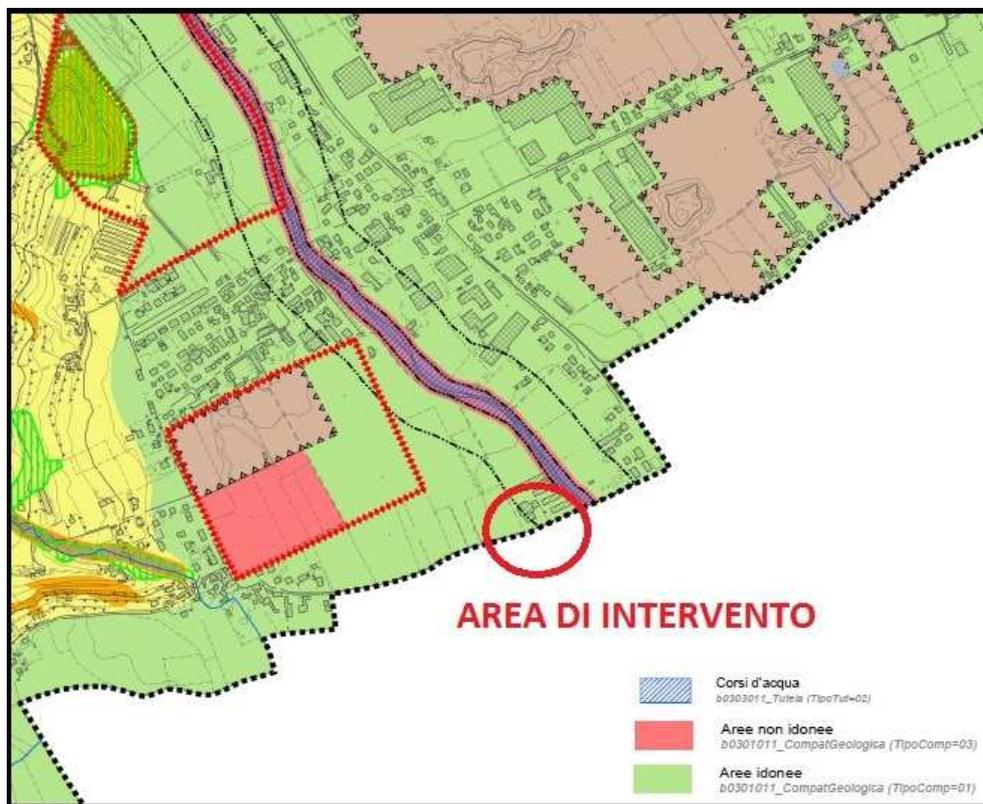


Fig. 2.3: Estratto della Carta delle fragilità del P.A.T. del Comune di Malo.

Carta delle fragilità del Piano di Assetto Territoriale del Comune di Isola Vicentina (P.A.T.)

L'area interessata dagli interventi è situata totalmente in area idonea a condizione. Il torrente non viene interessato dalle opere ed inoltre viene rispettata la fascia di 10 m dal ciglio dell'argine. Esiste una delimitazione di area soggetta a ristagni idrici o esondazioni dovuta alla morfologia dell'area.

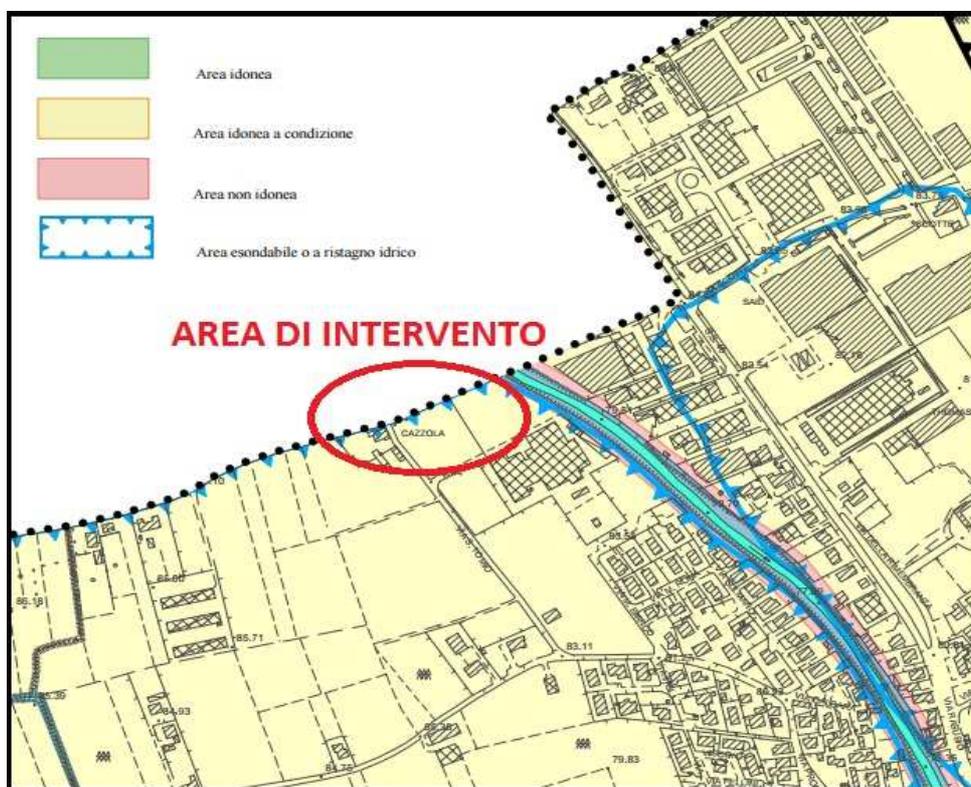


Fig. 2.4: Estratto della Carta delle fragilità del P.A.T. del Comune di Isola Vicentina.

Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale del Piano di Assetto Territoriale del Comune di Isola Vicentina (P.A.T.)

L'area interessata dagli interventi ricade all'interno del Vincolo Paesaggistico regolato dal D.Lgs 42/2004, in quanto zona prossima ad un corso d'acqua. I

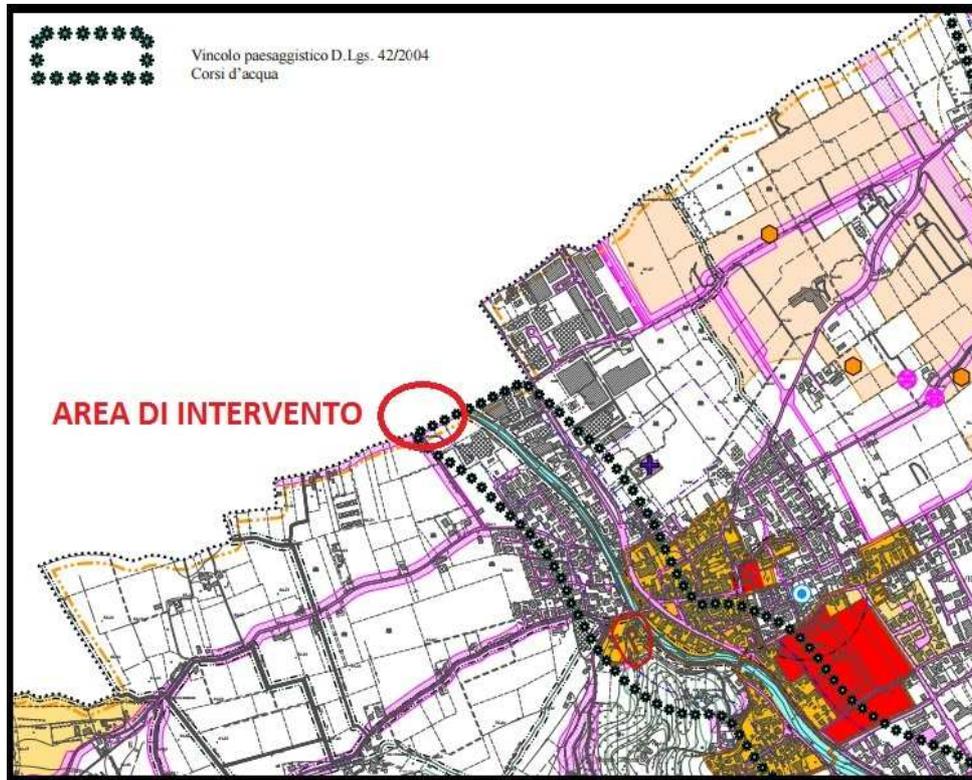


Fig. 2.5: Estratto della Carta dei vincoli e della pianificazione territoriale del P.A.T. del Comune di Isola Vicentina.

Carta della pericolosità idraulica del Piano di Assetto Idrogeologico del bacino Brenta-Bacchiglione (P.A.I.)

L'area interessata dagli interventi non ricade all'interno di zone vincolate da pericolosità o attenzione idraulica.



Fig. 2.6: Estratto della della pericolosità idraulica del Piano di Assetto Idrogeologico del bacino Brenta-Bacchiglione (P.A.I.).

3 LA NORMATIVA REGIONALE SULLA COMPATIBILITA' IDRAULICA

Il presente studio intende verificare, dal punto di vista idraulico, la perseguibilità degli scenari di progetto proposti per le aree in esame, sottoponendole alle restrittive normative previste per le varianti urbanistiche stesse.

La Regione del Veneto ha emesso alcune norme che disciplinano la pianificazione urbanistica in relazione alla regimazione dei deflussi idrici. Nel Dicembre 2002, con D.G.R.V. 3637/02, è stato istituito l'obbligo di redigere una Valutazione di Compatibilità Idraulica per ogni variante agli strumenti urbanistici.

Le disposizioni regionali in materia di perimetrazione delle aree a rischio idraulico e idrogeologico e le indicazioni per la realizzazione di nuovi strumenti o interventi urbanistici, approvate con Delibera G.R. n. 3637 del 13.12.2002, successivamente aggiornata con la D.G.R.V. 1322/06 (integrata successivamente dalla D.G.R.V. 1841/07) e modificata con Delibera G.R. n.2948 del 6 ottobre 2009, pongono dei vincoli stringenti all'attività di pianificazione urbanistica.

Le disposizioni regionali costituiscono una "anticipazione" del futuro assetto normativo globale in materia idraulica e hanno lo scopo, dichiarato dalla stessa Regione, di prevenire possibili dissesti idraulici ed idrogeologici non contemplati dai P.A.I., in quanto questi ultimi possono prendere in esame soltanto lo stato di fatto e non le modifiche eventualmente introdotte da strumenti o interventi urbanistici di data posteriore alla conclusione degli studi di piano.

