

REGIONE DEL VENETO

PROVINCIA DI VICENZA

COMUNE DI VICENZA

IL DIRETTORE DEL SETTORE URBANISTICA
(A/ch. Antonio Bortoli)



"Strada di collegamento Viale della Serenissima Viale dello Stadio"

VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

(L. 3 agosto 1998 n. 267)

Il Consulente idraulico

Dott. Ing. Giovanni Crosara



Vicenza, giugno 2009

Giovanni Crosara ingegnere civile idraulico

+studi

Stradella San Pietro, 3

36100 VICENZA

Tel e Fax: +39 - 0444 541 888

E-mail: crosara@piustudi.eu

ALLEGATO ALLA DELIB. CONS.

N. 1 DEL 26.1.2011

IL PRESIDENTE

F.to POUETTO

IL SEGRETARIO GEN.LE

F.to VESTRANA

INDICE

| | |
|--|---------------|
| PRIMA PARTE | 2 |
| 1. Premessa e quadro normativo di riferimento | 2 |
| 2. Contenuti generali della valutazione di compatibilità | 3 |
| 3. La variante in oggetto | 6 |
| 3.1. Il Rischio Idraulico | 8 |
| 4. Inquadramento territoriale | 10 |
| 4.1. Inquadramento territoriale | 10 |
| SECONDA PARTE | 12 |
| 1. I principali parametri idraulici di dimensionamento | 12 |
| 1.1. Le curve di possibilità pluviometrica | 12 |
| 1.2. Il tempo di ritorno | 15 |
| 1.3. Le superfici scolanti | 15 |
| 1.4. Il coefficiente di deflusso | 16 |
| 1.5. Il tempo di corrivazione | 17 |
| 1.6. Il calcolo della portata meteorica | 19 |
| 2. Calcolo dei volumi di invaso | 20 |
| 2.1. Modello di calcolo analitico | 20 |
| 2.2. Schema di calcolo semplificato | 21 |
| 2.3. Volume efficace minimo | 21 |
| 3. Misure da attuare per mitigare l'impatto idraulico | 22 |
| 3.1. Inserimento nel contesto idraulico | 24 |
| DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA | 26 |
| ALLEGATI | 28 |

PRIMA PARTE

1. PREMESSA E QUADRO NORMATIVO DI RIFERIMENTO

Con il presente documento, su incarico del Dipartimento Progettazione e Innovazione del Territorio Settore Urbanistica del Comune di Vicenza il sottoscritto Dott. Ing. Giovanni Crosara, viene redatta la Valutazione di Compatibilità Idraulica, ai sensi della Legge 3 agosto 1998, n.267, relativamente alla "Ridefinizione del tracciato "Viale della Serenissima – Viale dello Stadio " nel Comune di Vicenza.

A seguito della D.G.R. n. 3637 del 13.12.2002, pubblicata dal B.U.R. n. 18 del 18.02.2003, di recepimento delle disposizioni di cui alla citata L. 267/98, tutti gli strumenti urbanistici adottati dopo il 18.2.2003, o la cui fase di controdeduzioni non sia conclusa entro tale data, devono produrre uno studio di compatibilità idraulica.

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

L'entrata in vigore della L.R. n. 11 del 23.04.2004, nuova disciplina regionale per il governo del territorio, ha sensibilmente modificato l'approccio per la pianificazione urbanistica talché si è evidenziata la necessità che anche la Valutazione di Compatibilità Idraulica venga adeguata alle nuove procedure.

Per aggiornare le modalità operative al nuovo assetto intervenuto e per aggiornare i contenuti e le procedure si rende necessario ridefinire le "Modalità operative e indicazioni tecniche" relative alla "Valutazione di Compatibilità Idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici" riportate in allegato alla D.G.R. n. 1322 del 10.05.2006, di cui costituiscono parte integrante, che sostituiscono la precedente versione allegata alla D.G.R. 3637/2002.

2. CONTENUTI GENERALI DELLA VALUTAZIONE DI COMPATIBILITÀ

Per completezza di trattazione si riportano di seguito, come indicato nel documento allegato alla Legge del 3 agosto 1998 n. 267, le principali indicazioni tecniche per la redazione della "Valutazione di compatibilità idraulica".

Il presente studio ha lo scopo di valutare, per le nuove previsioni urbanistiche, le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti e le possibili alterazioni del regime idraulico che possono causare.

La "valutazione" si rende necessaria solo per gli strumenti urbanistici che comportino una trasformazione territoriale che possa modificare il regime idraulico.

Nella valutazione di compatibilità idraulica si deve assumere come riferimento tutta l'area interessata dallo strumento urbanistico in esame.

Il grado di approfondimento e di dettaglio della valutazione di compatibilità idraulica dovrà essere rapportato all'entità, e soprattutto, alla tipologia delle nuove previsioni urbanistiche.

Lo studio idraulico deve verificare l'ammissibilità delle previsioni contenute nello strumento urbanistico considerando le interferenze che queste hanno con i dissesti idraulici presenti o potenziali e le possibili alterazioni del regime idraulico che le nuove destinazioni o trasformazioni d'uso del suolo possono venire a determinare.

Nella valutazione devono essere verificate le variazioni di permeabilità e della risposta idrologica dell'area interessata conseguenti alle previste mutate caratteristiche territoriali nonché devono essere individuate idonee misure compensative, come nel caso di zone non a rischio di inquinamento della falda, il reperimento di nuovi volumi di invaso, finalizzate a non modificare il grado di permeabilità del suolo e le modalità di risposta del territorio agli eventi meteorici.

Deve essere quindi definita la variazione dei contributi specifici delle singole aree prodotte dalle trasformazioni dell'uso del suolo, e verificata la capacità della rete drenante di sopportare i nuovi apporti. In particolare, 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.

Al riguardo si segnala la possibilità di utilizzare, se opportunamente realizzate, le zone a standard "Fc" a Parco Urbano (verde pubblico) prive di opere, quali aree di laminazione per le piogge aventi maggiori tempi di ritorno.

E' da evitare, ove possibile, la concentrazione degli scarichi delle acque meteoriche, favorendo invece la diffusione sul territorio dei punti di recapito con l'obiettivo di ridurre i colmi di piena nei canali recipienti e quindi con vantaggi sull'intero sistema di raccolta delle acque superficiali.

Ove le condizioni della natura del sottosuolo e delle qualità delle acque lo consentano, si può valutare la possibilità dell'inserimento di dispositivi che incrementino i processi di infiltrazione nel sottosuolo.

Resta del tutto evidente la necessità che la valutazione di compatibilità idraulica non debba fermarsi ad analizzare aspetti meramente quantitativi, ma debba verificare anche la compatibilità delle acque scaricate con l'effettiva funzione del ricettore.

Per quanto attiene le condizioni di pericolosità derivanti dalla rete idrografica maggiore si dovranno considerare quelle definite dal Piano di Assetto Idrogeologico.

Potranno altresì considerarsi altre condizioni di pericolosità, per la rete minore, derivanti da ulteriori analisi condotte da Enti o soggetti diversi.

Per le zone considerate pericolose la valutazione di compatibilità idraulica dovrà analizzare la coerenza tra le condizioni di pericolosità riscontrate e le nuove previsioni urbanistiche, eventualmente fornendo indicazioni di carattere costruttivo, quali ad esempio la possibilità di realizzare volumi utilizzabili al di sotto del piano campagna o la necessità di prevedere che la nuova edificazione avvenga a quote superiori a quella del piano campagna.

Lo studio di compatibilità idraulica può altresì prevedere la realizzazione di interventi di mitigazione del rischio, indicandone l'efficacia in termini di riduzione del pericolo.

Gli interventi realizzati in conseguenza dello studio di compatibilità idraulica sono ragguagliabili agli oneri di urbanizzazione primaria.

A seguito della D.G.R. 1322/2006 viene inoltre introdotta una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici.

Tale classificazione consente di definire soglie dimensionali in base alle quali si applicano considerazioni differenziate in base all'effetto atteso dell'intervento.

La classificazione è riportata nella seguente tabella.

| CLASSE DI INTERVENTO | DEFINIZIONE |
|---|--|
| Trascurabile impermeabilizzazione potenziale | intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha |
| Modesta impermeabilizzazione potenziale | intervento su superfici di estensione comprese fra 0,1 e 1,0 ha |
| Significativa impermeabilizzazione potenziale | -intervento su superfici di estensione comprese fra 1,0 e 10 ha; -interventi su superfici di estensione oltre i 10 ha con $Imp < 0,3$ |
| Marcata impermeabilizzazione potenziale | intervento su superfici di estensione superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$ |

Nelle varie classi andranno adottati i seguenti criteri:

- nel caso di *trascurabile impermeabilizzazione potenziale* è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi;
- nel caso di *modesta impermeabilizzazione potenziale*, oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un tubo di diametro di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro;
- nel caso di *significativa impermeabilizzazione potenziale*, 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 di trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;
- nel caso di *marcata impermeabilizzazione potenziale* è richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

Il principio fondamentale che deve essere rispettato rimane quello di **invarianza idraulica** delle trasformazioni del territorio, che viene così definito: "*Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa*".

3. LA VARIANTE IN OGGETTO

Si riporta in sintesi quanto descritto nella relazione che accompagna la variante in oggetto, redatta a cura del Comune di Vicenza.

(...)

La previsione di collegamento stradale tra Viale della Serenissima e Viale dello Stadio è di notevole importanza perché consentirà di dare una più corretta dimensione urbana dell'asse viario di Viale della Pace, a tutt'oggi interessato da un notevole flusso di traffico.

Attualmente risulta realizzato il tratto che collega Strada di Casale con Via dei Pizzolati (intitolata ai Martiri delle Foibe); restano pertanto ancora da costruire i collegamenti di testa con Viale dello Stadio e con Viale della Serenissima.

