

# Nuovo collegamento stradale tra la tangenziale sud di Vicenza e la viabilità ordinaria dei comuni di Arcugnano e Altavilla in provincia di Vicenza

## PROGETTO DEFINITIVO

DATA	Febbraio 2022
CUP	G91B07000410005
WBS	B26.ARCUGN

Responsabile Unico  
del Procedimento  
Arch. Roberto Beacco

**AUTOSTRADA BRESCIA-VERONA-VICENZA-PADOVA S.p.A**  
Funzione Costruzioni Autostradali

Direttore di Esecuzione  
del Contratto  
Arch. Mirco Panarotto

R.T.I.



Archeologo



Stefano TUZZATO

PROGETTISTA E RESPONSABILE INTEGRAZIONE TRA LE PRESTAZIONI SPECIALISTICHE: Ing. Francesco Nicchiarelli

CAPO PROGETTO: Ing. Umberto Lugli

ELABORATO IDROLOGIA E IDRAULICA  
Relazione idrologica e idraulica

SCALA -  
NOME FILE ARCUGN-VNHT-HDG-SO\_ZZ-ZZ00\_Z-TR-WM-0001

Project	Originator	Volume	Location	Type	Role	Number	Suitability	Revision
ARCUGN	VNHT	HDG	SO_ZZZZ00_Z	TR	WM	0001	D00S4	P01

Rev.	Data	Descrizione	Redazione	Controllo	Approvazione
P01	17-02-2022	Emissione	M. Venturini	F. Zennaro	F. NICCHIARELLI



**INDICE**

<b>1</b>	<b>PREMESSA .....</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO – STATO DI FATTO .....</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO .....</b>	<b>4</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DEL SITO D'INTERVENTO .....</b>	<b>9</b>
<b>5</b>	<b>NORMATIVA DI RIFERIMENTO .....</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>ANALISI IDROLOGICA – IDRAULICA .....</b>	<b>15</b>
	6.1 Caratteristiche del bacino idraulico .....	15
<b>7</b>	<b>ESONDAZIONI CAUSATE DA EVENTI DI PIENA .....</b>	<b>20</b>
	7.1 Zone allagate durante gli eventi di piena del settembre 1882.....	20
	7.2 Zone allagate durante gli eventi di piena del novembre 1966.....	21
	7.3 Zone allagate durante gli eventi di piena del novembre 1966.....	21
	7.4 Eventi di piena minori.....	21
<b>8</b>	<b>PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO.....</b>	<b>22</b>
	8.1 Definizione della vulnerabilità e del danno potenziale .....	23
	8.2 Determinazione del rischio idraulico nelle aree a diversa pericolosità idraulica .....	25
	8.3 Mappe di allagabilità e di rischio .....	26
	8.4 L'approccio metodologico per la determinazione della pericolosità e del rischio.....	27
	8.4.1 <i>Relazione tecnica PAI Brenta-Bacchiglione – Articolo 11.....</i>	<i>29</i>
	8.4.2 <i>Norme Tecniche di Attuazione PAI Brenta-Bacchiglione – Articolo 11 .....</i>	<i>30</i>
	8.4.3 <i>DGR nr. 128 del 12/02/2019 – ALLEGATO A .....</i>	<i>30</i>
<b>9</b>	<b>INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO .....</b>	<b>32</b>

## 1 PREMESSA

---

La presente relazione fornisce le indicazioni per il dimensionamento della rete di drenaggio a servizio della nuova viabilità di progetto connessa allo svincolo autostradale Vicenza Ovest.

La rete di drenaggio di progetto sarà costituita da una rete di tubazioni interrato in PVC per i diametri fino al DN 315, ed in c.a. per i diametri DN400, 600 ed 800 mm; per le tubazioni che richiederanno ingombri maggiori saranno adottate tubazioni scatolari in c.a.

Le acque coltate nelle sezioni di chiusura dei bacini, per la parte iniziale del deflusso (acque di prima pioggia) saranno indirizzate – tramite manufatti scolmatori – ai trattamenti costituiti da vasche prefabbricate con trattamento in continuo.

Le portate di secondo deflusso bypasseranno i trattamenti e saranno recapitate nei bacini atti a garantire il principio dell'invarianza idraulica – predisposti per compensare l'aumento della permeabilità delle superfici interessate dalla nuova viabilità di progetto – ed infine scaricate al recapito con una portata regolata da un manufatto compatibile con i limiti allo scarico imposti dal consorzio di bonifica competente.

## 2 INQUADRAMENTO – STATO DI FATTO

L'intervento in progetto è localizzato a sud del tracciato autostradale dell'A4, nell'area compresa fra il Casello di Vicenza Ovest e le propaggini settentrionali dei Monti Berici, interessa i confini territoriali di tre comuni:

1. Vicenza
2. Altavilla
3. Arcugnano.

L'intervento è finalizzato alla razionalizzazione e miglioramento della rete viaria di rango provinciale e comunale che si snoda nell'ambito dell'Autostrada A4, Tangenziale Sud, la viabilità urbana di Vicenza quale l'asse di V.le degli Scaligeri, V.le S. Agostino e la SP 106 della Pilla a sud.

L'inquadratura geografica dell'intervento, con riferimento al suo inserimento nel contesto territoriale, è riportata nella cartografia rappresentata nell'elaborato grafico di progetto "ARCUGN-VNHT-GEN-S0\_ZZ-ZZ00\_Z-DR-WM-0002" di cui viene mostrato un estratto nella figura seguente.

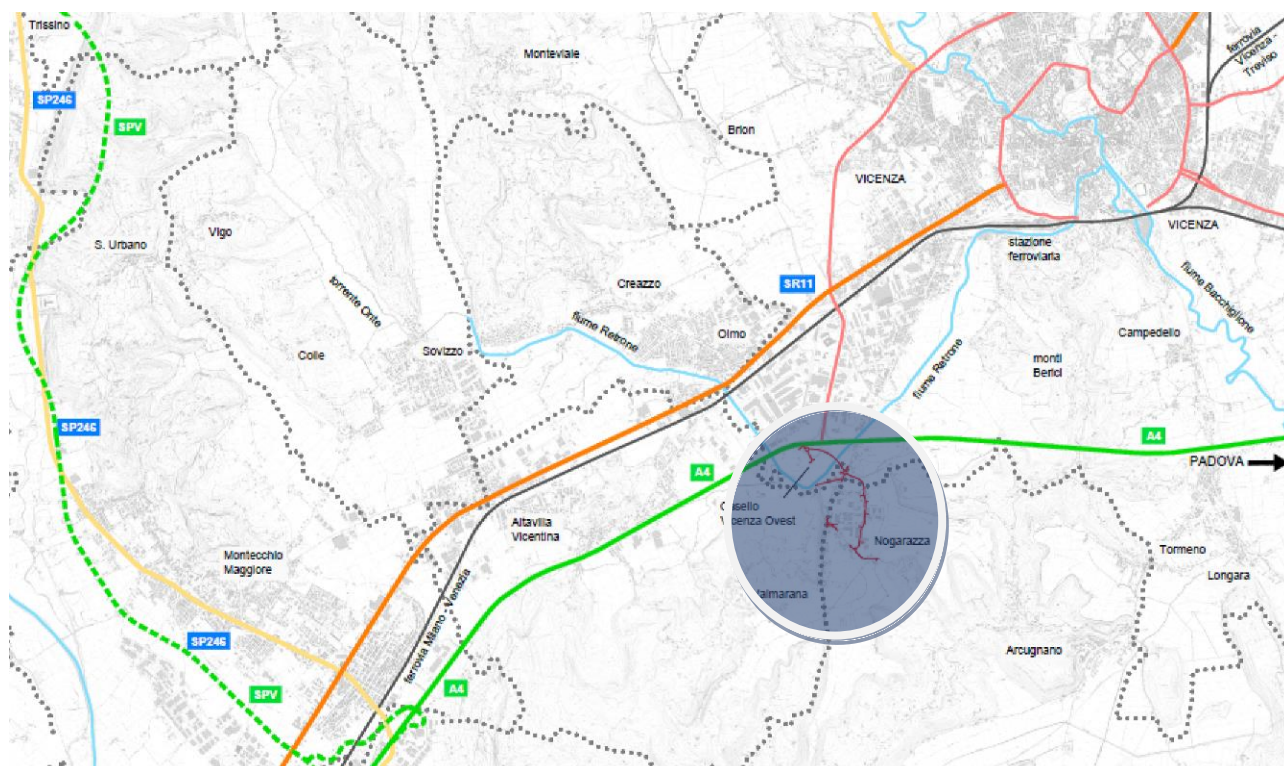


Figura 1 Localizzazione dell'area di interesse

La nuova infrastruttura è destinata quindi a “drenare” consistenti flussi di traffico che attualmente attraversano aree densamente urbanizzate (dislocate principalmente in fregio al percorso della strada di V.le S. Agostino, nel nucleo abitato della Nogarazza e lungo il corridoio di transito che attualmente collega la Z.I. di Vicenza Ovest con Altavilla), convogliandoli lungo un itinerario esterno agli agglomerati residenziali, con un tracciato che si estende in parte all’interno dell’autostazione di VI Ovest ed in parte attraverso la zona produttiva di Arcugnano, dove è prevista una riqualificazione ed un completamento della viabilità esistente di via Galileo Galilei/Meucci.

Nel suo complesso l’intervento è stato studiato in modo da garantire di servizio e standard di sicurezza adeguati al ruolo assegnato al nuovo collegamento viario (che si configura come importante dorsale di collegamento intercomunale) con quella di contenere più possibile il consumo del territorio e di minimizzare l’impatto ambientale associato alla realizzazione delle nuove opere in progetto.

Il nuovo assetto viario e le caratteristiche tecniche dell’infrastruttura di progetto comporteranno quindi significativi benefici sia in termini di sicurezza sia in termini di riduzione degli inquinamenti (acustico ed atmosferico) a carico della popolazione residente, con conseguenti apprezzabili vantaggi per il territorio attraversato e per gli utenti della strada.

### 3 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI PROGETTO

---

L’impianto iniziale di progetto approvato nel progetto di fattibilità tecnico-economica, ha origine dalla viabilità interna al parcheggio del casello Autostradale di Vicenza Ovest e termina sulla SP 106 della Pilla, per uno sviluppo complessivo pari a 1935m c.a., è connotato dai seguenti principali interventi, brevemente descritti:

**1. Realizzazione del collegamento casello VI Ovest- Z.I. Sant’Agostino, 970 m circa -.** L’ intervento, prevede la riorganizzazione della viabilità interna del casello di VI Ovest garantendo la continuità del flusso di traffico con direzione A4/Tangenziale Sud – Z.I. Arcugnano, utilizzando le attuali rampe di svincolo ovest mediante l’introduzione di una nuova rotatoria di diam. pari a 46m e l’eliminazione dell’attuale a servizio del parcheggio sud. Prevede in successione la realizzazione di un unico viadotto di scavalco a “via di corsa inferiori” (analogo ai due cavalcavia di svincolo), del piazzale di casello e del fiume Retrone - con uno sviluppo di circa 375 m, scansione delle campate pari a m 50+50+75+75+75+50 e sezione trasversale di 17m, comprensiva di una pista ciclabile di larghezza netta pari a 3m che all’occorrenza può essere impiegata come pista di appoggio per i mezzi di manutenzione), l’intersezione a rotatoria su V.le S. Agostino e la prosecuzione con l’asse A03, dopo aver attraversato il Fosso Cordano con uno scatolare idraulico 3x1m, fino ad innestarsi con un’ulteriore rotonda di diam. 26m a via Galilei/via dell’Industria nella Z.I..

Tale tratto presenta una sezione pari a m 10,50 (piattaforma tipo C1, ai sensi del DM 5-11-2001), prevedendo una corsia per senso di marcia e come già menzionato una pista ciclabile di larghezza netta pari a 3m, separata dalla carreggiata stradale da uno spartitraffico munito di guard-rail di ingombro pari a 0,70m. Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto “ARCUGN-VNHT-HGN-S0\_ZZ-CS00\_Z-DR-CH-0002” e “ARCUGN-VNHT-HGN-S0\_ZZ-CS00\_Z-DR-CH-0003”.

