COMUNE DI MONTECCHIO MAGGIORE
PROVINCIA DI VICENZA - REGIONE DEL VENETO

DESCRIZIONE DEL LAVORO

VERIFICA DI COMPATIBILITÀ IDRAULICA

Ai sensi delle Norme Tecniche di Attuazione del PGRA

OGGETTO

PIANO DI LOTTIZZAZIONE DENOMINATO "ZANNI – AT03 – AMBITO VIA SARDEGNA-VIA PIEVE

COMMITTENZA

Zanni Marta

PROGETTISTA

Dott.Arch. Urbani Nicola

I TECNICI

Dott. Geol. Umberto Pivetta

Via Breganzola 28/B 36057 Arcugnano (VI)
Via S. Agostino, 18 Loc. Nogarazza– 36057 ARCUGNANO 04441276147

geologopivetta@gmail.com

Dott. Geol. SIMONE BARBIERI

Via Gattamelata, 38 – 20149 Milano (MI) Via Fratelli Saugo, 2 – 36016 Thiene (VI)04451980515

simonebarbieri74@gmail.com

Con la collaborazione Dott. Forestale SILVIO GRISOTTO – Dott. Geol. Filippo Torresan

INDICE DEI CAPITOLI

1. PREMESSA 3

2. APPROCCIO METODOLOGICO 4

3. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI ANALISI 8

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO 13

5. ANALISI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA 15

5.1. Il modello bidimensionale TRENT2Dts 15

5.2. Definizione e verifica del dominio di calcolo 20

6. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI 21

6.1. Stato attuale 22

6.2. Stato di progetto 23

6.3. Differenze con valori PGRA 25

6.4. Scenario di progetto 28

6.5. Differenze tra stato attuale e stato di progetto 28

6.6. Analisi dello stato di pericolo 30

7. MISURE DI MITIGAZIONE PRESCRITTE 31

8. CONCLUSIONI 31

9. ALLEGATO A – ATTESTATO DI RISCHIO 33

10. ALLEGATI CARTOGRAFICI 35

1. PREMESSA

Il Dott. Geol. Umberto Pivetta i, iscritto all'ordine dei Geologi della Regione del Veneto al n. 182 ed Il Dott. Geol. Simone Barbieri, iscritto all'ordine dei Geologi della Regione del Veneto al n. 607, sono stati incaricati di redigere la compatibilità idraulica in merito al Progetto di "P*iano di Lottizzazione denominato "Zanni" – AT03 – Ambito Via Sardegna-Via Pieve*", su lotto di terreno ubicato in Comune di Montecchio Maggiore e posto a S-SE di Via Pieve, come da seguente planimetria e per i particolari progettuali si rimanda agli elaborati a firma dell'Arch. Urbani Nicola.



Fig. 1.1 – Planimetria di piano

L'Autorità di Bacino del Distretto delle Alpi Orientali nel decreto con protocollo N. 342/2024 del 11-01-2024 ha provveduto all'aggiornamento del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) del Comune di Montecchio Maggiore (VI) ai sensi dell'art. 6 comma 4 delle Norme Tecniche di Attuazione.

L'aggiornamento del quadro conoscitivo idraulico del PGRA è avvenuto attraverso l'assegnazione delle altezze idriche su un'area precedentemente perimetrata come "zona di attenzione idraulica" relativa al conoide torrentizio collegato all'attività del COLLETTORE FOGNARIO VIA SS.MA TRINITA' (ID CONOIDE 31772), sulla quale sono state delimitate le zone soggette ad allagamento per gli scenari di alluvione torrentizia con tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni (Allegato IV del PGRA) a seguito di specifico studio idrologico, sedimentologico ed idraulico condotto dall'Autorità di Bacino del Distretto delle Alpi Orientali.

Sulla base dei risultati ottenuti nello studio di cui sopra, il conoide in questione, che comprende anche parte dell'area abitata di Montecchio Maggiore è stata suddivisa in sottozone, dove sono state

assegnate le classi di pericolosità P1, P2 e P3 e la corrispondente classe di rischio idraulico R1, R2, R3 e R4. Il presente studio di compatibilità idraulica è stato sviluppato a partire dai dati di simulazione idrologico-idraulica, pericolosità e rischio derivanti dallo studio citato e pubblicati dall'Autorità di Bacino sul portale SIGMA, nonché degli elaborati di progetto, al fine di verificare la coerenza degli interventi con le previsioni del piano e poter dimostrare che le trasformazioni indotte dall'intervento sono coerenti con le prescrizioni di cui all'art. 7 comma 3 delle Norme di Attuazione del PGRA.

A tal fine sono state condotte una serie di nuove simulazioni idrauliche bidimensionali, implementando il modello idraulico a fondo mobile TRENT2Dts (v. 3.3.0), immettendo come input gli stessi dati idrologici approvati dall'Autorità di Bacino del Distretto delle Alpi Orientali e messi a disposizione sul portale SIGMA. L'applicazione del modello propagatorio è avvenuta utilizzando come base topografica i dati Lidar liberamente scaricabili dalla piattaforma SIGMA.

Lo studio di compatibilità idraulica è finalizzato a definire l'area interessata dalla corrente, valutare la propagazione del flusso e la sua distribuzione areale sul territorio, ponendo particolare attenzione nell'intorno dell'area d'intervento, al fine di definire il grado di pericolo atteso dopo la realizzazione dell'intervento, valutare le eventuali opere di mitigazione, se necessarie, e le possibili modifiche della pericolosità per le aree contermini.

2. APPROCCIO METODOLOGICO

I dati di riferimento per l'esecuzione delle analisi sono rappresentati dai valori di tirante idrico derivanti dallo studio condotto dall'Autorità di Bacino del Distretto delle Alpi Orientali per la modifica del PGRA 2021-2027 (Art. 6) di cui già si è accennato. La stessa Autorità ha pubblicato sul sistema informativo SIGMA i dati numerici delle simulazioni, per l'accertamento dello stato attuale delle aree allagabili, per i tempi di ritorno di 30, 100 e 300 anni e il grado di pericolo che grava sull'ex area di attenzione collegata al collettore di Via SS. Trinità nel Comune di Montecchio Maggiore. I contenuti, che sono successivamente descritti, sono cartografati negli elaborati AE15 e AF15 della Carta della Pericolosità Idraulica di cui all'Allegato IV del PGRA.

In modo particolare si è posta attenzione sulla parte di centro abitato di Montecchio Maggiore ove è previsto l'intervento, posta a nord-ovest del centro abitato principale (Via Pieve), dove sono state cartografate le aree soggette ad allagamento durante gli eventi di piena con diversi tempi di ritorno, quale conseguenza del contributo del bacino idrografico afferente al collettore di cui sopra.

Analizzando il contesto territoriale in corrispondenza dell'area di intervento, che attualmente si presenta come un'area agricola (Fig. 2.1-2.5) appare subito chiaro come non emergano situazioni di marcata criticità; infatti, i tiranti attesi risultano molto ridotti e per questo motivo sono classificati nella classe "h <0.50 m" (H1), tra l'altro nemmeno sull'intero lotto oggetto di intervento, come visibile nelle figure che seguono.



Fig. 2.1 - Lotto oggetto di intervento da Via Pieve (vista da spigolo NW verso SE).



Fig. 2.2 – 2.5 - Lotto oggetto di intervento da diverse angolazioni

Le simulazioni condotte nello studio dell'Autorità di Bacino delle Alpi Orientali rappresentano il riferimento per tarare il modello idraulico per la modellazione dello stato attuale in modo da poter proseguire con la successiva modellazione idraulica dello stato di progetto, al fine di valutare gli effetti indotti ai tiranti e alle velocità a seguito della realizzazione del piano di lottizzazione. Il modello che è stato utilizzato per le simulazioni idrauliche è TRENT2Dts (v. 3.3.0), a fondo mobile, implementato nell'applicativo *Weezard*.

Per attestare il grado di rischio dell'area, il sottoscritto ha richiesto i dati necessari all'Autorità di Bacino per l'applicazione del software HeroLite, che è uno strumento previsto dal PGRA per definire la classe di rischio per una specifica area. L'applicazione del software HeroLite ha generato un "attestato di rischio idraulico", che attribuisce al lotto oggetto di piano, la classe di rischio idraulico minore o uguale a R2 (Allegato A).

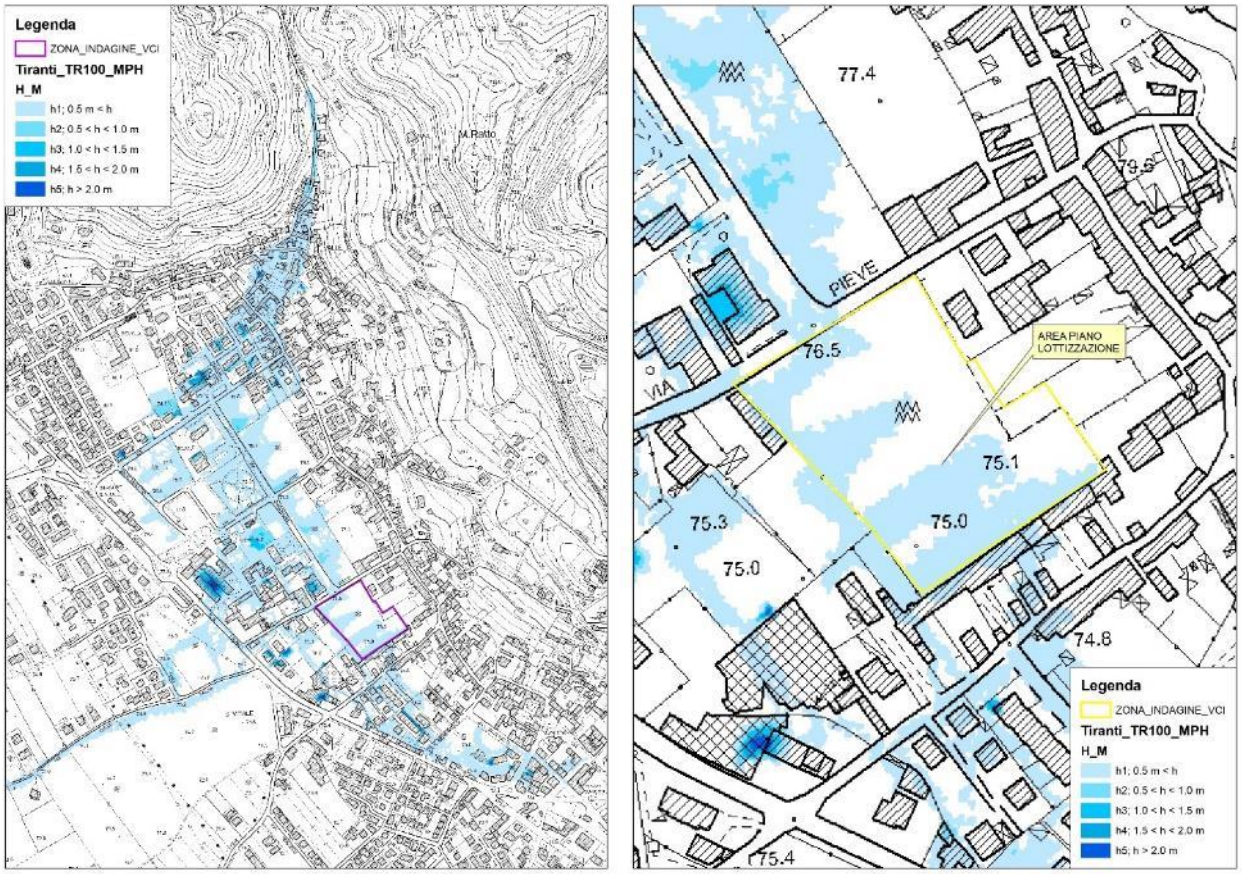
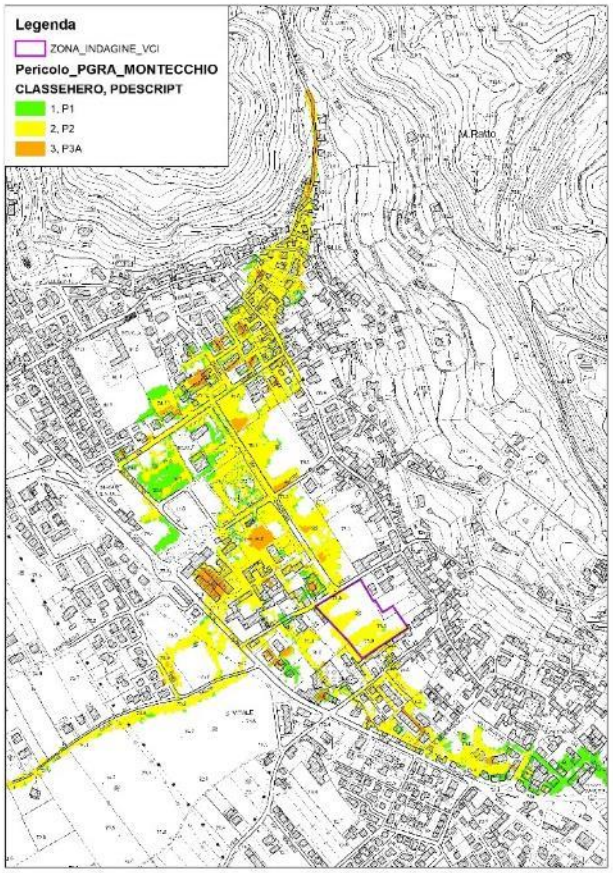


Fig. 2.6 – 2.7 – Tiranti TR 100 anni derivanti dallo studio condotto dall'Autorità di Bacino nello studio per l'aggiornamento del PGRA (in fucsia e giallo evidenziata l'area di intervento)