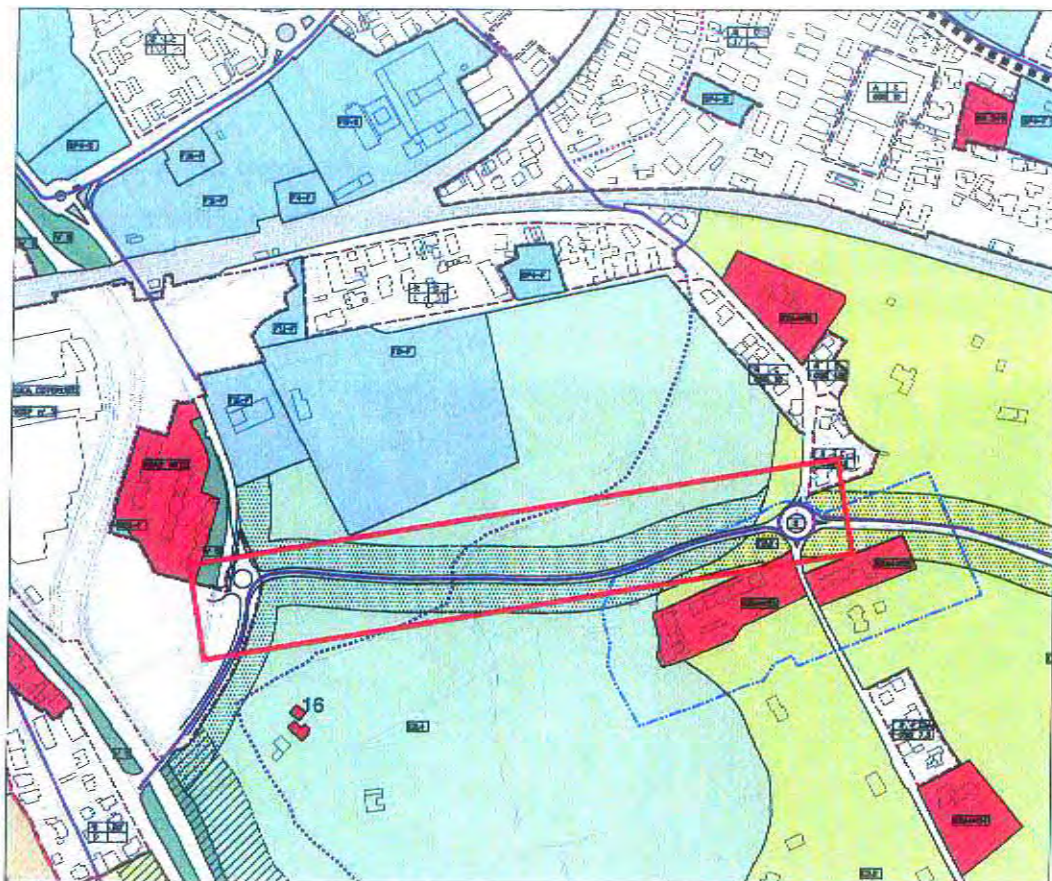
L'intervento prevedeva, all'epoca della variante generale al PRG del 1983 il collegamento tra Viale dello Stadio e Strada di Casale passando a ridosso dell'edificio di Via Zanecchin, ma successivamente, con la Variante parziale del 2003 veniva modificato, arretrandolo rispetto alla zona residenziale, prevedendone l'imbocco in corrispondenza dell'attuale rotatoria dopo il sottopasso.

L'entrata in vigore del Programma Integrato denominato PIRUEA Cotorossi, con la previsione di un nuovo ponte di attraversamento del Bacchiglione, in corrispondenza della sopraccitata rotatoria, rende necessario rivedere la previsione del tracciato viario in argomento, per non far confluire il traffico di attraversamento della "Variante a Viale della Pace" con l'accesso al nuovo Palazzo di Giustizia.

Si tratta pertanto di modificare le previsioni del Piano Regolare, ai sensi del comma 4, lettera g, dell'articolo 50 della L.R. 61/85, trasladando il tracciato vigente, che attraversa sia zone agricole (E2.e ed E2.4) sia zone per attrezzature di interesse generale a livello urbano ed extra-comunale (F8 e F11), in posizione decentrata, interessando esclusivamente zone agricole.

Dal punto di vista infrastrutturale l'opera manterrà le attuali previsioni per quanto concerne il dimensionamento della piattaforme stradale e le relative fasce di rispetto, nonché le previsioni di intubamento del tratto di attraversamento della Roggia Riello, previo nulla osta dell'Ente preposto alla tutela, pur non essendo vincolata ai sensi del D.Lgs 42/04.

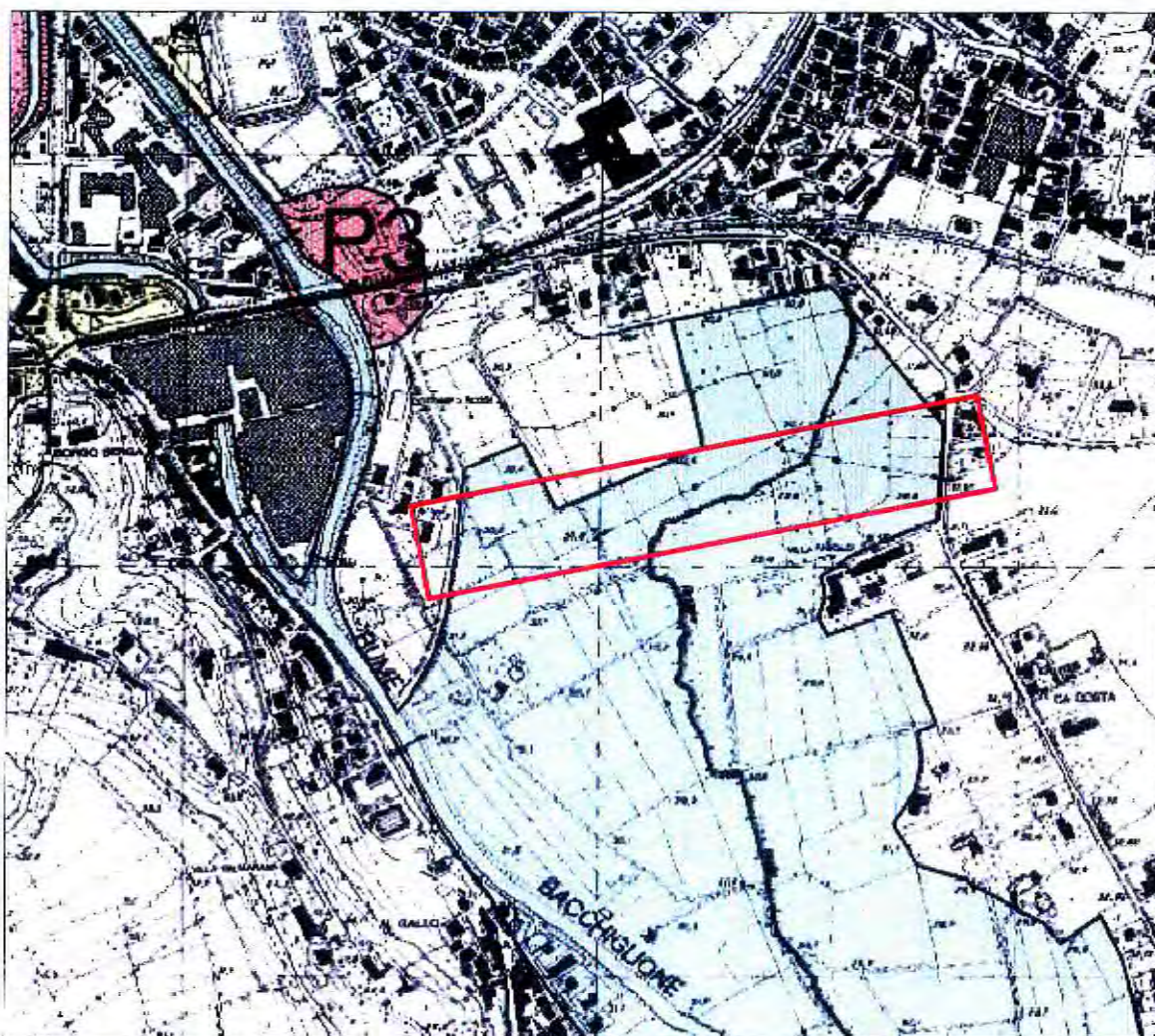
Nella figura seguente si riporta l'estratto del PRG vigente con inserita l'area oggetto di variante.



Estratto PRG con inserimento area di variante

3.1. Il Rischio Idraulico

Per quanto concerne le criticità idrauliche si verifica, nella tavola di Pericolosità Idraulica del Progetto di Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino idrografico del fiume Brenta-Bacchiglione (Venezia, maggio 2003, che l'area di intervento risulta interna ad aree classificate come **"aree fluviali"**.



Inserimento dell'area di variante nella carta delle pericolosità allegata al P.A.I.

Si riporta quanto descritto per la perimetrazione delle "aree fluviali" nel Piano di Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino dei fiumi Isonzo, Tagliamento, Livenza, Piave, Brenta-Bacchiglione.

(...) "aree fluviali", ossia quelle aree che più direttamente sono legate al corso d'acqua e che quindi sono soggette ad un grado di pericolosità intrinseco. L'area fluviale è stata delimitata in

base alla presenza di opere idrauliche (argini o significative opere di difesa) e alla presenza di elementi naturali (in particolare altimetria del terreno e scarpate fluviali). All'area fluviale viene associata una pericolosità P3, ad eccezione della superficie occupata dalla piena ordinaria alla quale è associata una pericolosità P4.

Si riporta infine quanto riportato nelle relazione tecnica di variante del Comune di Vicenza, sempre per quanto concerne la pericolosità dell'area.