**2. Riqualficazione del tratto Galilei-Meucci in zona industriale, 635 m circa** - Sono previsti interventi finalizzati al miglioramento delle condizioni di sicurezza della circolazione e della sosta lungo il principale asse distributivo interno all'area industriale e il suo completamento fino all'innesto sulla SP della Pila mediante intersezione a rotatoria. Unitamente all'ottimizzazione organizzativa delle aree di parcheggio esistenti, è prevista una estesa realizzazione di nuovi parcheggi localizzati sui sedimi di proprietà comunale di cui è stata implementato il numero ed ubicazione sulla base della richiesta pervenuta da Comune di Arcugnano – vedi nota N. 20210003261 del 29/03/2021.

Oltre alla già citata intersezione a rotatoria con via Galilei/via dell'Industria, vengono previste intersezioni a “T” con le vie L. Da Vinci ed E. Fermi con corsie di accumulo per la svolta a sinistra al fine di agevolare le manovre dei mezzi pesanti. Infine nel tratto terminale sud di via Meucci viene prevista un'intersezione a rotatoria con la SP 106 della Pilla con diam. 33m che permette l'inversione di marcia dei veicoli pesanti così come richiesto dal Comune. Tale tratto presenta una sezione pari a m 10,50 (adeguamento della piattaforma stradale esistente con due corsie da 3,75m, corsia di accumulo da 3,5m e due banchine da 1,5m, con riqualficazione dei marciapiedi esistenti di larghezza pari a 1,5m), prevedendo una corsia per senso di marcia.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto “ARCUGN-VNHT-HGN-S0\_ZZ-CS00\_Z-DR-CH-0005” e “ARCUGN-VNHT-HGN-S0\_ZZ-CS00\_Z-DR-CH-0006”.

**3. Riqualficazione tratto M. Grappa-S.Agostino, 336 m circa** – Sono previsti interventi finalizzati alla messa in sicurezza della circolazione veicolare e pedonale nel tratto di via M. Grappa che si estende, approssimativamente, dall'innesto della Strada Colombaretta a quello su Viale Sant'Agostino. La soluzione selezionata dal Comune (vedi nota n. 4354 del 29/03/2021), prevede la messa in sicurezza dell'esistente via M.te Grappa con l'adeguamento della carreggiata ad una strada urbana tipo F (due corsie da 2,75m e due banchine da 0,5m), con la realizzazione di 2 marciapiedi laterali da 1,5m, l'abbattimento dei platani nei punti di restringimento, l'adeguamento dell'impianto di illuminazione su via M.te Grappa e la laterale via Portule, la riorganizzazione dell'incrocio con v.le S. Agostino con l'abbattimento dell'edificio d'angolo per consentire il miglioramento della visuale libera nell'immissione all'intersezione e la svolta dei veicoli pesanti a sinistra. La soluzione prevede un'aiuola spartitraffico all'incrocio che inibisce la svolta a sx dei mezzi pesanti dalla

direzione sud di v.le S. Agostino, che quindi sono costretti ad impegnare la rotatoria di progetto situata più a nord compiendo l'inversione.

La soluzione prevede inoltre la riorganizzazione del parcheggio fronte trattoria acquisendo un terreno privato su via M.te Grappa che raddoppia i posti auto attualmente disponibili e la realizzazione di un nuovo parcheggio a nord in sostituzione dell'attuale occupato dalla rotatoria di progetto su v.le S. Agostino che consente anche di risolvere l'immissione degli accessi privati in rotonda.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato grafico di progetto "ARCUGN-VNHT-HGN-S0\_ZZ-CS00\_Z-DR-CH-0004".

In sede di approvazione del progetto di fattibilità tecnico-economica, a seguito della concertazione con gli Enti Territoriali descritta al § 1.5, sono stati introdotti nella progettazione definitiva i seguenti ulteriori interventi:

**4. Riqualficazione ed adeguamento della SP106 della Pilla, 330 m circa** – Sono previsti interventi finalizzati alla messa in sicurezza della circolazione veicolare ed utenza debole (pedoni/ciclisti) nel tratto tra la nuova rotatoria di progetto con via Meucci e via Calvi. La soluzione su cui si è pronunciato favorevolmente il Comune di Arcugnano, prevede la messa in sicurezza dell'esistente SP della Pilla con l'adeguamento della carreggiata ad una strada urbana tipo F (due corsie da 2,75m e due banchine da 0,5m), con la realizzazione di un percorso ciclopedonale di larghezza netta min. pari a 2,50m posizionato a sud ed un marciapiede da 1,5m nell'ultimo tratto a servizio delle abitazioni ubicate a nord della provinciale in prossimità dell'innesto su via Calvi, l'abbattimento dei platani che attualmente creano pericolosi ostacoli a lato della strada, l'adeguamento dell'impianto di illuminazione, la sistemazione dell'incrocio di via Calvi. La soluzione prevede un'aiuola spartitraffico di 2,00m di larghezza, arredata a verde, che separa il percorso ciclo-pedonale dalla carreggiata stradale, il tombinamento dei fossi attigui con regimentazione delle acque meteoriche di piattaforma, la demolizione e rifacimento di alcuni tratti delle attuali murette di recinzione dove si viene a creare un dislivello tra la nuova carreggiata stradale e le proprietà private.

Per superare lo Scolo Cordano è previsto l'adeguamento con ammodernamento delle barriere di sicurezza dell'attuale ponticello e la realizzazione di una nuova passerella di luce pari a 12 m per garantire la continuità al percorso ciclo-pedonale in sede propria separata.

Per ulteriori dettagli si rimanda agli elaborati grafici di progetto "ARCUGN-VNHT-HGN-S0\_ZZ-CS00\_Z-DR-CH-0006".

**5. Riorganizzazione dell'intersezione denominata "Nogarazza" tra v.le S. Agostino – via E. Fermi - SP106 della Pilla, con l'introduzione di una rotatoria di diam. esterno pari a 28 m** – Si tratta di una rotatoria del tipo "compatto" a quattro rami con anello sormontabile per favorire le manovre di mezzi pesanti



**Intervento:**

NUOVO COLLEGAMENTO STRADALE TRA LA TANGENZIALE SUD DI VICENZA E LA VIABILITÀ ORDINARIA DEI COMUNI DI ARCUGNANO E ALTAVILLA IN PROVINCIA DI VICENZA

**Livello progettazione**

PROGETTO DEFINITIVO

**Elaborato**

VNHT-HDG-S0\_ZZ-ZZ00\_Z-TR-WM-0001\_D00S4\_P01-Rel  
idraulica.doc

(può consentire anche l'inversione di un autoarticolato). Viene prevista inoltre una corsia di by-pass della rotonda da SP della Pilla su via E. Fermi evitando quindi ai mezzi pesanti di impegnare la rotonda per effettuare la manovra di inversione con svolta a destra.

L'intervento prevede inoltre la messa in sicurezza dell'incrocio per i pedoni con realizzazione di marciapiedi ed attraversamenti pedonali protetti con spartitraffico salvagente tra via Fermi e SP 106, la riorganizzazione degli stalli di sosta del supermercato e delle modalità di accesso all'esercizio commerciale, con percorso circolatorio interno a senso unico provvisto di ingresso da v.le S. Agostino ed uscita su via E. Fermi (in questo modo si evitano possibili accodamenti in rotonda durante le operazioni di manovra in ingresso/uscita dal parcheggio), la realizzazione di aiuole arredate a verde, regimentazione delle acque di piattaforma e nuovo impianto di illuminazione pubblica.

Per ulteriori dettagli si rimanda all'elaborato grafico di progetto "ARCUGN-VNHT-HGN-S0\_ZZ-CS00\_Z-DR-CH-0007".

Gli interventi di progetto definitivo vengono rappresentati nell'elaborato grafico di progetto "ARCUGN-VNHT-HGN-S0\_ZZ-CS00\_Z-DR-CH-0003" e riportata nella figura seguente.

Intervento:

NUOVO COLLEGAMENTO STRADALE TRA LA TANGENZIALE  
SUD DI VICENZA E LA VIABILITÀ ORDINARIA DEI COMUNI DI  
ARCUGNANO E ALTAVILLA IN PROVINCIA DI VICENZA

Livello progettazione

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato

NHT-HDG-S0\_ZZ-ZZ00\_Z-TR-WM-0001\_D00S4\_P01-Rel  
idraulica.doc



Figura 2: Soluzione progettuale

## 4 DESCRIZIONE DEL SITO D'INTERVENTO

Il sito di intervento si trova all'interno del **bacino idrografico del Brenta – Bacchiglione** soggetto all'attività pianificatoria dell'**Autorità di Distretto delle Alpi Orientali** ed è attraversato dal **Fiume Retrone** (rete idrografica principale) di competenza del **Genio Civile di Vicenza**.



Figura 3: Bacini idrografici dell'Autorità di Distretto delle Alpi Orientali

Nella seguente figura è possibile vedere inserimento dell'intervento all'interno delle aree a rischio idraulico e idrogeologico P2 (cfr. P.A.I – art.21) come definite dall'Autorità di Bacino.

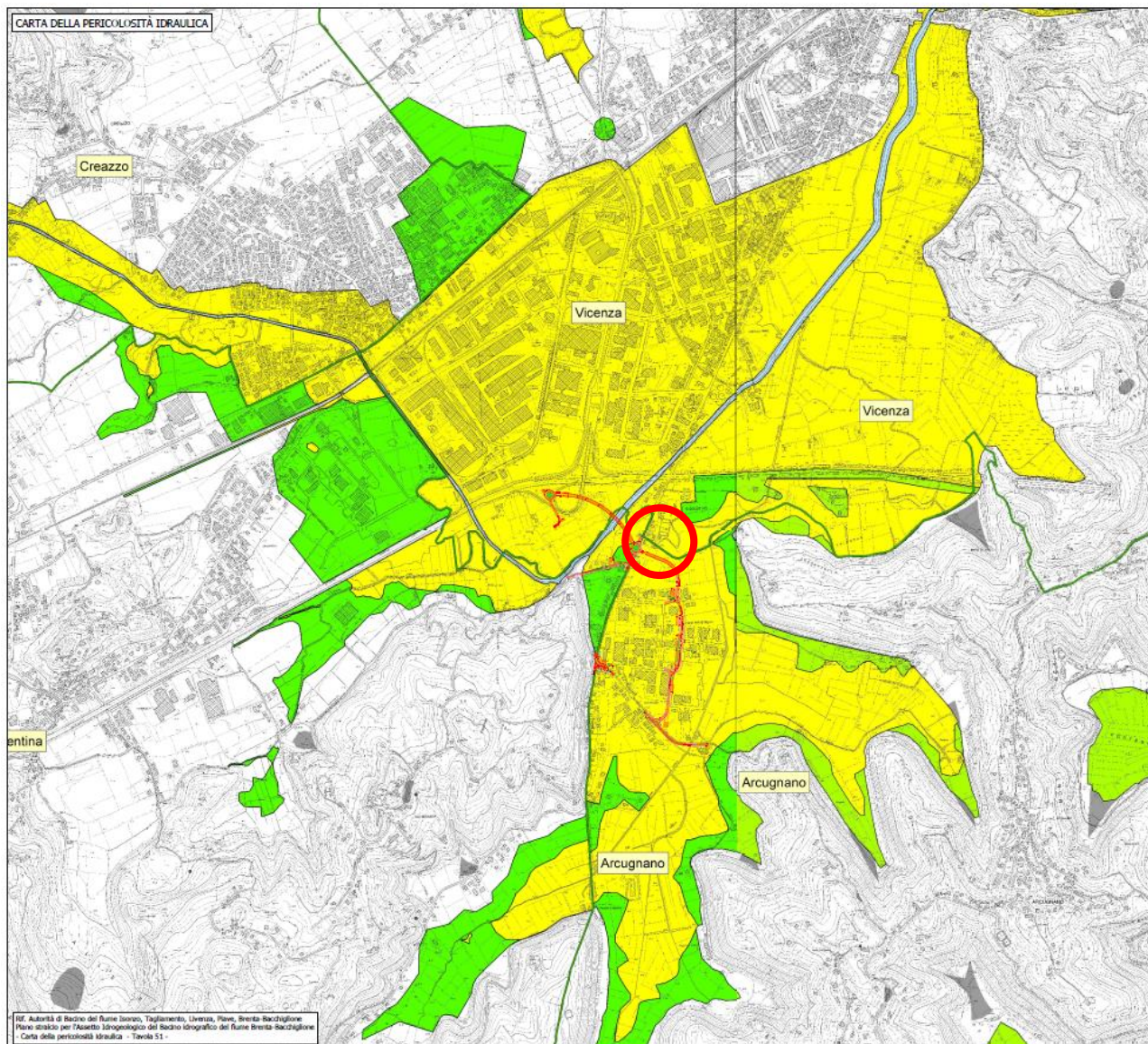


Figura 4: Carta della pericolosità idraulica – PAI – Tav.50, 51 – allegato al decreto segretariale n.12 del 22/07/2021

L'opera di progetto si colloca inoltre all'interno del territorio servito dal **Consorzio di Bonifica Alta Pianura Veneta** ed in particolare nel Bacino Idraulico Fiume Retrone situato nella parte centrale del comprensorio. Il bacino del Retrone è a sua volta suddiviso in 17 sottobacini ed è caratterizzato dalla presenza due impianti di sollevamento, S. Agostino sullo **scolo Cordano** (recapito finale del territorio interessato dalla porzione dell'intervento a sud del fiume Retrone) e Selmo sullo scolo Selmo, funzionanti a scolo alternato in quanto lo scarico naturale avviene solo in condizioni di magra dei fiumi.