La delibera prevede che tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali o che, comunque, possono recare trasformazioni del territorio tali da modificare il regime idraulico esistente, siano corredati da una "Valutazione di Compatibilità Idraulica".

In sede di applicazione della D.G.R. citata si è palesata la necessità che venissero fornite ulteriori indicazioni, per ottimizzare la procedura finalizzata ad assicurare un adeguato livello di sicurezza del territorio.

Con delibera di G.R. n. 1322 del 10.05.2006, dopo l'esperienza acquisita negli anni di applicazione della D.G.R. 3637/02, è stata recepita la necessità di garantire omogeneità di approccio agli studi di compatibilità idraulica. Questi si concretizzano sostanzialmente in elaborazioni idrologiche ed idrauliche finalizzate a definire progettualmente gli interventi che hanno funzione compensativa per garantire l' "invarianza idraulica", laddove il principio di invarianza idraulica delle trasformazioni del territorio viene così definito:

“Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un’area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall’area stessa.”

Nell’allegato A alla D.G.R.V. 2948/09 sono contenute le modalità operative e le indicazioni tecniche per la redazione della Valutazione di Compatibilità Idraulica.

La normativa regionale stabilisce che la Valutazione di Compatibilità Idraulica sia improntata nel rispetto dei seguenti criteri:

- *il tempo di ritorno cui fare riferimento venga definito pari a 50 anni;*
- *le stime delle portate vengano prodotte con più metodi diversi e considerare i valori più cautelativi dei calcoli del volume d’invaso di compensazione;*
- *si adotti una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici.*

4 METODOLOGIE PER LA VALUTAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA

4.1 Contesto idrogeologico locale

Viene presentata in questo paragrafo una breve descrizione delle caratteristiche idrogeologiche dell'area posta a monte della zona oggetto di intervento e collegata idrograficamente al Torrente Giara. L'area in studio presenta isoiete tra 1.100 e 1.400 mm/anno. Questa condizione meteorologica e le condizioni idrogeologiche del complesso carbonatico costituente la dorsale a Ovest del Torrente Giara hanno reso possibile lo sviluppo di una complessa circolazione idrica sotterranea, mentre risulta scarsa quella idrografica superficiale. E' distinguibile, comunque, una minima circolazione idrica superficiale lungo il versante Est della dorsale, con una generale direzione di deflusso verso Est e Sud-Est, ma anche una circolazione idrica superficiale sul versante Ovest con una direzione di deflusso media verso Ovest e Sud.

La circolazione verso Est ha come corpo riceettore principale il Torrente Giara; un corso d'acqua perenne a regime torrentizio. Esso risulta dotato di portate molto variabili, con grandi piene nei periodi di maggiori precipitazioni e forti magre nei periodi secchi. Esso scorre in direzione NNW-SSE.

4.2 Analisi delle piogge di progetto

L'analisi delle piogge è stata condotta tenendo conto delle indicazioni fornite dalla Valutazione di Compatibilità Idraulica del P.A.T. del Comune di Malo. Nella V.C.I. si fa riferimento alle piogge registrate nella stazione di Malo dell'ARPAV (serie storica dal 1993 al 2008) che forniscono curve "più alte", quindi più cautelative per la sicurezza idraulica, rispetto a quelle calcolate per la stazione di Thiene.

La regolarizzazione statistico-probabilistica, impiegata per il calcolo dei tempi di ritorno, è stata eseguita nella V.C.I. tramite l'applicazione della distribuzione di Gumbel la cui distribuzione cumulata di probabilità è descritta dalla seguente funzione:

$$P(x) = \exp(-\exp(-\alpha(x-\beta))) \quad (4.1)$$

dove α e β rappresentano rispettivamente i parametri di concentrazione e della tendenza centrale stimati secondo il procedimento dei minimi quadrati.

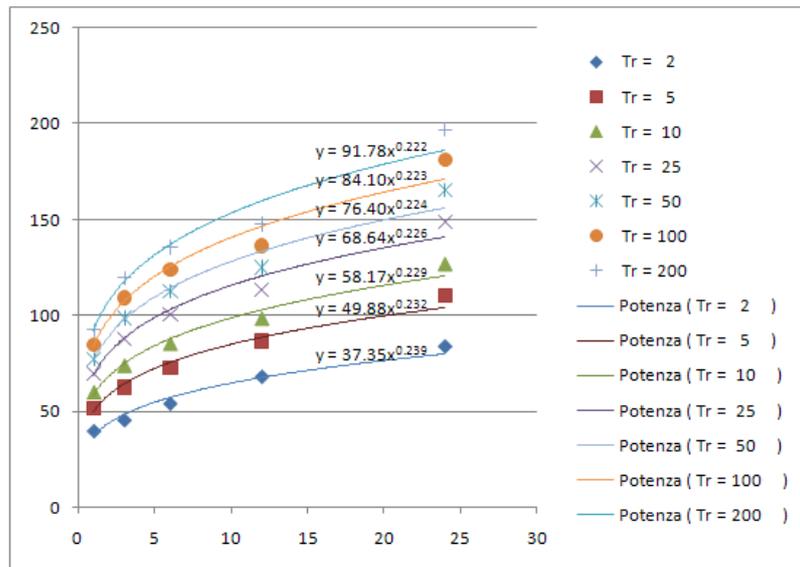
Tale legge si basa sull'introduzione di un'ipotesi relativa al tipo di distribuzione dei più grandi valori estraibili da più serie costituite da osservazioni tra loro indipendenti.

Indicando con $P(x)$ la probabilità di non superamento del valore x , il tempo medio di ritorno è calcolato dall'equazione:

$$Tr = 1 / (1 - P(x)) \quad (4.2)$$

dove Tr rappresenta quindi il numero medio di anni entro cui il valore x viene superato una sola volta.

I valori di precipitazione (X_t) per fissato tempo di ritorno devono intendersi quali stime ottenute da un'analisi statistica su un campione di osservazioni limitate (n osservazioni) la cui bontà è influenzata dalla numerosità del campione utilizzato. Si riportano sotto le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica (LSPP) riscontrabili anche nella V.C.I. del P.A.T.



T_r (anni)	Equazione Piogge orarie
5	$h = 49,88t^{0,232}$
10	$h = 58,17t^{0,229}$
25	$h = 68,64t^{0,226}$
50	$h = 76,40t^{0,224}$
100	$h = 84,10t^{0,223}$
200	$H = 91,78t^{0,222}$

Fig.4.1: Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per la stazione ARPAV di Malo e relative equazioni per le piogge orarie elaborate dalla V.C.I. del P.A.T.

Per il tempo di ritorno (Tr) di 50 e 200 anni le equazioni di possibilità pluviometrica risultano:

- equazione piogge orarie $h = 76,40 t^{0,224}$ (4.3)

- equazione piogge orarie $h = 91,78 t^{0,222}$ (4.4)

Considerato che le altezze di pioggia qui stimate si riferiscono a piogge massime di durata superiore all'ora è possibile stimare più correttamente le altezze massime di pioggia di durata inferiore all'ora e di specifico tempo di ritorno attraverso la formula di Bell:

$$\frac{h_{tr}}{h_{60tr}} = 0,54 t^{0,25} - 0,25 \quad (4.5)$$

dove t è espresso in minuti.

4.3 Il coefficiente di deflusso

Successivamente alla stima dell'equazione di possibilità pluviometrica e quindi dell'altezza della lama d'acqua che precipita al suolo, rimane da determinare la quantità di deflusso efficace, cioè quello destinato ad interessare di sistemazione e il restante che si disperde in altro modo (infiltrazione, evapotraspirazione e altre perdite).

Per simulare questo fenomeno può essere utilizzato il concetto di coefficiente di deflusso, ossia il rapporto tra l'acqua defluita attraverso una sezione in un certo lasso di tempo, e il volume di pioggia caduto nello stesso intervallo. In questo studio sono stati utilizzati i valori dei coefficienti di deflusso riportati nell'allegato A della D.G.R. 1322/06 al capitolo "Indicazioni operative" relativamente alle piogge di durata oraria (Fig. 4.2).

<i>Tipo di superficie</i>	<i>Coefficiente di deflusso (φ)</i>
Aree agricole	0,1
Superfici permeabili (aree verdi...)	0,2
Superfici semi-permeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato...)	0,6
Superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali...)	0,9

Fig.4.2: Coefficienti di deflusso consigliati per le piogge intense (D.G.R. 1322/2006)

E' possibile valutare un coefficiente di deflusso più preciso andando a calcolare attraverso una media ponderata un nuovo coefficiente tenendo come peso del calcolo la superficie di ogni area contribuente.

4.4 Il tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione (tc) è l'intervallo temporale necessario alle acque di deflusso superficiale, provenienti dal bacino idrografico o dall'area considerata, per raggiungere la sezione di chiusura

dell'area stessa, originando quindi la portata di massima piena. In idrologia è noto che una pioggia intensa, utile per le stime degli afflussi/deflussi, ha una durata pari al tempo di corrivazione (t_c) della superficie in esame.

Per gli ambienti urbanizzati, come in questo caso, si considera che il t_c sia uguale alla somma del tempo medio di residenza fuori rete (t_0) delle particelle d'acqua piovuta con quello della rete (t_r) seguendo il percorso più lungo secondo l'equazione sottostante:

$$t_c = t_r + t_0 \quad (4.6)$$

I

I fattori t_0 e t_r possono venire stimati tramite le formule di Boyde:

$$t_0 = t_c = k S^\delta \quad t_r = \frac{\sqrt{1,5 S}}{v} \quad (4.7)$$

dove:

$k = 2.51$

S è la superficie dell'area (S) espressa in km^2

$\delta = 0.38$

v = velocità media nella rete assunta pari a 1 m/s in bacini pianeggianti

4.5 Metodologie per la valutazione della portata

Per la determinazione delle portate attese sono stati applicati modelli idrologici afflussi– deflussi basati sulle caratteristiche del bacino in forma globale. In particolare l'analisi degli eventi critici è stata affrontata applicando due differenti metodologie allo scopo di effettuare un confronto dei valori di portata al colmo di piena:

- Metodo SCS
- Metodo Razionale

4.5.1 Il metodo SCS

Il metodo del Soil Conservation Service è una procedura che consente sia la determinazione del volume di piena o della portata al colmo, sia la completa ricostruzione dell'idrogramma di piena. La determinazione del deflusso diretto o pioggia efficace (P_e), cioè la frazione della pioggia totale (P) che direttamente e in maniera preponderante contribuisce alla formazione dell'evento di piena, si determina sottraendo alla precipitazione totale P le perdite iniziali (I_a), dovute all'immagazzinamento superficiale, all'intercettazione operata dalla copertura vegetale presente e

all'infiltrazione prima della formazione del deflusso. Per il calcolo della pioggia efficace (P_e) il metodo SCS propone la seguente equazione:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{(P - I_a + S)} \quad (4.8)$$

dove: P è la pioggia totale (mm), P_e è la pioggia efficace o deflusso diretto (mm), S è la capacità idrica massima del suolo o volume specifico di saturazione (mm), I_a sono le perdite iniziali (mm). Le perdite iniziali (I_a) sono costituite da alcuni processi quali l'intercettazione della pioggia da parte delle chiome della vegetazione, dall'accumulo nelle depressioni locali del terreno e dall'imbibizione iniziale del terreno. Dai dati sperimentali tale parametro risulta correlato al volume specifico di saturazione o capacità idrica massima del suolo (S), secondo una relazione lineare $I_a = k_{Ia} * S$. La procedura proposta dal SCS, per l'ambiente agrario degli Stati Uniti, stima le perdite iniziali uguali ad un quinto del volume specifico di saturazione del terreno ($I_a = 0.2 * S$). Per la realtà italiana, in particolare per i piccoli bacini delle Alpi, si adotta un valore delle perdite iniziali pari alla decima parte della capacità idrica massima del suolo ($I_a = 0.1 * S$).