(...) Va peraltro evidenziato che la viabilità del progetto ricade in ambito assoggettato alle prescrizioni del Piano di Assetto Idrogeologico, di cui alla delibera di adozione del Comitato Istituzionale n. 4 del 19 giugno 2007 e, in particolare all'articolo 15 che si riporta in stralcio:

Art. 15 - Interventi ammissibili nelle aree classificate a pericolosità idraulica molto elevata – P4.

1. Nelle aree classificate a pericolosità idraulica molto elevata P4 può essere esclusivamente consentita l'esecuzione di:

- a), b), c), d), e) ...omissis;
- f) interventi di realizzazione o ampliamento di infrastrutture viarie, ferroviarie e di trasporto pubblico, purché siano realizzati a quote compatibili con la piena di riferimento e non comportino significativo ostacolo o riduzione apprezzabile della capacità di invaso delle aree stesse;
- g), h), j), k) ...omissis.

2. Gli interventi di cui al comma 1 devono essere preceduti da una specifica relazione idraulica e geologica volta a definire le condizioni di fattibilità, le interazioni con il fenomeno che genera la situazione di pericolo e la coerenza con le indicazioni di tutela del Piano. Tale relazione, redatta da un tecnico laureato abilitato ed esperto del settore, deve essere basata su un'attenta analisi anche storico delle condizioni geologiche e/o idrauliche locali e generali. Le prescrizioni contenute nella suddetta relazione devono essere integralmente recepite nel progetto delle opere di cui si prevede l'esecuzione".

Si sottolinea che a livello di valutazione di compatibilità idraulica verranno effettuate delle considerazioni relativamente agli eventi di piena e ai livelli idrometrici dell'idrografia principale interessata.

Rimane evidente che la verifica del contesto dell'intervento dovrà essere effettuata in sede di progettazione definitiva ed esecutiva anche mediante realizzazione di un piano quotato preciso dell'area in oggetto, che allo stato attuale non è disponibile.

Per il dettaglio delle interazioni tra la nuova viabilità di progetto e il sistema idraulico esistente si rimanda all'ultimo paragrafo della presente relazione.

4. INQUADRAMENTO TERRITORIALE

4.1. Inquadramento territoriale

L'ambito oggetto di variante per la realizzazione della nuova viabilità risulta allo stato attuale occupata da aree verdi e agricole.

Da un punto di vista idraulico sono di interesse le aree che subiscono una variazione della destinazione d'uso del suolo che comporta in sostanza una modifica della permeabilità del terreno. L'impermeabilizzazione del suolo comporta infatti la limitazione del fenomeno naturale di infiltrazione della precipitazione nel sottosuolo, incrementando di contro il fenomeno di ruscellamento superficiale. Il deflusso superficiale si traduce nella formazione di volumi d'acqua che devono essere drenati e collettati fino al ricettore finale. La problematica principale è relativa al fatto che i tempi di smaltimento sono molto bassi e pertanto si rischia il sovraccarico della rete idrografica esistente.



Ortofoto di inquadramento

Al fine di prevenire tali situazioni, in accordo con il principio dell'*invarianza idraulica*, tali volumi in eccesso dovranno essere opportunamente invasati in idonei sistemi e rilasciati nel lungo periodo, al fine di garantire gli stessi ordini di grandezza di deflusso dello stato attuale. In tal modo l'impatto, da un punto di vista idraulico, dell'impermeabilizzazione del suolo verrà notevolmente ridotto.

Come sarà descritto in modo più approfondito nel seguito del documento, l'estensione della superficie d'ambito è stimata in circa 10.000 mq. Per il calcolo, data lo sviluppo essenzialmente in senso longitudinale, si è considerata una lunghezza media della strada (pari a circa 800 m) moltiplicata per la larghezza media (pari a circa 12,5).

Si rimanda ai paragrafi seguenti per il dettaglio.

SECONDA PARTE

1. I PRINCIPALI PARAMETRI IDRAULICI DI DIMENSIONAMENTO

1.1. Le curve di possibilità pluviometrica

Per la stima della portata meteorica si è fatto riferimento alle precipitazioni di massima intensità registrate nella stazione pluviografica di **Vicenza**.

L'elaborazione si svolge direttamente sui valori osservati per le piogge brevi e intense (scrosci) cioè quelle con durata da pochi minuti fino ad un'ora e per le precipitazioni di più ore consecutive.

Alle precipitazioni massime di data durata si applica la seguente descrizione statistica, comune a molte serie idrologiche:

$$X (Tr) = X_m + F S_x$$

In cui:

$X (Tr)$ il valore caratterizzato da un periodo di ritorno Tr , ossia l'evento che viene eguagliato o superato;

X_m il valore medio degli eventi considerati;

F fattore di frequenza;

S_x scarto quadratico medio

Per il caso in esame si è utilizzata la distribuzione doppio-esponenziale di *Gumbel*.

Al fattore F si assegna l'espressione:

$$F = (Y (Tr) - Y_N)/S_N$$

essendo la grandezza $Y (Tr)$, funzione del Tempo di ritorno, la cosiddetta variabile ridotta, e Y_N e S_N rappresentano la media e lo scarto quadratico medio della variabile ridotta: esse sono funzioni del numero N di osservazioni.

I valori di questi parametri sono riportati nella tabella seguente.

| Valori dei parametri YN e Sn secondo Gumbel | | | | | | | | | | |
|---|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| MEDIA RIDOTTA YN | | | | | | | | | | |
| N | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 0.4952 | 0.4996 | 0.5035 | 0.5070 | 0.5100 | 0.5128 | 0.5154 | 0.5177 | 0.5198 | 0.5217 |
| 20 | 0.5236 | 0.5252 | 0.5268 | 0.5282 | 0.5296 | 0.5309 | 0.5321 | 0.5332 | 0.5343 | 0.5353 |
| 30 | 0.5362 | 0.5371 | 0.5380 | 0.5388 | 0.5396 | 0.5403 | 0.5411 | 0.5417 | 0.5424 | 0.5430 |
| 40 | 0.5436 | 0.5442 | 0.5448 | 0.5453 | 0.5458 | 0.5463 | 0.5468 | 0.5472 | 0.5477 | 0.5481 |
| 50 | 0.5485 | 0.5489 | 0.5493 | 0.5497 | 0.5501 | 0.5504 | 0.5508 | 0.5511 | 0.5515 | 0.5518 |
| 60 | 0.5521 | 0.5524 | 0.5527 | 0.5530 | 0.5532 | 0.5535 | 0.5538 | 0.5540 | 0.5543 | 0.5545 |
| 70 | 0.5548 | 0.5550 | 0.5552 | 0.5555 | 0.5557 | 0.5559 | 0.5561 | 0.5563 | 0.5565 | 0.5567 |
| 80 | 0.5569 | 0.5571 | 0.5573 | 0.5574 | 0.5576 | 0.5578 | 0.5580 | 0.5581 | 0.5583 | 0.5584 |
| 90 | 0.5586 | 0.5588 | 0.5589 | 0.5591 | 0.5592 | 0.5593 | 0.5595 | 0.5596 | 0.5598 | 0.5599 |
| 100 | 0.5600 | 0.5602 | 0.5603 | 0.5604 | 0.5605 | 0.5606 | 0.5608 | 0.5609 | 0.5610 | 0.5611 |
| DEVIAZIONE STANDARD RIDOTTA SN | | | | | | | | | | |
| N | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 |
| 10 | 1.0010 | 1.0148 | 1.0270 | 1.0378 | 1.0476 | 1.0564 | 1.0644 | 1.0717 | 1.0785 | 1.0847 |
| 20 | 1.0904 | 1.0958 | 1.1008 | 1.1055 | 1.1098 | 1.1140 | 1.1178 | 1.2115 | 1.1250 | 1.1283 |
| 30 | 1.1314 | 1.1344 | 1.1372 | 1.1399 | 1.1425 | 1.1449 | 1.1473 | 1.1496 | 1.1518 | 1.1538 |
| 40 | 1.1559 | 1.1578 | 1.1597 | 1.1614 | 1.1632 | 1.1649 | 1.1665 | 1.1680 | 1.1696 | 1.1710 |
| 50 | 1.1724 | 1.1738 | 1.1752 | 1.1765 | 1.1777 | 1.1789 | 1.1801 | 1.1813 | 1.1824 | 1.1835 |
| 60 | 1.1846 | 1.1856 | 1.1866 | 1.1876 | 1.1886 | 1.1895 | 1.1904 | 1.1913 | 1.1922 | 1.1931 |
| 70 | 1.1939 | 1.1947 | 1.1955 | 1.1963 | 1.1971 | 1.1978 | 1.1986 | 1.1993 | 1.2000 | 1.2007 |
| 80 | 1.2014 | 1.2020 | 1.2027 | 1.2033 | 1.2039 | 1.2045 | 1.2052 | 1.2057 | 1.2063 | 1.2069 |
| 90 | 1.2075 | 1.2080 | 1.2086 | 1.2091 | 1.2096 | 1.2101 | 1.2106 | 1.2111 | 1.2116 | 1.2121 |
| 100 | 1.2126 | 1.2130 | 1.2135 | 1.2139 | 1.2144 | 1.2148 | 1.2153 | 1.2157 | 1.2161 | 1.2165 |

La funzione $Y(Tr)$ è legata al tempo di ritorno Tr dalla relazione:

$$Y(Tr) = -\ln(-\ln((Tr-1)/Tr))$$

Con le idonee sostituzioni si ricava l'espressione:

$$X(Tr) = X_m - S_x YN/SN + S_x Y(Tr)/SN$$

in cui $X_m - S_x YN/SN$ è chiamata *moda* e rappresenta il valore con massima frequenza probabile ed il fattore S_x/SN con il termine *alpha*.

In allegato sono dettagliatamente riportati i risultati dell'elaborazione eseguita.