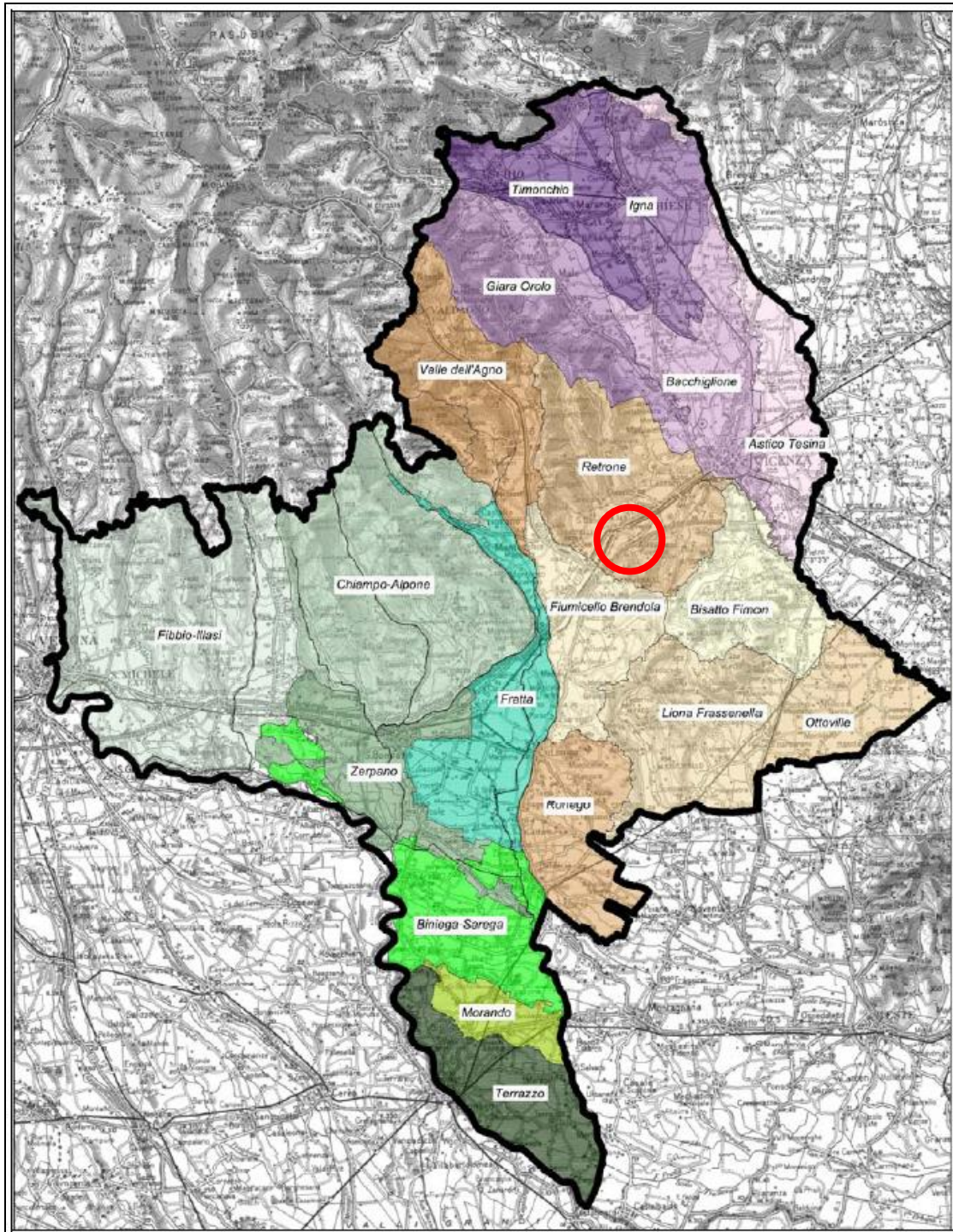


Figura 5: Bacini idraulici comprensorio Consorzio Alta Pianura Veneta

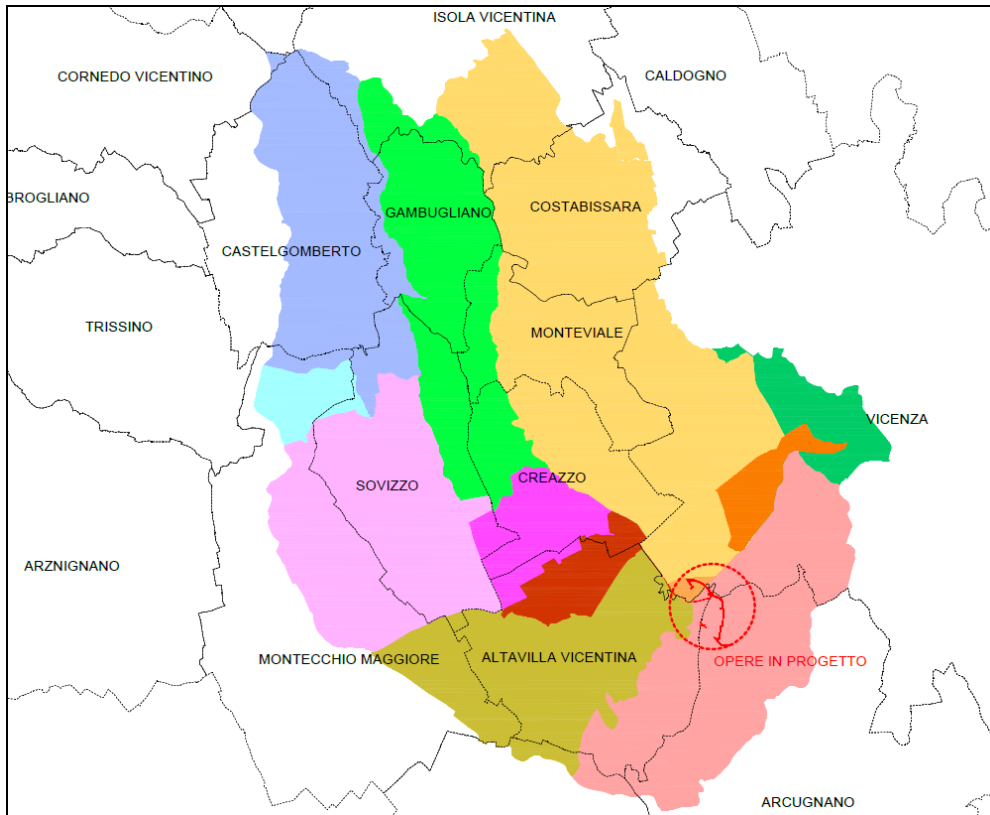


Figura 6: Rete di bonifica del bacino idraulico Onte - Retrone: sottobacini

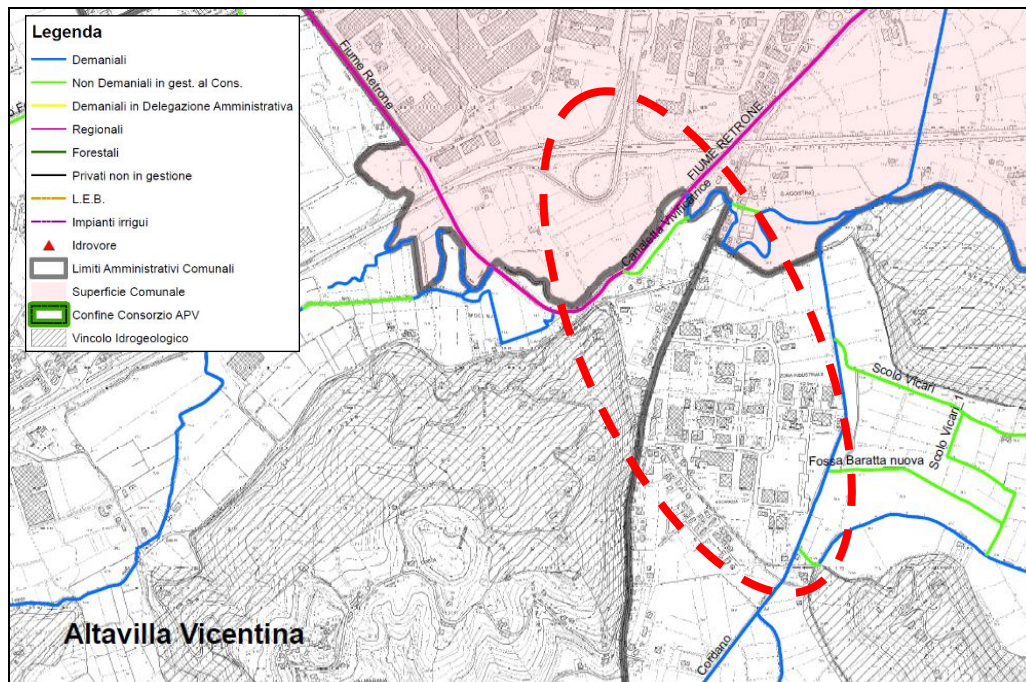


Figura 7: rete idraulica del bacino idraulico Onte-Retrone

## 5 **NORMATIVA DI RIFERIMENTO**

---

La normativa di riferimento è la seguente: D.G.R. n. 1322 del 10.05.2006, D.G.R. n. 1841 del 19.06.2007, Ordinanze del 23.01.2008 del Commissario Delegato per l’Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 ing. Mariano Carraro.

La Giunta Regionale, con Delibera n. 1841 del 19.06.2007, ha previsto per tutti gli strumenti urbanistici generali e le varianti, generali o parziali che possano trasformare il territorio modificandone il regime idraulico, la redazione della “valutazione di compatibilità idraulica”.

Le modalità operative e le indicazioni tecniche per la valutazione di compatibilità idraulica sono contenute nel DGRV n. 1841 del 19 Giugno 2007 a cui fa riferimento il presente studio. Scopo fondamentale dello studio è quello di determinare le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d’uso del suolo possono venire a determinare nonché di individuare le necessarie opere di mitigazione. In particolare ogni progetto di trasformazione dell’uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale deve prevedere misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell’invarianza idraulica.

Lo studio dovrà essere corredato da analisi pluviometrica con ricerca delle curve di possibilità climatica per durate di precipitazione corrispondenti al tempo di corrivazione critico per le nuove aree da trasformare. Il tempo di ritorno cui fare riferimento viene definito pari a 50 anni. I coefficienti di deflusso andranno convenzionalmente assunti pari a 0,1 per le zone agricole, 0,2 per le superfici permeabili (aree verdi), 0,6 per le superfici semi-permeabili (grigliati drenanti, strade in terra battuta e stabilizzato, ecc.), e pari a 0,9 per le superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade e piazzali).

In relazione alle caratteristiche della rete idraulica naturale o artificiale che deve accogliere le acque derivanti dagli afflussi meteorici dovranno essere stimate le portate massime scaricabili e definiti gli accorgimenti tecnici per evitarne il superamento in caso di eventi estremi.