Ai fini dell'applicazione del metodo si presuppone di conoscere, oltre alla precipitazione totale, anche la capacità idrica massima del suolo (S), che da un punto di vista teorico varia fra 0, per una superficie perfettamente impermeabile, e infinito per una superficie altamente drenate, dove non è possibile il deflusso superficiale. La diretta conseguenza di tale correlazione è che il metodo si basa su un solo parametro che descrive il complesso fenomeno dell'assorbimento. Il volume specifico di saturazione dipende dalla natura litologica e pedologica del terreno e dall'uso del suolo. L'equazione proposta dal SCS è rappresentabile sul piano $P-P_e$, con un numero infinito di curve comprese tra la bisettrice, dove S è uguale a zero, e l'asse delle ascisse, dove S assume il valore teorico infinito. È facilmente intuibile la difficoltà nell'assegnare ad S un valore che sia il più possibile rappresentativo della realtà. Nella pratica operativa il valore di S , considerata la notevole variabilità, si determina a partire dal Curve Number (CN)

$$CN = \left(\frac{25400}{254 + S} \right) \quad (4.10)$$

dalla quale esplicitando S ottiene:

$$S = 25,4 \left(\frac{1000}{CN} - 10 \right) \quad (4.11)$$

dove S è espresso in mm.

I due parametri (CN e S) sono inversamente correlati in modo non lineare: la capacità idrica massima del suolo (S) varia teoricamente da 0 a infinito e con tale equazione si ottiene un campo di variazione del parametro CN, compreso tra 0 e 100. Il parametro CN esprime le condizioni, dal punto di vista della formazione del deflusso, del complesso suolo-soprassuolo considerate le condizioni di umidità nei cinque giorni antecedenti l'evento di piena. In altri termini riassume l'attitudine propria e specifica del bacino a produrre deflusso. Con valori di CN uguali o prossimi allo 0, si è in presenza di una superficie assimilabile alla perfetta "spugna", cioè viene assorbita e trattenuta la totalità o quasi della precipitazione, mentre con valori di CN uguali o prossimi a 100, siamo in presenza di terreni o superfici impermeabili, dove la precipitazione si trasforma interamente o quasi in deflusso, creando l'evento di piena. Tale situazione si verifica per la precipitazione che direttamente cade nella rete idrografica o nei pressi della stessa. L'acqua è infatti assimilabile ad una superficie impermeabile, dove l'afflusso si trasforma istantaneamente in deflusso.

Per quanto riguarda le caratteristiche idrologiche dei suoli, il metodo SCS ha effettuato una distinzione in quattro classi (Fig. 4.3):

- 1 CLASSE A: permeabilità alta (capacità di infiltrazione molto elevata, scarsa potenzialità di deflusso).
- 2 CLASSE B: permeabilità media (elevata capacità di infiltrazione, moderata potenzialità di deflusso).
- 3 CLASSE C: permeabilità bassa (scarsa capacità di infiltrazione e saturazione, potenzialità di deflusso moderatamente alta).
- 4 CLASSE D: permeabilità nulla (scarsissima capacità di infiltrazione e saturazione, potenzialità di deflusso molto elevata; pressoché impermeabili)

Tipo di copertura	A	B	C	D
Aree agricole con presenza di spazi naturali	62	71	78	81
Aree Urbane	98	98	98	98
Area residenziale	77	85	90	92
Cava	60	60	60	60
Distretti industriali	81	88	91	93
Bacini di acqua	100	100	100	100
Colture erbacee da pieno campo a ciclo primaverile estivo	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo estivo-autunnale/primaverile	72	81	88	91
Colture orticole a ciclo primaverile-estivo	72	81	88	91
Colture temporanee associate a colture permanente	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori non irrigui	62	71	78	81
Frutteti e frutti minori irrigui	72	81	88	91
Oliveti irrigui	72	81	88	91
Oliveti non irrigui	62	71	78	81
Prati stabili non irrigui	30	58	71	78
Seminativi in aree non irrigue	62	71	78	81
Sistemi colturali e particellari complessi	72	81	88	91
Vigneti irrigui	72	81	88	91
Vigneti non irrigui	62	71	78	81
Zone boscate	45	66	77	83

Fig.4.3: Valori di CN per i 4 gruppi idrologici di riferimento del metodo SCS

Il metodo tiene conto anche delle condizioni di umidità del suolo antecedenti all'inizio dell'evento (Antecedent Moisture Conditions, AMC). La Tabella sotto riportata, evidenzia come sia indispensabile conoscere l'altezza di precipitazione totale nei cinque giorni precedenti all'evento studiato, per poter decidere quale condizione di AMC è adatta per descrivere lo stato del terreno del bacino, quindi la propensione alla produzione di deflusso.

	Periodo vegetativo	Riposo vegetativo	AMC
Altezza di precipitazione caduta nei 5 giorni precedenti	Minore a 35 mm	Minore a 13 mm	I
Altezza di precipitazione caduta nei 5 giorni precedenti	Tra i 35 e i 53 mm	Tra i 13 e i 28 mm	II
Altezza di precipitazione caduta nei 5 giorni precedenti	Maggiore a 53 mm	Maggiore a 28 mm	III

Tab. 4.1: Condizioni antecedenti per il calcolo del parametro AMC

Le condizioni più sfavorevoli, cioè AMC III possono venire stimate tramite la relazione riportata sotto:

$$CN_{III} = \frac{23 * CN_{II}}{10 + 0.13 * CN_{II}} \quad (4.12)$$

4.5.2 Il metodo Razionale

Il metodo razionale era già stato introdotto col nome di metodo cinematico da Turazza (1880) per il calcolo delle bonifiche. Questo metodo e quelli che ad esso si possono ricondurre, derivano dall'impostazione di un bilancio idrologico, sia pur schematico, che prevede in entrata la precipitazione e in uscita un valore di portata registrato sulla rete drenante generato dal processo fisico di trasformazione degli afflussi in deflussi. Al variare dell'uso del suolo varia anche la percentuale di precipitazione che si trasforma in deflusso superficiale, pertanto la determinazione dei volumi entranti ed uscenti prima e dopo la trasformazione del suolo consente di determinare i volumi di deflusso aggiuntivi prodotti e quindi il volume di invaso ricercato. La differenza fra il volume d'acqua affluito con la precipitazione e il volume defluito è tanto maggiore quanto più permeabile è il terreno, viceversa, situazioni ad elevata impermeabilizzazione spostano il valore dei volumi defluiti verso valori prossimi ai volumi di precipitazione. Con il metodo razionale la valutazione del deflusso avviene con la seguente formula:

$$Q = \frac{ChA}{3,6t} \quad (4.13)$$

dove A è l'area che genera deflusso espressa in km^2 , h è l'altezza di pioggia calcolata per una durata t , C è il coefficiente di deflusso che tiene conto della riduzione dell'afflusso meteorico per effetto delle caratteristiche di permeabilità dei suoli ricadenti nell'area in esame e 3.6 è un fattore di conversione delle unità di misura che permette di ottenere Q , ossia la portata defluente, espressa in m^3/s . L'applicazione del metodo razionale richiede di conoscere da un lato il coefficiente di deflusso (C) e dall'altro l'intensità di precipitazione. Nel caso si intenda ricercare la portata al picco di piena è necessario conoscere l'intensità critica per il bacino idrografico in esame, ossia quella precipitazione, supposta anche uniformemente distribuita, che determina la portata massima nell'idrogramma di piena di assegnato tempo di ritorno.

La determinazione dell'intensità critica di precipitazione si deduce dalla curva delle probabilità pluviometriche, sulla base di un assegnato tempo di ritorno e per una durata pari al tempo di corrivazione del bacino. Infatti, se la durata di pioggia è inferiore al tempo di corrivazione non tutto il bacino contribuirà contemporaneamente alla formazione del deflusso in quanto alla fine della precipitazione le parti più distanti del bacino non avranno ancora contribuito al deflusso e quando questo avverrà le zone più vicine alla sezione di chiusura avranno cessato di contribuire. Viceversa se la pioggia ha una durata maggiore al tempo di corrivazione tutto il bacino contribuirà contemporaneamente al deflusso, generando il picco di massima portata.

Il contributo specifico di piena pari al rapporto tra la portata massima e la superficie considerata è detto coefficiente udometrico (u).

La stima della portata massima, come è stata descritta in questo paragrafo porta a valori a favore della sicurezza, infatti si è tenuto conto delle "variabili" peggiorative, non considerando perdite dovute all'evapotraspirazione nelle aree verdi e all'effetto invaso corrispondente al velo d'acqua che si deposita sulla superficie, negli avvallamenti e nelle caditoie. Tali perdite possono anche assumere valori di $40 \div 50 \text{ m}^3/\text{hm}^2$.

4.6 Volumi di invaso e di filtrazione

Indipendentemente dall'approccio analitico per la trasformazione degli afflussi in deflussi il volume d'acqua prodotto da una generica porzione di territorio, in seguito ad una sollecitazione meteorica, è determinato dalla differenza fra la quantità d'acqua entrante e la quantità d'acqua dispersa nel terreno per filtrazione oppure allontanata per immissione nel reticolo idrico superficiale.