Per ciascun tempo di ritorno si è provveduto a calcolare l'equazione pluviometrica mediante interpolazione.

I risultati ottenuti forniscono i valori di a e n nell'equazione $h = a t^n$:

| Coefficienti dell'equazione pluviometrica PER PRECIPITAZIONI ORARIE (Stazione di Vicenza) | | |
|--|--------|--------|
| Tr (anni) | a | n |
| 10 | 49,198 | 0,2171 |
| 20 | 57,585 | 0,2050 |
| 50 | 68,462 | 0,1931 |

| Coefficienti dell'equazione pluviometrica PER PRECIPITAZIONI BREVI (Stazione di Vicenza) | | |
|---|--------|--------|
| Tr (anni) | a | n |
| 10 | 50,190 | 0,4394 |
| 20 | 57,962 | 0,4458 |
| 50 | 68,020 | 0,4518 |

Ottenute le curve di possibilità pluviometrica è possibile stabilire per un prefissato tempo di ritorno Tr il valore dell'evento che gli corrisponde.

Assegnato Tr si possono ricavare per ogni durata t i valori di h corrispondenti cioè le altezze di precipitazione che ricorrono mediamente ogni Tr anni.

Il valore del Tr che verrà adottato per il caso in esame è stato determinato nel paragrafo seguente.

1.2. Il tempo di ritorno

L'aggiornamento 2006 dell'allegato "Modalità operative e indicazioni tecniche" per la redazione del documento di Valutazione di Compatibilità Idraulica indica che il tempo di ritorno cui fare riferimento è pari a 50 anni.

1.3. Le superfici scolanti

Come accennato, la configurazione di progetto prevede la realizzazione di una nuova viabilità tra Via Serenissima e Via dello Stadio. Accanto alla strada sarà realizzata poi una pista ciclabile. Per la stima della superficie di intervento, vista la conformazione dell'intervento, che si sviluppa in senso sostanzialmente longitudinale, si è proceduto con la definizione della lunghezza della nuova strada, che sarà poi moltiplicata per la larghezza della fascia di intervento.

In particolare, verificando la configurazione futura nelle tavole di progetto fornite dall'Ufficio Tecnico del Comune di Vicenza, si sono dedotte le seguenti caratteristiche:

- fascia di nuova viabilità, a doppia corsia di marcia, con larghezza complessiva pari a 8,5 m;
- aiuola spartitraffico di separazione dalla pista ciclabile di larghezza pari a 1,0 m;
- nuova pista ciclabile in affiancamento alla viabilità di larghezza pari a 3,0 m.

La lunghezza è stata stimata in circa 800,0 m, mentre la larghezza complessiva della fascia che subisce un'effettiva trasformazione di destinazione d'uso è pari a 12,5 m.

Si definisce pertanto un'estensione della superficie di intervento pari a 6.875 mq.

Nei calcoli idraulici relativi allo stato attuale tale area è stata considerata interamente a verde agricolo, mentre per lo stato futuro, in base alla suddivisione indicata in precedenza si sono determinate le estensioni delle diverse superfici scolanti, riportate in tabella:

| Tabella delle superfici scolanti – Confronto Attuale/ Futura | | |
|---|------------------------------------|-----------------------------------|
| Natura delle superfici scolanti | Stato Attuale dell'area (mq) | Stato Futuro dell'area (mq) |
| <u>Area totale</u> | 10.000 | 10.000 |
| Superficie per viabilità | - | 6.800 |
| Superficie per la pista ciclabile | - | 800 |
| Superficie a verde (aiuola spartitraffico) | - | 2.400 |
| Superficie a verde agricolo | 10.000 | - |

1.4. Il coefficiente di deflusso

Il coefficiente di deflusso ϕ è il parametro che determina la trasformazione degli afflussi in deflussi. Il coefficiente di deflusso è determinato infatti come il rapporto tra il volume defluito attraverso una assegnata sezione in un definito intervallo di tempo e il volume meteorico precipitato nell'intervallo stesso. Per ogni superficie scolante si è assegnato un coefficiente di deflusso medio ϕ sia per lo stato attuale che per la nuova configurazione di progetto.

L'aggiornamento 2006 dell'allegato "Modalità operative e Indicazioni tecniche" per la redazione del documento di Valutazione di Compatibilità Idraulica indica che dovranno essere assunti convenzionalmente, ove non determinati analiticamente, i seguenti coefficienti di deflusso:

- $\phi_1 = 0,10$ per le aree agricole;
- $\phi_2 = 0,20$ per le superfici permeabili (aree verdi);
- $\phi_3 = 0,60$ per superfici semipermeabili (grigliati drenanti con sottostante materasso ghiaioso, strade in terra battuta o stabilizzato,...);
- $\phi_4 = 0,90$ per superfici impermeabili (tetti, terrazze, strade, piazzali,...).

Dalla relazione seguente si ricava il valore del coefficiente di deflusso medio per l'intera area scolante ϕ_{medio} :

$$\phi_{medio} = (S_i \times \phi_i) / S$$

ϕ_{medio} = coefficiente di deflusso medio relativo alla superficie scolante totale

S = superficie scolante totale (mq)

S_i = Superfici scolanti omogenee (mq)

ϕ_i = coefficiente di deflusso relativo alle S_i

Nel caso in esame si è stimato:

- **0,10** il coefficiente di deflusso relativo allo stato attuale;
- **0,84** il coefficiente di deflusso relativo alla configurazione di progetto.

1.5. Il tempo di corrivazione

1.5.1. Calcolo del tempo di corrivazione nello Stato Attuale

Il tempo di corrivazione, nello stato attuale, è stato determinato facendo riferimento all'espressione suggerita dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland per il caso di cunette e fossi di guardia, al servizio di superficie scolanti di modesta estensione e valida per le fognature, con le usuali cautele, come indicato in dettaglio nel testo "Fognature" (Luigi Da Deppo e Claudio Datei).

$$t_{ci} = [26,3 (L/Ki)^{0,6} / (3600^{(1-n)0,4} a^{0,4} i^{0,4})]^{1/(0,6+0,4n)}$$

essendo:

t_{ci} = tempo di corrivazione tratto di percorso i -esimo [s]

L = massima lunghezza del deflusso dell' i -esimo tratto considerato [m]

Ks = coefficiente di Gauckler-Strickler dell' i -esimo tratto considerato [$m^{1/3}s^{-1}$]

i = pendenza media dell' i -esimo sottobacino [m/m]

a, n = coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica (in metri)

L'espressione proposta dà modo di considerare, con appropriati valori di L , Ks , e i , la partecipazione delle superfici scolanti laterali. I valori di Ks assunti usualmente sono per le condotte dell'ordine dei $70\div80 m^{1/3}s^{-1}$, $20\div50 m^{1/3}s^{-1}$, ma anche $2\div5 m^{1/3}s^{-1}$ per superficie erbose.

In allegato alla presente relazione è riportato in dettaglio il calcolo del tempo di corrivazione con il metodo di cui sopra.

1.5.2. Calcolo del tempo di corrivazione nella Configurazione di Progetto

Recenti studi svolti presso il Politecnico di Milano (Mambretti e Paoletti, 1996) determinano una stima del tempo di accesso a mezzo del modello del *condotto equivalente*, sviluppato partendo dalla considerazione che il deflusso è in realtà un deflusso in una rete di piccole canalizzazioni incognite (grondaie, cunette, canalette, piccoli condotti) che raccolgono le acque scolanti lungo le singole falde dei tetti e delle strade.

Per determinare il tempo di corrivazione t_c nello stato di progetto, area urbanizzata, si deve fare riferimento alla somma:

$$t_c = t_a + t_r$$

in cui t_a è il tempo d'accesso alla rete, sempre di incerta determinazione, variando con la pendenza dell'area, la natura della stessa e il livello di realizzazione dei drenaggi minori, nonché alla altezza della pioggia precedente l'evento critico di progetto.

Tali studi hanno condotto, per sottobacini sino a 10 ettari, all'equazione:

$$t_{ai} = ((3600^{(n-1)/4} \cdot 0,5 \cdot l_i) / (s_i^{0,375} (a \cdot \phi_i \cdot S_i)^{0,25}))^{4/(n+3)}$$

essendo:

t_{ai} = tempo d'accesso dell'i-esimo sottobacino [s]

l_i = massima lunghezza del deflusso dell'i-esimo sottobacino [m]

s_i = pendenza media dell'i-esimo sottobacino [m/m]

ϕ_i = coefficiente di deflusso dell'i-esimo sottobacino [m/m]

S_i = superficie di deflusso dell'i-esimo sottobacino [ha]

a, n = coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica

Per la determinazione di l_i viene proposta l'equazione:

$$l_i = 19,1 (100 S_i)^{0,548}$$

nella quale S_i è in ettari e la lunghezza l_i in metri.

Nel caso in esame il sottobacino considerato, per la determinazione del tempo di accesso alla rete, è il sottobacino posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo.

Il tempo di rete t_r , è dato dalla somma dei tempi di percorrenza di ogni singola canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete fognaria; t_r è quindi determinato dal rapporto la lunghezza della rete e la velocità della corrente

$$t_r = \sum L_i/V_i$$

nella quale la sommatoria va estesa a tutti i rami che costituiscono il percorso più lungo.

In allegato alla presente relazione è riportato in dettaglio il calcolo del tempo di corrvazione con il metodo di cui sopra.

1.6. Il calcolo della portata meteorica

Il calcolo della portata, conseguente alla precipitazione assegnata, è stato condotto utilizzando il **metodo razionale**, noto in Italia come **metodo cinematico** o del **ritardo di corrivazione**; il metodo si presta ad essere utilizzato in molti casi e generalmente applicato a bacini scolanti di relativamente limitata estensione.