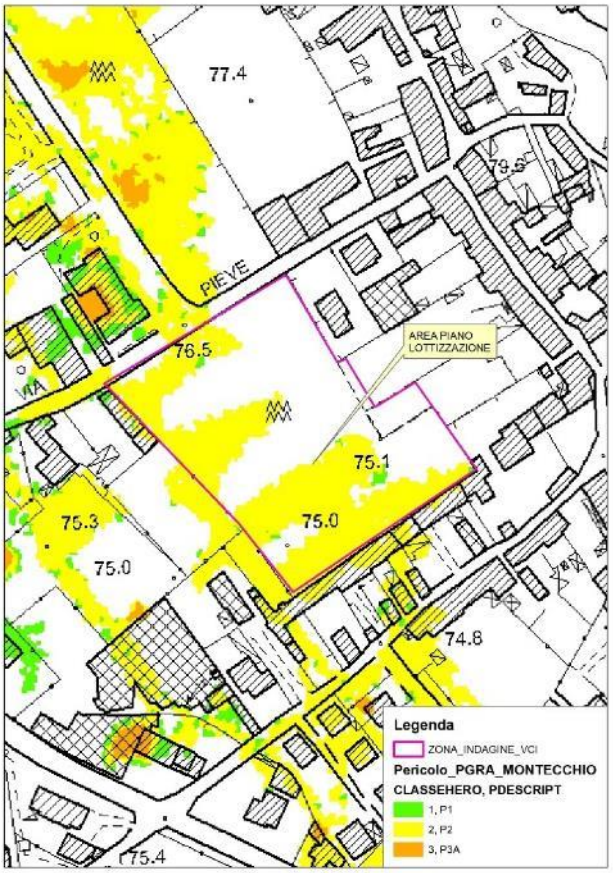
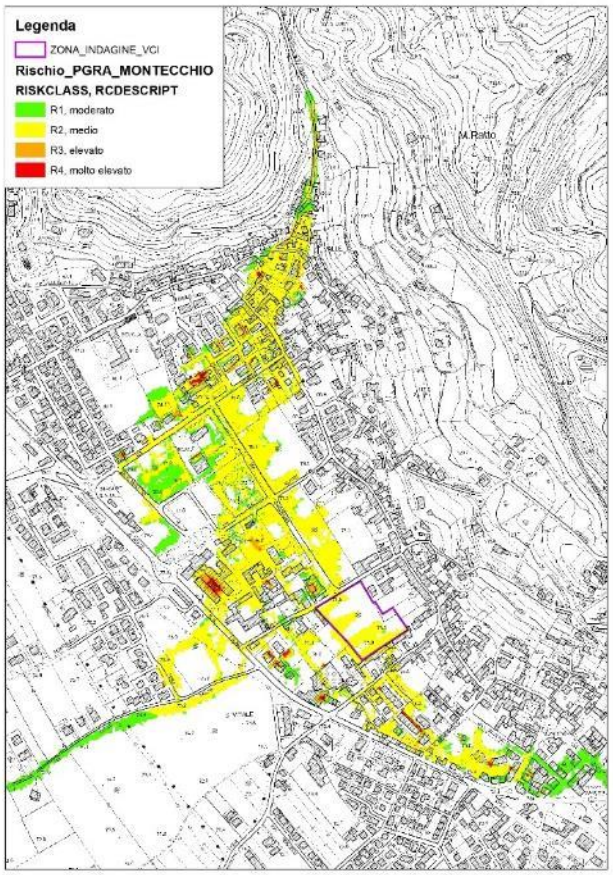


Fig. 2.8 – 2.9 – Mappa del pericolo idraulico pubblicata sul PGRA (in fucsia l'area d'intervento)



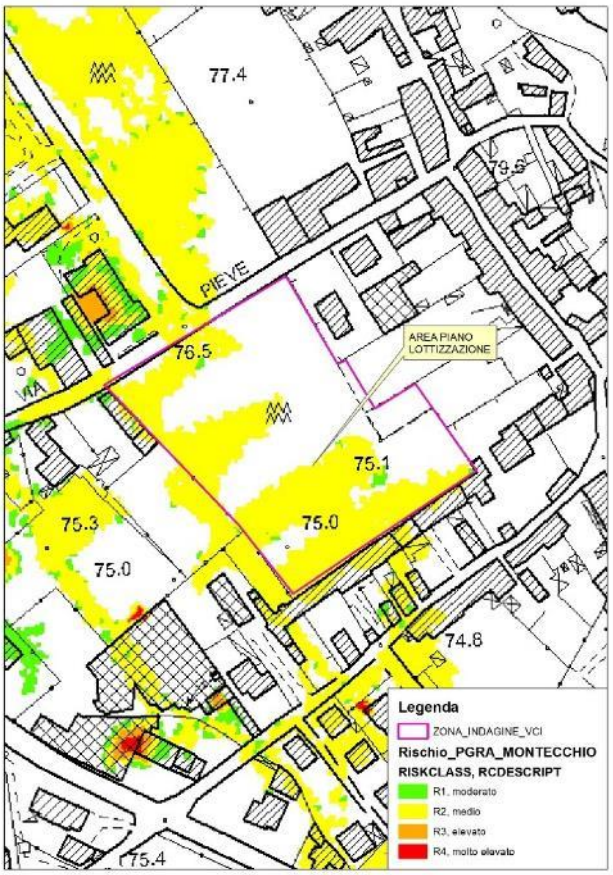
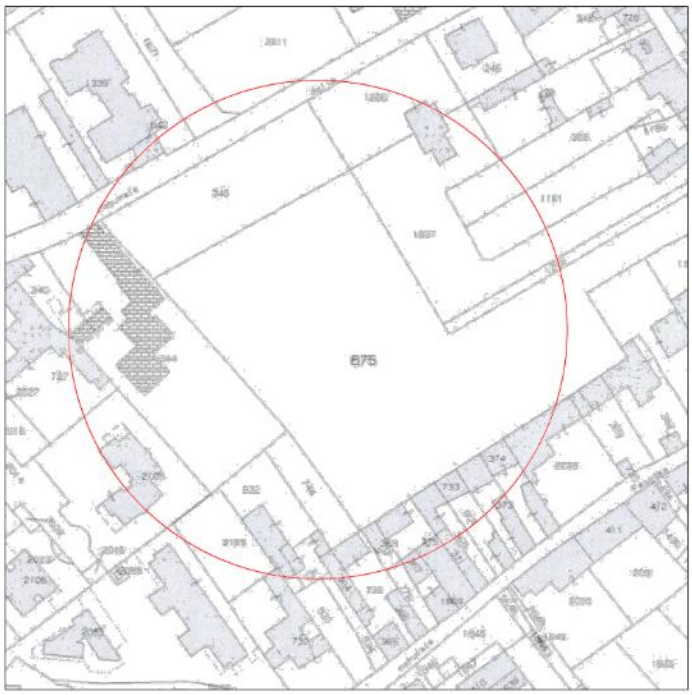


Fig. 2.10 -2.11 – Mappa del rischio idraulico pubblicata sul PGRA (in fucsia l'area d'intervento).

3. INQUADRAMENTO DELL'AREA DI ANALISI

Il sito di intervento è censito al foglio n. 3, mappali n. 345, 675, 1206, 1207 e 1208 Nuovo Catasto Terreni (N.C.T.) del Comunedi Montecchio Maggiore.



ESTRATTO CATASTALE 1:2000
COMUNE DI MONTECCHIO MAGGIORE
Foglio 3
Mappali Numero:
345 di 2263 mq - Proprietà Zanni Pasqualino
675 di 10205 mq - Proprietà Zanni Pasqualino
1208 di 465 mq - Proprietà Zanni Pasqualino
1207 di 2876 mq - Proprietà Zanni Luigia
1206 di 1550 mq - Proprietà Zanni Luigia

Fig. 3.1 – Inquadramento catastale

I proprietari aventi titolo nel terreno, dove sussistono i presupposti per il progetto di piano in disamina, sono riportati in Fig. 3.1. e nella relazione tecnica a firma dell'Arch. Urbani Nicola. Allo stato attuale l'area è gestita a prato con delle specie arboree/arbustive lungo il confine.

Nelle successive figure si inquadra l'area oggetto di studio, nel suo stato attuale, dando evidenza dell'intervento a progetto, su base CTR e ortofoto (Google satellite 2024)

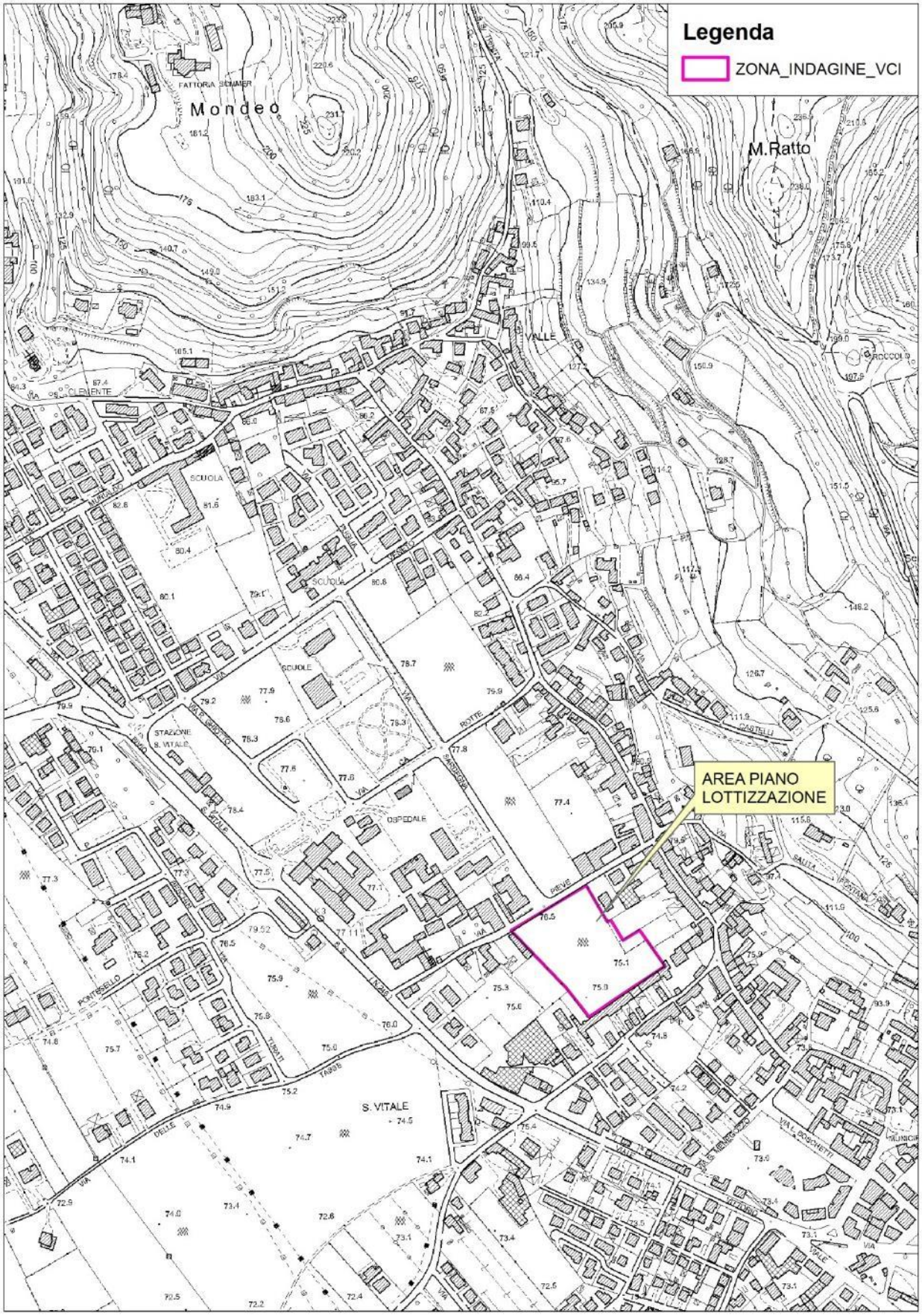


Fig. 3.2– Inquadramento dell'area oggetto di intervento, su base CTR



Figura 3.3 – Inquadramento dell'area oggetto di intervento, su base ortofoto.

Il Comune di Montecchio Maggiore è dotato del Piano di Assetto del Territorio (PAT), approvato con deliberazione del Commissario Straordinario della Provincia di Vicenza n. 100 del 28 maggio 2014, la cui consultazione è propedeutica per una valutazione dell'area d'intervento, anche da un punto di vista urbanistico.

Il PAT prevede negli elaborati grafici e normativi le seguenti previsioni:

- tavola 1 carta dei vincoli e della pianificazione territoriale:

L'ambito è interassaro dalla presenza del vincolo "Aree di interesse archeologico" (art. 17 bis del PAT) ed è delimitato sul lato nord dalla presenza del sistema della viabilità esistente. Inoltre, il confine est è dato dal perimetro "Centri storici" (art. 17 del PAT).

- tavola 2 carta delle invarianti:

Non sono presenti invarianti per l'ambito oggetto della trasformazione.

- tavola 3 carta delle fragilità:

L'area è classificate come Area idonea a condizione "A" Aree della Piana alluvionale, ovvero: "aree di pianura e di fondovalle costituite da alluvioni limose ed argillose di caratteristiche geotecniche mediocri e condizioni di drenaggio difficoltoso con potenziale ristagno d'acqua". Si veda l'art. 35 del PAT.

- tavola 4.1 carta della trasformabilità:

Nella porzione nord dell'area è presente la frecce che individua le "Linee preferenziali di sviluppo insediativo in ambiti di urbanizzazione consolidata previsti dal prg vigente" (art. 44 del PAT). Nella porzione ovest del lotto invece è presente il simbolo che riguarda i "Servizi di interesse comune di maggiore rilevanza di progetto" (art. 38 del PAT).
L'ambito si trova in prossimità di numerose zone di "Servizi di interesse comune di maggiore rilevanza" (sia esistenti che di progetto) date da diverse scuole, il polo ospedaliero e le aree verdi e per lo sport.