La portata diretta ai corpi idrici superficiali (Q scarico) è soggetta a delle restrizioni; vari enti preposti alla gestione del reticolo idrografico impongono che tale portata non ecceda i 10 l/s per ettaro (valore rappresentativo di un'area antropizzata a bassa percentuale di impermeabilizzazione). Tale valore viene di norma applicato per eventi pari a T_r di 50 anni ed in aree dove i corsi d'acqua recettori possiedono limitate capacità di smaltimento delle portate di scarico.

Noto il valore della portata che si genera applicando un modello afflussi-deflussi e il volume massimo che può essere rilasciato nel medesimo istante sul reticolo esistente è intuitivo il calcolo del volume dell'invaso oppure del volume che deve essere disperso per filtrazione.

La determinazione del volume d'acqua che può essere disperso per deflusso verticale nel terreno saturo può essere calcolata con formula di Darcy:

$$Q = K i S \quad (4.14)$$

dove K è il coefficiente di permeabilità del terreno (m/s), i è il gradiente piezometrico (m/m) e S è la superficie d'infiltrazione (m^2). Moltiplicando il valore della portata per il tempo si ottiene il volume disperso per filtrazione. Ipotizzando di smaltire una quota parte con dei pozzi disperdenti nel sottosuolo o con delle depressioni, dove il fondo è altamente drenante, e volendo rendere il tutto in una formula si ottiene:

$$V_{invaso} = V_{inp} - V_{out} = [Q_{inp} - (Q_{scarico} + (K i S))] t \quad (4.15)$$

dove V_{inp} rappresenta il volume in ingresso, V_{out} volume in uscita, Q_{inp} la portata in ingresso, $Q_{scarico}$ la portata ammessa allo scarico (10 l/ha s). La portata in ingresso può essere calcolata, come già esposto, adottando il metodo del CN-SCS o metodo razionale.

Riportando in un grafico, a titolo esemplificativo, le grandezze che sintetizzano i vari processi fisici si osserva che il volume di uscita, ossia quello ammesso allo scarico e l'infiltrazione nel terreno, hanno un andamento lineare, mentre il volume totale, prodotto dalla pioggia efficace, ha un andamento incrementale decrescente nel tempo per effetto dell'intensità di pioggia (andamento decrescente). La differenza fra il volume totale, generato dalla pioggia efficace, e i volumi d'acqua che possono essere allontanati per recapito nella rete idrografica locale, oltre alla quantità d'acqua che può essere dispersa per infiltrazione, determinano il volume necessario per l'immagazzinamento e il tempo di riempimento dello stesso. Le considerazioni appena effettuate

sono in stretta relazione con il tempo di ritorno delle precipitazioni imposto dalla normativa ($T_r=50$ anni). Per tempi di ritorno diversi e quindi per profili di pioggia diversi si ottengono risultati anche molto diversi (Fig 4.3).

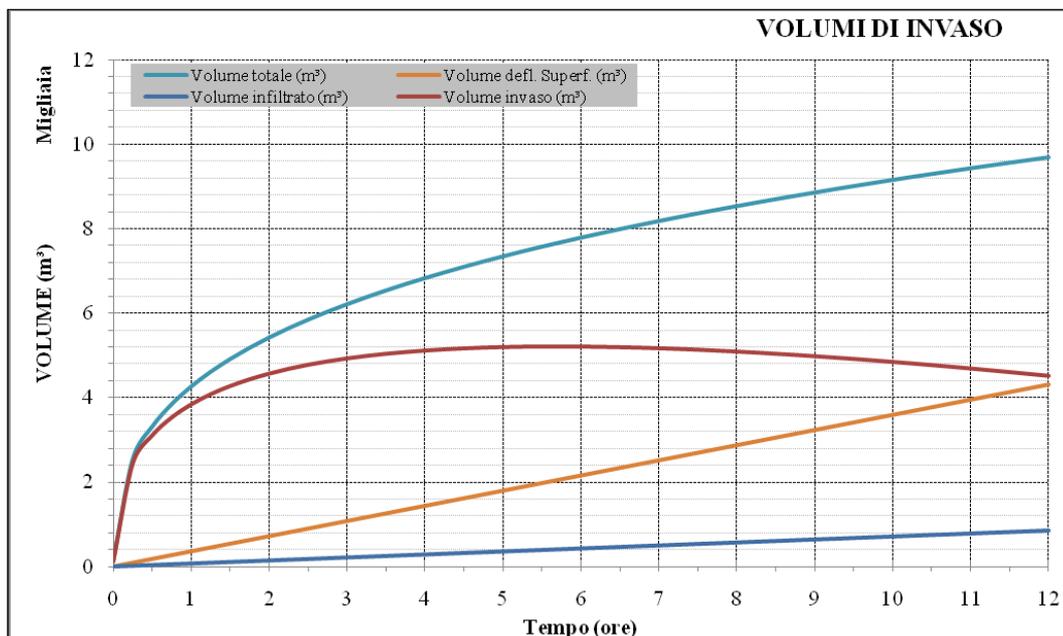


Fig.4.4: Rappresentazione grafica dei volumi in gioco in un invaso

5 COMPATIBILITA' IDRAULICA DEGLI SCENARI DI INTERVENTO

Di seguito sono riportati i calcoli per la quantificazione delle portate entranti nel sistema e dei volumi di compensazione per il mantenimento dell'invarianza idraulica. I calcoli sono stati eseguiti a livello di singolo scenario sulla base delle indicazioni fornite dai progettisti degli interventi edilizi. Sono stati applicati entrambi i metodi di stima idrologica (razionale e SCS) Il calcolo della portata massima e dei volumi da invasare è stato effettuato sia per un evento avente Tr di 50 anni che nel caso un evento più intenso avente un Tr pari a 200 anni. Gli scenari sono stati simulati con valori di CN dedotti dalla Tabella in Fig. 4.3, in particolar modo si sono utilizzati i valori del gruppo idrologico A in quanto l'area è sita su una litologia molto permeabile (alluvioni di ghiaie e sabbie prevalenti). I valori di CN corrispondono alle aree agricole con presenza di spazi naturali (62), ai distretti industriali (81) e alle aree urbane (98) in condizioni di AMC II. A fini cautelativi i calcoli idrologici con il metodo SCS sono stati effettuati in condizioni di terreno saturo, quindi ricalcolando i tre CN in condizioni AMC III.

Dalla classificazione degli interventi di trasformazione del territorio adottati dall'allegato A della D.G.R.V. 2948/09,0 tutti gli scenari singolarmente possono essere considerati degli interventi a modesta impermeabilizzazione potenziale. Mentre gli stessi scenari visti complessivamente si possono classificare in una significativa impermeabilizzazione potenziale.

Come si evince dal documento normativo:

- *nel caso di modesta impermeabilizzazione, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;*
- *nel caso di significativa impermeabilizzazione, andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione.*

5.1 Calcolo delle portate e dei volumi per lo scenario 1

Lo scenario 1 si identifica con la realizzazione delle seguenti opere (Allegato A):

- *Pavimentazione di una area da adibire a parcheggio ad uso degli edifici industriali (5712 m²);*
- *Impermeabilizzazione totale dell'area da utilizzare per la costruzione di un nuovo edificio industriale (4133 m²);*
- *Realizzazione di un fosso a pelo libero per la raccolta dei deflussi derivanti dal parcheggio.*

METODO SCS "TR 50 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	0	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	9845	62
Area totale	9845	

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	9845	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	0	62
Area totale	9845	

	ANTE	POST
Altezza di pioggia (h)	76,4	76,4
Saturazione terreno	AMC III	AMC III
Valore CN (AMC III)	79,0	99,1
Max invaso del suolo (S, mm)	67,7	2,3
Perdite iniziali (Ia, mm)	13,5	0,5
Tempo di corruzione (tc, ore)	0,56	
Pioggia efficace (Pe, mm)	30,3	73,8

Fraz. smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz. portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata ante intervento	0,15 m ³ /s
Portata post intervento	0,37 m³/s
Volume totale ante intervento	597,3 m ³
Volume totale post intervento	1451,2 m³
Volume invaso	351,5 m³
Volume unitario invaso	357,0 m³/ha

METODO SCS "TR 200 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	0	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	9845	62
Area totale	9845	

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	9845	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	0	62
Area totale	9845	

	ANTE	POST
Altezza di pioggia (h)	91,8	91,8
Saturazione terreno	AMC III	AMC III
Valore CN (AMC III)	79,0	99,1
Max invaso del suolo (S)	67,7	2,3
Perdite iniziali (Ia)	13,5	0,5
Tempo di corruzione (tc)	0,56	
Pioggia efficace (Pe, mm)	41,95	89,13

Fraz. smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz. portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata ante intervento	0,21 m ³ /s
Portata post intervento	0,44 m³/s
Volume totale ante intervento	827,8 m ³
Volume totale post intervento	1748,3 m³
Volume invaso	648,7 m³
Volume unitario post intervento	658,9 m³

METODO RAZIONALE "TR 50 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	0	0,9
Superficie parzialmente impermeabile	0	0,6
Superficie permeabile	9845	0,25
Area totale	9845	

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	9845	0,9
Superficie parzialmente impermeabile	0	0,6
Superficie permeabile	0	0,25
Area totale	9845	

Tempo di corruzione (tc)	0,56
Fraz. smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz. portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata ante intervento	0,09 m ³ /s
Portata post intervento	0,34 m³/s
Volume totale ante intervento	376,1 m ³
Volume totale post intervento	1353,9 m³
Volume invaso	254,2 m³
Volume unitario invaso	258,2 m³/ha

METODO RAZIONALE "TR 200 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	0	0,9
Superficie parzialmente impermeabile	0	0,6
Superficie permeabile	9845	0,25
Area totale	9845	

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	9845	0,9
Superficie parzialmente impermeabile	0	0,6
Superficie permeabile	0	0,25
Area totale	9845	

Tempo di corruzione (tc)	0,56
Fraz. smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz. portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata ante intervento	0,09 m ³ /s
Portata post intervento	0,41 m³/s
Volume totale ante intervento	451,9 m ³
Volume totale post intervento	1626,8 m³
Volume invaso	527,1 m³
Volume unitario invaso	535,4 m³/ha

5.2 Calcolo delle portate e dei volumi per lo scenario 2

Lo scenario 2 si identifica con la realizzazione delle seguenti opere (Allegato A):

- *Ampliamento di un capannone ad uso industriale in un area già attualmente impermeabilizzata (1676 m²);*

METODO SCS "TR 50 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	1676	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	0	62
Area totale	1676	

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	1676	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	0	62
Area totale	1676	