L'ipotesi di base del metodo cinematico prevede l'assunzione di un tempo di pioggia pari al tempo di corrivazione: in tal modo tutto il bacino scolante contribuisce alla formazione della portata massima.

La portata massima nella sezione terminale si ha assumendo un tempo di pioggia (durata della precipitazione) pari al tempo di corrivazione calcolato.

La condizione *tempo di pioggia (t) = tempo di corrivazione (tc)* porta ad un idrogramma di piena avente forma di triangolo isoscele, caratterizzato da un valore massimo della portata doppio di quello medio; in tale ipotesi tutto il bacino scolante considerato contribuisce alla formazione della portata massima.

Con le ipotesi di cui sopra e dalla relazione seguente proposta dal **metodo cinematico** si ricava il valore della portata meteorica massima relativa al bacino scolante considerato:

$$Q_{max} = \phi_{medio} S h / t$$

in cui:

Q_{max} = portata massima (l/s)

ϕ_{medio} = coefficiente di deflusso medio;

S = superficie scolante totale;

h = altezza di pioggia valutata con l'espressione relativa alla curva di possibilità climatica;

t = tempo di pioggia assunto pari al tempo di corrivazione t_c ;

Considerando un Tempo di Ritorno di 10 anni nella configurazione attuale dell'area si stima una portata massima pari a 5 l/s (pari a 5 l/s ha). Sempre per un Tempo di Ritorno di 10 anni ma nella configurazione di progetto si stima una portata massima pari a 311 l/s (pari a 311 l/s ha).

Si verifica pertanto un incremento della portata scolante sulla superficie rispetto allo stato attuale. Come già detto dovranno pertanto essere previste delle misure compensative per mitigare l'impatto idraulico delle nuove opere.

2. CALCOLO DEI VOLUMI DI INVASO

Per ottenere un quadro più completo, nel calcolo dei volumi efficaci di laminazione sono stati adottati due diversi approcci, di seguito descritti.

In particolare sono stati utilizzati:

- un modello di calcolo analitico che simula la variabilità dei volumi di invaso al variare del tempo di pioggia, imponendo un valore limite di portata allo scarico;
- uno schema di calcolo semplificato che determina la differenza tra il volume smaltito nello stato attuale e a seguito dell'intervento urbanistico. La differenza ottenuta rappresenterà il volume che dovrà essere invaso.

A favore di sicurezza verrà assunto come volume efficace di invaso il risultato maggiore tra i due ottenuti.

2.1. Modello di calcolo analitico

Il calcolo dei volumi efficaci di invaso viene condotto imponendo un valore limite di portata scaricata, considerando che la normativa impone che il regime idraulico non venga modificato a seguito degli interventi di urbanizzazione.

Il calcolo sarà condotto considerando la superficie scolante ridotta e assumendo un limite allo scarico di 5 l/s ha (valore di portata dedotto per lo stato attuale).

Calcolando per il tempo di precipitazione, il valore del volume affluito alla sezione di chiusura, il volume scaricato nella rete di scolo ricettrice e, per differenza tra i due, il volume che è necessario invasare, è possibile determinare il valore necessario alla laminazione dell'evento considerato, ricercando il massimo della curva dei volumi di invaso al variare del tempo di precipitazione.

A tale scopo è stato predisposto un modello che simula il comportamento dei volumi di invaso al variare del tempo di pioggia, nell'ipotesi di concentrarli in corrispondenza della sezione di uscita del bacino considerato. Il modello determina, in funzione di una serie di eventi critici considerati (scansione temporale considerata tra le piogge orarie) e della portata di deflusso (assegnata costante per semplicità):

- l'altezza della precipitazione;
- la portata di pioggia alla sezione di chiusura valutata con l'espressione del metodo cinematico;
- la portata da invasare a monte della sezione di chiusura, data dalla differenza tra la portata di pioggia e la portata di deflusso;

- Il volume di invaso superficiale (diffuso sulla superficie scolante) è costituito dalle capacità riempite dalle acque (grondaie, cunette, avvallamenti del terreno, pozzetti, caditoie) e dal velo idrico che scorre sulla superficie stradale (0,5-2 mm) e assunto pari a zero a favore di sicurezza;
- il volume di pioggia defluito nella rete idrografica ($Q_{defluito} \times \text{tempo di pioggia}$);
- il volume di pioggia da invasarsi ($V_{invaso} = V_{pioggia} - V_{defluito} - V_{invaso \text{ superficiale}}$).

Il modello di calcolo analitico fornisce un valore del volume efficace di invaso pari a circa 717 mc (pari a 717 mc/ha di superficie trasformata complessiva).

2.2. Schema di calcolo semplificato

Come secondo approccio è stato utilizzato uno schema semplificato di calcolo, proposto dal Genio Civile di Vicenza, per la determinazione dei massimi volumi di invaso.

Tale schematizzazione considera una precipitazione pari a 100 mm (valore di pioggia oraria superiore alla intensità critica oraria per Tr cinquantennale) distribuita in modo uniforme sull'intera superficie scolante: risulta così noto il volume di precipitazione che investe l'area.

Per ogni tipologia di superficie, in funzione del coefficiente di deflusso, si determina il volume infiltrato e quello che di contro defluisce superficialmente.

Tale calcolo viene effettuato sia per la situazione in essere che per quella di progetto: la differenza tra i volumi complessivi di invaso relativi rispettivamente alla configurazione di progetto e allo stato attuale, fornisce il volume efficace che deve essere mitigato, conseguentemente all'incremento della superficie impermeabile, dovuta alla variante.

Il modello di calcolo analitico fornisce un valore del volume efficace di invaso pari a circa 744 mc (pari a 744 mc/ha).

2.3. Volume efficace minimo

Si deduce pertanto che il volume che dovrà essere ricavato al fine di mitigare l'impatto idraulico della nuova urbanizzazione è pari a 744 mc.

Tale volume potrà essere ricavato mediante la predisposizione di sistemi di accumulo da disporre in idonea posizione e che dovranno essere dimensionati in sede di progettazione definitiva dell'intervento.

3. MISURE DA ATTUARE PER MITIGARE L'IMPATTO IDRAULICO

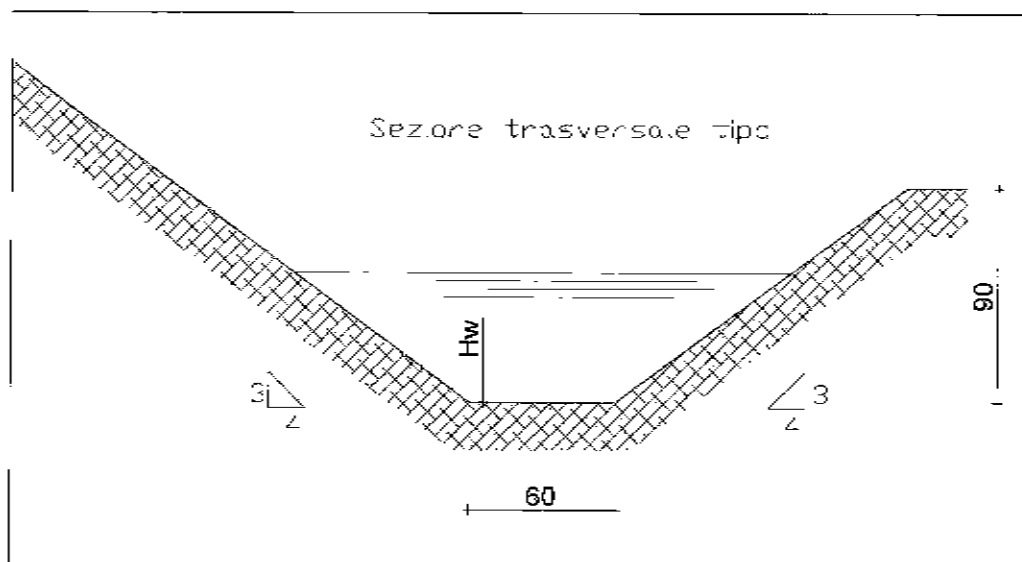
La trasformazione della superficie agricola in nuova viabilità di collegamento comporta l'impermeabilizzazione del suolo con conseguente produzione di un deflusso superficiale, in misura superiore rispetto al ruscellamento dello stato attuale, e che dovrà pertanto essere opportunamente mitigato.

Dal confronto dei risultati ottenuti con il metodo di calcolo analitico e con lo schema di calcolo semplificato si deduce che **il volume efficace minimo di invaso che dovrà essere ricavato per l'ambito di intervento è pari a 744 (744 mc/ha).**

Considerando che per la viabilità la direzione di sviluppo prevalente è quella longitudinale, si ritiene opportuno realizzare delle opere di mitigazione che presentino simili caratteristiche.

In particolare si suggerisce la realizzazione di un sistema di scoline a bordo strada che siano in grado di trattenere temporaneamente i maggiori volumi d'acqua prima nell'innesto nel ricettore finale, individuato nella Roggia Riello.

Lo scarico nel Riello avverrà mediante manufatto di regolazione (costituito essenzialmente da una soglia di sbarramento) tarato su una portata di 5 l/s ha, valore limite dedotto dall'analisi dello stato di fatto.



Sezione tipo delle scoline di progetto.

La sezione delle scoline, poste su entrambi i lati della strada è regolare e presenta una larghezza di 0.60 m, e una pendenza delle sponde pari a 4/3. La massima minima profondità è di 0.90 m. A favore di sicurezza, per il calcolo della capacità di accumulo, si è considerata una lunghezza complessiva di circa 1.500 ml.

Con questa configurazione si verifica che il tirante minimo che garantisce l'accumulo richiesto dal calcolo idraulico, pari a 744 mc, è dell'ordine di grandezza dei 0,45 m.

Si deduce pertanto che per un evento con durata oraria e tempo di ritorno cinquantennale il franco di sicurezza è pari a 45 cm.