TAVOLA 1 PAT - CARTA DEI VINCOLI

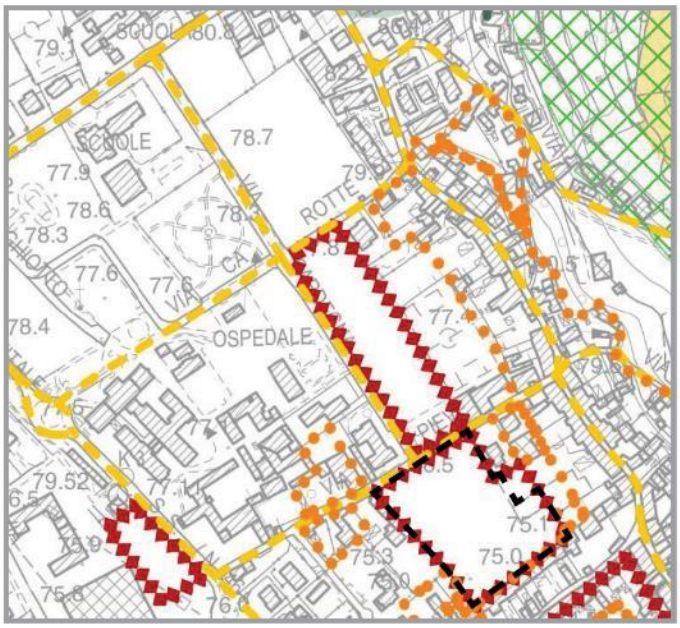


TAVOLA 2 PAT - CARTA DELLE INVARIANTI



TAVOLA 3 PAT - CARTA DELLE FRAGILITÀ

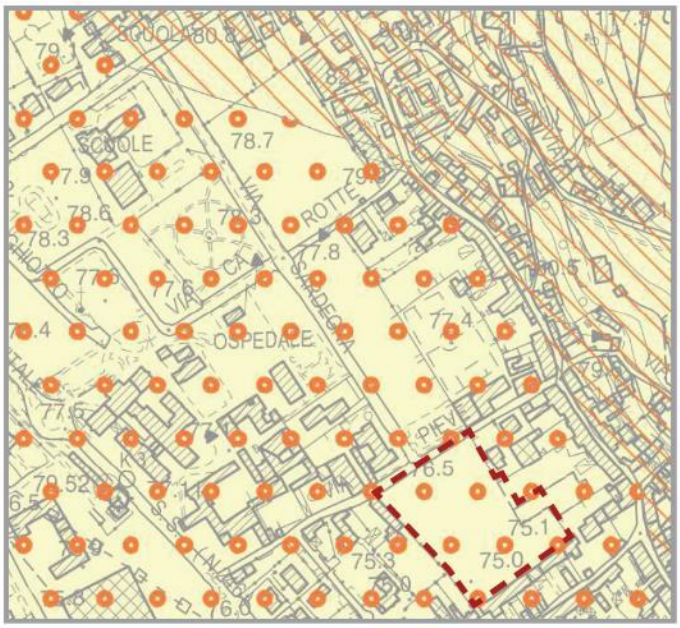


TAVOLA 4 PAT - CARTA DELLE TRASFORMABILITÀ

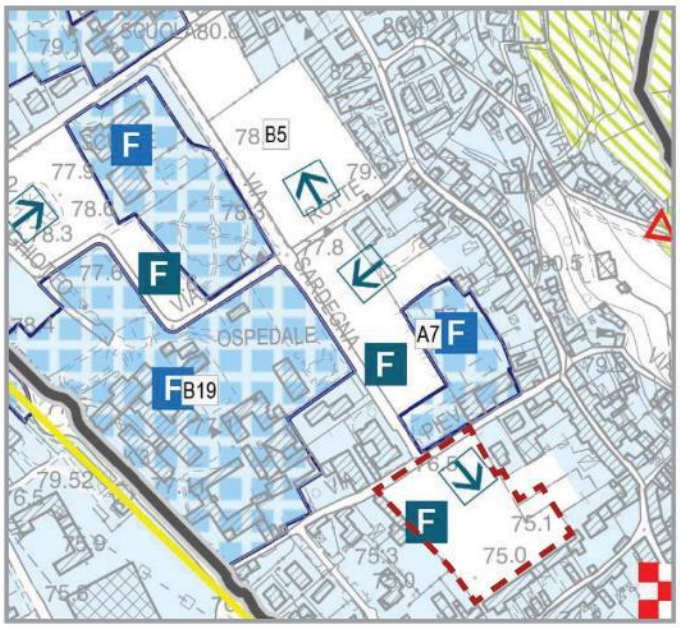


Fig. 3.4 – 3.7 – Inquadramento dell'area di progetto sul PAT di Montecchio Maggiore

4. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

La proposta di variazione urbanistica dell'ambito oggetto di Accordo riguarda la trasformazione dell'area posta lungo Via Pieve. Al momento l'area è a prato e senza la presenza di fabbricati. Per semplicità si suddivide l'ambito di intervento in un comparto a destinazione residenziale e un'area destinata a standard pubblici come riportato nella cartografia esemplificativa (Fig. 4.1-4.2). L'accordo ha come obiettivo la realizzazione di un intervento di trasformazione/riqualificazione urbanistico edilizia cui è connesso l'accollo degli oneri relativi al contributo straordinario/perequazione urbanistica. È interesse del Comune di Montecchio Maggiore procedere alla trasformazione/ riqualificazione urbanistico edilizia del territorio attraverso accordi pubblico-privato ai sensi dell'Art. 6 della LR 11/2004.

Gli obiettivi dell'intervento sono:

a) trasformazione/riqualificazione urbanistico edilizia del comparto a destinazione residenziale;

b) realizzazione di un'area destinata a standard pubblici di interesse per la comunità (circa 8.233 mq) costituita da un parcheggio green e drenante di 6.010 mq e un'area a verde pubblico attrezzato di 2.223 mq.

La proposta ha per oggetto un intervento che contempera l'interesse della parte privata con l'interesse pubblico, consistente nel riproporre un'area con previsioni simili al previgente P.R.G. (edificabilità venuta meno per effetto del combinato disposto dell'art.48 – comma 5 bis e dell'art. 18 – comma 7 della L.R. 11/2004) e cedere al Comune una superficie complessiva di 8.233,15 mq da destinare a parcheggio green e drenante e verde pubblico attrezzato, a cui si aggiungono i marciapiedi. La parte privata realizzerà un piano di lottizzazione con volume massimo di 9.388 mc , su una superficie territoriale di 6.259 mq. La densità edilizia territoriale è di 1,5 mc/mq. La Parte Privata si impegna a cedere al Comune l'area a parcheggio green e drenante (6.010 mq, 175 stalli) e verde pubblico attrezzato (2.223,15 mq) di complessivi 8.233,15 mq a cui andranno sommate le superficie di marciapiede e lo standard relativo al carico urbanistico del piano di lottizzazione (verde: 372,26 mq + parcheggi: 162,50 mq). Le opere di urbanizzazione pertinenti al piano di lottizzazione saranno realizzate dalla Parte Privata e saranno regolamentate della convenzione facente parte integrante del piano stesso. La convenzione individuerà le aree e le opere di urbanizzazione da cedere al Comune e/o da vincolare ad uso pubblico e stabilirà i valori delle aree e opere da porre eventualmente a scomputo degli oneri di urbanizzazione. La
convenzione regolamenterà altresì la cessione delle aree di 8.233,15 mq + marciapiedi, a scomputo del contributo straordinario, compresi i termini entro cui la Parte Privata dovrà procedere a tale cessione.

Le destinazioni d'uso ammesse sono:

• Il Comparto a destinazione residenziale.

• Standard pubblici (parcheggio green e drenante di 6.010 mq e area a verde pubblico attrezzato di 2.223,15 mq).





Fig. 4.1 – 4.2 - Previsioni di piano

5. ANALISI DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

L'analisi di compatibilità idraulica relativa allo stato di progetto è stata condotta con il modello TRENT2Dts v. 3.0, il quale è stato tarato sui risultati delle simulazioni già eseguite dall'Autorità di Bacino per la procedura di aggiornamento del PGRA ai sensi dell'art. 6 comma 4 delle Norme Tecniche di Attuazione, come già indicato in premessa.

5.1. Il modello bidimensionale TRENT2Dts

L'applicazione del codice $TRENT_{2Dts}$ al conoide del collettore di Via SS. Trinità è stata eseguita preparando la topografia del campo di moto, partendo dal DTM raster LIDAR 1.0x1.0 m della Regione Veneto ed eseguendone l'interpolazione ad un raster ASCII sempre con celle 1.0x1.0 m, dimensione ritenuta accettabile per mantenere le particolarità topografiche del tratto e contenere le durate di simulazione entro limiti accettabili (12 ore/simulazione), inserendo mediante apposito tool le celle considerate inerodibili dal codice, in corrispondenza delle aree urbane (strade, piazzali, edifici). Si tratta di un codice di calcolo appositamente prodotto per la propagazione di onde solido-liquide su un campo di moto (floodplain) rappresentato da una griglia quotata a maglie quadrate di dimensione variabile, derivata da una base topografica di dettaglio e caratterizzata da valori di resistenza al moto variabili a seconda delle caratteristiche granulometriche ed idrauliche del campo di moto. Il codice numerico descrive il moto bidimensionale del fenomeno ipotizzandolo come un fluido bifase in cui non vi è sfasamento (modello accoppiato) tra i vettori velocità sia della fase solida che di quella liquida. Le equazioni del modello si ottengono con bilanci di conservazione della massa della mistura, della massa della sola fase solida e della quantità di moto della mistura nell'ipotesi di distribuzione idrostatica delle pressioni. In definitiva questo modello considera in modo accoppiato la dinamica del fenomeno e l'evoluzione morfologica dell'alveo. Per la descrizione teorica delle equazioni alla base del codice si rimanda alla specifica bibliografia (*Rosatti & Fraccarollo*, 2002, *Rosatti & Fraccarollo*, 2006).

Per quanto riguarda lo sforzo tangenziale al fondo che regola il fenomeno di trasporto solido, viene utilizzata la relazione di Gaukler-Strickler valutata con i valori locali ed istantanei delle variabili idrodinamiche:

$$\vec{\tau}_0/\rho_w = F(|\vec{u}|, h)\vec{u}$$

dove

$$F(|\vec{u}|, h) = \frac{g|\vec{u}|}{K_s^2 h^{1/3}}$$

in cui in cui Ks è il coefficiente di scabrezza di Gaukler-Strickler, per il quale è stata prodotta specifica mappa distribuita, sia per lo stato attuale che per lo stato di progetto (Fig.5.1 – 5.2), basandosi sulla seguente tabella di valori (Tab. 5.1):

Altre colture permanenti	25	0.04
Arbusteto	12	0.08
Area a vegetazione rada	33	0.03
Aree adibite a parcheggio	10	0.1
Aree destinate ad attività industriali e spazi annessi	9	0.11
Aree destinate ad attivitÃ commerciali e spazi annessi	9	0.11
Aree in trasformazione	25	0.04
Aree incolte nell'urbano	12	0.08
Aree sportive (Calcio, atletica, tennis, ecc.).	40	0.025
Aree verdi associato alla viabilità	40	0.025
Aree verdi private	29	0.035
Bosco di latifoglie	12	0.08
Castagneto dei substrati magmatici	12	0.08
Castagneto dei suoli xerici	12	0.08
Centro città con uso misto, tessuto urbano continuo molto denso	8	0.12
Cimiteri non vegetati	10	0.1
Fiumi, torrenti e fossi	21	0.048
Fiumi, torrenti e fossi	34	0.022
Frutteti	12	0.08
Luoghi di culto (non cimiteri)	10	0.1
Orno-ostrieto tipico	12	0.08
Ostrio-querceto tipico	12	0.08
Parchi urbani	29	0.035
Pascoli diversi	33	0.03
Rete stradale secondaria con territori associati (strade regionali, provinciali, comunali ed altro)	50	0.02
Robinieto	12	0.08
Rocce nude falesie e affioramenti	67	0.015
Saliceti e altre formazioni riparie	12	0.08
Scuole	10	0.1
Strutture residenziali isolate (discrimina le residenze isolate evidenziando il fatto che sono distaccate da un contesto territoriale di tipo urbano)	10	0.1
Superfici a copertura erbacea: graminacee non soggette a rotazione	29	0.035
Superfici a prato permanente ad inerbimento spontaneo, comunemente non lavorata	29	0.035
Terreni arabili in aree irrigue	33	0.03
Terreni arabili in aree non irrigue	33	0.03
Tessuto urbano discontinuo denso con uso misto (Sup. Art. 50%-80%)	9	0.11
Tessuto urbano discontinuo medio, principalmente residenziale (Sup. Art. 30%-50%)	10	0.1
Tessuto urbano discontinuo rado, principalmente residenziale (Sup. Art. 10%-30%)	10	0.1
Vigneti	17	0.06

Tab. 5.1 – Tabella valori scabrezza (Ks, n) utilizzati per i diversi usi del suolo (tratto da Chow, 1959)

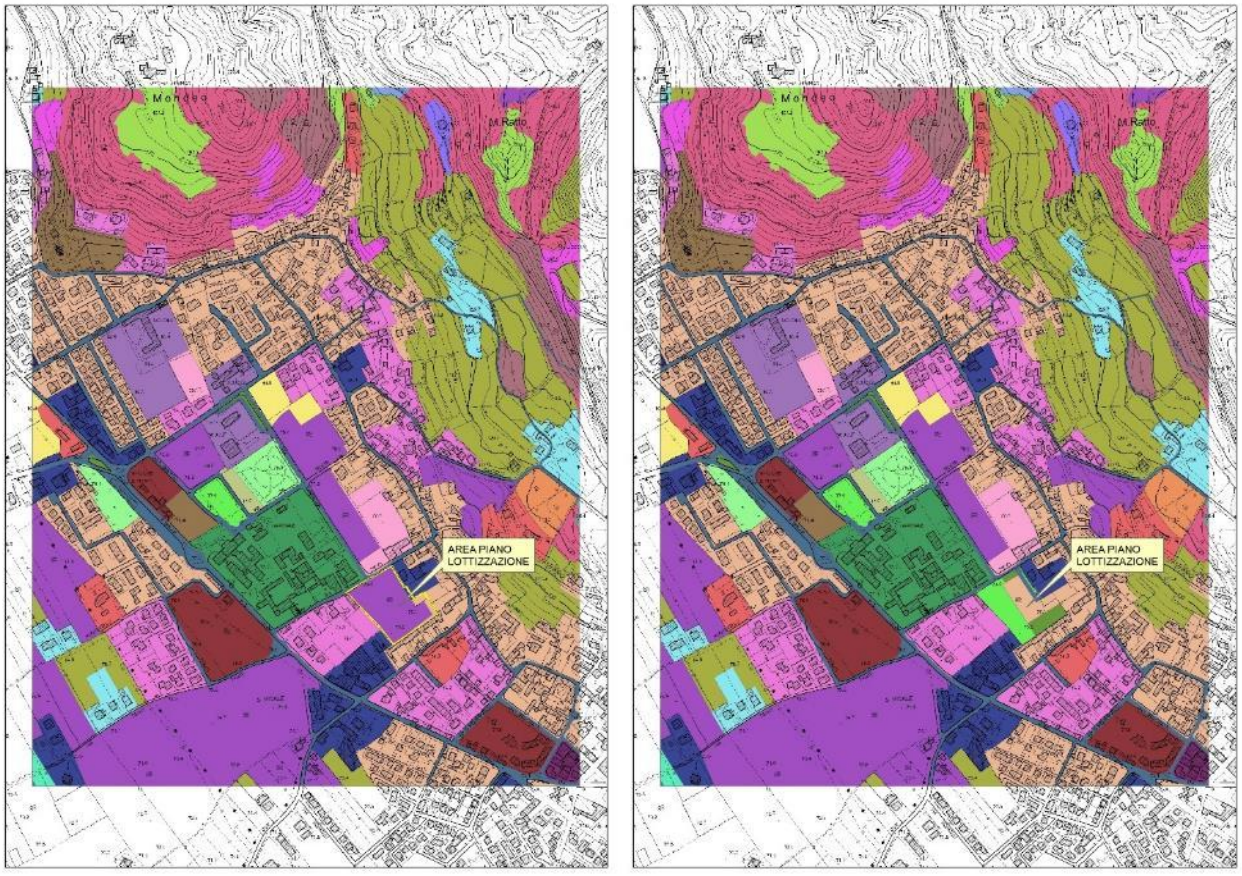


Fig. 5.1-5.2 – Mappa distribuita del coefficiente di scabrezza utilizzato nelle simulazioni propagatorie stato attuale e stato di progetto.