	ANTE	POST
Altezza di pioggia (h)	76,4	76,4
Saturazione terreno	AMC III	AMC III
Valore CN (AMC III)	79,0	99,1
Max invaso del suolo (S, mm)	67,7	2,3
Perdite iniziali (Ia, mm)	13,5	0,5
Tempo di corrivazione (tc, ore)	0,27	
Pioggia efficace (Pe, mm)	30,3	73,8

Fraz. smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz. portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata ante intervento	0,13 m ³ /s
Portata post intervento	0,13 m ³ /s
Volume totale ante intervento	247,0 m ³
Volume totale post intervento	247,0 m³
Volume invaso	59,9 m³
Volume unitario invaso	357,0 m³/ha

METODO SCS "TR 200 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	0	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	9845	62
Area totale	9845	

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	9845	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	0	62
Area totale	9845	

	ANTE	POST
Altezza di pioggia (h)	91,8	91,8
Saturazione terreno	AMC III	AMC III
Valore CN (AMC III)	79,0	99,1
Max invaso del suolo (S)	67,7	2,3
Perdite iniziali (Ia)	13,5	0,5
Tempo di corrivazione (tc)	0,27	
Pioggia efficace (Pe, mm)	41,95	89,13

Fraz. smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz. portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata ante intervento	0,15 m ³ /s
Portata post intervento	0,15 m ³ /s
Volume totale ante intervento	297,7 m ³
Volume totale post intervento	297,7 m³
Volume invaso	110,4 m³
Volume unitario post intervento	658,9 m³

METODO RAZIONALE "TR 50 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	1676	0,9
Superficie parzialmente impermeabile	0	0,6
Superficie permeabile	0	0,25
Area totale	1676	

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	1676	0,9
Superficie parzialmente impermeabile	0	0,6
Superficie permeabile	0	0,25
Area totale	1676	

Tempo di corrivazione (tc)	0,27
Fraz. smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz. portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata ante intervento	0,12 m ³ /s
Portata post intervento	0,12 m ³ /s
Volume totale ante intervento	230,5 m ³
Volume totale post intervento	230,5 m³
Volume invaso	43,3 m³
Volume unitario invaso	258,2 m³/ha

METODO RAZIONALE "TR 200 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	1676	0,9
Superficie parzialmente impermeabile	0	0,6
Superficie permeabile	0	0,25
Area totale	1676	

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	1676	0,9
Superficie parzialmente impermeabile	0	0,6
Superficie permeabile	0	0,25
Area totale	1676	

Tempo di corrivazione (tc)	0,27
Fraz. smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz. portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata ante intervento	0,14 m ³ /s
Portata post intervento	0,14 m ³ /s
Volume totale ante intervento	276,9 m ³
Volume totale post intervento	276,9 m³
Volume invaso	89,7 m³
Volume unitario invaso	535,4 m³/ha

5.3 Calcolo delle portate e dei volumi per lo scenario 3

Lo scenario 3 si identifica con la realizzazione delle seguenti opere (Allegato A):

- Realizzazione di un nuovo capannone ad uso industriale e impermeabilizzazione della superficie (3970 m²), l'area risulta già impermeabilizzata per 1650 m²;

METODO SCS "TR 50 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	1650	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	2320	62
Area totale	3970	77

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	3970	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	0	62
Area totale	3970	

	ANTE	POST
Altezza di pioggia (h)	76,4	76,4
Saturazione terreno	AMC III	AMC III
Valore CN (AMC III)	88,5	99,1
Max invaso del suolo (S, mm)	33,1	2,3
Perdite iniziali (Ia, mm)	6,6	0,5
Tempo di corruzione (tc, ore)	0,38	
Pioggia efficace (Pe, mm)	47,4	73,8

Fraz. smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz. portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata ante intervento	0,13 m ³ /s
Portata post intervento	0,21 m³/s
Volume totale ante intervento	368,1 m ³
Volume totale post intervento	585,2 m³
Volume invaso	141,7 m ³
Volume unitario invaso	357,0 m³/ha

METODO SCS "TR 200 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	0	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	9845	62
Area totale	9845	77

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	9845	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	0	62
Area totale	9845	

	ANTE	POST
Altezza di pioggia (h)	91,8	91,8
Saturazione terreno	AMC III	AMC III
Valore CN (AMC III)	88,5	99,1
Max invaso del suolo (S)	33,1	2,3
Perdite iniziali (Ia)	6,6	0,5
Tempo di corruzione (tc)	0,38	
Pioggia efficace (Pe, mm)	61,35	89,13

Fraz. smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz. portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata ante intervento	0,17 m ³ /s
Portata post intervento	0,25 m³/s
Volume totale ante intervento	478,6 m ³
Volume totale post intervento	705,0 m³
Volume invaso	261,6 m ³
Volume unitario post intervento	658,9 m³

METODO RAZIONALE "TR 50 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	1650	0,9
Superficie parzialmente impermeabile	0	0,6
Superficie permeabile	2320	0,25
Area totale	3970	0,52

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	3970	0,9
Superficie parzialmente impermeabile	0	0,6
Superficie permeabile	0	0,25
Area totale	3970	

Tempo di corruzione (tc)	0,38
Fraz. smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz. portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata ante intervento	0,11 m ³ /s
Portata post intervento	0,20 m³/s
Volume totale ante intervento	315,4 m ³
Volume totale post intervento	545,9 m³
Volume invaso	102,5 m ³
Volume unitario invaso	258,2 m³/ha

METODO RAZIONALE "TR 200 ANNI"		
SITUAZIONE ANTE INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	1650	0,9
Superficie parzialmente impermeabile	0	0,6
Superficie permeabile	2320	0,25
Area totale	3970	

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	C
Superficie impermeabile	3970	0,9
Superficie parzialmente impermeabile	0	0,6
Superficie permeabile	0	0,25
Area totale	3970	

Tempo di corruzione (tc)	0,38
Fraz. smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz. portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata ante intervento	0,14 m ³ /s
Portata post intervento	0,24 m³/s
Volume totale ante intervento	379,0 m ³
Volume totale post intervento	656,0 m³
Volume invaso	212,6 m ³
Volume unitario invaso	535,4 m³/ha

5.4 Sintesi dei volumi di invaso

Dall'analisi idrologica effettuata per gli scenari presentati nei paragrafi precedenti si evince che le portate e i volumi invasabili più cautelativi vengono stimati dal metodo SCS per entrambi i Tempi di Ritorno. La portata è stata calcolata simulando una pioggia della durata di 1 ora, utilizzando lo schema dell'idrogramma triangolare, ossia ponendo la portata massima al tempo critico di corrivazione (t_c) e valutando il volume totale di deflusso su un tempo pari a 2 volte il tempo di corrivazione. Si propone quindi di utilizzare come scenario di progetto per dimensionare le opere di compatibilità idraulica la tabella sottostante che rappresenta il calcolo idrologico con un T_r di 200 anni valutato su l'intera superficie trasformata. I valori riportati rappresentano uno scenario molto impegnativo sia dal punto di vista dei deflussi che dei volumi d'invaso calcolati. Il volume d'invaso è stato determinato partendo dal volume totale defluito nel bacino tenendo conto della capacità di smaltimento di un possibile scarico di fondo. E' stato ipotizzato uno scarico con una portata potenziale di $0,3 - 0,36 \text{ m}^3/\text{s}$ in grado di smaltire le portate eccedenti tale range di valori e garantendo una capacità di invaso elevata ma non superiore alle volumetrie di un ipotetico bacino di laminazione nella zona dedicata (vedi paragrafo seguente). Per lo scenario dei 200 anni il volume unitario risulta elevato, cioè maggiore di $600 \text{ m}^3/\text{s}$, come proposto nei parametri dettati da alcuni Enti competenti.

METODO SCS "TR 50 ANNI"

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	15491	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	0	62
Area totale	15491	

Altezza di pioggia (h)	76,4
Saturazione terreno	AMC III
Valore CN (AMC III)	99,1
Max invaso del suolo (S, mm)	2,3
Perdite iniziali (Ia, mm)	0,5
Tempo di corrivazione (tc, ore)	0,66
Pioggia efficace (Pe, mm)	73,8

Fraz smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata post intervento	0,48 m³/s
Volume totale post intervento	2283,4 m³
Volume invaso	553,1 m³
Volume unitario invaso	357,0 m³/ha

METODO SCS "TR 200 ANNI"

SITUAZIONE POST INTERVENTO	m ²	CN
Superficie impermeabile	15491	98
Superficie parzialmente impermeabile	0	81
Superficie permeabile	0	62
Area totale	15491	

Altezza di pioggia (h)	91,8
Saturazione terreno	AMC III
Valore CN (AMC III)	99,1
Max invaso del suolo (S)	2,3
Perdite iniziali (Ia)	0,5
Tempo di corrivazione (tc)	0,66
Pioggia efficace (Pe, mm)	89,1

Fraz smaltita con deflusso superficiale	100%
Fraz portata smaltita con infiltrazione	0%
Portata smaltita con deflusso superficiale	0,36 m ³ /s
Portata smaltita con infiltrazione	0,00 m ³ /s
Portata post intervento	0,57 m³/s
Volume totale post intervento	2750,0 m³
Volume invaso	1020,6 m³
Volume unitario post intervento	658,9 m³

5.5 Interventi di mitigazione

I valori di invaso riportati nel paragrafo precedente sono stati calcolati in assenza di dispersioni per filtrazioni nel terreno. Per gli scenari 1, 2 e 3 si propone che i volumi di compensazione siano ricercati con un bacino di invaso, ossia un'opera necessaria a contenere l'effetto del maggiore deflusso di una piena, valutata sugli apporti meteorici di una precipitazione intensa con un tempo di ritorno di 200 anni.

L'opera proposta è un bacino di laminazione da realizzare valorizzando idraulicamente l'area morfologicamente depressa in destra idrografica del torrente Giara appena a valle dell'area edificata. Tale invaso è caratterizzato da una superficie di 1220 m² e un potenziale volume di laminazione di 1300 m³. Per ottenere tale volumetria si propone che l'area sia abbassata altimetricamente di circa 1 m per tutta la superficie (vedi Allegato B).

In fase di realizzazione sarà da verificare con indagini dirette le caratteristiche effettive di permeabilità dei terreni; prendendo in considerazione le indicazioni fornite dalla relazione geologica del progetto il coefficiente di filtrazione può essere assunto pari a 10⁻⁴ - 10⁻⁵ m/s, in

quanto il substrato sotto superficiale è rappresentato da ghiaie, sabbie e limo senza la presenza di falde. Si riporta il dimensionamento di massima della capacità disperdente, i cui parametri dimensionali sono di seguito riportati:

- coefficiente di filtrazione: $K = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s}$;
- Superficie al fondo del bacino: $S = 1220 \text{ m}^2$;
- gradiente idraulico: $i = 1$.