Si conclude che il sistema di scoline laterali è in grado di invasare temporaneamente un volume complessivo pari a 744 mc.

4. INSERIMENTO DELL'OPERA NEL CONTESTO IDRAULICO

Nel paragrafo precedente sono stati ricavati i volumi efficaci che dovranno essere ricavati per mitigare l'impatto idraulico dell'evento orario con tempo di ritorno assunto pari a 50 anni.

Come si è già detto in precedenza l'intervento in progetto ricade in un'area piuttosto delicata da un punto di vista idraulico, area che in particolare è definita come "fluviale" nel Piano di Assetto Idrogeologico e che in passato è stata soggetta ad esondazioni dell'idrografia principale limitrofa costituita dal fiume Bacchiglione (siamo poco più a valle della confluenza con il fiume Retrone) e dalla Roggia Riello.

In questo contesto appare evidente che il dimensionamento e la verifica delle scoline laterali, come effettuata nel paragrafo precedente, assume significato solamente nel caso di precipitazioni di durata limitata, seppur caratterizzate da intensità relative a tempi di ritorno elevati. Il sistema di mitigazione entra quindi in funzione solamente per la laminazione della piena relativa all'evento meteorico di breve durata che investe un'area impermeabilizzata.

Altre considerazioni vanno fatte nel caso di precipitazioni prolungate che comportano la messa in crisi dell'idrografia principale, come detto il fiume Bacchiglione che scorre in prossimità dell'ex Cotorossi (nuovo Palazzo di Giustizia) e la Roggia Riello, che attraversa circa a metà tracciato la strada di progetto.

Poco più a valle, lungo la Strada Riviera Berica, il Riello confluisce nel Bacchiglione. Nel caso di eventi di piena consistenti i livelli idrometrici del Bacchiglione non consentono più lo scarico del Riello che quindi tende a risalire con allagamenti nella campagna circostante.

Da sopralluogo effettuato si è inoltre verificato che sia lungo Viale dello Stadio che a sud di Via Zanecchin sono presenti delle arginature di contenimento, che di fatto delimitano la zona definita "fluviale", a protezione rispettivamente della strada e del nucleo residenziale che si sviluppa poco distante.

Nella realizzazione della strada, in particolare per la definizione della quota di progetto, dovranno essere considerati tali aspetti legati alle criticità idrauliche dell'area. In particolare dovrà essere realizzato un preciso e puntuale rilievo plano-altimetrico dell'area in oggetto, verificando soprattutto le quote delle arginature principali e secondarie, le quote spondali e di fondo della Roggia Riello, in particolare nel punto di intersezione con la strada di progetto.

Si ricorda anche che le recenti piene del Bacchiglione (in particolare evento dell'aprile 2009) non hanno comportato problematiche di rilievo all'area in oggetto. E' pertanto plausibile pensare che le arginature esistenti siano in grado di contenere eventi di piena di una certa intensità.

In questo inquadramento, che come detto dovrà essere approfondito con un rilievo delle quote soprattutto nei punti critici, si deduce pertanto che la quota strada dovrà essere come minimo pari a quella delle arginature di contenimento che circondano l'area fluviale.

In tal modo saranno evitati eventuali fenomeni di allagamento che possano compromettere la viabilità.

Si deve infine considerare che il rilevato stradale va sostanzialmente a tagliare un'area di espansione naturale creando una sorta di "effetto diga". Per tale motivo dovranno essere realizzate delle opere che permettano di rendere la struttura "trasparente" consentendo la continuità dell'area di espansione naturale. Dovranno pertanto essere realizzate delle aperture (mediante scatolari, tubazioni di grande diametro, ponticelli, etc.) che mettano in comunicazione le due aree in cui la campagna sarà suddivisa, consentendo in tal modo la naturale espansione delle acque nel caso di eventi di piena, preservando in tal modo lo stato di fatto esistente.

Si sottolinea nuovamente che tali considerazioni del tutto generali, di inquadramento delle problematiche idrauliche dell'area, dovranno essere integrate da analisi più approfondite in particolare sulle quote delle arginature esistenti e sulla futura quota di progetto, che allo stato attuale non sono disponibili.

DOCUMENTAZIONE FOTOGRAFICA



Foto 1 – Arginatura di contenimento a sud di Via Zanecchin

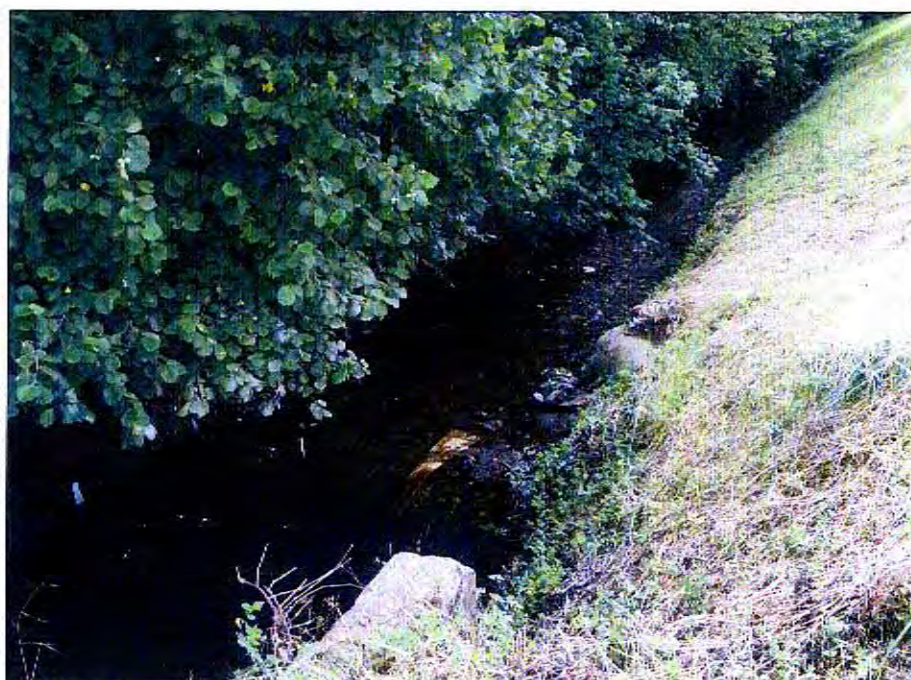


Foto 2 – La Roggia Riello in prossimità dell'angolo tra Via Zanecchin e Strada di Casale



Foto 3 – Punto di innesto nuova viabilità in prossimità di Via Martiri delle Foibe



Foto 4 – Arginatura esistente lungo Via dello Stadio all'innesto della nuova viabilità (prossimità di Via Leoni)

ALLEGATI

Allegati di calcolo

- Elaborazione delle curve di possibilità pluviometrica;
- Determinazione del Tempo di Ritorno;
- Verifica idraulica Stato Attuale;
- Verifica idraulica Configurazione di Progetto;
- Calcolo dei volumi da invasare al variare del tempo di pioggia;
- Verifica massimi volumi di invaso - schema semplificato del Genio Civile di Vicenza.

Allegati grafici

- Tavola 1.0

TABELLA 1 - REGISTRAZIONI PIOGGE BREVI ED INTENSE (SCROSCI)
STAZIONE PLUVIOMETRICA DI:
VICENZA

QUOTA:
FONTE DEI DATI:
DATI DISPONIBILI:

Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA
Serie storica 1938-1972 e 1973-1990