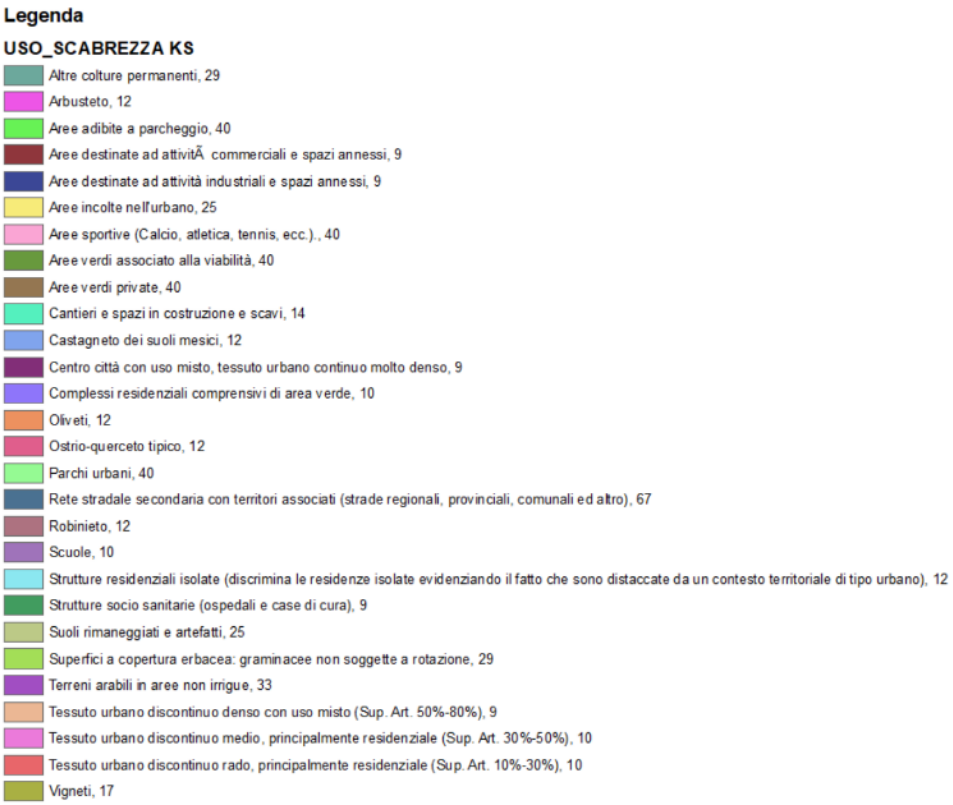


Fig. 5.3 – Legenda uso del suolo e specifici valori di scabrezza

Per lo stato di progetto la mappa dei Ks è stata opportunamente modificata assegnando i corretti valori di Ks all'area di progetto ed in particolare dal valore di Ks 33 valido per l'intera area agricola attuale ai valori di 40 $m^{1/3}$ s^{-1} per le zone destinate a parcheggio, 50 $m^{1/3}$ s^{-1} per la nuova viabilità e 9.0 $m^{1/3}$ s^{-1} per l'area occupata destinata all'edificazione.

Trattandosi di un fenomeno che, all'interno della struttura conoidale, è classificabile come un'alluvione torrentizia, ove i fenomeni di trasporto solido però sono quasi trascurabili (fenomeni di esondazione sostanzialmente di acqua chiara con bassissima concentrazione di sedimento e propagazione su zone densamente urbanizzate e inerodibili, come già indicato nella scheda conoide), per quanto riguarda la relazione di chiusura relativa alla concentrazione, si assume che la concentrazione dei sedimenti sia uguale cautelativamente alla massima capacità di trasporto (ipotesi di adattamento immediato), pari cioè alla concentrazione che si avrebbe in condizioni di moto uniforme con velocità e profondità pari ai valori assunti istantaneamente e localmente ed in condizioni di rifornimento illimitato di sedimento da monte.

La relazione che viene usata nel modello deriva dalla relazione di Meyer-Peter & Muller sotto l'ipotesi che lo sforzo al fondo τ_0 sia molto maggiore dello sforzo critico τ_c. Assumendo inoltre che lo sforzo al fondo possa essere approssimato con una espressione di tipo Darcy-Weisbach $\tau_0 = \rho_w f_0 \, u^2$, con f_0 un coefficiente di attrito, la relazione usata è quindi espressa dalla seguente formula:

$$c = c_b \beta \frac{|\vec{u}|^2}{gh}$$

in cui β è un parametro di trasporto adimensionale. β dipende dalla portata liquida Q_{liq}. Quindi, al variare della portata liquida, varia la stima di β.

Per ottenere un unico valore di β valido per l'intero idrogramma liquido, sono considerate tutte le portate $Qliq_j$ che comportano trasporto solido, ovvero quelle tali per cui il parametro di Shields θ è maggiore del valore critico θ_c ; in particolare, il numero delle portate che soddisfano tale condizione è indicato con n_{TS}.

Le n_{TS} portate $Qliq_j$ vengono utilizzate una ad una per risolvere n_{TS} volte un sistema di equazioni basato sull'ipotesi di moto uniforme. Con tale sistema, per ciascun valore di $Qliq_j$ si ricava un β_j , a cui viene poi attribuito un peso w_j .

Infine, ciascun βj è moltiplicato per il suo peso w_j , ricavando così una stima pesata di β.

Le equazioni che compongono il sistema per la stima sono:

• le equazioni del metodo volumetrico;

• la relazione di moto uniforme di Gauckler e Strickler per la mistura;

• la relazione di chiusura sulla c (in cui compare β)

• una relazione di moto uniforme per la stima portata solida. A seconda della pendenza i_F del tratto in ingresso al campo di moto si considerano due relazioni diverse:

- se $i_F \leq 0.025$ allora si considera la relazione di Meyer-Peter e Müller (1948)

$$Q_{sol_j} = 8B\sqrt{g\Delta d_{50}^3}\left(\frac{i_F h_j}{\Delta d_{50}} - \theta_c\right)^{3/2}$$

- se $i_F > 0.025$ allora si considera la relazione di Smart e Jaeggi (1983)

$$Q_{sol_j} = B\sqrt{g\Delta d_{50}^3}4\left(\frac{d_{90}}{d_{30}}\right)^{0.2}(i_F)^{0.6}\left(\frac{i_F h_j}{\Delta d_{50}}\right)^{0.5}\left(\frac{i_F h_j}{\Delta d_{50}} - \theta_c\right)\left(\frac{u_p}{u_*}\right)_j$$

in cui d_{30}, d_{50} e d_{90} sono, rispettivamente, i lati della maglia del setaccio che lascino passare il 30%, 50% e il 90% in peso del campione e u^* è la velocità di attrito. Le incognite sono $Qmix_j$, $Qsol_j$, c_j , β_j , h_j e u_p/u^*_j. Nella relazione di Smart e Jäggi q_c vale 0.05; inoltre, come suggerito dagli autori, il termine $(d_{90}/d_{30})^{0.2}$ viene posto pari a 1.05.

Questo approccio permette un limitato aggravio numerico pur mantenendo una struttura fisicamente basata. Nonostante gli inevitabili limiti di questo approccio, vari esperimenti hanno mostrato che le suddette relazioni sono ragionevolmente valide.

Per ciò che riguarda la stima dei parametri in input alla simulazione, la stima è stata eseguita utilizzando ove possibile i dati derivanti dalle analisi granulometriche e geotecniche di laboratorio su materiali analizzati in altri bacini dalle caratteristiche geologiche del tutto simili in particolare per ciò che riguarda i parametri Δ e ϕ_d. Per l'area il d_{90} utilizzato è pari a 0.25 m.

Per la stima del parametro Ks per la sezione di entrata al dominio si è fatto riferimento alla classica equazione proposta da Muller

$$Ks = 26/d_{90}^{1/6}$$

che fornisce un valore pari a 32.7. Per tener conto del fatto che la sezione di ingresso al dominio di calcolo è di fatto su strada asfaltata, tale valore è arrotondato in eccesso a 35 $m^{1/3}s^{-1}$. Tale valore è stato impostato come valore di base in corrispondenza della sezione di ingresso dell'immissione della portata. Sul resto del dominio di calcolo vengono invece utilizzati i valori in Tab. 5.1.

Riassumendo, i parametri utilizzati nelle simulazioni sono stati:

Δ = 1.65

Coeff. Ks [$m^{1/3}/s$]: 35.0

Concentrazione di massimo impaccamento del materiale cb [-] : 0.65

Diametro caratteristico di trasporto (d_{90} da distribuzione granulometrica): 250 mm

Parametro di trasporto β [-]: variabile e stimato in automatico dal software sulla base dell'idraulica di moto uniforme calcolata nella sezione media di entrata del campo di moto e della Cv_{max} del fenomeno.

if = variabile tra 0.09 (pendenza in ingresso al campo di moto nella sezione di entrata)

Il sedimentogramma in input è quello stimato dal codice mediante l'applicazione della formula di Smart e Jaeggy (1983) con due diversi scenari collegati agli idrogrammi di riferimento TR100 scaricati dal portale SIGMA, simulati per piogge critiche di durata 3.5 ore (Scenario 1) e 30 minuti (Scenario 2).

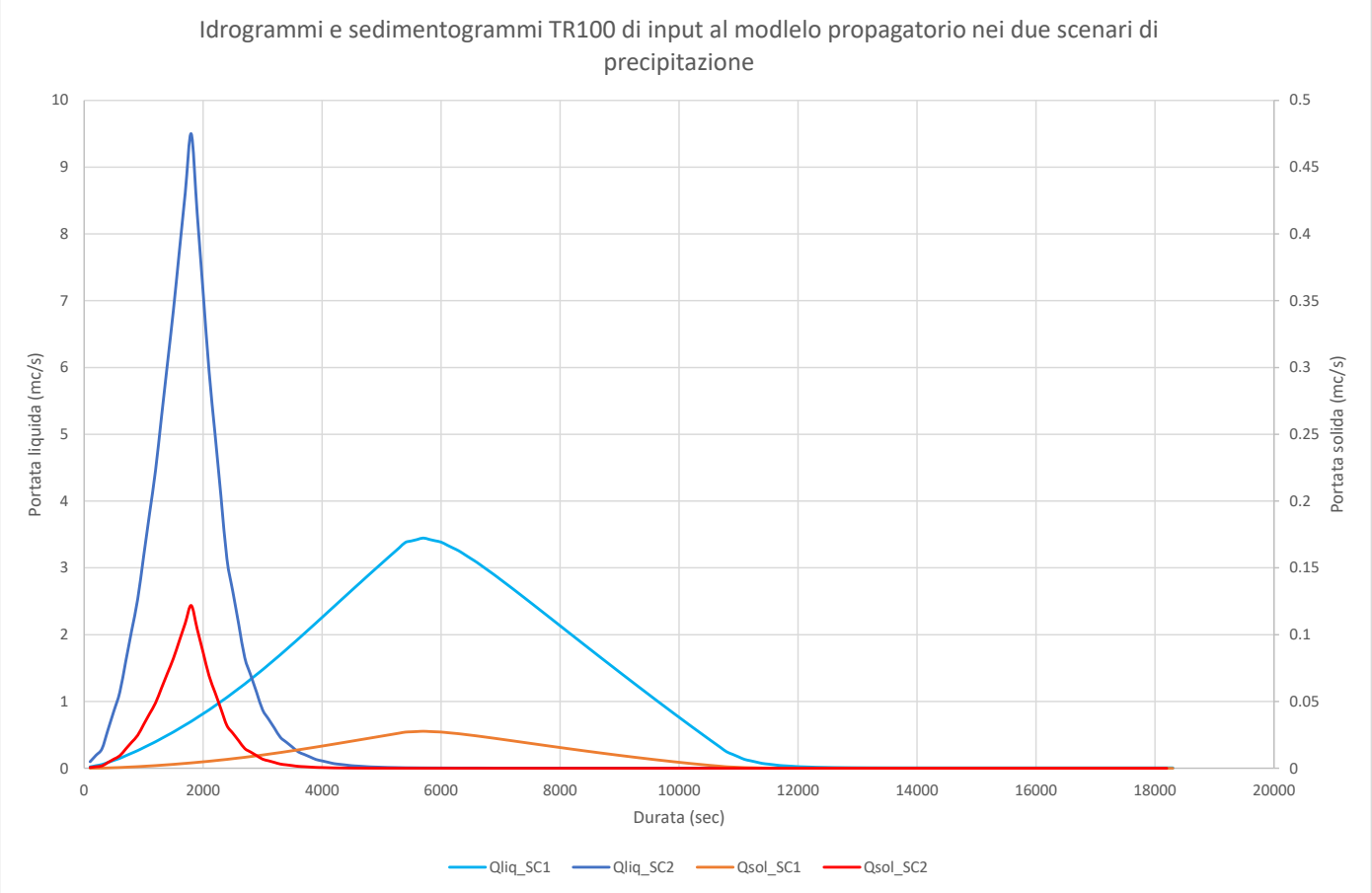


Fig. 5.4 – Idrogrammi e sedimentogrammi TR100 anni simulati per il collettore di Via SS. Trinità all'apice del conoide ed in ingresso al dominio di calcolo per i due scenari idrologici simulati (fonte dati idrologici portale SIGMA).

5.2. Definizione e verifica del dominio di calcolo

La base topografica utilizzata per implementare la morfologia del dominio di calcolo nel modello bidimensionale *TRENT2Dts* è stato un modello digitale del terreno (DTM) con risoluzione di 1 metro, che è stato acquisito dal sistema informativo SIGMA, il quale è sufficientemente dettagliato per rappresentare lo stato attuale. Lo stesso modello digitale del terreno è stato implementato anche per la trasformazione urbanistica. Come detto, in questa fase progettuale di Piano non vi sono elementi edificatori ancora definiti e quindi si sono variate solamente le scabrezze delle aree come in precedenza evidenziato. Il dominio è stato delineato in modo da soddisfare i criteri dell'Allegato I del PGRA. Nella fattispecie, il dominio di calcolo sul quale è stata sviluppata la procedura di calcolo è costituito da tutte le porzioni di territorio che possono essere allagate dal fenomeno di alluvione torrentizia, nel momento in cui la corrente fuoriesce dall'alveo; inoltre è stata anche adottata un'estensione congruente con le aree già indagate nello studio depositato ed approvato per la modifica del PGRA. In Figura che segue è visibile il dominio di calcolo utilizzato per le simulazioni idrauliche, sia per lo stato attuale sia per lo stato di progetto.