Usando la formula di Darcy $Q = K i S$ si ottiene:

$$Q = 1 \cdot 10^{-4} \text{ m/s} \cdot 1 \cdot 1220 \text{ m}^2 = 0.12 \text{ m}^3/\text{s} = 122 \text{ l/s}$$

In via cautelativa non è stato preso in esame il caso in cui anche le pareti siano in grado di disperdere acqua nel terreno. Considerando pertanto la sola dispersione al fondo del bacino con un'area al fondo di 1220 m^2 esso è in grado di disperdere fino a $440 \text{ m}^3/\text{ora}$.

Come già indicato precedentemente, oltre alla capacità di dispersione verticale, si propone che il bacino sia realizzato con uno scarico di fondo sulla sponda destra del torrente Giara. Tale sistema di svuotamento viene dimensionato a scopo cautelativo per ovviare a eventuali sovraccarichi del sistema disperdente. Tale sistema può essere previsto con la posa di una condotta in cls di lunghezza circa 10 m, con una pendenza di 0,04 m/m e un diametro di 0,6 m (Q transitabile superiore a $0,36 \text{ m}^3/\text{s}$). La condotta deve essere posata sul punto più depresso dell'area di laminazione, prevedendo sia all'imboccatura che all'uscita sul torrente delle opere anti erosive. E' di fondamentale importanza che il tirante massimo del torrente Giara non interferisca mai con il punto di scarico del bacino (uscita della condotta). Per ovviare all'eventuale inconveniente l'uscita dello scarico deve essere posato ad un'altezza superiore al tirante idrometrico massimo prevedibile, calcolato dalla quota attuale dell'alveo. Per fare ciò lo scarico deve mantenere il dislivello di 0,4 m dal fondo del bacino di laminazione e un'altezza di almeno 3 m dall'alveo attuale. I rilievi di campo hanno evidenziato che l'altezza massima di piena ha raggiunto in passato circa 2,4 m dal piano dell'alveo attuale, tenendo questo valore come quota di controllo, si può dedurre che la quota di posa dello scarico avrà un franco pari a 1,2 m dal livello di piena e un'altezza di 3,6 m dall'alveo (vedi Allegato B).

Lo scarico entra in funzione per portate superiori al TR di 10 anni ipotizzando uno scenario piovoso di scroscio con intensità di pioggia molto elevata. Si può considerare che per questi eventi l'alveo del corso d'acqua interessato non è sollecitato da portate elevate, in quanto il regime idrologico del bacino del Livergon-Giara entra in funzione per eventi di pioggia molto lunghi e non per scrosci impulsivi (cfr. evento alluvionale autunno 2010). Questo sistema di smaltimento consente l'invaso

massimo di 1020 m³ per l'evento pari a ad un Tr di 200 anni garantendo un tirante massimo di 0,83 m ed un franco idraulico di 0,15-0,2 m. A scopo cautelativo e per prevenire rischi difficilmente calcolabili si può prevedere in fase esecutiva, utilizzando il materiale di scavo del bacino, la realizzazione di un sovrizzo arginale nei lati perimetrali del bacino affetti da altimetria depressa. Si propone il rialzo per un altezza posta tra 0.5 e 1 m (dal piano campagna attuale) in particolar modo nel lato parallelo al Torrente Giara e nel lato sud confinante con un'altra proprietà privata.

Il collegamento idraulico delle aree trasformate con il bacino di laminazione si propone venga effettuato diversamente a seconda dello scenario: Per lo scenario 1 si propone l'utilizzo di un fosso a pelo libero da realizzare sul lato sud dell'area da trasformare. Si prevede che tale corso d'acqua possa ricevere il deflusso da più condotte, prevedendo in particolar modo una linea nelle aree da destinare a parcheggio e due o più linee dalle restanti superfici. Il sistema drenante deve essere dotato di apposite caditoie per la raccolta del deflusso. Le condotte devono smaltire complessivamente 0,44 m³/s per un Tr pari a 200 anni, perciò si propone che la portata sia suddivisa tra le varie condotte in maniera proporzionale rispettivamente all'area drenata. A titolo esemplificativo per lo scenario 1 si possono prevedere tre condotte con un diametro di 0,5 m e una pendenza dell'1%. Per gli scenari 2 e 3 si ipotizzano due condotte riceventi le acque defluite da apposite caditoie con dimensioni suggerite in Tab. 5.1. Anche in questo caso la portata complessiva da smaltire, confrontabile nei paragrafi 5.2 e 5.3, può essere suddivisa a seconda dell'area drenata se si prevedono in fase esecutiva due o più linee (vedi anche Allegato B).

Il dimensionamento idraulico del fosso e delle condotte sopracitate (Tab. 5.1) sono stati effettuati, tramite l'equazione di moto uniforme nei canali a pelo libero:

$$Q = V \cdot A \quad V = K_s R h^{\frac{2}{3}} i^{\frac{1}{2}} \quad (5.1)$$

Dove:

V= velocità del flusso

A= area della sezione bagnata

Ks= scabrezza di Strickler

Rh= raggio idraulico

i= pendenza del tratto analizzato

Diversamente nel caso delle condotte circolari, il diametro utile è stato stimato con la formula di Chezy con coefficiente scabrezza di Gauckler-Strickler (vedi sopra moto uniforme). In questo caso il tombotto è stato trattato come un canale circolare a pelo libero aggiungendo i parametri di

diametro interno della sezione (D) e il livello percentuale di riempimento nel canale (W). La scabrezza è stata posta costante a $k=60$ (canali rivestiti in cls). Anche per il livello di riempimento, a scopi cautelativi, si è lasciato costante in tutti i calcoli una percentuale cautelativa del 50%.

CONDOTTA	DIAMETRO (m)	LUNGHEZZA (m)	PENDENZA (m/m)
SCENARIO 1	0,8	80.0	0,01
SCENARIO 2	0,6	140.0	0,01
SCENARIO 3	0,8	100.0	0,01
FOSSO PELO LIBERO	AREA SEZIONE MINIMA = 1 m ²		

Tabella 5.1: Caratteristiche dimensionali dei collegamenti nella rete idrografica per i vari scenari

6 – OSSERVAZIONI CONCLUSIVE

La zona oggetto dell'intervento si può considerare priva di qualsiasi criticità idraulica esistente o deducibile dagli strumenti normativi riportati in questo studio. E' stata riscontrata nella Carta delle Criticità idrauliche del P.A.T. di Malo la presenza di una piccola area classificata con pericolo idraulico basso (vedi Cap. 2). Tale criticità deve essere dovuta alla morfologia depressa presente in quella zona. Si tratta comunque di una limitata area che viene riqualificata dal punto di vista idraulico tramite la realizzazione del bacino di laminazione.

I tre scenari edilizi, complessivamente di 15491 m², sono stati analizzati in maniera dettagliata per ottenere una stima idrologica del potenziale deflusso innescabile. Ne deriva che è opportuno prevedere un ottimo sistema di captazione delle acque superficiali, collegato alle condotte dimensionate come nel capitolo precedente. La tipologia di condotta può essere variata ma deve comunque mantenere lo smaltimento della portata indicata nelle tabelle specifiche (Metodo SCS, Tr 200 anni). Il bacino di laminazione è l'opera chiave del sistema di dispersione e deve essere realizzato utilizzando i parametri dimensionali di questa relazione. In particolare i progettisti in fase esecutiva dovranno controllare le quote dell'intero perimetro arginale del bacino per ovviare a spiacevoli inconvenienti di esondazioni. Può essere utile prevedere un sovrizzo arginale nella zona morfologicamente più depressa del bacino. Infine per quanto riguarda lo scenario 1 l'utilizzo di un canale a pelo libero consente di aumentare la capacità di invaso del sistema, in quanto questo può trattenere circa 90 m³ andando a diminuire l'apporto dello scenario 1 e quindi incrementare la capacità di laminazione del bacino.

Le opere idrauliche previste e dimensionate in questa relazione, come tutti gli interventi edilizi, sono soggette a idonea manutenzione ordinaria e straordinaria. E' importantissimo nell'ambito idraulico, soprattutto per le condotte interrate, controllare che il deflusso sia regolare e che non ci siano depositi o ostruzioni interni. In questo caso le linee drenanti collegate al canale e al bacino devono essere oggetto sia di monitoraggio durante gli eventi piovosi, sia di eventuale ispezione per risolvere le criticità presenti. Infatti se sono presenti anche dei piccoli malfunzionamenti nelle condotte, in caso di forti piogge queste possono aggravare la situazione mettendo in discussione ogni calcolo idrologico ed idraulico effettuato durante questo studio.

BIBLIOGRAFIA

AA.VV. (2012). *Valutazione di Compatibilità Idraulica*. Piano degli interventi (PI) del Comune di Malo.

Redatto da Studio HgeO.

AA.VV. (2011). *Relazione di Compatibilità Idraulica*. Piano di Assetto del Territorio (PAT) del Comune di

Romano d'Ezzelino.

AA.VV (2009). *Linee guida per la redazione dello studio di compatibilità idraulica*, conforme all'Allegato A della D.G.R. 2948 del 6 ottobre 2009. Redatto da Consorzio di bonifica Alta Pianura Veneta.