Dovranno quindi essere definiti i contributi specifici delle singole aree oggetto di trasformazione dell’uso del suolo e confrontati con quelli della situazione antecedente, valutati con i rispettivi parametri anche in relazione alla relativa estensione superficiale. Il volume da destinare a laminazione sarà quello necessario a garantire che la portata di efflusso rimanga costante.

Viene inoltre introdotta una classificazione degli interventi per definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in relazione all’effetto atteso dall’intervento. La classificazione è riportata nella seguente tabella:

Classe di Intervento		Definizione
Trascurabile potenziale	impermeabilizzazione	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata potenziale	impermeabilizzazione	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Nelle varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

1. Nel caso di trascurabile impermeabilizzazione potenziale è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
2. Nel caso di modesta impermeabilizzazione è necessario individuare i volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene
3. 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
4. Nel caso di marcata impermeabilizzazione è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

Con riferimento alle "modalità operative ed indicazioni tecniche" contenute nell'allegato A alla Delibera n. 1841 del 19.06.2007, che definisce le classi d'intervento in relazione all'impermeabilizzazione potenziale derivante dall'attuazione dei nuovi strumenti urbanistici, l'intervento in oggetto, riferito alle sole aree pavimentate effettivamente coltate verso lo scolo consortile, si classifica come a "modesta impermeabilizzazione potenziale" (intervento su superfici comprese tra 0,1 e 1 ha); per tale classe d'intervento è necessario che lo studio idraulico preveda il dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione e si prescrive che la luce di scarico non ecceda la dimensione di 200 mm e che il tirante idrico ammesso nell'invaso non ecceda il metro.

L'analisi idraulica sarà eseguita secondo le "Linee guida – Valutazioni di compatibilità idraulica", redatte dal Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto.

Gli interventi di progetto per le superfici interessate, vengono classificati come "modesta impermeabilizzazione potenziale": il dimensionamento dei dispositivi di compensazione si baserà sul metodo dell'invaso.



Considerata la generale insufficienza idraulica della rete privata di scolo, e la ricadenza in un'area caratterizzata da una pericolosità idraulica media (PAI) è stato scelto di limitare **la portata massima scaricabile dalla nuova area impermeabilizzata al valore di 5 l/s ha.**

## 6 ANALISI IDROLOGICA – IDRAULICA

### 6.1 Caratteristiche del bacino idraulico

Per il calcolo della portata di deflusso in corrispondenza di una prefissata sezione trasversale di chiusura è necessario innanzitutto definire il relativo bacino scolante. Tale bacino viene individuato dalle linee di displuvio o spartiacque artificiali.

Una volta individuato e caratterizzato il bacino risulta necessaria la definizione del coefficiente di deflusso inteso come rapporto tra il volume defluito attraverso un'assegnata sezione in un definito intervallo di tempo ed il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso. Tale coefficiente può essere considerato, per piogge di durata oraria o superiore, indipendente dal periodo dell'anno in cui accade l'evento. Essendo il bacino tributario composto da più superfici  $S_i$ , ognuna caratterizzata da un coefficiente  $f_i$ , risulta necessario determinare un coefficiente medio ponderale per l'intera area tramite la seguente relazione:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum \varphi_i S_i}{\sum S_i}$$

**Nel caso in esame, si assume per le aree asfaltate un coefficiente di deflusso pari a 0.9, mentre per le aree di scarpata del rilevato stradale – così come per le aree a verde – un coefficiente di deflusso pari a 0.3** (a favore di sicurezza rispetto a quanto indicato dalle linee guida per le superfici permeabili che consigliano un valore di 0.2).

Il sistema delle opere in progetto individua i seguenti bacini di deflusso:

- 1- Bacino afferente alla Rotatoria di Progetto AP\_ROT1;
- 2- Bacino afferente alla Rotatoria di Progetto AP\_ROT2;
- 3- Bacino afferente alla viabilità di progetto AS03;
- 4- Bacino afferente al Parcheggio di Progetto lungo la viabilità AS07 (a sud di Via dell'Industria);
- 5- Bacino afferente al Parcheggio di Progetto lungo la viabilità AS07 (a nord di Via E.Fermi);
- 6- Bacino afferente alla Rotatoria di Progetto AS\_ROT4;
- 7- Bacino afferente alla viabilità di progetto AS08;
- 8- Bacino afferente al Parcheggio di Progetto lungo la viabilità AS04a (a nord di Via Monte Grappa).

Ai fini del calcolo dei volumi da garantire per l'invarianza idraulica sono state considerate le sole superfici che subiscono una modifica del valore di permeabilità: la viabilità di progetto AS07 lungo via G.Galilei, così come per la viabilità AS04a lungo via Monte Grappa, e la nuova rotatoria R05 "Nogarazza" che interessano il rifacimento della viabilità esistente non si prevedono dunque misure compensative.

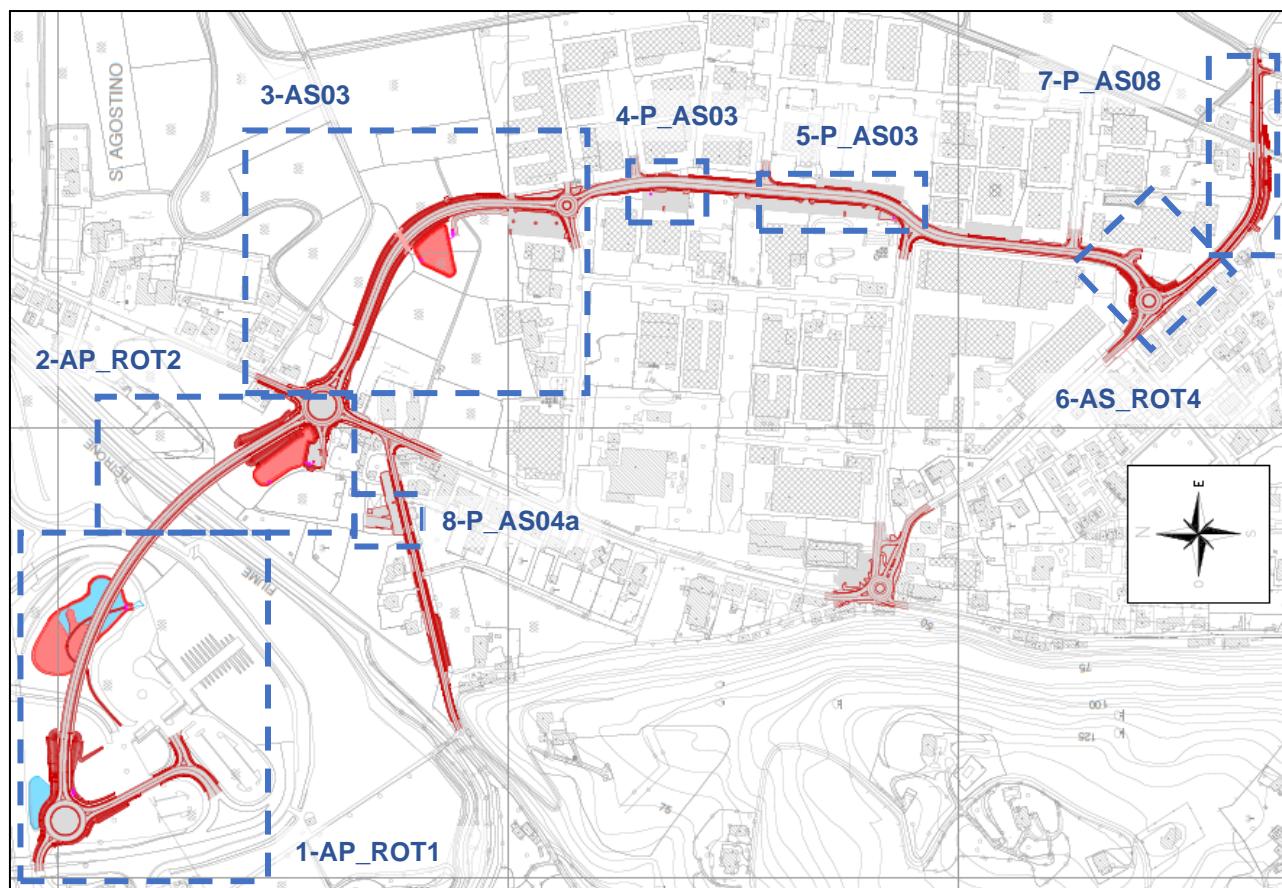


Figura 8: Individuazione dei bacini idraulici della rete di drenaggio della viabilità di progetto

Di Seguito le caratteristiche di superficie e impermeabilizzazione dei bacini individuati: si evidenzia come i bacini 7 e 8 afferenti al parcheggio di via Monte Grappa e alla pista ciclabile lungo via della Pilla abbiano superfici di trasformazione inferiori a 0.1 ha e dunque classificati come "trascurabile impermeabilizzazione potenziale" per i quali è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, utilizzando una pavimentazione che favorisca il drenaggio.

**1) AP\_ROT1**

tipo	S(m2)	S(ha)	$\varphi$	$\varphi S$
IMP	4600.5	0.460048	0.9	0.414043
SCARP	1659.4	0.165944	0.3	0.049783
VERDE	-	-	-	-
	<b>6259.9</b>	<b>0.62599</b>	<b>0.741</b>	0.463826

**2) AP\_ROT2**

tipo	S(m2)	S(ha)	$\varphi$	$\varphi S$
IMP	5523.8	0.552383	0.9	0.497145
SCARP	1178.6	0.117862	0.3	0.035359
VERDE	388.9	0.038887	0.3	0.011666
	<b>7091.3</b>	<b>0.70913</b>	<b>0.767</b>	0.54417

**3) AS03**

tipo	S(m2)	S(ha)	$\varphi$	$\varphi S$
IMP	5411.3	0.541132	0.9	0.487019
SCARP	1473.3	0.147326	0.3	0.044198
VERDE	473.3	0.047334	0.3	0.0142
	<b>7357.9</b>	<b>0.73579</b>	<b>0.741</b>	0.545417

**7) PARCHEGGIO VIA MONTE GRAPPA**

tipo	S(m2)	S(ha)	$\varphi$	$\varphi S$
IMP	582.0	0.0582	0.9	0.05238
SCARP	-	-	-	-
VERDE	-	-	-	-
	<b>582.0</b>	<b>0.05820</b>	<b>0.900</b>	0.05238

**TRASCURABILE IMPERMEABILIZZAZIONE****4) PARCHEGGIO AS03**

tipo	S(m2)	S(ha)	$\varphi$	$\varphi S$
IMP	1240.5	0.124055	0.9	0.111649
SCARP	-	-	-	-
VERDE	-	-	-	-
	<b>1240.5</b>	<b>0.12405</b>	<b>0.900</b>	0.111649

**5) PARCHEGGIO AS03**

tipo	S(m2)	S(ha)	$\varphi$	$\varphi S$
IMP	1136.7	0.113669	0.9	0.102302
SCARP	-	-	-	-
VERDE	-	-	-	-
	<b>1136.7</b>	<b>0.11367</b>	<b>0.900</b>	0.102302

**6) AS\_ROT4**

tipo	S(m2)	S(ha)	$\varphi$	$\varphi S$
IMP	2060.1	0.20601	0.9	0.185409
SCARP	-	-	-	-
VERDE	-	-	-	-
	<b>2060.1</b>	<b>0.20601</b>	<b>0.900</b>	0.185409

**8) PISTA CICLABILE AS08 VIA DELLA PILLA**

tipo	S(m2)	S(ha)	$\varphi$	$\varphi S$
IMP	972.9	0.09729	0.9	0.087561
SCARP	-	-	-	-
VERDE	-	-	-	-
	<b>972.9</b>	<b>0.09729</b>	<b>0.900</b>	0.087561

**TRASCURABILE IMPERMEABILIZZAZIONE**

Tabella 1: caratteristiche dei bacini – superfici e coefficienti di deflusso in seguito alla realizzazione dell'intervento.

Per lo sviluppo dell'analisi idrologica sugli interventi di trasformazione urbanistica in oggetto, si sono utilizzati i dati dell'“Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento” del Commissario per l'Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto.