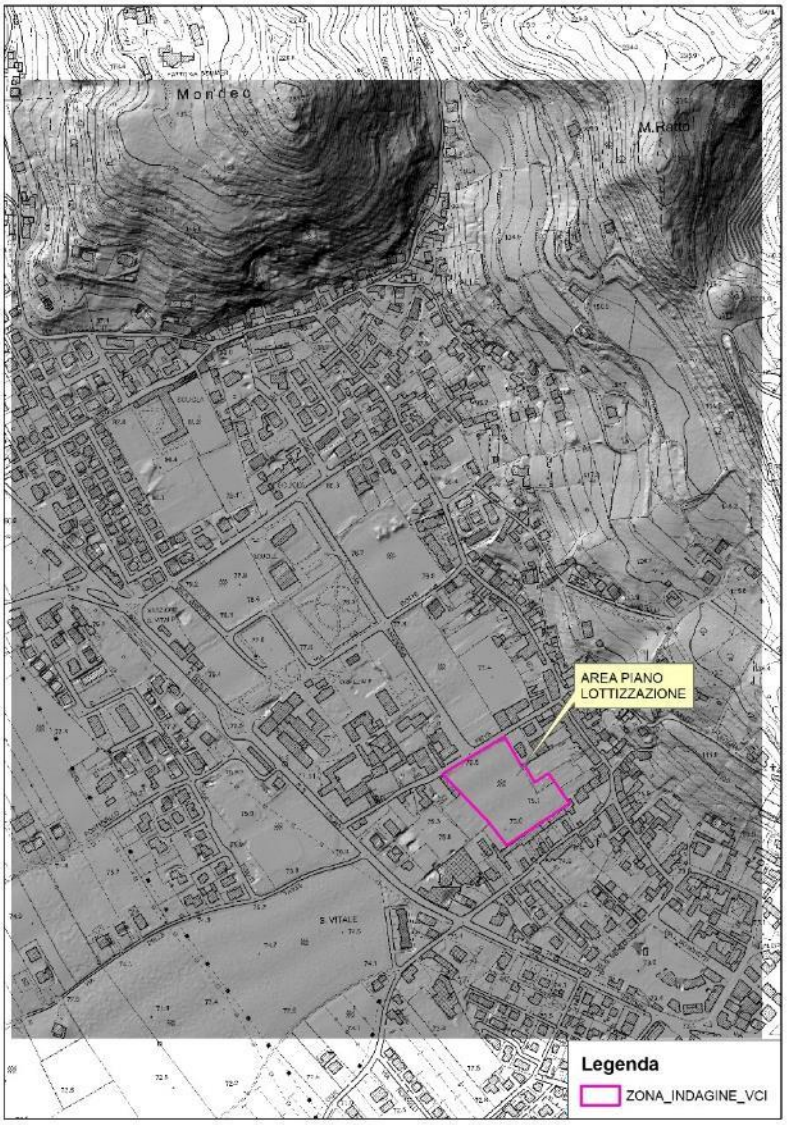
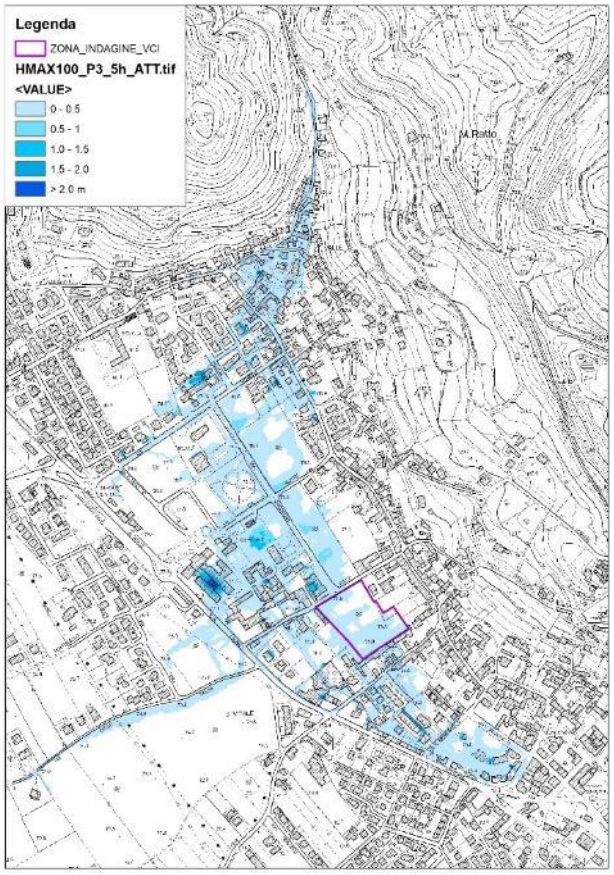


Figura 5.5 – Dominio di calcolo dello stato attuale e dello stato di progetto.

6. RISULTATI DELLE SIMULAZIONI

Le simulazioni condotte per lo stato attuale con TRENT2Dts hanno prodotto dei risultati del tutto comparabili con i dati prodotti e validati dall'Autorità di Bacino del Distretto delle Alpi Orientali, nello studio di aggiornamento del PGRA. Le aree allagabili sono quindi sostanzialmente le medesime, con solo lievissime differenze, del tutto trascurabili, le quali possono essere ricondotte a una differente interpolazione dei dati topografici nella creazione del dominio di calcolo eseguita dal software e dal motore di calcolo dei software utilizzati, probabilmente diverso. Per certi versi le simulazioni sull'area di piano sono risultate maggiormente cautelative evidenziando aree interessabili o leggermente superiori. Nei successivi paragrafi si descrivono i risultati e le differenze che si sono colte tra lo stato attuale (come depositato all'Autorità di Bacino), volendo precisare che per le finalità di questo studio tutte le simulazioni si riferiscono a un evento con TR di **100 anni,** come richiesto dalla normativa per le valutazioni di compatibilità idraulica.

6.1. Stato attuale



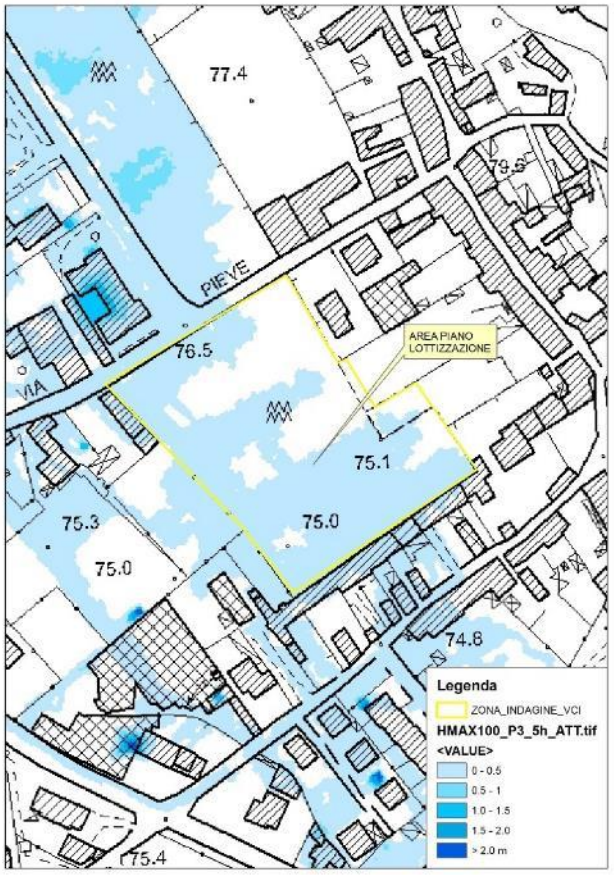
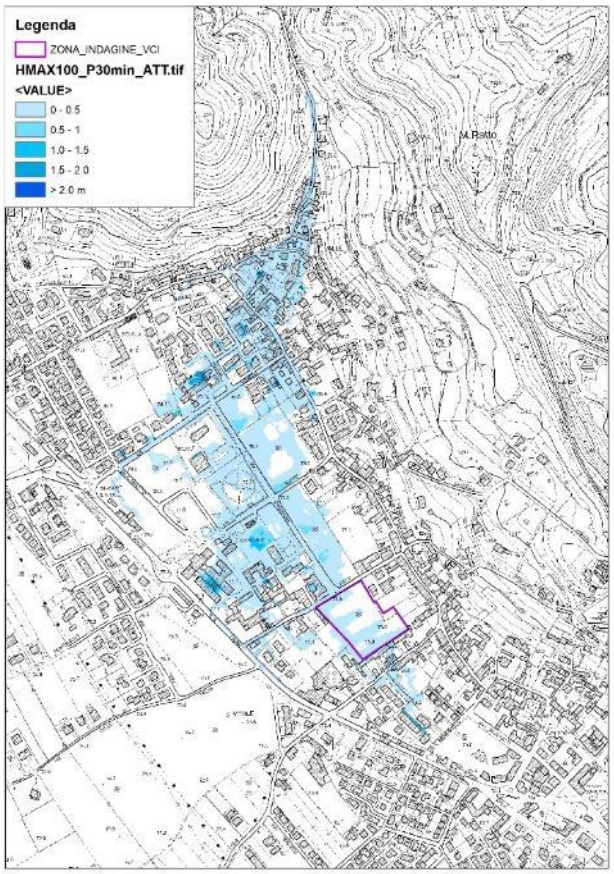


Fig. 6.1 – 6.2 - Massimo tirante TR100 simulato - Stato attuale **Scenario 1**



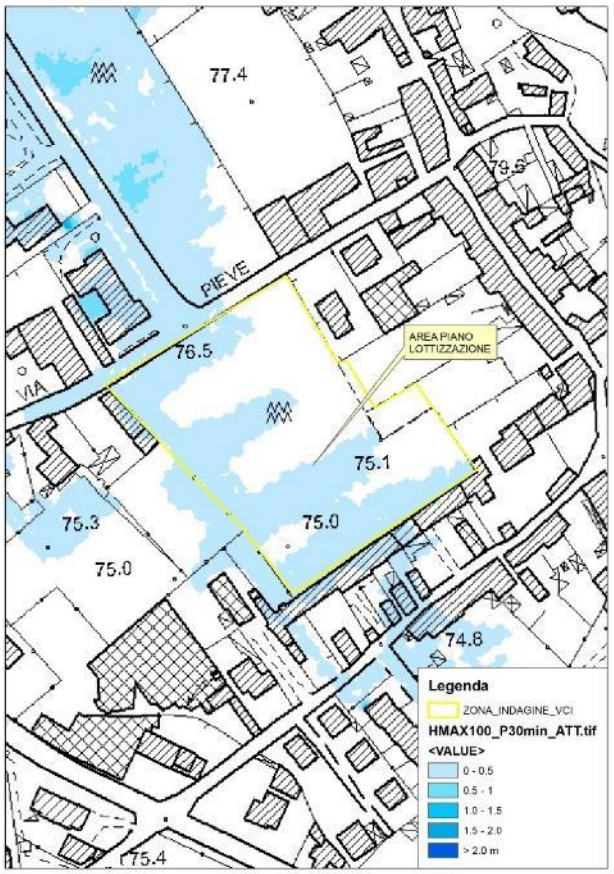
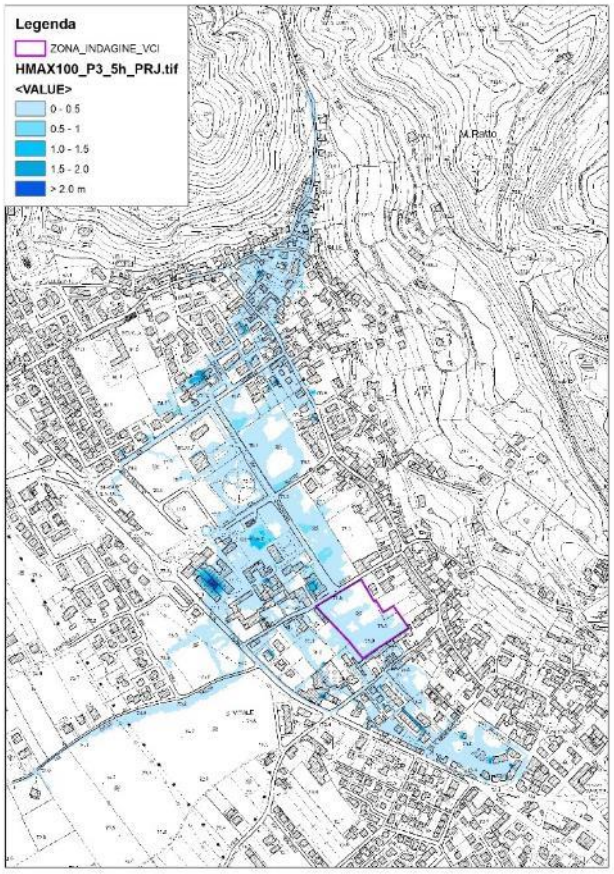


Fig. 6.3 – 6.4- Massimo tirante TR100 simulato - Stato attuale **Scenario 2**

6.2. Stato di progetto



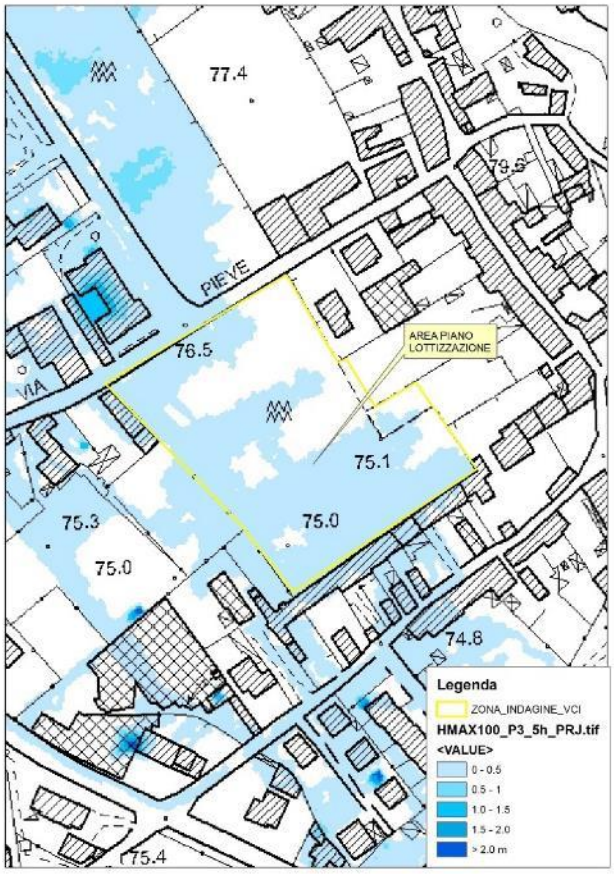
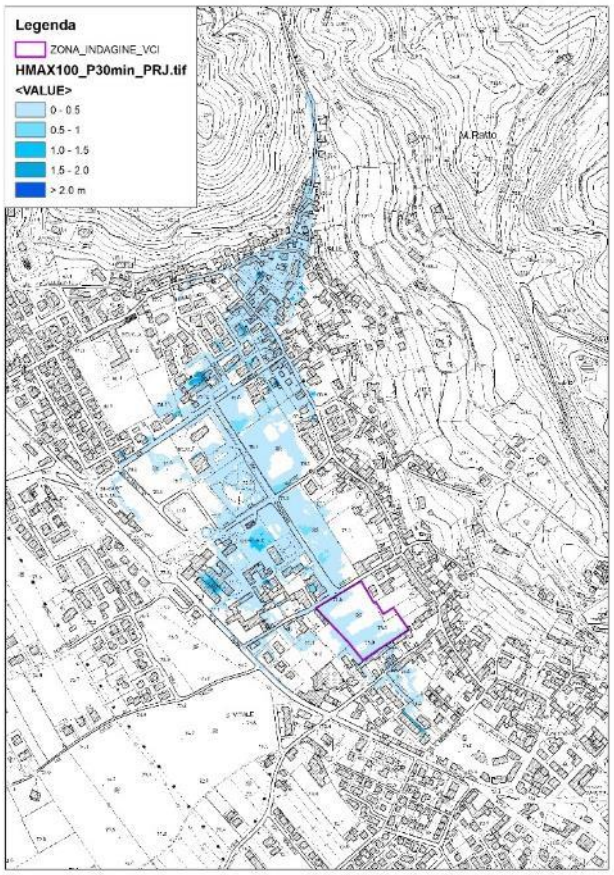