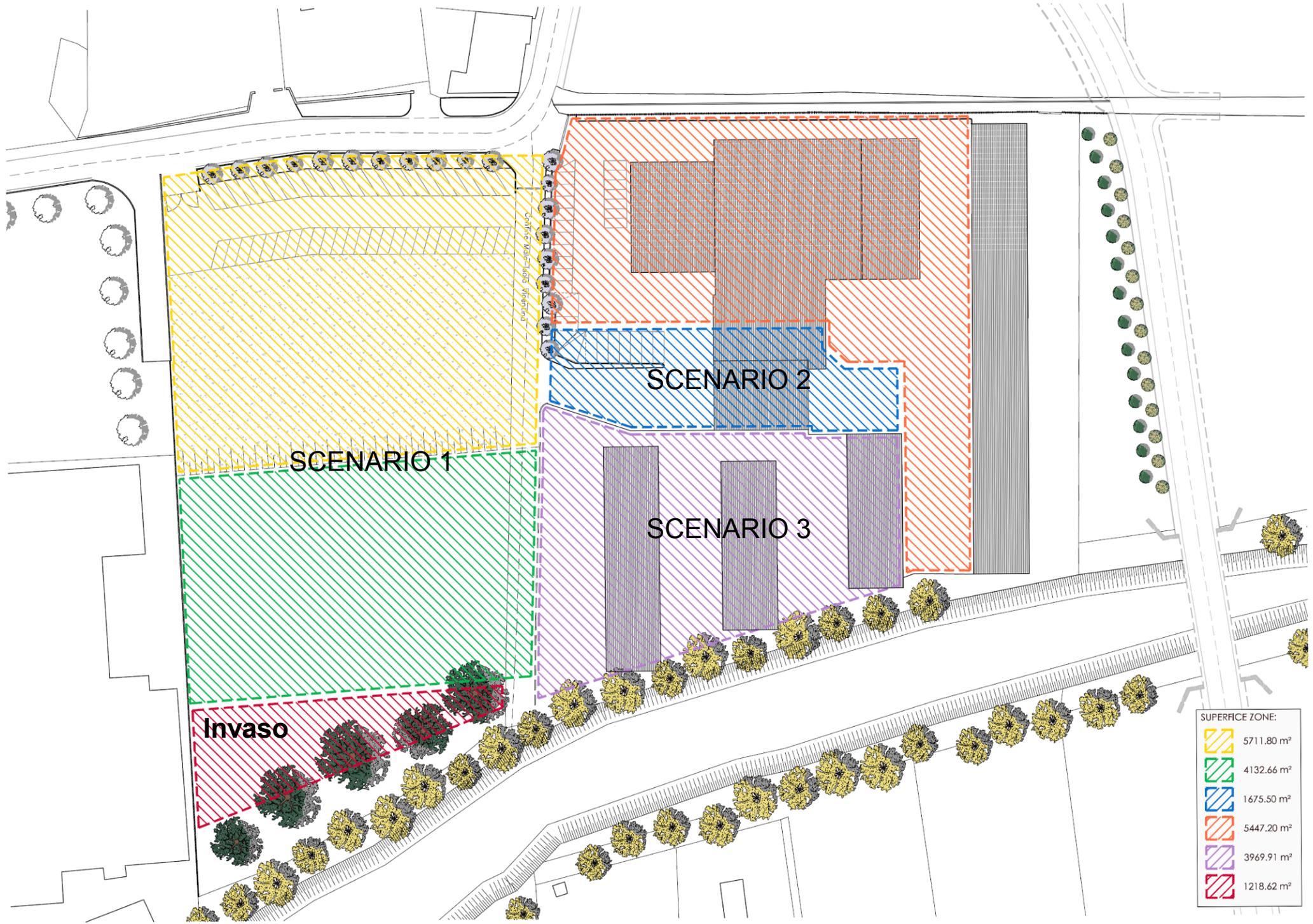
AA.VV (2009). *Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici*, Modalità operative e indicazioni tecniche. Allegato A della D.G.R. 2948 del 6 ottobre 2009.

FERRO V. (2006). In V. Ferro, *La sistemazione dei bacini montani* (p. 185-187). Milano: McGraw-Hill.

SCS. (1972). *National Engineering Handbook*. Soil Conservation Service, USA.

TURAZZA D. (1880). *Trattato di idraulica pratica*. Ed. Padova, 1880.

ALLEGATO A



SCENARIO 1

SCENARIO 2

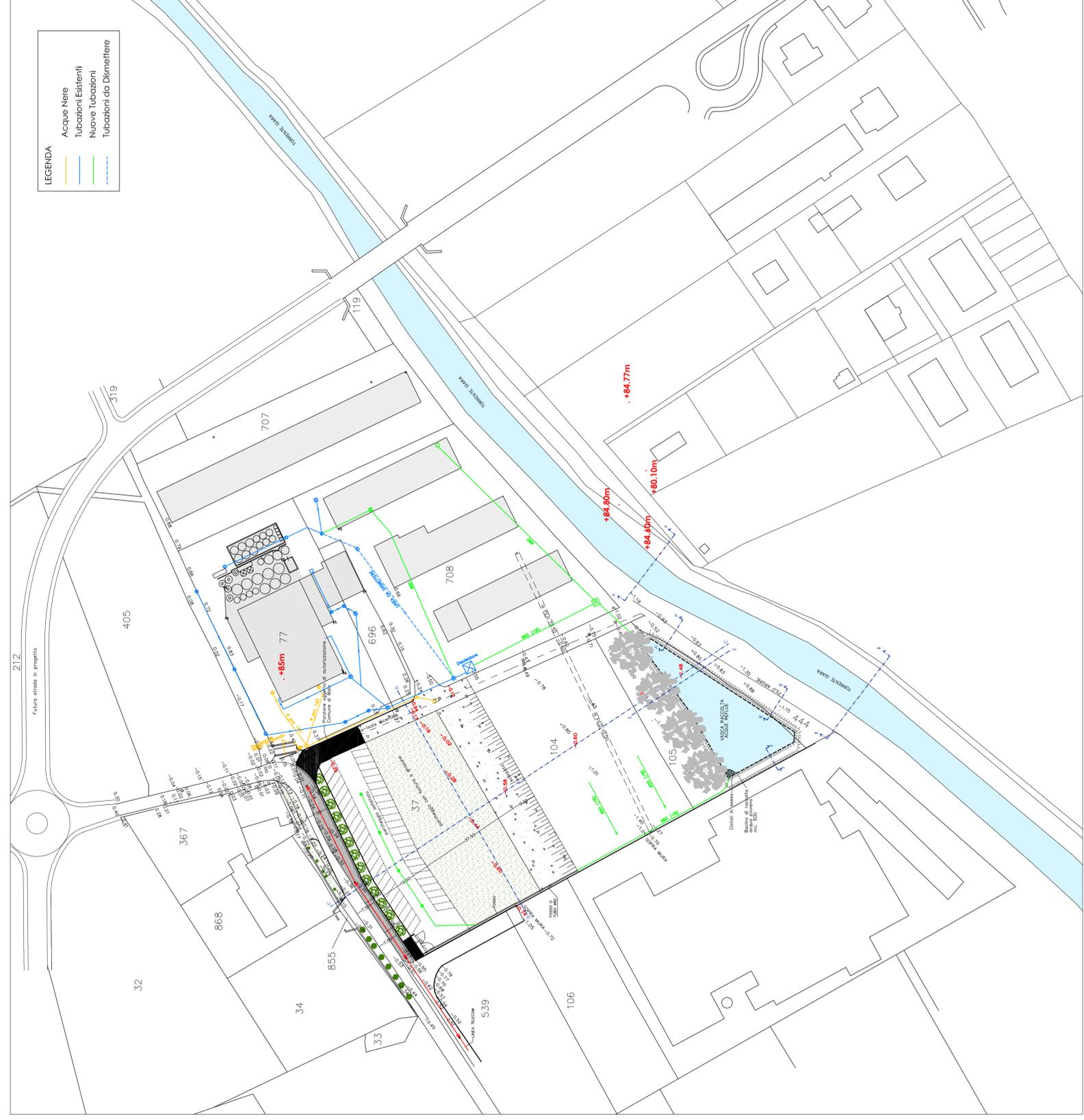
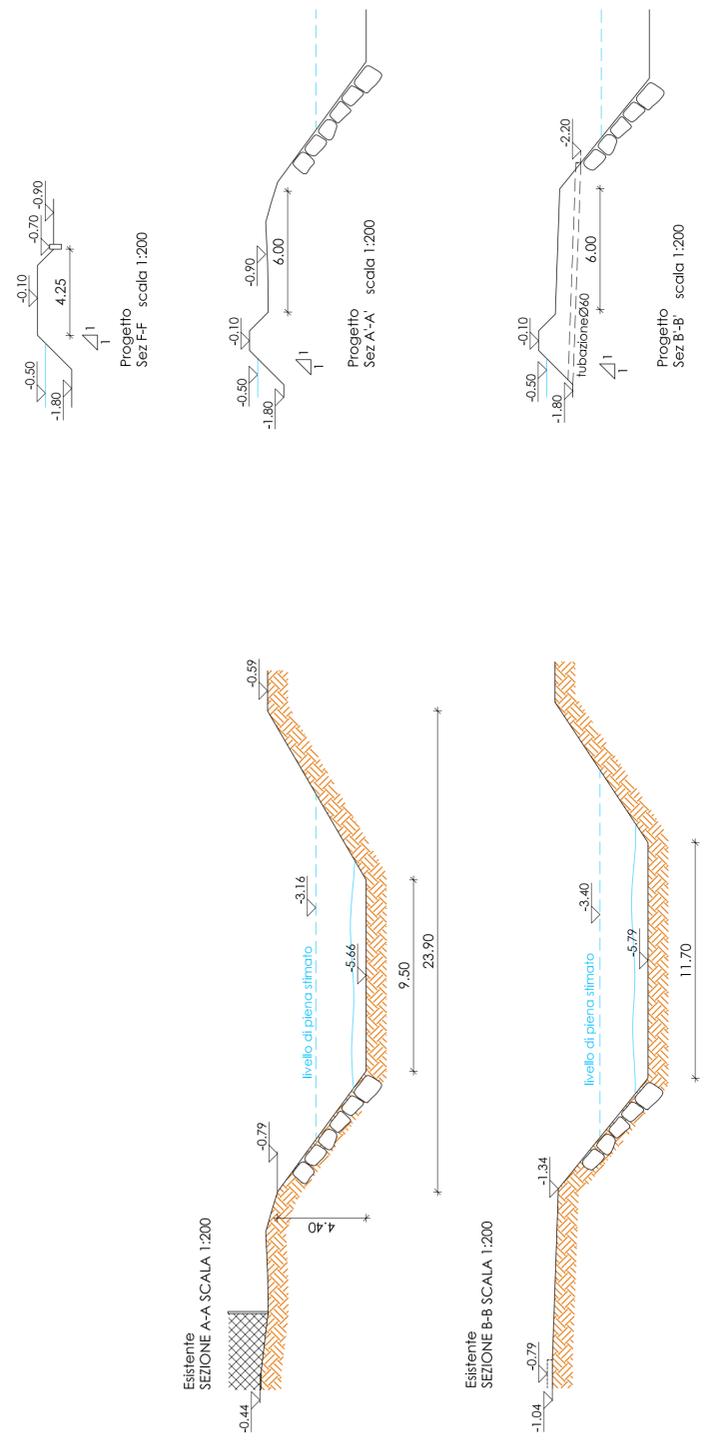
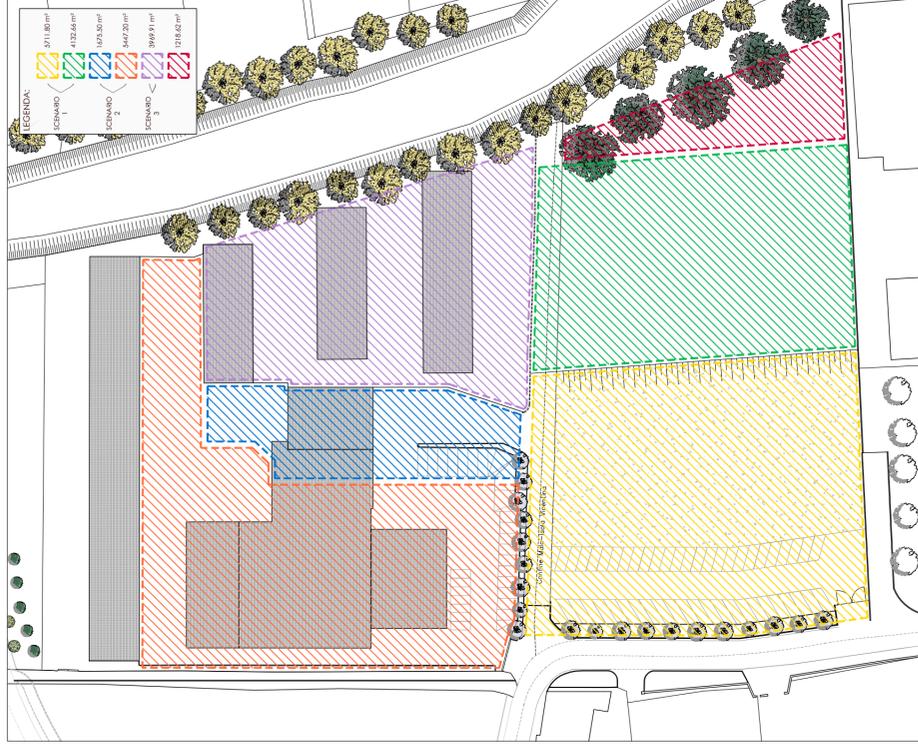
SCENARIO 3