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

CZona	DZona	Valori attesi		Intervallo															a	b	c
		TR		5 minuti	10 minuti	15 minuti	30 minuti	45 minuti	1 ora	3 ore	6 ore	12 ore	24 ore	1 giorno	2 giorni	3 giorni	4 giorni	5 giorni			
045	Media Vicentina	2		9,7	15,8	19,1	25,5	30,0	32,5	41,1	50,2	62,6	77,2	69,6	89,2	107,6	122,5	131,0	13,1	6,8	0,762
		5		12,2	19,9	24,4	33,7	39,8	43,3	54,4	65,4	81,3	99,5	89,7	112,7	136,2	154,0	163,4	18,8	8,4	0,777
		10		13,8	22,5	27,8	39,0	46,1	50,4	63,1	75,6	93,9	113,6	102,6	128,0	155,1	173,1	182,3	22,7	9,4	0,784
		20		15,2	24,8	30,9	43,9	52,0	57,1	71,4	85,6	106,2	126,8	114,7	142,6	173,2	190,1	198,6	26,4	10,2	0,789
		30		16,0	26,1	32,6	46,7	55,3	60,9	76,2	91,4	113,4	134,2	121,5	150,9	183,6	199,5	207,4	28,6	10,7	0,791
		50		17,0	27,7	34,8	50,2	59,3	65,7	82,2	98,7	122,5	143,3	129,8	161,2	196,6	210,6	217,6	31,4	11,2	0,794
		100		18,3	29,8	37,6	54,7	64,6	72,0	90,2	108,7	134,9	155,2	140,9	175,0	214,0	224,8	230,3	35,1	11,9	0,797
		200		19,5	31,7	40,3	59,1	69,8	78,2	98,1	118,8	147,5	166,8	151,6	188,6	231,4	238,1	241,8	38,9	12,7	0,800

Tabella 2: curve di possibilità pluviometrica a tre parametri

Le Linee Guida forniscono anche le curve di possibilità pluviometrica a due parametri che verranno utilizzate nel nostro per il dimensionamento della rete con il metodo cinematico; dove è possibile ipotizzare -date le caratteristiche dei bacini – tempi di corrivazione inferiori all'ora, individuando così un intervallo ristretto entro il quale la formula a 2 parametri bene approssima i valori ottenuti con la regolarizzazione regionale.

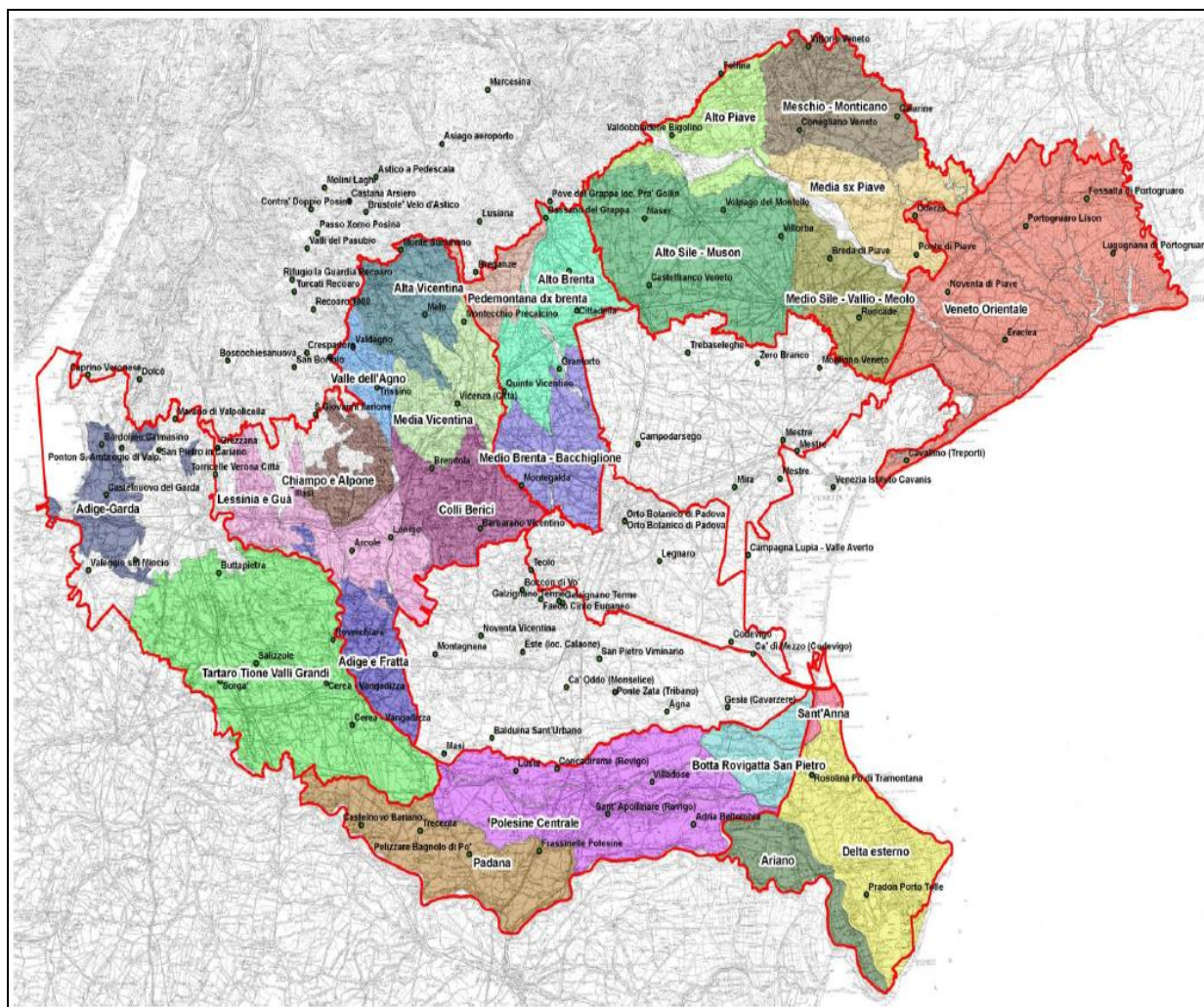


Figura 9: Zone omogenee – analisi regionalizzata delle precipitazioni.

Intervento:

NUOVO COLLEGAMENTO STRADALE TRA LA TANGENZIALE  
SUD DI VICENZA E LA VIABILITÀ ORDINARIA DEI COMUNI DI  
ARCUGNANO E ALTAVILLA IN PROVINCIA DI VICENZA

Livello progettazione

PROGETTO DEFINITIVO

Elaborato

HT-HDG-S0\_ZZ-ZZ00\_Z-TR-WM-0001\_D00S4\_P01-Rel  
idraulica.doc

I valori della curva di possibilità pluviometrica a 3 parametri, utilizzati per le successive verifiche sono di seguito riassunti.

***Area Omogenea di Riferimento: Media Vicentina***

**Tempo di ritorno dell'evento: 50 anni**

**$a=31.4 \text{ mm min}^{-1}$**

**$b=11.2 \text{ min}$**

**$c=0.794$**

## 7 ESONDAZIONI CAUSATE DA EVENTI DI PIENA

---

Nell'ambito dello studio idrologico idraulico riguardante il progetto del Nuovo collegamento stradale tra la tangenziale sud di Vicenza e la viabilità ordinaria dei comuni di Arcugnano e Altavilla, è stata svolta un'indagine storica sugli allagamenti verificatisi in concomitanza ad eventi di piena nei corsi d'acqua maggiori, con lo scopo di individuare le aree a rischio di esondazione intersecate dal tracciato stradale.

La ricorrenza delle esondazioni è stata documentata utilizzando pubblicazioni scientifiche ed informazioni di carattere giornalistico, e fornisce un quadro sufficientemente dettagliato della vulnerabilità idrologica della zona interessata dal tracciato. Un rilievo particolare è stato dedicato ai principali eventi idrologici verificatisi negli ultimi due secoli nel Veneto, le piene del Settembre 1882 e del Novembre 1966.

L'indagine retrospettiva degli eventi di piena minori che hanno interessato i corsi d'acqua veneti attraversati dall'infrastruttura in progetto e che hanno causato allagamenti del territorio, è stata invece limitata al ventesimo secolo.

La considerazione degli eventi precedenti è stata infatti ritenuta priva di significato ai fini della individuazione delle aree a rischio di esondazione, in quanto le trasformazioni che nell'ultimo secolo hanno interessato i principali corsi d'acqua della regione hanno profondamente modificato il regime dei deflussi.

Le ricerche storiche effettuate hanno consentito di definire le aree interessate degli allagamenti nel Settembre 1882, nel Novembre 1966 ed in concomitanza agli eventi di piena più recenti.

L'inviluppo delle aree allagate fornisce una visione qualitativa delle interferenze della nuova sede stradale in progetto con le aree a rischio di esondazione, ed ha consentito di trarre utili indicazioni progettuali.

### 7.1 Zone allagate durante gli eventi di piena del settembre 1882

Il 15 settembre il fiume Guà allagò la valle di Recoaro e ruppe a Sarego, inondando circa 17000 ha di campagna, mentre altre rotte minori si verificarono a Bagnolo, a Zimella e a valle di Caselle.

Per quanto riguarda il Bacchiglione, si verificò a Vicenza un'esondazione che allagò la città e molte zone di pianura situate a nord della stessa, fino a Thiene. A sud di Vicenza venne allagata la fascia di pianura compresa fra Marola e Cervarese S.Croce; rotte e straripamenti si verificarono anche nei torrenti Astico e Leogra.

## 7.2 Zone allagate durante gli eventi di piena del novembre 1966

Nel 1966 il fiume Guà allagò aree di pianura di limitata estensione a sud di Montebello Vicentino, in località S.Giustina. Gli allagamenti furono dovuti all'impossibilità di caricare ulteriormente il bacino di espansione di Montebello Vicentino, che si rivelò comunque di grande utilità nell'attenuazione dei livelli di piena.

Il Bacchiglione invece colpì intensamente Vicenza e la sua provincia, in quanto all'esondazione del fiume stesso si aggiunsero quelle di Tesina e Retrone, provocando l'allagamento di vaste aree del territorio vicentino. In particolare il Retrone e l'Astichello, impossibilitati a scaricare nel Bacchiglione per gli elevati livelli idrometrici nel fiume, superarono gli argini e causarono allagamenti, rispettivamente, nella parte ovest e nord della città. Il Bacchiglione, in località Cresole e Vivaro, causò una rotta arginale di circa 150 m ed il crollo di due ponti. Il Tesina invece, ruppe gli argini in due punti in sinistra, a Bolzano Vicentino e a Marola, causando l'inondazione dei territori dei comuni ad est di Vicenza e a nord-ovest di Padova.

## 7.3 Zone allagate durante gli eventi di piena del novembre 1966

Il Bacchiglione, nella mattinata del 1° novembre, dopo due giorni continui di piogge incessanti, e risultando anche ingrossato dallo scioglimento delle nevi in zona montuosa, ruppe gli argini nel territorio comunale di Caldogno, poco a nord di Vicenza, allagando completamente i centri abitati di Cresole e Rettorgole. Nella stessa mattinata il fiume esondò nell'attraversamento di Vicenza allagando una grossa fetta del centro storico, la zona dello stadio Menti, il quartiere sportivo di San Paolo, il quartiere di Santa Bertilla, la zona della Riviera Berica e di Casale, bloccando sia la circonvallazione esterna sia la tangenziale sud, nonché la linea ferroviaria Milano-Venezia. Il 20% della città è stato invaso dall'Acqua del Bacchiglione e del Retrone. Anche gli affluenti del Bacchiglione hanno evidenziato livelli idrometrici superiori o molto prossimi ai massimi valori registrati. In particolare il Tesina a Bolzano Vicentino ha superato il livello della massima piena storica; a Stancari e a Torri di Quartesolo ha allagato numerosi campi.

## 7.4 Eventi di piena minori

Vengono riportate sul seguito in ordine cronologico le principali esondazioni che hanno interessato, a partire dal 1900, i corsi d'acqua che interferiscono con la linea ferroviaria in progetto in provincia di Vicenza.