Fig. 6.5 – 6.6 - Massimo tirante TR100 simulato - Stato di progetto **Scenario 1**



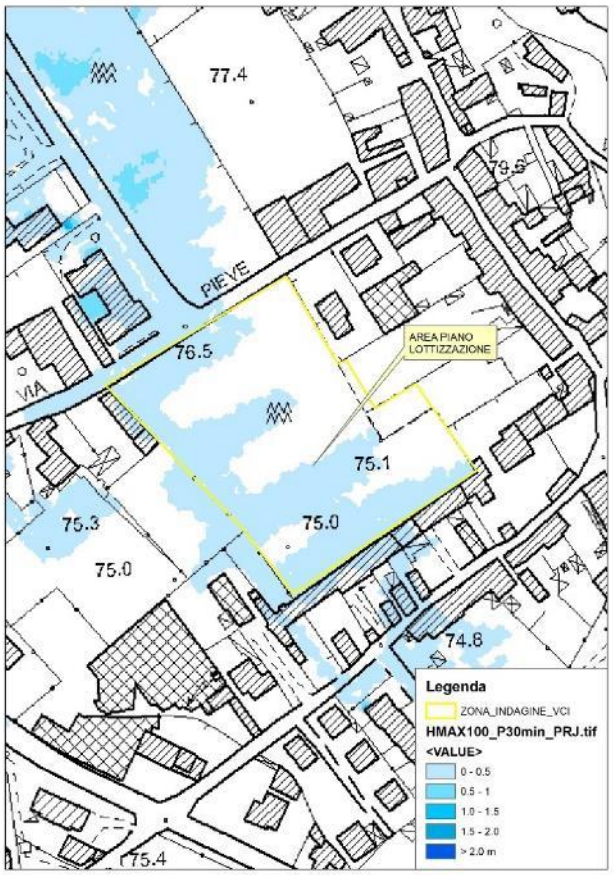
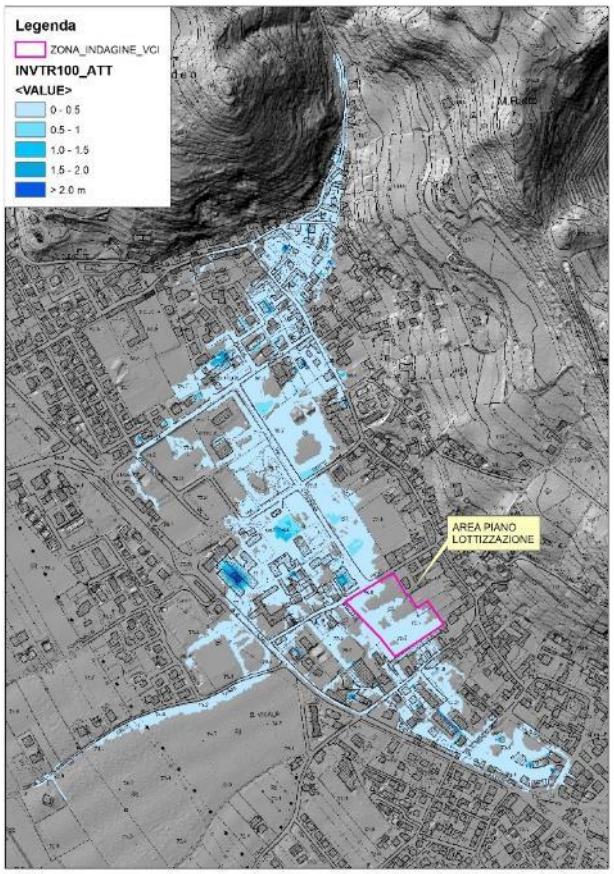


Fig. 6.7 – 6.8 - Massimo tirante TR100 simulato - Stato di progetto **Scenario 2**



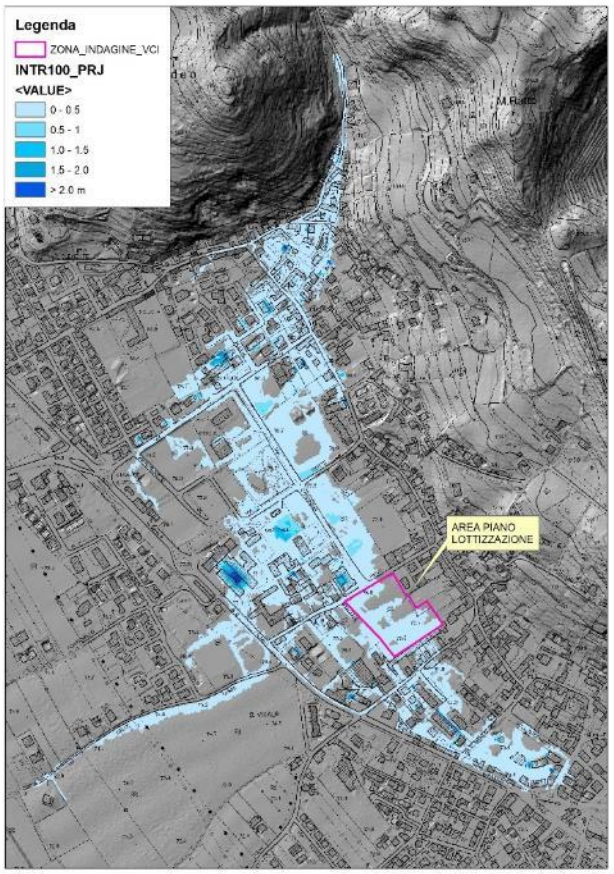
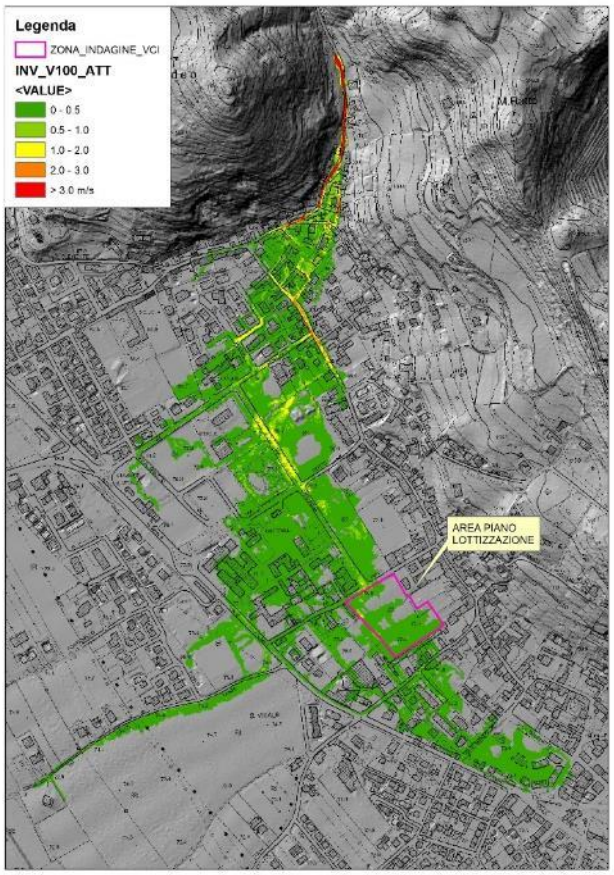


Fig. 6.9 – 6.10 – Inviluppo tiranti TR100 – Stato attuale e Stato di progetto – Scenari 1-2



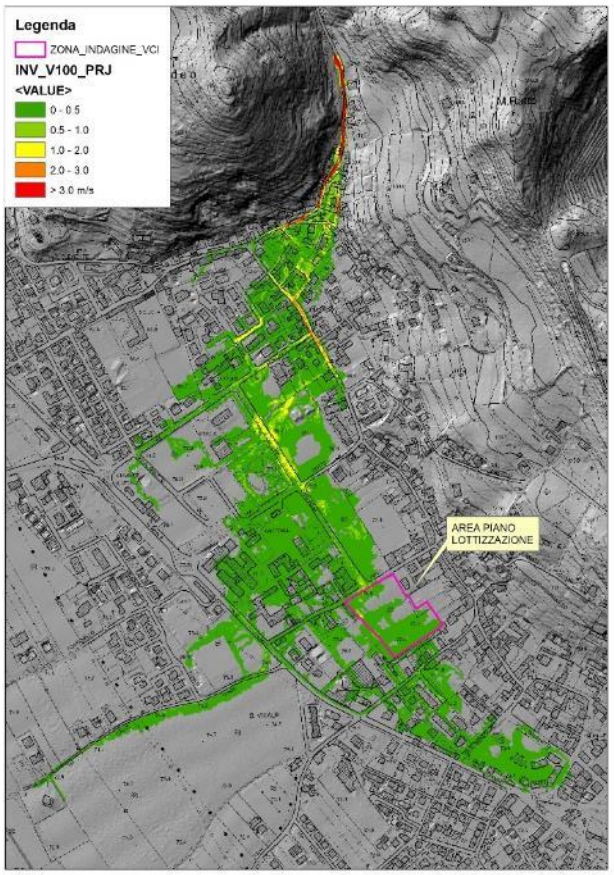


Fig. 6.11 – 6.12– Inviluppo velocità TR100 – Stato attuale e Stato di progetto – Scenari 1-2

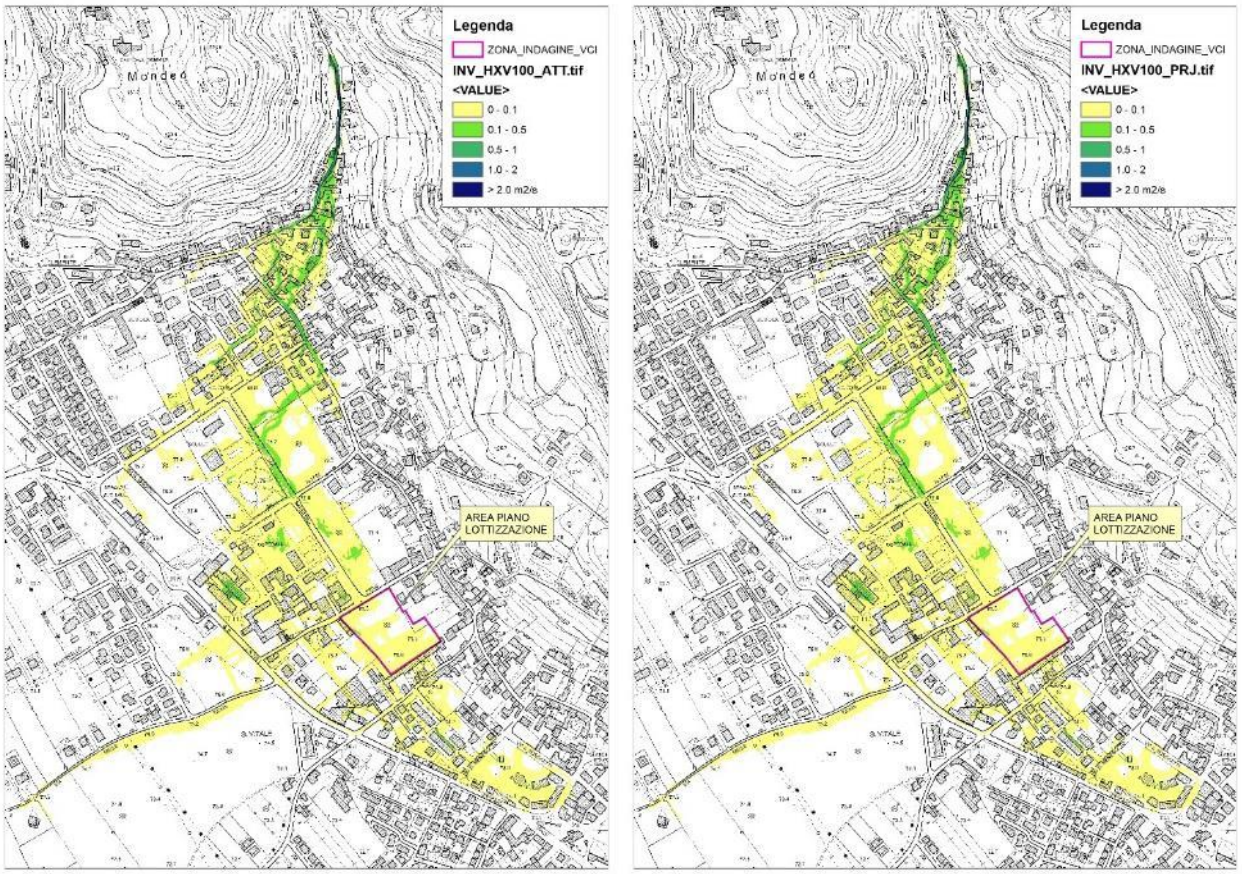


Fig. 6.13 – 6.14 – Inviluppo prodotto tirante x velocità TR100 – Stato attuale e Stato di progetto – Scenari 1-2

È possibile analizzare l'area agricola attuale ove è previsto l'intervento, caratterizzata da un perimetro permeabile al flusso in arrivo sostanzialmente da Via Pieve ove i tiranti risultano molto limitati e contenuti al massimo entro i 50 cm centimetri, rientrando così nella classe "h < 0.5 m". Lo stesso dicasi per i valori di velocità che rimangono quasi ovunque sotto i 0.5 m/s così come i valori del prodotto tirante x velocità.

6.3. Differenze con valori PGRA

Da un punto di vista delle aree allagabili, non si evidenziano differenze significative, in particolare nell'area di intervento, con i itiranti dello studio condotto e validato dall'Autorità di Bacino del Distretto delle Alpi Orientali per la procedura di aggiornamento del PGRA ai sensi dell'Art.6 delle Norme di attuazione. Solo localmente si riscontrano differenze di lievissima entità del tutto trascurabili, riconducibili a una diversa interpolazione dei dati topografici e del Ks da parte del software di calcolo. Di seguito si riportano le figure di confronto tra i tiranti TR100 scaricati dal portale SIGMA e i tiranti dello stato attuale simulati con il codice TRENT2Dts.