Invaso

SUPERFICIE ZONE:

	5711.80 m ²
	4132.66 m ²
	1675.50 m ²
	5447.20 m ²
	3969.91 m ²
	1218.62 m ²

ALLEGATO B



COMUNE DI ISOLA VICENTINA

PROVINCIA DI VICENZA

Oggetto
Allargamento tratto stradale in via S. Tomio e realizzazione di parcheggio privato

Via
Via San Tomio
36033 - Isola Vicentina (VI)

Progettista
NatCor Srl.
Via Fondomuri n° 43 - 36034 Malo

Committente

Fase

ING. CLAUDIO FACCIO
Via Pfeuferbach, 23/4 - 36034 Malo (VI)
0445 580394 - fax 0445 584035
info@studiolofaccio.it - claudio.lofaccio@ingtec.eu

Descrizione
Progetto impianto di raccolta e smaltimento acque reflue

N. Elaborato
TAV

Scala
1:100 - 1:20

Emissione
A00R00

Data
dicembre 2015

note

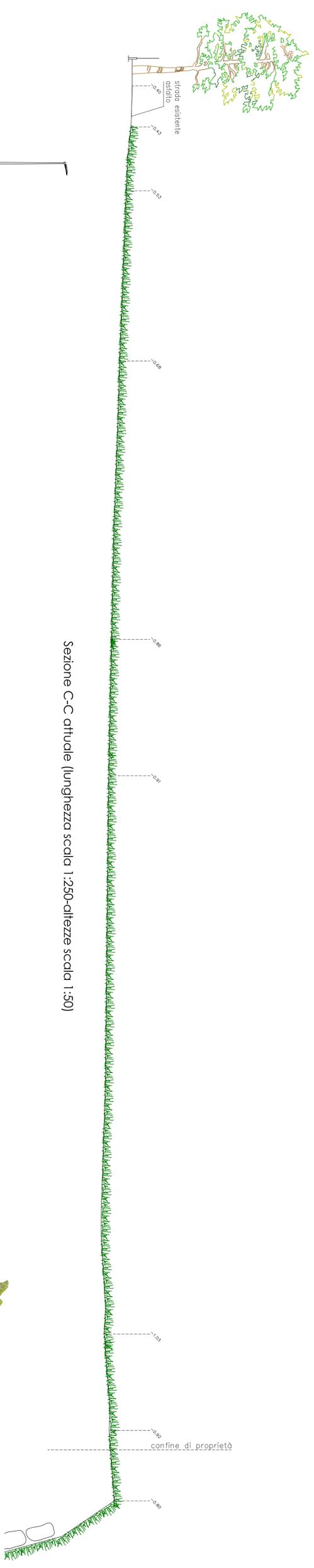
Ing. Claudio Faccio

Coord. pratica
Ing. Claudio Faccio

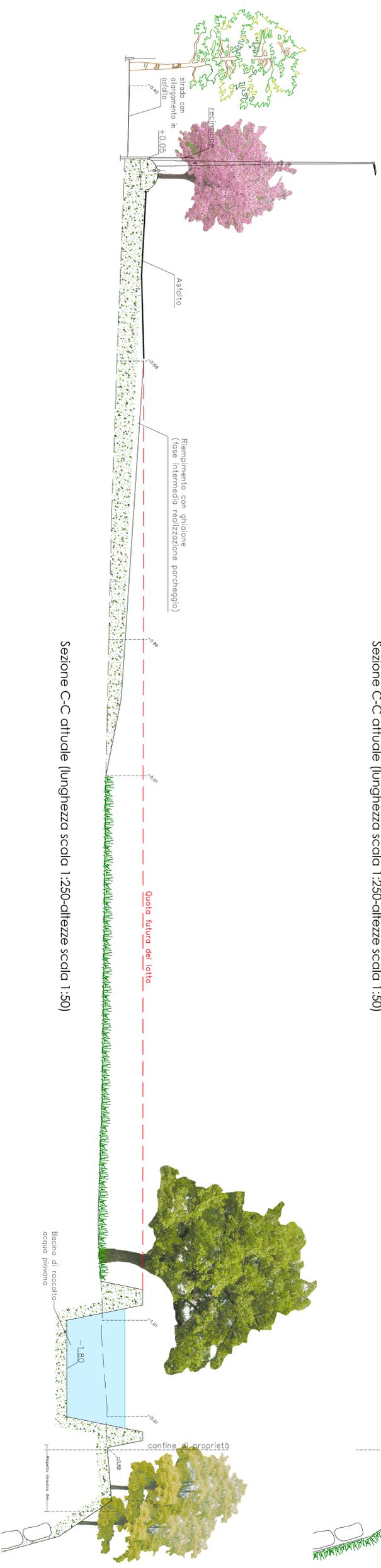
Responsabile
Ing. Claudio Faccio

Collaboratori

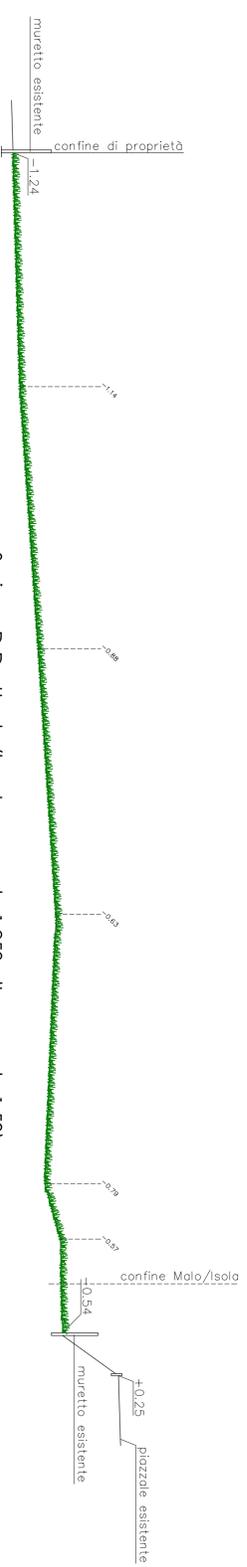
File
N° progressivo elaborato



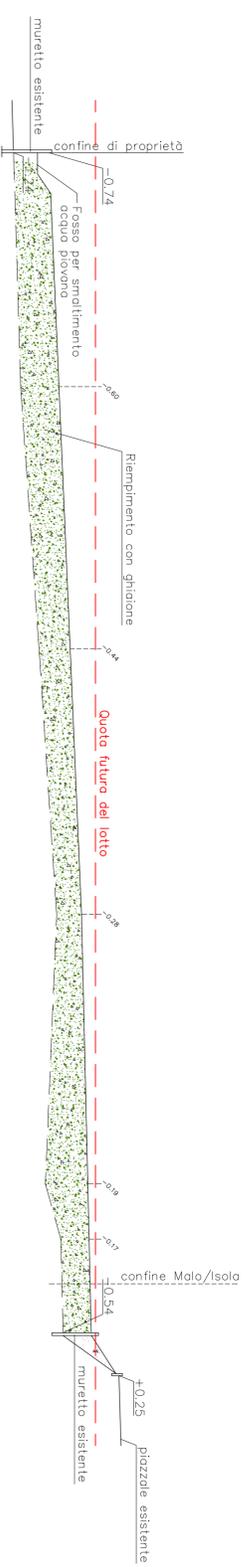
Sezione C-C attuale (lunghezza scala 1:250-dalzeze scala 1:50)



Sezione C-C attuale (lunghezza scala 1:250-dalzeze scala 1:50)



Sezione D-D attuale (lunghezza scala 1:250-dalzeze scala 1:50)



Sezione D-D progetto (lunghezza scala 1:250-dalzeze scala 1:50)

COMUNE DI ISOLA VICENTINA

PROVINCIA DI VICENZA

Sopraelevato U.I. Enve

Objetto

Allargamento tratto stradale in via S. Tomio e realizzazione di parcheggio privato

Sito

Via San Tomio
36033 - Isola Vicentina (VI)

Progetto

Natcor Srl
Via Fondomuri n° 43 - 36034 Mado

Committente

Fase

Descrizione

Progetto impianto di raccolta e smaltimento acque reflue

N. Esecutivo

TAV

1:100 - 1:20

Emissione

A00R00

dicembre 2015

Autore



ING. CLAUDIO FACCIO
Via Freatobon, 23/4 - 36034 Mado (VI)
☎ 0445 980394 - fax 0445 994035
info@studiofaccio.it - claudio.faccio@ingpec.eu

Ing. Claudio Faccio

Cod. pratica: Ing. Claudio Faccio

N° progressivo elaborato: 00