- 1901: due rotte sul fiume Guà a Cologna Veneta e sul Frassine a Santa Caterina presso la botte di Vighizzolo;
- 1905: rotte dell'Agno-Guà a Cal di Guà, Ponte Asse, Morona ed ancora a Cologna Veneta. Esondazione del Bacchiglione con allagamenti a Padova, Conselve, Piove di Sacco, Bovolenta e nella campagna a sud di Padova;

- 1907: sei rotte degli argini dell'Agno-Guà a Trissino, Ponte Arzignano, Sarego, Bagnolo, Zimella e Vighizzolo. Rotta dell'argine sinistro del Roncajette a Ponte San Nicola con allagamento del centro abitato;
- 1918/1919: rotte dell'Agno-Guà in sinistra a Brogliano; altre tre rotte si verificarono in destra più a valle;
- 1926: rotte del Frassine a Borgo Frassine;
- 1953: rotte del torrente Timonchio a Marano Vicentino ed allagamento del centro abitato di Villaverla;
- 1983: allagamento della zona di S.Agostino a Vicenza, nel bacino del fiume Retrone;
- 1992: esondazione del Bacchiglione a Vicenza in corrispondenza dei punti arginali più depressi poco a monte di ponte degli Angeli, con allagamento della zona cittadina circostante. Tracimazione del Retrone nella zona di S.Agostino a Vicenza con allagamenti più o meno estesi lungo il corso del fiume fino a Sovizzo; allagamenti si verificarono anche nei bacini tributari del Riello, del Cordano e della Dioma. Allagamenti di zone perlopiù di campagna si verificarono anche nei territori circostanti il Ceresone-Tesina Padovano per l'impossibilità degli affluenti di scaricare la propria portata nel fiume principale;
- 1993: esondazione del Tesina con sormonto delle balaustre di protezione del ponte palladiano di Torri di Quartesolo, con conseguente allagamento di una parte dell'abitato.

## 8 PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO

Il PAI è stato approvato con D.C.P.M. 27 aprile 2006 e predisposto ai sensi della seguente normativa:

- Legge 183/1989
- Legge 267/1998
- Legge 365/2000
- D.P.C.M. 29 settembre 1998

All'interno del Piano sono state individuate e perimetrate le aree a pericolosità e rischio idraulico con i criteri di seguito riportati.

“La pericolosità idraulica relativa ad un'area è stata assunta in funzione della probabilità di allagamento dell'area stessa ed in base alle caratteristiche dell'onda di sommersione conseguente che la invade (cioè livelli idrici e velocità dell'acqua).

La probabilità di allagamento nello studio di primo livello (aprile 2001) era determinata in base a tempi di ritorno 30, 200 e 500 anni; approfondimenti e considerazioni successive hanno fatto preferire l'inserimento del Tr 100 anziché 500.



Sono state così individuate 4 tipologie di aree di pericolosità idraulica (molto elevata, elevata, media, moderata), in base allo schema seguente:

- aree di pericolosità idraulica molto elevata (P4): aree allagate in occasione dell'evento di piena con un tempo di ritorno di 30 anni nelle quali risulti o la presenza di una lama d'acqua sul piano campagna superiore ad 1 m o una velocità massima di trasferimento superiore a 1 m/s;
- aree di pericolosità idraulica elevata (P3): aree allagate o in occasione di un evento di piena con tempo di ritorno di 30 anni e condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano campagna compresa tra 50 cm ed 1 m, o per un evento più raro ( $Tr = 100$  anni) con condizioni come quelle stabilite per la pericolosità molto elevata (lama d'acqua massima maggiore di 1 m oppure velocità maggiore di 1 m/s);
- aree di pericolosità idraulica media (P2): aree allagate per un evento caratterizzato da un tempo di ritorno pari a 100 anni nelle quali si instaurino condizioni di lama d'acqua massima sul piano campagna compresa tra 0 cm ed 1 m;
- aree di pericolosità idraulica moderata (P1): aree esondabili con eventi di piena meno frequenti ( $Tr = 200$  anni) in qualunque condizione di lama d'acqua e di velocità sul piano campagna.

Le porzioni del piano campagna che soddisfano le condizioni di appartenenza di più classi di pericolosità idraulica vengono collocate nella classe a pericolosità maggiore. I concetti espressi vengono schematizzati nella seguente tabella.

PERICOLOSITA' IDRAULICA	CONDIZIONI IDRAULICA
Molto elevata	Evento di piena con $Tr=30$ anni $h_{30}>1m$ oppure $v_{30}>1m/s$
Elevata	Eventi di piena con $Tr=30$ anni e $Tr=100$ anni $1m>h_{30}>0.5m$ oppure $h_{100}>1m$ oppure $v_{100}>1m/s$
Media	Evento di piena con $Tr=100$ anni $H_{100}>0m$
Moderata	Evento di piena con $Tr=200$ anni $H_{200}>0m$

Tabella 3 – Definizione delle classi di pericolosità idraulica

## 8.1 Definizione della vulnerabilità e del danno potenziale

Per determinare il grado di rischio idraulico connesso ad ogni evento critico si è scelto di procedere:

- ad una ricognizione degli insediamenti e delle infrastrutture (elementi a rischio) che insistono sulle aree perimetrate che permettesse di definire la tipologia dei beni a rischio;
- ad una valutazione economica e sociale dei fenomeni accaduti ai fini della definizione del danno temuto in caso di calamità (danno potenziale).

L'analisi è stata svolta dettagliatamente individuando gli elementi a rischio e successivamente il danno potenziale, realizzando un catalogo degli elementi a rischio attraverso la valutazione della loro vulnerabilità. Per ciascuna delle aree vulnerabili identificate nell'applicazione modellistica, si è effettuato quindi un censimento ed una raccolta delle informazioni caratterizzanti gli elementi a rischio individuando:

- gli insediamenti urbani, commerciali, industriali e agricoli, suddivisi in funzione delle densità abitative, delle tipologie degli edifici e delle attività che in essi si svolgono individuando anche il numero e le caratteristiche delle persone esposte a rischio e la tipologia dei beni e delle attività con indicazione del loro valore monetario;
- le infrastrutture di trasporto, ed in particolare i tratti a rischio di interruzione e di danneggiamento, le strutture a pericolo di crollo, anche in riferimento agli attraversamenti dei corsi d'acqua;
- le infrastrutture di servizio quali le reti di distribuzione idrica, energetica, telefonica, ecc. e le reti di fognatura, di trasporti urbani, ecc. evidenziando i rischi di interruzione ed i punti critici, le strutture di servizio pubblico (scuole, caserme municipi, ecc.) che possono essere danneggiate o possono restare isolate;
- le strutture di soccorso (ospedali, caserme, vigili del fuoco ecc.) che possono essere danneggiate o possono restare isolate.
- Una volta definito il danno potenziale, la determinazione del rischio effettivo è stata effettuata attraverso l'associazione del relativo grado di vulnerabilità di ogni elemento.
- In via teorica la procedura prevede che si proceda pertanto valutando:
- il livello di protezione delle strutture a rischio e la loro capacità di resistere alle sollecitazioni indotte dagli eventi;
- la dinamica dell'evento critico ed in particolare la rapidità con la quale può evolversi;
- la disponibilità di un adeguato piano di emergenza che può consentire l'evacuazione della popolazione a rischio.

Appare evidente come tale elemento vari con l'intensità della piena e quindi con il tempo di ritorno associato all'evento. Per tale motivo devono essere stimate le vulnerabilità degli elementi per tutti i tempi di ritorno adottati.

Operativamente la definizione del danno potenziale è stata eseguita mediante la lettura dell'uso del suolo e dei vincoli stabiliti sul territorio. A tale proposito sono stati acquisiti gli idonei documenti di pianificazione territoriale:

- Piani Regolatori dei comuni interessati ponendo particolare riguardo al reperimento delle varianti aggiornate;
- Piani Comprensoriali;
- Piano d'area Quadrante Europa per quanto riguarda l'intorno della città di Verona.
- In tabella vengono riportate le caratteristiche di ognuna delle classi di danno potenziale (grave, medio, moderato, basso) ovvero le destinazioni d'uso del territorio che sanciscono la classe di danno potenziale di appartenenza.

DANNO POTENZIALE	ELEMENTI A RISCHIO
Grave	Centri urbani, beni architettonici, storici, artistici, insediamenti produttivi, principali infrastrutture viarie, servizi di elevato valore sociale
Medio	Aree a vincolo ambientale o paesaggistico, aree attrezzate di interesse comune, infrastrutture viarie secondarie
Moderato	Aree agricole di elevato pregio (vigneti, frutteti)
Basso	Seminativi

Tabella 4 – Definizione delle classi di danno potenziale

## 8.2 Determinazione del rischio idraulico nelle aree a diversa pericolosità idraulica

La sovrapposizione dei vari elementi raccolti nelle fasi precedenti ha permesso il tracciamento della carta del rischio che presenta le aree vulnerabili suddivise in diverse classi a seconda che il livello di rischio temuto risulti molto elevato, elevato, medio o moderato.

Incrociando le classi di pericolosità con le classi di danno potenziale sono state definite 4 classi di rischio idraulico, in ottemperanza della normativa vigente:

- molto elevato (R4): possibile perdita di vite umane e lesioni gravi alle persone, danni gravi agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale, distruzione di attività socio-economiche;
- elevato (R3): possibili problemi per l'incolumità delle persone, danni funzionali agli edifici e alle infrastrutture con conseguente inagibilità degli stessi, interruzione di funzionalità delle attività socio-economiche e danni rilevanti al patrimonio ambientale;

- medio (R2): possibili danni minori agli edifici, alle infrastrutture e al patrimonio ambientale che non pregiudicano l'incolumità delle persone, l'agilità degli edifici e la funzionalità delle attività economiche;
- moderato (R1): danni sociali, economici e ambientali marginali.

Per la definizione delle aree a differente grado di rischio idraulico si è fatto riferimento allo schema riportato in tabella, in cui l'intersezione tra il danno potenziale e la pericolosità idraulica fornisce la classe di rischio.

Danno potenziale	Pericolosità idraulica			
	Molto elevata	Elevata	Media	Moderata
Grave	R4	R4	R2	R2
Medio	R3	R3	R1	R1
Moderato	R2	R2	R1	R1
Basso	R1	R1	R1	R1

Tabella 5 – Definizione delle classi di rischio idraulico

### 8.3 Mappe di allagabilità e di rischio

Per giungere alla pubblicazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni la Direttiva Alluvioni richiede di preparare mappe della pericolosità da alluvione e mappe del rischio di alluvione. La preparazione delle mappe deve essere coordinata con l'aggiornamento del piano di gestione delle acque (Il ciclo di pianificazione 2015-2021).

Le mappe devono essere preparate, a livello di bacino e alla scala più appropriata, per le aree a rischio di alluvione potenzialmente significativo, in accordo con quanto previsto dalla Direttiva (art. 5, art. 13.1 (a), art. 13.1 (b)).

Le mappe di pericolosità devono mostrare le aree geografiche soggette a possibili allagamenti secondo diversi scenari, mentre le mappe di rischio di alluvione devono mostrare le potenziali conseguenze negative di questi scenari.

Gli scenari sono:

- alluvioni con bassa probabilità, o scenari di eventi estremi;
- alluvioni con media probabilità, (periodo di ritorno  $\geq 100$  anni);
- alluvioni con alta probabilità.

Ogni stato membro dell'Unione Europea può con flessibilità assegnare una specifica probabilità a questi scenari. Per ogni scenario vanno preparati dati informativi sull'estensione e la profondità o il livello dell'acqua. Dove appropriato, si possono fornire informazioni sulla velocità o il flusso dell'acqua.

Per ogni scenario, le mappe mostrano:

- il numero indicativo di abitanti potenzialmente colpiti;
- il tipo di attività economica dell'area potenzialmente colpita;
- i principali beni culturali e le aree protette.

La mappatura delle aree allagabili è una fotografia di partenza. La ricerca di possibili diverse metodiche di indagine potrà migliorarla in relazione alla disponibilità di nuovi mezzi e basi conoscitive, degli esiti del confronto e delle ricerche in fase di sviluppo.