Fig. 6.15 – 6.16 – Confronto tiranti TR100 SIGMA e simulati con TRENT2Dts sull'intero dominio di calcolo

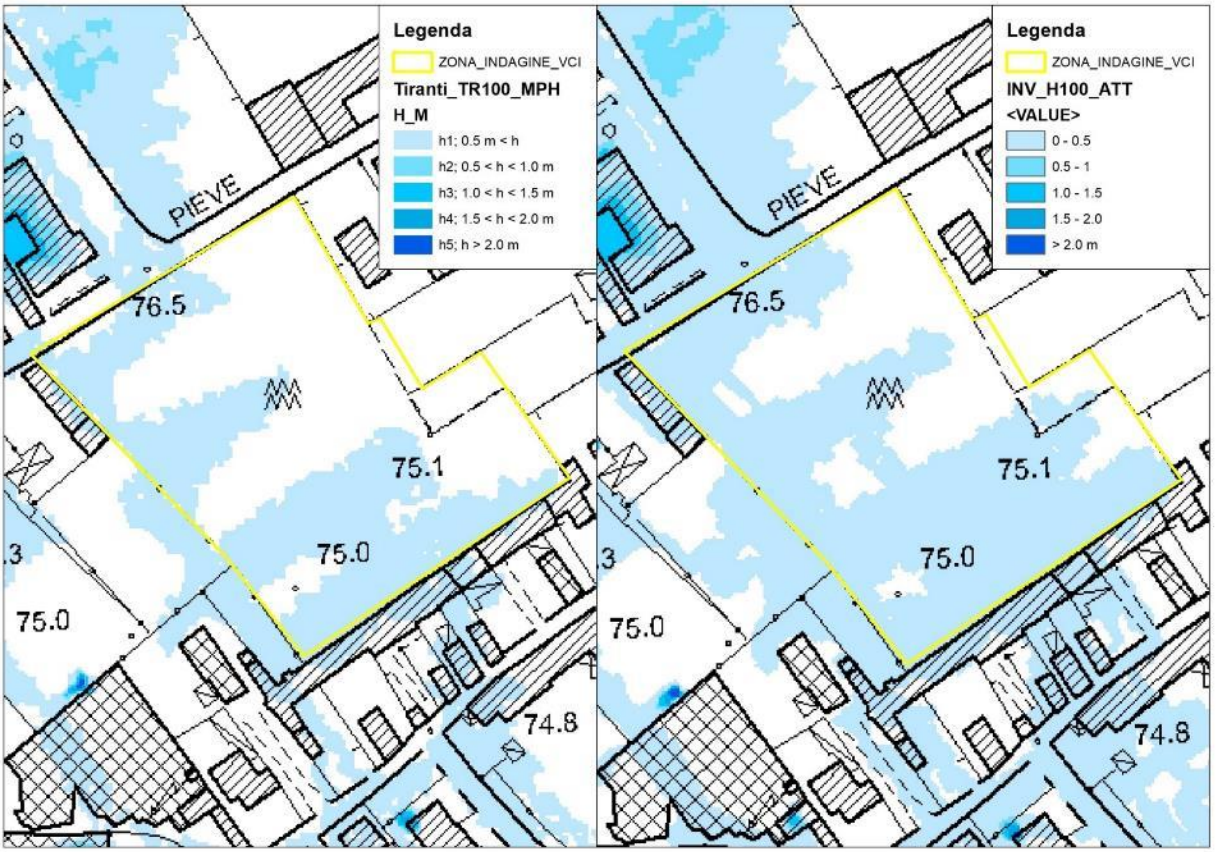


Fig. 6.17 – 6.18 – Confronto tiranti TR100 SIGMA e simulati con TRENT2Dts sull'area di intervento.

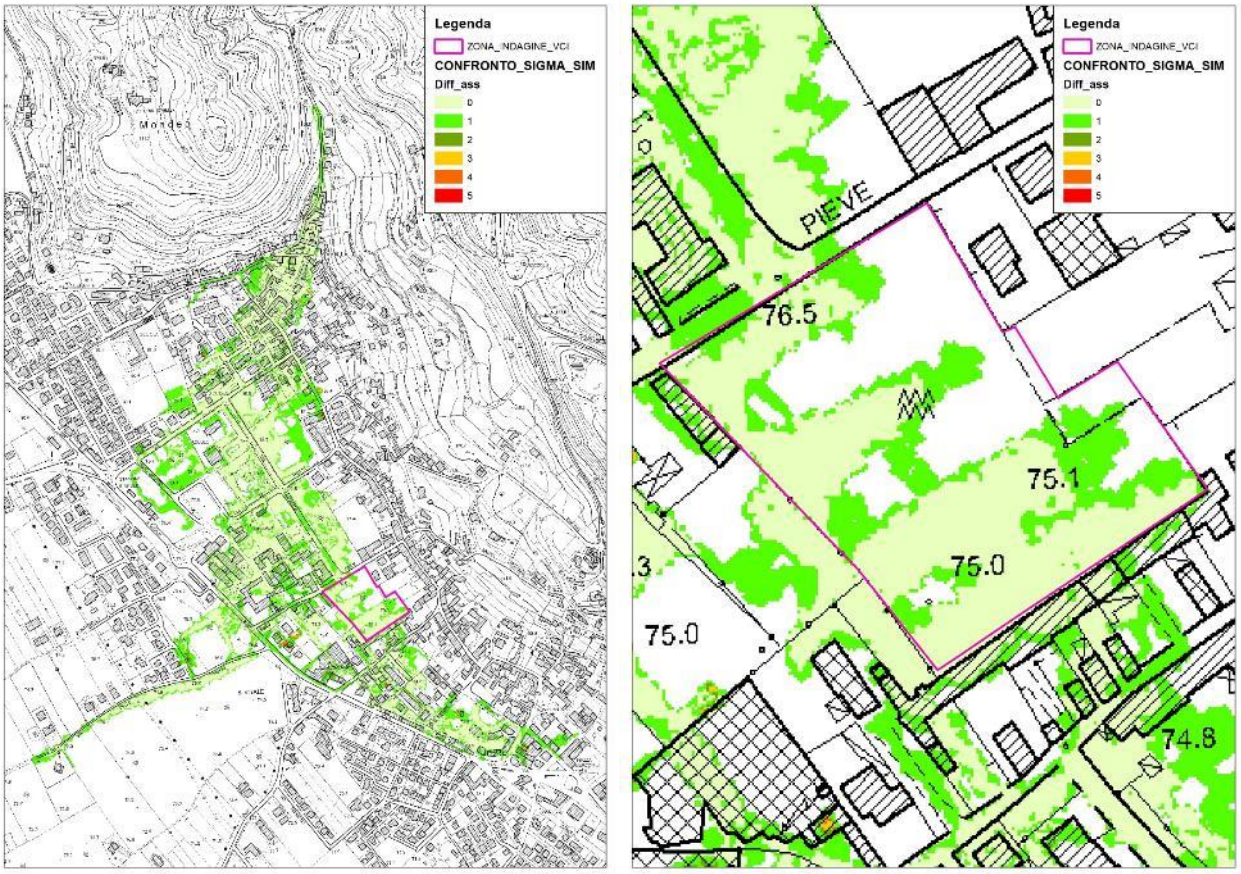


Fig. 6.19 – 6.20 – Confronto classi tirante TR100 SIGMA e simulati con TRENT2Dts sull'area di intervento.

6.4. Scenario di progetto

Lo scenario di progetto presenta di fatto la medesima estensione dell'area allagata e valori molto simili di tirante, velocità e prodotto *hv* con lo stato attuale. Il massimo valore di tirante simulato all'interno del perimetro dell'area di piano è pari a 0.47 m.

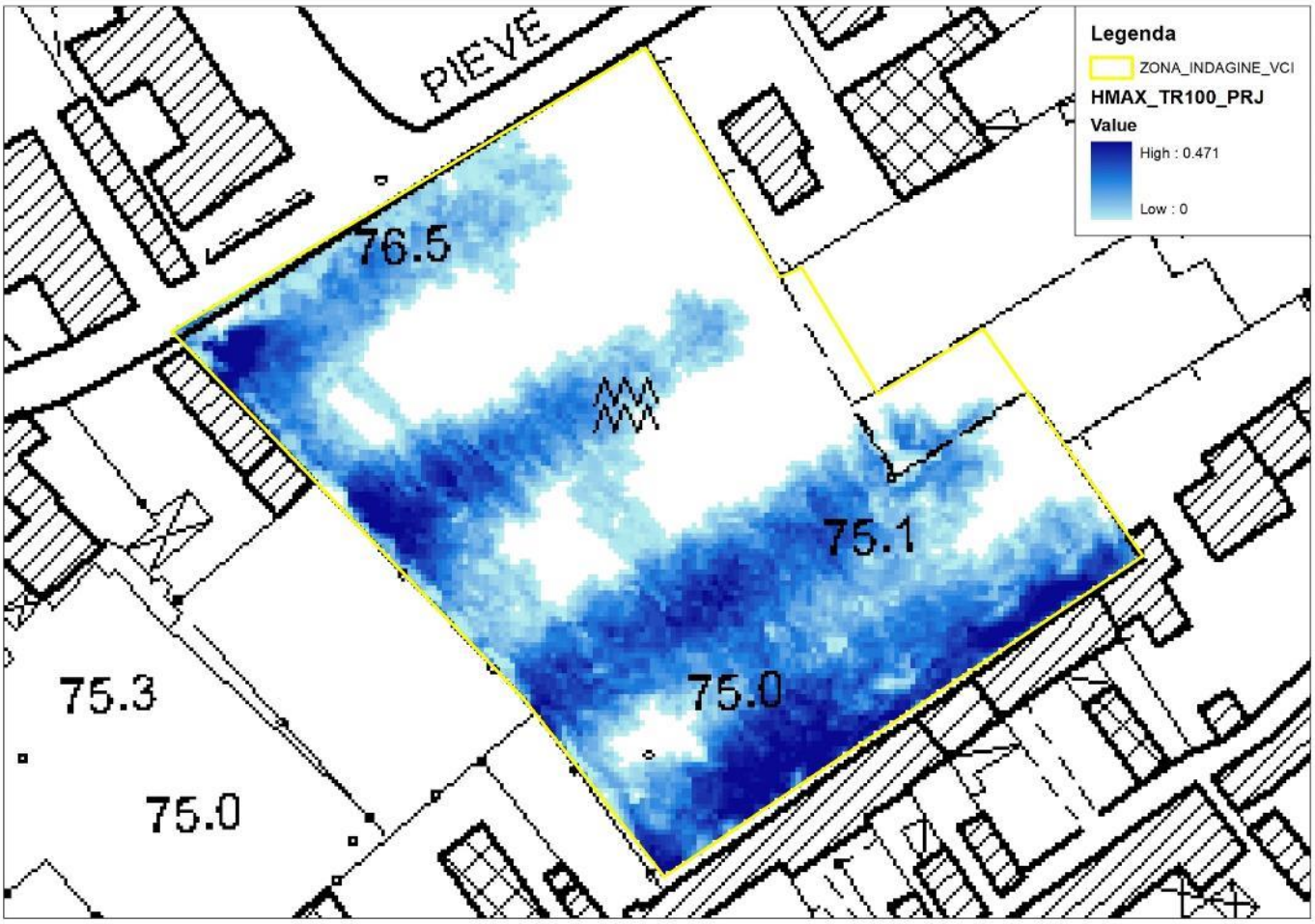


Fig. 6.21 –Tiranti TR100 simulati con TRENT2Dts sull'area di intervento nello stato di progetto (valore massimo 0.47 m)

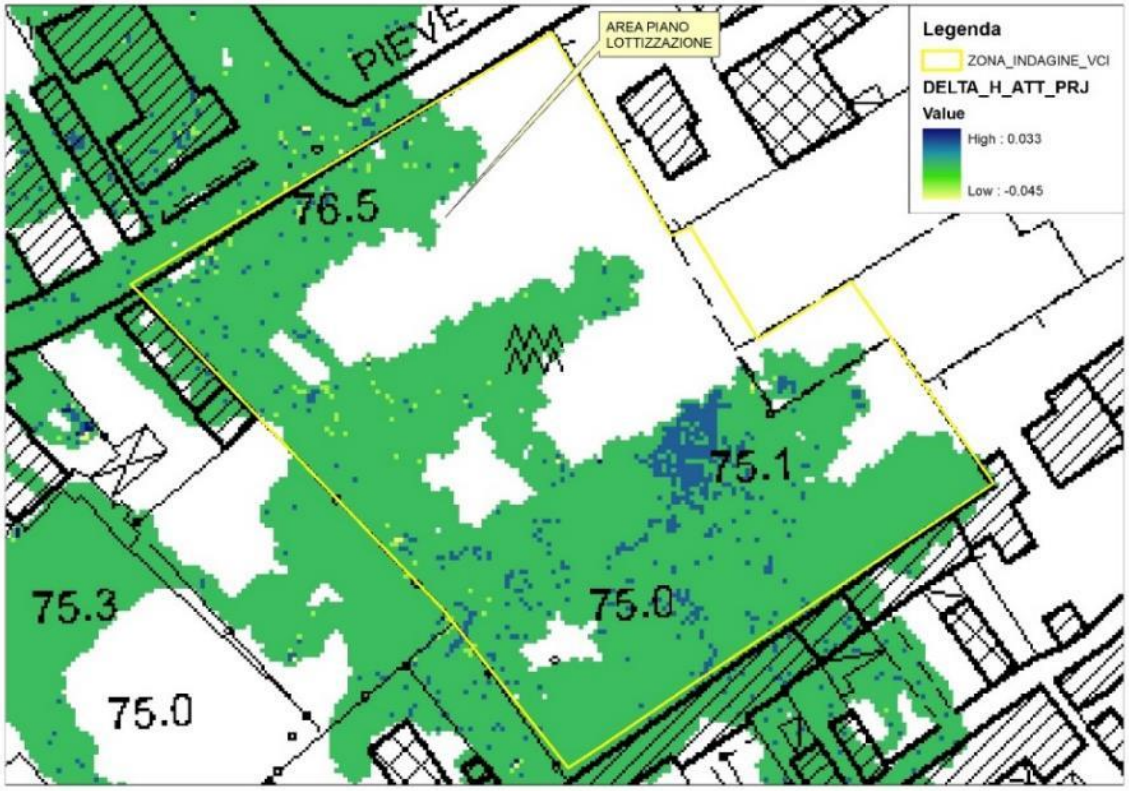
6.5. Differenze tra stato attuale e stato di progetto

Al fine di apprezzare le differenze indotte a seguito del piano è stata eseguita una comparazione sia dei tiranti sia delle velocità riferiti allo stato attuale e allo stato di progetto.

Le differenze dei tiranti sono minime, a tratti nulle o addirittura negative ove la riduzione della scabrezza comporta riduzione dei tiranti e comunque nel complesso classificate entro i 3-4 cm d'acqua. L'intervento non comporta inoltre variazioni significative di tiranti e velocità nelle aree contermini, che rimangono sempre entro limiti riconducibili all'interpolazione del DTM ed alla precisione del modello.

Mettendo a confronto le velocità non si riscontrano anche in questo caso variazioni significative e comunque sempre contenute entro i 0.05 m/s, attribuibili ad una leggera instabilità numerica del

modello nelle zone di cambio del Ks (interpolazione mappe Ks sul DTM), rientranti comunque nelle tolleranze della modellazione.



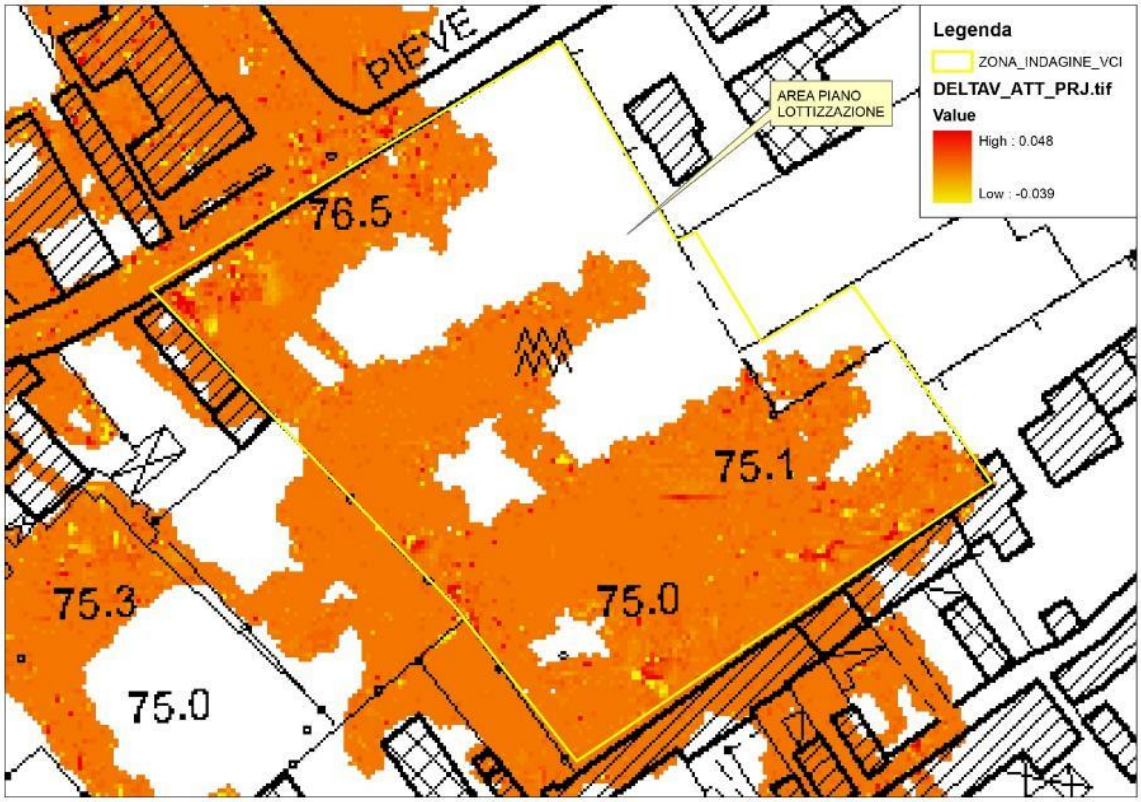


Fig. 6.22 - 6.23- Differenze in tirante e velocità TR100 anni tra stato ATTUALE e di PROGETTO

6.6. Analisi dello stato di pericolo

Il grado di pericolo è ottenuto dalla combinazione del tirante e della velocità, mediante la quale si ottiene la mappa del pericolo relativa allo stato attuale e allo stato di progetto. Entrambe si riferiscono esclusivamente a un evento alluvionale con un tempo di ritorno di 100 anni.

A livello comparativo non si evidenziano differenze significative, anzi è possibile apprezzare una forte similitudine, con la quale si può affermare che la realizzazione del progetto non comporta un alcun aggravio del grado di pericolo.

L'area d'intervento (solo parzialmente) sia per lo stato attuale sia per lo stato di progetto ricade, per l'evento **TR100 anni**, nella classe di pericolo massimo P1. Trattasi di una classe di pericolo inferiore rispetto al pericolo della direttiva alluvioni, perché la cartografia ottenuta in questo studio si riferisce al solo tempo di ritorno di 100 anni, mentre la cartografia ottenuta dall'Autorità di Bacino del Distretto delle Alpi Orientali è derivata dall'inviluppo dei diversi tempi di ritorno (30, 100 e 300 anni) ed è per questo motivo che il sito d'intervento ricade nelle classi P1 e P2, nella definizione del grado di pericolo attuale.

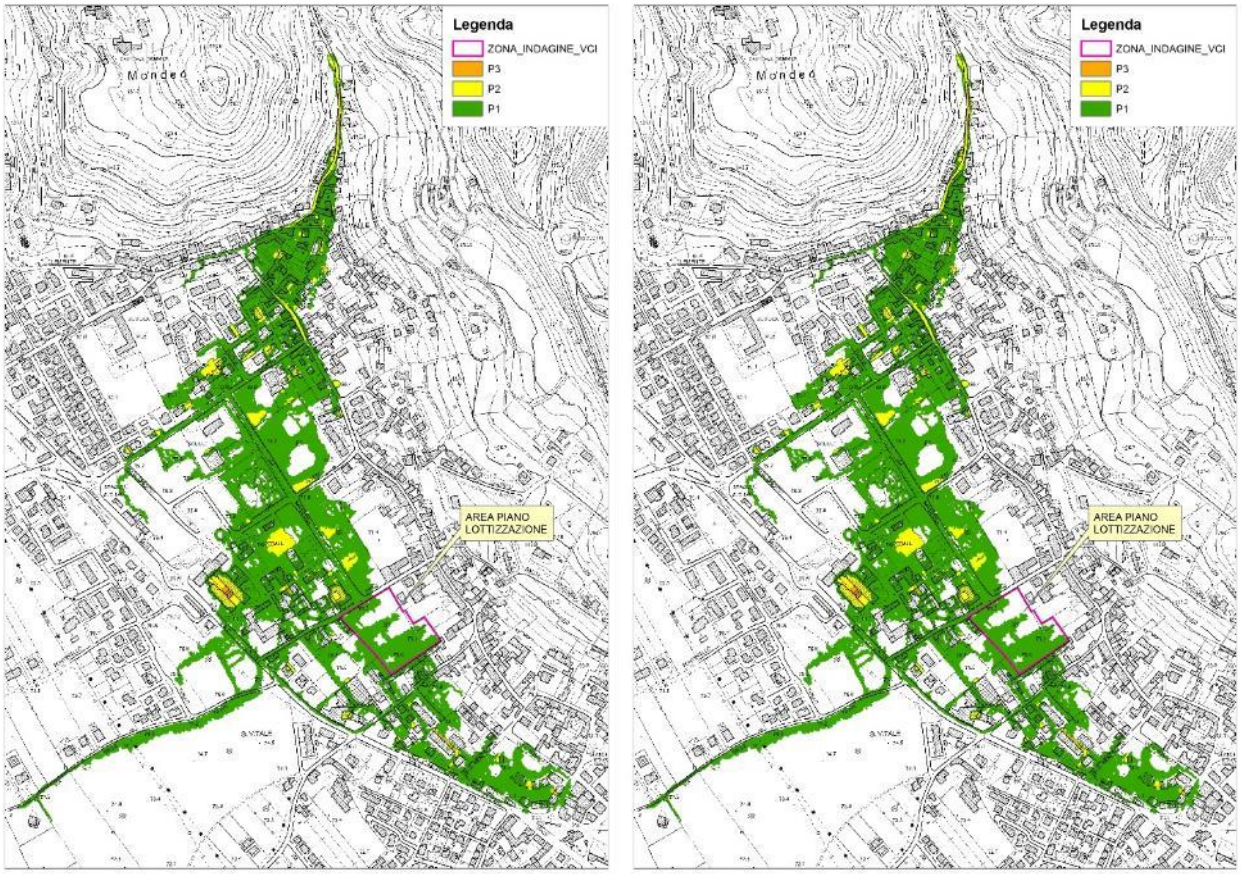


Fig. 6.24 – 6.25 - Pericolosità simulata TR100 anni nello stato ATTUALE e di PROGETTO

7. MISURE DI MITIGAZIONE PRESCRITTE

Trattandosi di un'area e di futuri nuovi edifici ancora raggiungibili dai fenomeni propagatori potenzialmente in arrivo per propagazione dei fenomeni di piena liquida a basso trasporto solido in arrivo dal collettore di Via SS. Trinità, seppur non sull'intero lotto, per la completa compatibilità del progetto di piano appare necessaria la predisposizione di una serie di misure di mitigazione, atte a ridurre quanto più possibile la vulnerabilità, anche alla luce di possibili fenomeni a TR maggiore rispetto a quelli qui simulati (> TR100) e scenari di pericolosità residua, sempre più frequenti con il *climate change* in atto.

Tra le misure di natura prescrittiva di tipo passivo, atte cioè ad impedire quanto più possibile che il flusso possa raggiungere le aree e i futuri edifici si prescrive che la quota zero di ingresso dell'area (o almeno degli edifici futuri) si posizioni a +0.50 m, rispetto alla quota attuale e comunque rispetto all'intorno, dato che i massimi tiranti simulati entro l'area si attestano su 0.47 m. Con tale innalzamento, nell'ipotesi di un eventodi piena centenaria come quello qui simulato, l'area e gli edifici che su di essa verranno realizzati dovrebbe raggiungere una condizione di sufficiente sicurezza idraulica, fatto salvo la variabilità ed eventi accidentali difficili o impossibili da prevedere e modellizzare che possono condizionare la tipologia di fenomeno indagato e la propagazione del flusso.

8. CONCLUSIONI

A seguito di studio specifico sull'attività torrentizia del collettore lungo Via SS. Trinità condotto ed approvato dall'Autorità di Bacino del Distretto delle Alpi Orientali, è stato eseguito l'aggiornamento del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni (PGRA) 2021-2027 nel Comune di Montecchio Maggiore (VI), ai sensi dell'art. 6 comma 4 delle Norme Tecniche di Attuazione. Lo studio di cui sopra ha provveduto a definire le altezze idriche per i diversi tempi di ritorno (30, 100 e 300 anni), da cui derivano le mappe del pericolo e del rischio idraulico sul territorio comunale analizzato. I risultati sono riportati negli elaborati AE15 e AF15 e sono pubblicati nel portale SIGMA.

Per l'esecuzione della presente VCI, l'analisi idraulica ha avuto inizio con la taratura del modello idraulico bidimensionale, che ha portato ad ottenere, per l'evento con TR100 anni, dei risultati del tutto analoghi a quelli già contenuti nello studio di cui sopra, sebbene ci siano alcune lievi differenze, del tutto trascurabili, sulle aree attraversate dal flusso. Questo aspetto è giustificato da una differente interpolazione del dato topografico di partenza e dal differente codice numerico utilizzato.

A partire dalla topografia attuale è stata modellata l'area d'intervento, sulla quale sono state sviluppate le simulazioni di progetto con tempo di ritorno di 100 anni e differente scabrezza del fondo rispetto allo stato attuale.

I risultati ottenuti permettono di affermare che il *"progetto di Piano di Lottizzazione denominato*

"Zanni" sarà realizzato, almeno per l'evento con TR100 anni, in un contesto di oggettiva sicurezza idraulica, fatto salvo la variabilità ed eventi accidentali, che rientrano negli scenari di pericolosità residua, difficili da prevedere con le attuali serie storiche disponibili e da modellizzare, che condizionano la tipologia di fenomeno indagato e la propagazione del flusso. Tale considerazione vale in particolare in questo momento storico di "climate change", caratterizzato da eventi fuori scala sempre più frequenti.

Ad opera realizzata, i tiranti e le direzioni di deflusso nelle zone contermini non sono soggetti a modifica sostanziale rispetto allo stato attuale, per cui non ci sono i presupposti che inducono a una condizione di maggiore pericolo rispetto allo stato attuale.

9. ALLEGATO A – ATTESTATO DI RISCHIO

Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali

Attestato di rischio idraulico

Il sottoscritto Pivetta Umberto codice fiscale PVTMRT52P27L840T nella qualità di Geologo del Comune di tramite l'utilizzo del software HEROLite versione 2.1.0.1, sulla base dati contenuti nell'ambiente di elaborazione creato in data 25-10-2023 chiave 9173561a92797d60958acd2450bf6bba ha effettuato l'elaborazione sulla base degli elementi esposti rappresentati nell'allegato grafico e sotto riportati.

Tabella di dettaglio delle varianti

ID Poligono	Area (mq)	Tipologia uso del suolo prevista nel PGRA vigente	Tipologia uso del suolo dichiarata
1	13 055	Uso del suolo attuale: Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado Classi di rischio attuali: R2, R1	Uso del suolo previsto: Zone residenziali a tessuto discontinuo e rado Classi di rischio previste: R1, R2

Le elaborazioni effettuate consentono di verificare che gli elementi sopra riportati risultano classificabili in classe di rischio idraulico ≤ R2

Il sottoscritto dichiara inoltre di aver utilizzato il software HEROlite versione 2.1.0.1 secondo le condizioni d'uso e di aver correttamente utilizzato le banche dati messe a disposizione da parte dell'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali create in data 25-10-2023 chiave 9173561a92797d60958acd2450bf6bba.

Data compilazione: 07/08/2024

Il tecnico
Pivetta Umberto

Autorità di Distretto delle Alpi Orientali
Si certifica che il presente attestato è stato prodotto con l'utilizzo del software HEROLite versione 2.1.0.1 sulla base dati contenuti nell'ambiente di elaborazione creato in data 25-10-2023 chiave 9173561a92797d60958acd2450bf6bba dall'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Orientali.
Il responsabile del servizio di verifica delle vulnerabilità:
Ing.Giuseppe Fragola Funzionario tecnico con incarico di elevata professionalità.

Allegato cartografico

Stralcio cartografico d'insieme - Uso del Suolo proposto.



Stralcio cartografico d'insieme - Mappa del rischio derivante dal nuovo uso del suolo.



Autorità di Distretto delle Alpi Orientali
Si certifica che il presente attestato è stato prodotto con l'utilizzo del software HEROLite versione 2.1.0.1 sulla base dati contenuti nell'ambien
elaborazione creato in data 25-10-2023 chiave 9173561a92797d60958acd2450bf5bba dall'Autorità di bacino distrettuale delle Alpi Oriental
Il responsabile del servizio di verifica delle vulnerabilità:
Ing.Giuseppe Fragola Funzionario tecnico con incarico di elevata professionalità.

10. ALLEGATI CARTOGRAFICI