Ricordiamo il seguente elemento tecnico essenziali:

- base di riferimento per la valutazione della pericolosità è il reticolo idrografico già individuato nell'ambito del Piano di gestione delle acque (adottato dai Comitati Istituzionali dell'Autorità di bacino dell'Adige e dell'Autorità di bacino dei fiumi dell'Alto Adriatico - delibera n. 1 - riuniti in seduta comune il 24 febbraio 2010). Il criterio adottato è stato quello di considerare i soli bacini idrografici di superficie maggiore o uguale a 10 km<sup>2</sup>, secondo quanto indicato dalla Direttiva comunitaria 2000/60. La priorità è stata quindi rivolta alle situazioni rappresentate dai PAI e dagli eventi storici. La restante parte di rete, che allo stato attuale è stata valutata non indagabile, sarà analizzata - se necessario - in una fase di approfondimento successivo.

## 8.4 L'approccio metodologico per la determinazione della pericolosità e del rischio

Il concetto di pericolosità idraulica è legato a due fattori: la velocità assunta dall'acqua e l'altezza dell'acqua nel luogo considerato (detta tirante). La combinazione di queste due variabili determina la pericolosità. Viene conseguentemente chiamata funzione "Intensità", essendo le combinazioni molteplici.

Le mappe della pericolosità richieste nei tre scenari stabiliti devono obbligatoriamente riportare:

- la perimetrazione del possibile allagamento;
- la profondità delle acque e la portata della piena alla sezione corrispondente.

La velocità è opzionale. È solo il caso di evidenziare che non viene chiesta la mappatura delle classi di pericolosità (che è invece tipica di altri strumenti di pianificazione come il PAI) in quanto ritenuta solo strumentale (funzione intensità) alla valutazione del rischio.

Analogamente le mappe di rischio di alluvioni nei tre scenari prestabiliti devono obbligatoriamente essere espresse, come già sopra detto, in termini di: numero indicativo di abitanti potenzialmente interessati;

- tipo di attività economiche insistenti sull'area potenzialmente interessata;
- beni culturali e aree protette;
- impianti di cui all'allegato I della direttiva 96/61/CE che potrebbero provocare inquinamento accidentale (in caso di alluvione) su aree protette di cui all'allegato IV della 2000/60/CE.

Il concetto di rischio è legato alla possibilità che un fenomeno naturale o indotto dalle attività dell'uomo possa causare effetti dannosi sulla popolazione, gli insediamenti abitativi e produttivi, le infrastrutture, i beni culturali, all'interno di una particolare area, in un determinato periodo di tempo.

Rischio e pericolo quindi non sono la stessa cosa: il pericolo è la causa, il rischio sono le possibili conseguenze derivanti dal suo effetto, cioè il danno che ci si può attendere.

Alla luce dei concetti sopra esposti, il rischio viene determinato secondo la formulazione:

$$R=P*V*E=P*D$$

dove:

- R = Pericolosità: è la probabilità che un fenomeno di una determinata intensità si verifichi in un certo periodo di tempo, in una data area;
- V = Vulnerabilità: è la propensione di un elemento (persone, edifici, infrastrutture, attività economiche, beni culturali) a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un evento di una certa intensità. La vulnerabilità dipende dal contesto nel quale la si vuole valutare, nonché dalla maggiore (o minore) preparazione (dell'elemento considerato) nel caso in cui l'evento si manifesti. Per definire la vulnerabilità in termini fisici (cioè riferita all'elemento considerato) viene utilizzato come parametro la suscettibilità;
- E = Esposizione o Valore esposto: è il numero di unità (o "valore") di ognuno degli elementi a rischio presenti in una data area, come le vite umane o gli insediamenti. Nell'ambito di una trattazione generale, anche per l'esposizione deve essere considerato l'aspetto economico e sociale, introducendo il cosiddetto Fattore di Valore;
- D = Danno potenziale: è la combinazione del valore dell'elemento esposto con il valore di tale elemento rispetto ad un evento di data intensità.

Nell'ambito del Distretto delle Alpi Orientali, l'impatto delle inondazioni è stato valutato a scala comunale. Tale scelta è una conseguenza dei dati o delle banche dati attualmente disponibile sul territorio di indagine. L'informazione sull'esposizione è stata riferita principalmente all'uso del suolo mentre la vulnerabilità è stata legata solo alla suscettibilità.

Sulla base di queste ipotesi la quantificazione del rischio è stata espressa in termini relativi, ovvero il rischio di un elemento esposto assume una gradazione compresa tra 0 e 1, dove 0 e 1 sono rispettivamente i casi di assenza di rischio o massimo rischio dell'elemento esposto.

Ciò è stato riferito alle tre macro-categorie di elementi esposti:

- popolazione;
- attività economiche edifici, agricoltura, infrastrutture e strutture strategiche, impianti produttivi che possono causare inquinamento;
- aree protette e beni culturali

Sulla base dell'analisi delle carte di pericolosità idraulica relative al Piano stralcio per l'assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione, in particolare della tavola 52 della quale è riportato un estratto in Figura 4: Carta della pericolosità idraulica – PAI – Tav.50, 51 – allegato al decreto segretariale n.12 del 22/07/2021, si evidenzia come gli interventi di progetto ricadano in zona a pericolosità idraulica e geologica media P2. Si riportano sul seguito gli articoli della relazione tecnica e delle norme di attuazione del PAI utili alla definizione degli interventi ammissibili in tali zone a pericolosità media.

#### 8.4.1 Relazione tecnica PAI Brenta-Bacchiglione – Articolo 11

Si riporta sul seguito l'interno articolo 11 della Relazione Tecnica relativa al Piano di Assetto Idrogeologico del bacino idrografico Brenta-Bacchiglione, testo coordinato con le modifiche introdotte dalla delibera n. 4/2007 del Comitato Istituzionale del 19 giugno 2007 - Legge n. 267/98 e Legge n. 365/00, in modo da evidenziare gli interventi ammissibili nelle aree classificate a pericolosità idraulica e geologica media P2

1. *Nelle aree classificate a pericolosità idraulica, geologica e da valanga media P2 l'attuazione dello strumento urbanistico vigente alla data di adozione del progetto di Piano è subordinata alla verifica, da parte dell'Amministrazione comunale, della compatibilità degli interventi con le situazioni di pericolosità evidenziate dal Piano nonché con le norme di salvaguardia di cui ai commi 3 e segg. del presente articolo.*
2. *Per le aree classificate a pericolosità idraulica, geologica e da valanga media P2 l'Amministrazione comunale, nel modificare le previsioni degli strumenti urbanistici generali, deve prendere atto delle condizioni di pericolo riscontrate dal Piano e pertanto la nuova disciplina dell'uso del territorio deve prevedere la non idoneità per nuove zone edificabili di espansione o per edifici pubblici o di pubblica utilità destinati ad accogliere persone che non costituiscano ampliamento, prosecuzione o completamento di strutture già esistenti.*
3. *In relazione alle particolari caratteristiche di vulnerabilità, nelle aree classificate a pericolosità idraulica, geologica e da valanga media P2 non può comunque essere consentita la realizzazione di:*
  - *impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti pericolosi, così come definiti dalla Direttiva CE 1999/34;*
  - *impianti di trattamento delle acque reflue diverse da quelle urbane;*
  - *nuovi stabilimenti soggetti agli obblighi di cui agli articoli 6, 7 e 8 del D.Lgs. 17 agosto 1999, n. 334;*
  - *nuovi depositi, anche temporanei, in cui siano presenti sostanze pericolose in quantità superiori a quelle indicate nell'allegato I del D.Lgs. 17 agosto 1999, n. 334.*

*Per gli stabilimenti, impianti e depositi, di cui al comma precedente, esistenti alla data di adozione del progetto di Piano sino all'attuazione delle opere di riduzione del grado di pericolosità, sono ammessi esclusivamente gli interventi di ordinaria e straordinaria manutenzione, di adeguamento alle normative ovvero finalizzati alla mitigazione del rischio. Un eventuale ampliamento potrà avvenire solo dopo che sia*

stata disposta, secondo le procedure del presente Piano, la riduzione del grado di pericolosità.

#### 8.4.2 Norme Tecniche di Attuazione PAI Brenta-Bacchiglione – Articolo 11

Si riporta sul seguito l'interno articolo 11 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Assetto Idrogeologico del bacino idrografico Brenta-Bacchiglione, in modo da evidenziare gli interventi ammissibili nelle aree classificate a pericolosità idraulica e geologica media P2.

1. *Nelle aree classificate a pericolosità idraulica, geologica e valanghiva media P2, possono essere consentiti tutti gli interventi di cui alle aree P4 e P3.*
2. *L'attuazione delle previsioni e degli interventi degli strumenti urbanistici vigenti alla data di adozione del Piano (01.12.2012) è subordinata alla verifica da parte delle amministrazioni comunali della compatibilità con le situazioni di pericolosità evidenziate dal Piano e deve essere conforme alle disposizioni indicate dall'art. 8. Gli interventi dovranno essere realizzati secondo soluzioni costruttive funzionali a rendere compatibili i nuovi edifici con la specifica natura o tipologia di pericolo individuata.*
3. *Nelle aree classificate a pericolosità media P2 la pianificazione urbanistica e territoriale può prevedere:*
  - a. *nuove zone di espansione per infrastrutture stradali, ferroviarie e servizi che non prevedano la realizzazione di volumetrie edilizie, purché ne sia segnalata la condizione di pericolosità e tengano conto dei possibili livelli idrometrici conseguenti alla piena di riferimento;*
  - b. *nuove zone da destinare a parcheggi, solo se imposti dagli standard urbanistici, purché compatibili con le condizioni di pericolosità che devono essere segnalate;*
  - c. *piani di recupero e valorizzazione di complessi malghivi, stavoli e casere senza aumento di volumetria diversa dall'adeguamento igienico-sanitario e/o adeguamenti tecnicocostruttivi e di incremento dell'efficienza energetica, purché compatibili con la specifica natura o tipologia di pericolo individuata. Tali interventi sono ammessi esclusivamente per le aree a pericolosità geologica;*
  - d. *nuove zone su cui localizzare impianti per la produzione di energia da fonti rinnovabili, non diversamente localizzabili ovvero mancanti di alternative progettuali tecnicamente ed economicamente sostenibili, purché compatibili con le condizioni di pericolo riscontrate e che non provochino un peggioramento delle stesse.*

L'art. 3.a delle Norme di Attuazione prevede la possibilità di realizzare nuove zone di espansione per infrastrutture stradali.

#### 8.4.3 DGR nr. 128 del 12/02/2019 – ALLEGATO A

E' stata presa in considerazione infine la proposta di aggiornamento del PAI tramite l'ALLEGATO A – DGR nr. 128 del 12 febbraio 2019, che, tramite una nuova modellazione idraulica a mezzo modello uni-



bidimensionale del fiume Retrone per tempo di ritorno pari a 100 anni, ha comportato l'adeguamento della tavola di pericolosità idraulica n. 51 del PAI Brenta-Bacchiglione.

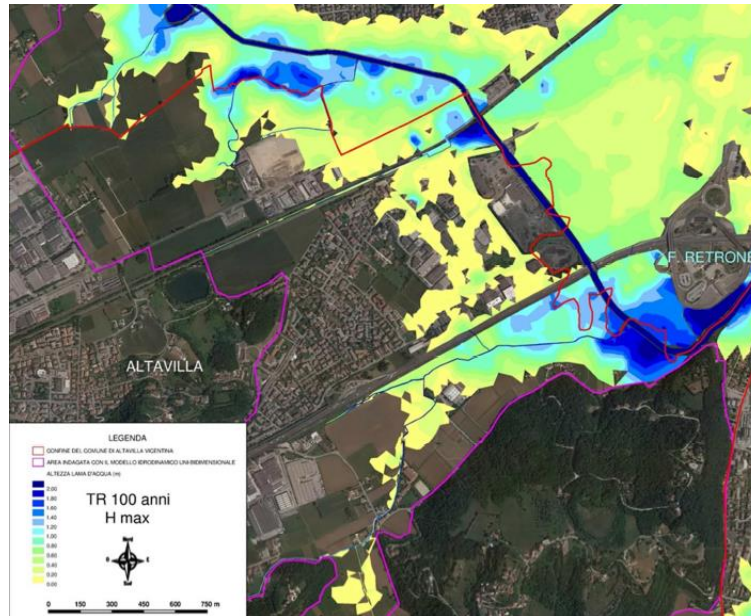


Figura 10 - Aree e altezze di allagamento massime fornite dal modello uni-bidimensionale per un evento di piena con tempo di ritorno di 100 anni e durata della pioggia di 24 ore (ALLEGATO A – DGR nr. 128 del 12 febbraio 2019)

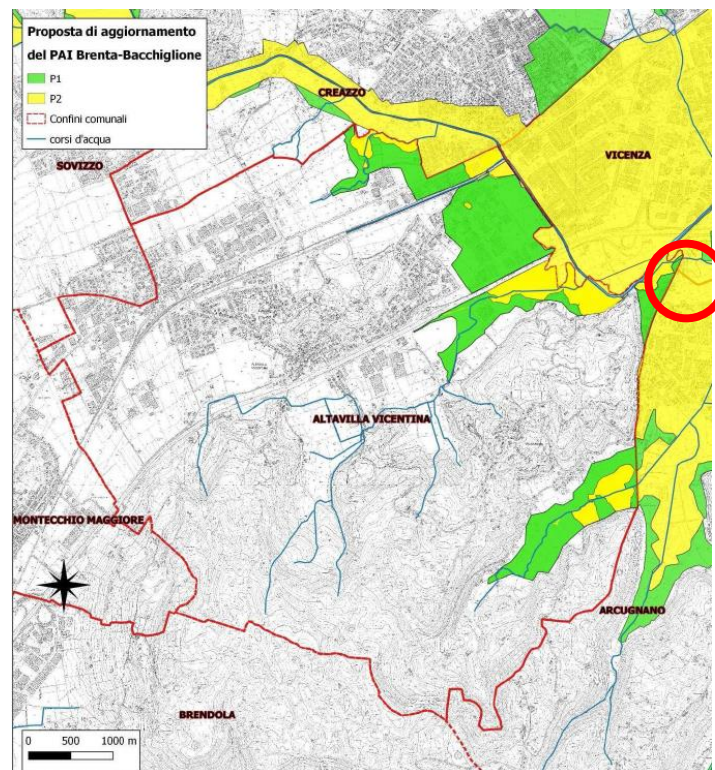


Figura 11 - Proposta di aggiornamento della Tav. 51 di pericolosità idraulica del PAI Brenta-Bacchiglione

## 9 INTERVENTI DI MITIGAZIONE DEL RISCHIO

In relazione allo studio di quanto riportato nei precedenti capitoli, e alla luce anche della recente modellazione idraulica presentata nell'ALLEGATO A – DGR nr. 128 del 12 febbraio 2019, sono state fatte delle scelte progettuali atte a minimizzare o annullare il possibile impatto che le nuove opere infrastrutturali potrebbero avere sul deflusso delle acque in caso di esondazione:

- gran parte dell'infrastruttura stradale è realizzata su viadotto formato da n.3 campate della luce di 50 m e da n.3 campate della luce di 75 m: questa tipologia costruttiva permette di non interessare la sezione idraulica del Retrone e neanche quella degli argini;

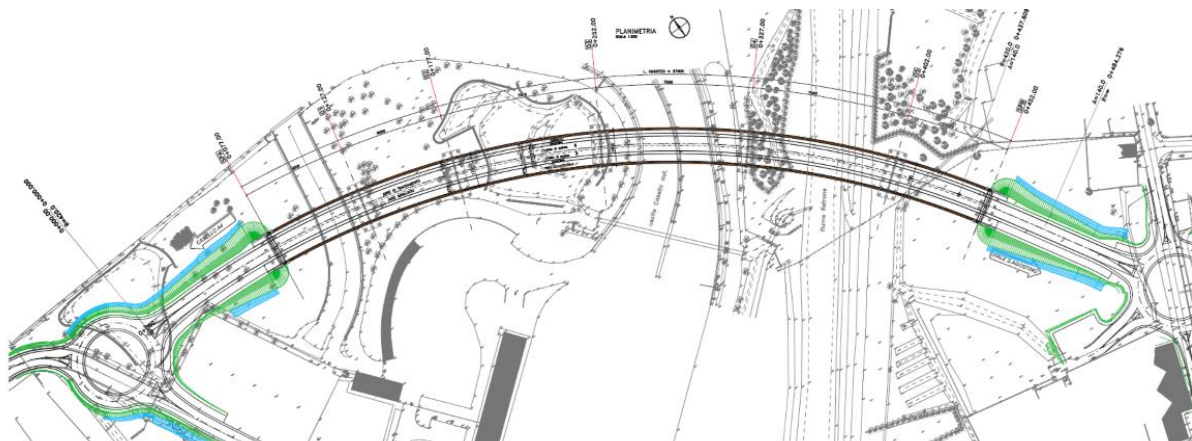


Figura 12 Ponte sul F. Retrone – Inquadramento planimetrico.

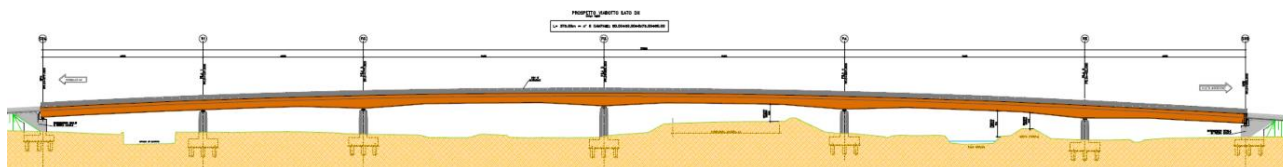


Figura 13 Ponte sul F. Retrone – Profilo longitudinale.

- come conseguenza diretta del punto precedente, l'infrastruttura risulta essere trasparente e trasmissiva nei confronti degli eventuali deflussi superficiali;
- la rimanente parte in rilevato vede una quota di progetto (30.75 m s.m.) paragonabile all'adiacente via Breganzola, quindi non altera lo stato di fatto per l'eventuale propagazione delle acque
- è stato inserito un tombino in corrispondenza della viabilità denominata AS03, per garantire la continuità idraulica dei deflussi nella configurazione di progetto, che attraversa uno scolo.



Figura 14 Rendering del nuovo viadotto – visuale 1



Figura 15 Rendering del nuovo viadotto – visuale 2

E' prevista infatti la realizzazione di un tombino costituito da nr. due scatolari in c.a. di sezione 200x100 cm presidiati da due portali in c.a. e rivestimento del fondo e delle scarpate in massi cementati. Il dimensionamento della sezione degli scatolari viene condotta ipotizzando le condizioni di moto uniforme con un riempimento massimo pari all'80%.

La sezione idrica allo stato di fatto - assimilabile ad una sezione trapezia con larghezza alla base di 4.50 m, scarpa 2.67, altezza 60 cm - con un tirante di 48 cm (riempimento 80%), pendenza 0.2% e  $K_s=30$  è in grado di trasportare 2.00 mcs. La stessa portata è in grado di transitare attraverso i due manufatti scatolari ( $K_s=70$  e pendenza = 0.2%) con un tirante pari a 38 cm inferiore al precedente. Oppure, calcolando la massima portata con lo stesso tirante massimo esistente pari a 48 cm (riempimento 80%) si ottiene una portata massima esitabile pari a 2.80 mcs, superiore all'esistente.

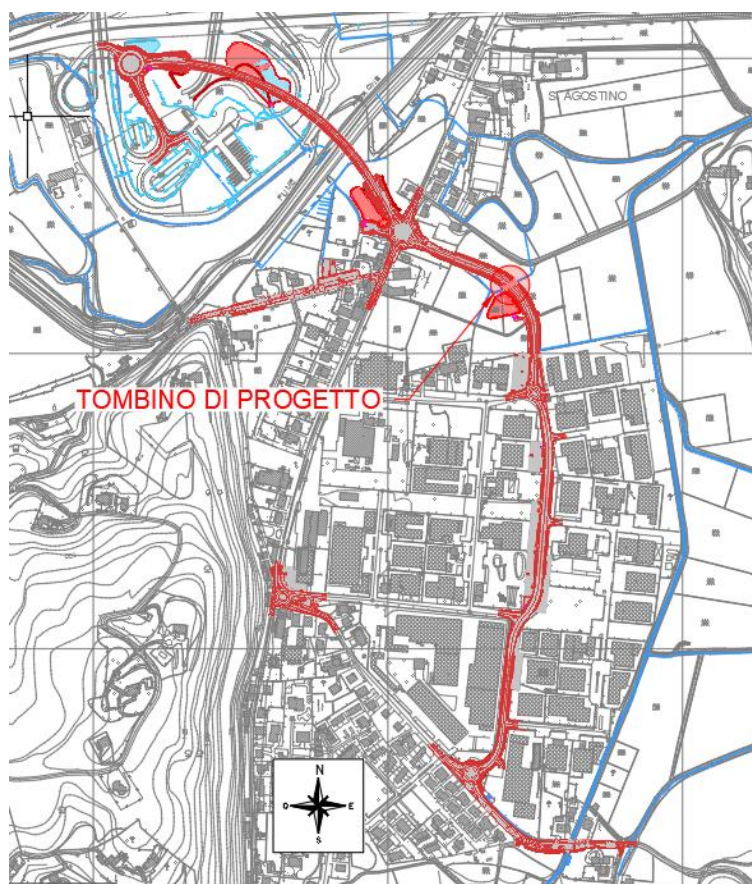
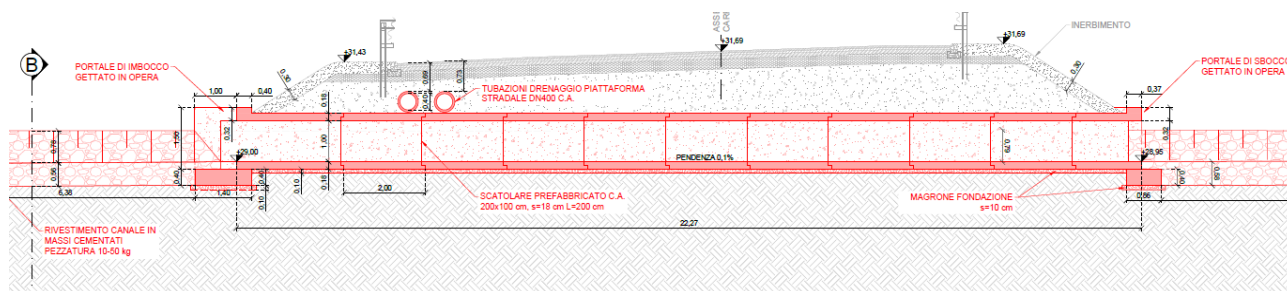


Figura 16: localizzazione tombino di progetto



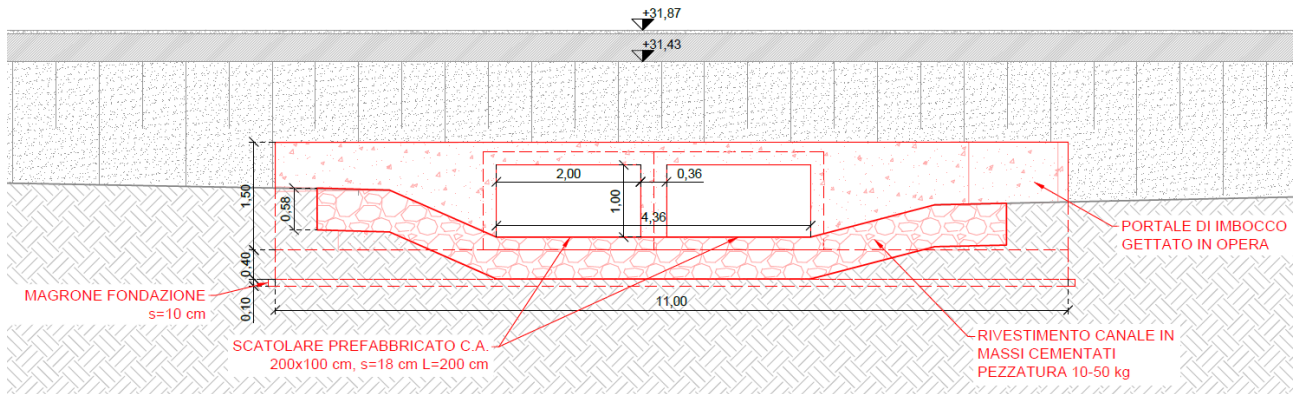


Figura 17: sezione longitudinale e trasversale tombino di progetto