| N | INTERVALLO IN MINUTI 15 | | | INTERVALLO IN MINUTI 30 | | | INTERVALLO IN MINUTI 60 | | |
|-----|----------------------------|-------------------------|------|----------------------------|-------------------------|------|----------------------------|-------------------------|------|
| | h(mm) | $\Sigma^2(h \cdot M)^2$ | Anno | h(mm) | $\Sigma^2(h \cdot M)^2$ | Anno | h(mm) | $\Sigma^2(h \cdot M)^2$ | Anno |
| 1 | | | | 153 | 78.45 | 1938 | 210 | 112.27 | 1938 |
| 2 | | | | 150 | 83.85 | 1939 | 160 | 243.22 | 1939 |
| 3 | | | | 230 | 1.34 | 1940 | 290 | 6.74 | 1940 |
| 4 | | | | 291 | 21.43 | 1941 | 590 | 751.00 | 1941 |
| 5 | | | | 300 | 34.14 | 1942 | 436 | 144.10 | 1942 |
| 6 | | | | 23.4 | 0.57 | 1943 | 386 | 87.31 | 1943 |
| 7 | | | | 450 | 434.42 | 1946 | 24.4 | 51.76 | 1946 |
| 8 | | | | 270 | 8.08 | 1947 | 636 | 1024.28 | 1947 |
| 9 | | | | 250 | 0.71 | 1948 | 308 | 0.63 | 1948 |
| 10 | | | | 120 | 147.80 | 1949 | 330 | 1.97 | 1949 |
| 11 | | | | 182 | 35.49 | 1950 | 166 | 224.37 | 1950 |
| 12 | | | | 202 | 15.86 | 1951 | 210 | 112.27 | 1951 |
| 13 | | | | 176 | 43.00 | 1952 | 27.4 | 17.60 | 1952 |
| 14 | 158 | 3.90 | 1953 | 228 | 1.84 | 1953 | 296 | 3.98 | 1953 |
| 15 | 200 | 4.88 | 1954 | 290 | 23.45 | 1954 | 278 | 14.41 | 1954 |
| 16 | 150 | 7.79 | 1955 | 250 | 0.71 | 1955 | 580 | 887.19 | 1955 |
| 17 | 120 | 33.53 | 1956 | 200 | 17.28 | 1956 | 298 | 3.22 | 1956 |
| 18 | 150 | 7.79 | 1957 | 190 | 26.80 | 1957 | 316 | 0.00 | 1957 |
| 19 | 115 | 39.68 | 1958 | 154 | 76.89 | 1958 | 230 | 73.89 | 1958 |
| 20 | 260 | 67.39 | 1959 | | | | 220 | 92.03 | 1959 |
| 21 | 360 | 331.57 | 1960 | 360 | 140.25 | 1960 | 316 | 0.00 | 1960 |
| 22 | 180 | 0.04 | 1961 | | | | 360 | 19.40 | 1961 |
| 23 | 100 | 60.70 | 1962 | | | | 256 | 36.95 | 1962 |
| 24 | 178 | 0.00 | 1963 | | | | 170 | 213.03 | 1963 |
| 25 | 182 | 0.17 | 1964 | 288 | 21.56 | 1964 | 310 | 0.36 | 1964 |
| 26 | 106 | 51.71 | 1965 | 118 | 152.70 | 1965 | 342 | 6.78 | 1965 |
| 27 | 144 | 11.50 | 1966 | 172 | 48.40 | 1966 | 204 | 125.34 | 1966 |
| 28 | 300 | 149.08 | 1967 | 500 | 667.85 | 1967 | 230 | 73.89 | 1967 |
| 29 | 254 | 57.90 | 1968 | 370 | 164.94 | 1968 | 800 | 2342.96 | 1968 |
| 30 | 112 | 43.44 | 1969 | 200 | 17.28 | 1969 | 510 | 376.53 | 1969 |
| 31 | 140 | 14.37 | 1970 | 208 | 11.27 | 1970 | 300 | 2.65 | 1970 |
| 32 | 216 | 14.51 | 1971 | 292 | 5.54 | 1971 | 222 | 88.28 | 1971 |
| 33 | 190 | 1.46 | 1972 | 216 | 25.43 | 1972 | 216 | 89.81 | 1972 |
| 34 | 176 | 0.04 | 1973 | 220 | 0.65 | 1973 | 306 | 0.98 | 1973 |
| 35 | 278 | 96.22 | 1974 | 358 | 130.94 | 1974 | 326 | 1.01 | 1974 |
| 36 | 148 | 10.18 | 1975 | 146 | 91.34 | 1975 | 372 | 31.41 | 1975 |
| 37 | 130 | 22.95 | 1976 | 220 | 4.85 | 1976 | 146 | 288.85 | 1976 |
| 38 | 166 | 1.42 | 1977 | 196 | 20.77 | 1977 | 290 | 6.74 | 1977 |
| 39 | 240 | 38.55 | 1978 | 314 | 52.46 | 1978 | 226 | 80.92 | 1978 |
| 40 | 158 | 3.96 | 1979 | 300 | 34.14 | 1979 | 320 | 0.16 | 1979 |
| 41 | 168 | 0.98 | 1980 | 242 | 0.00 | 1980 | 362 | 21.20 | 1980 |
| 42 | 270 | 84.81 | 1981 | 280 | 14.77 | 1981 | 294 | 4.82 | 1981 |
| 43 | 144 | 11.50 | 1982 | 192 | 24.57 | 1982 | 280 | 12.53 | 1982 |
| 44 | 140 | 14.37 | 1983 | 260 | 3.40 | 1983 | 313 | 31.31 | 1983 |
| 45 | 180 | 0.04 | 1984 | 286 | 19.74 | 1984 | 328 | 1.40 | 1984 |
| 46 | 62 | 134.35 | 1985 | 90 | 229.74 | 1985 | 318 | 0.04 | 1985 |
| 47 | | | 1986 | | | | | | |
| 48 | | | 1987 | | | | | | |
| 49 | | | 1988 | | | | | | |
| 50 | | | 1989 | | | | | | |
| 51 | | | 1990 | | | | | | |
| 52 | | | 1991 | | | | | | |
| 53 | | | 1992 | | | | | | |
| 54 | | | 1993 | | | | | | |
| 55 | | | 1994 | | | | | | |
| 56 | | | 1995 | | | | | | |
| 57 | | | 1996 | | | | | | |
| 58 | | | 1997 | | | | | | |
| 59 | | | 1998 | | | | | | |
| 60 | | | 1999 | | | | | | |
| 61 | | | 2000 | | | | | | |
| 62 | | | 2001 | | | | | | |
| 63 | | | 2002 | | | | | | |
| 64 | | | 2003 | | | | | | |
| 65 | | | 2004 | | | | | | |
| 66 | | | 2005 | | | | | | |
| 67 | | | 2006 | | | | | | |
| 68 | | | 2007 | | | | | | |
| 69 | | | 2008 | | | | | | |
| 70 | | | 2009 | | | | | | |
| 71 | | | 2010 | | | | | | |
| 72 | | | 2011 | | | | | | |
| 73 | | | 2012 | | | | | | |
| 74 | | | 2013 | | | | | | |
| 75 | | | 2014 | | | | | | |
| 76 | | | 2015 | | | | | | |
| 77 | | | 2016 | | | | | | |
| 78 | | | 2017 | | | | | | |
| 79 | | | 2018 | | | | | | |
| 80 | | | 2019 | | | | | | |
| 81 | | | 2020 | | | | | | |
| 82 | | | 2021 | | | | | | |
| 83 | | | 2022 | | | | | | |
| 84 | | | 2023 | | | | | | |
| 85 | | | 2024 | | | | | | |
| 86 | | | 2025 | | | | | | |
| 87 | | | 2026 | | | | | | |
| 88 | | | 2027 | | | | | | |
| 89 | | | 2028 | | | | | | |
| 90 | | | 2029 | | | | | | |
| 91 | | | 2030 | | | | | | |
| 92 | | | 2031 | | | | | | |
| 93 | | | 2032 | | | | | | |
| 94 | | | 2033 | | | | | | |
| 95 | | | 2034 | | | | | | |
| 96 | | | 2035 | | | | | | |
| 97 | | | 2036 | | | | | | |
| 98 | | | 2037 | | | | | | |
| 99 | | | 2038 | | | | | | |
| 100 | | | 2039 | | | | | | |
| 101 | | | 2040 | | | | | | |
| 102 | | | 2041 | | | | | | |
| 103 | | | 2042 | | | | | | |
| 104 | | | 2043 | | | | | | |
| 105 | | | 2044 | | | | | | |
| 106 | | | 2045 | | | | | | |
| 107 | | | 2046 | | | | | | |
| 108 | | | 2047 | | | | | | |
| 109 | | | 2048 | | | | | | |
| 110 | | | 2049 | | | | | | |
| 111 | | | 2050 | | | | | | |
| 112 | | | 2051 | | | | | | |
| 113 | | | 2052 | | | | | | |
| 114 | | | 2053 | | | | | | |
| 115 | | | 2054 | | | | | | |
| 116 | | | 2055 | | | | | | |
| 117 | | | 2056 | | | | | | |
| 118 | | | 2057 | | | | | | |
| 119 | | | 2058 | | | | | | |
| 120 | | | 2059 | | | | | | |
| 121 | | | 2060 | | | | | | |
| 122 | | | 2061 | | | | | | |
| 123 | | | 2062 | | | | | | |
| 124 | | | 2063 | | | | | | |
| 125 | | | 2064 | | | | | | |
| 126 | | | 2065 | | | | | | |
| 127 | | | 2066 | | | | | | |
| 128 | | | 2067 | | | | | | |
| 129 | | | 2068 | | | | | | |
| 130 | | | 2069 | | | | | | |
| 131 | | | 2070 | | | | | | |
| 132 | | | 2071 | | | | | | |
| 133 | | | 2072 | | | | | | |
| 134 | | | 2073 | | | | | | |
| 135 | | | 2074 | | | | | | |
| 136 | | | 2075 | | | | | | |
| 137 | | | 2076 | | | | | | |
| 138 | | | 2077 | | | | | | |
| 139 | | | 2078 | | | | | | |
| 140 | | | 2079 | | | | | | |
| 141 | | | 2080 | | | | | | |
| 142 | | | 2081 | | | | | | |
| 143 | | | 2082 | | | | | | |
| 144 | | | 2083 | | | | | | |
| 145 | | | 2084 | | | | | | |
| 146 | | | 2085 | | | | | | |
| 147 | | | 2086 | | | | | | |
| 148 | | | 2087 | | | | | | |
| 149 | | | 2088 | | | | | | |
| 150 | | | 2089 | | | | | | |
| 151 | | | 2090 | | | | | | |
| 152 | | | 2091 | | | | | | |
| 153 | | | 2092 | | | | | | |
| 154 | | | 2093 | | | | | | |
| 155 | | | 2094 | | | | | | |
| 156 | | | 2095 | | | | | | |
| 157 | | | 2096 | | | | | | |
| 158 | | | 2097 | | | | | | |
| 159 | | | 2098 | | | | | | |
| 160 | | | 2099 | | | | | | |
| 161 | | | 2100 | | | | | | |
| 162 | | | 2101 | | | | | | |
| 163 | | | 2102 | | | | | | |
| 164 | | | 2103 | | | | | | |
| 165 | | | 2104 | | | | | | |
| 166 | | | 2105 | | | | | | |
| 167 | | | 2106 | | | | | | |
| 168 | | | 2107 | | | | | | |
| 169 | | | 2108 | | | | | | |
| 170 | | | 2109 | | | | | | |
| 171 | | | 2110 | | | | | | |
| 172 | | | 2111 | | | | | | |
| 173 | | | 2112 | | | | | | |
| 174 | | | 2113 | | | | | | |
| 175 | | | 2114 | | | | | | |
| 176 | | | 2115 | | | | | | |
| 177 | | | 2116 | | | | | | |
| 178 | | | 2117 | | | | | | |
| 179 | | | 2118 | | | | | | |
| 180 | | | 2119 | | | | | | |
| 181 | | | 2120 | | | | | | |
| 182 | | | 2121 | | | | | | |
| 183 | | | 2122 | | | | | | |
| 184 | | | 2123 | | | | | | |
| 185 | | | 2124 | | | | | | |
| 186 | | | 2125 | | | | | | |
| 187 | | | 2126 | | | | | | |
| | | | | | | | | | |

TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE (METODO DI GUMBEL) PER PIOGGE BREVI E INTENSE - SCROSCI

| ORA | 0.25 | 0.50 | 1.00 |
|------------------------|--------|--------|--------|
| N | 33 | 42 | 46 |
| $X_M = MEDIA$ | 17.79 | 24.16 | 31.60 |
| $SOMMA X^2$ | 1320.7 | 2941.9 | 7509.6 |
| SSQM | 6.42 | 8.47 | 12.92 |
| Inserire da tabella Sn | 1.1399 | 1.1597 | 1.1665 |
| Inserire da tabella Yn | 0.5380 | 0.5448 | 0.5468 |
| alfa | 0.1774 | 0.1369 | 0.0903 |
| moda | 14.76 | 20.18 | 25.54 |

TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)

| TEMPI DI RITORNO | ORE | | |
|------------------|-------|-------|-------|
| (anni) | 0.25 | 0.50 | 1.00 |
| 10 hmax (mm) = | 27.44 | 36.62 | 50.46 |
| 20 hmax (mm) = | 31.50 | 41.87 | 58.43 |
| 50 hmax (mm) = | 36.75 | 48.68 | 68.75 |

TABELLA 4 - VALORI DI a ED n AL VARIARE DI TR PER PIOGGE BREVI E INTENSE (SCROSCI)

| TEMPI DI RITORNO | a (mm ore ⁻ⁿ) | n |
|------------------|---------------------------|-------|
| 10 anni | 50.190 | 0.430 |
| 20 anni | 57.960 | 0.440 |
| 50 anni | 68.020 | 0.450 |

Equazioni di possibilità pluviometrica per piogge brevi e intense a Vicenza

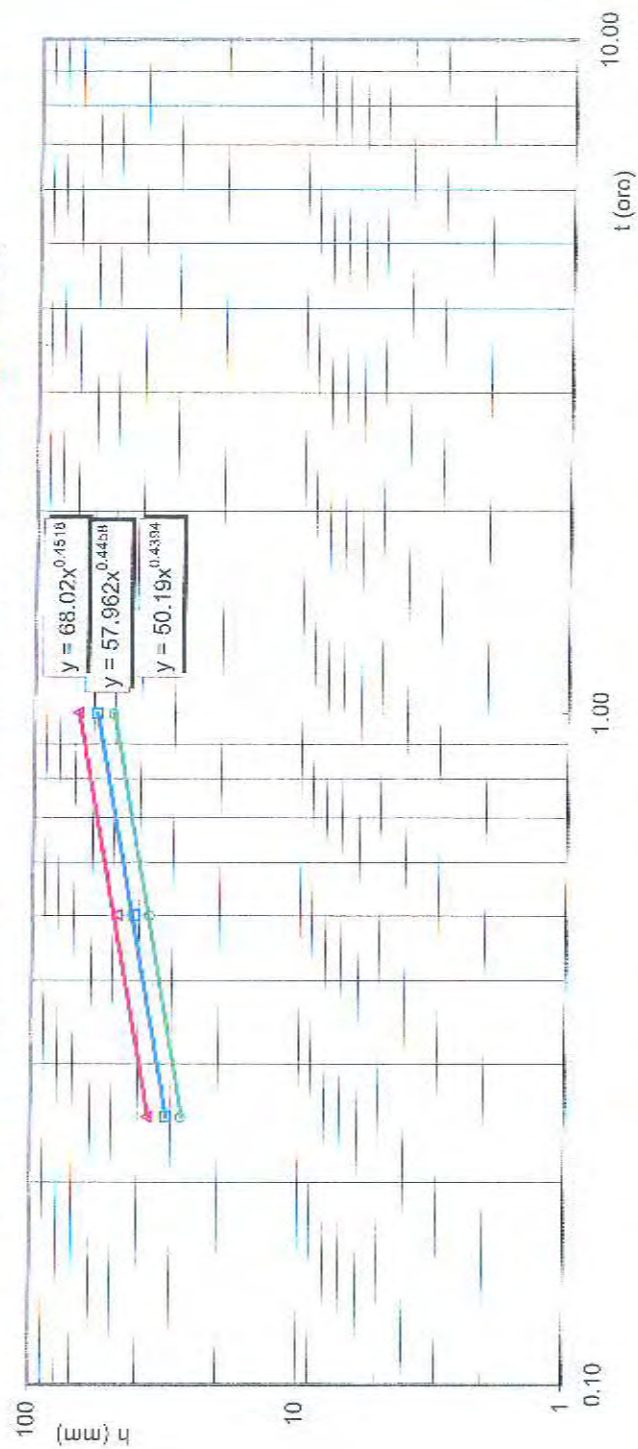


TABELLA 1

STAZIONE PIUVIOMETRICA DI:

VICENZA

BACINO :

QUOTA:

FONTE DEI DATI:

DATI DISPONIBILI :

 Uff. Idr. Mag. Acque VENEZIA
 Serie storica 1938-1972 e 1973-1990

| N. | INTERVALLO DI ORE 1 | | | INTERVALLO DI ORE 3 | | | INTERVALLO DI ORE 6 | | | INTERVALLO DI ORE 12 | | | INTERVALLO DI ORE 24 | | |
|------|---------------------|---------------|------|---------------------|---------------|------|---------------------|---------------|------|----------------------|---------------|------|----------------------|---------------|------|
| | h(mm) | $X^2-h(mm)^2$ | Anno | h(mm) | $X^2-h(mm)^2$ | Anno | h(mm) | $X^2-h(mm)^2$ | Anno | h(mm) | $X^2-h(mm)^2$ | Anno | h(mm) | $X^2-h(mm)^2$ | Anno |
| 1 | 24.0 | 91.06 | 1938 | 24.4 | 201.36 | 1938 | 38.8 | 50.30 | 1938 | 39.4 | 244.05 | 1938 | 44.8 | 779.62 | 1938 |
| 2 | 26.0 | 212.40 | 1939 | 23.2 | 237.50 | 1939 | 32.0 | 193.40 | 1939 | 46.4 | 74.34 | 1939 | 51.5 | 460.36 | 1939 |
| 3 | 29.0 | 2.48 | 1940 | 36.4 | 4.39 | 1940 | 40.0 | 34.88 | 1940 | 55.6 | 0.33 | 1940 | 55.9 | 282.07 | 1940 |
| 4 | 43.8 | 188.68 | 1941 | 46.0 | 54.80 | 1941 | 59.0 | 171.44 | 1941 | 70.0 | 224.33 | 1941 | 70.0 | 7.41 | 1941 |
| 5 | 39.8 | 85.12 | 1942 | 42.4 | 14.38 | 1942 | 48.6 | 7.28 | 1942 | 48.6 | 41.24 | 1942 | 77.4 | 21.88 | 1942 |
| 6 | 24.4 | 38.12 | 1943 | 27.5 | 123.46 | 1943 | 40.0 | 34.80 | 1943 | 43.2 | 139.76 | 1943 | 58.8 | 195.42 | 1943 |
| 7 | 63.6 | 1080.72 | 1946 | 74.0 | 1252.37 | 1946 | 75.2 | 258.10 | 1946 | 89.0 | 1154.40 | 1946 | 94.8 | 487.45 | 1946 |
| 8 | 30.8 | 0.05 | 1947 | 38.0 | 0.37 | 1947 | 38.4 | 58.35 | 1947 | 42.0 | 169.50 | 1947 | 44.4 | 802.12 | 1947 |
| 9 | 33.0 | 5.89 | 1948 | 35.8 | 9.07 | 1948 | 38.8 | 82.93 | 1948 | 48.0 | 49.31 | 1948 | 66.4 | 30.96 | 1948 |
| 10 | 16.6 | 185.27 | 1949 | 37.8 | 1.07 | 1949 | 40.6 | 29.16 | 1949 | 48.0 | 141.53 | 1949 | 70.8 | 3.68 | 1949 |
| 11 | 21.0 | 91.66 | 1950 | 25.6 | 189.29 | 1950 | 39.0 | 47.70 | 1950 | 48.8 | 67.60 | 1950 | 55.8 | 203.15 | 1950 |
| 12 | 27.4 | 10.07 | 1951 | 35.0 | 13.04 | 1951 | 35.0 | 88.14 | 1951 | 48.0 | 49.31 | 1951 | 81.6 | 76.02 | 1951 |
| 13 | 29.6 | 0.95 | 1952 | 46.2 | 57.59 | 1952 | 57.6 | 136.73 | 1952 | 65.4 | 922.81 | 1952 | 95.8 | 532.01 | 1952 |
| 14 | 27.8 | 7.60 | 1953 | 36.0 | 8.52 | 1953 | 39.8 | 37.28 | 1953 | 45.2 | 96.48 | 1953 | 64.8 | 82.75 | 1953 |
| 15 | 58.0 | 752.19 | 1954 | 75.4 | 1353.12 | 1954 | 79.8 | 1136.24 | 1954 | 80.6 | 854.22 | 1954 | 80.6 | 82.07 | 1954 |
| 16 | 39.8 | 0.60 | 1955 | 31.0 | 67.93 | 1955 | 38.8 | 50.50 | 1955 | 50.4 | 21.36 | 1955 | 65.0 | 45.18 | 1955 |
| 17 | 31.6 | 1.05 | 1956 | 41.0 | 67.93 | 1956 | 32.2 | 187.87 | 1956 | 42.0 | 169.50 | 1956 | 66.0 | 45.18 | 1956 |
| 18 | 23.0 | 57.36 | 1957 | 27.0 | 134.82 | 1957 | 43.0 | 8.45 | 1957 | 47.6 | 88.78 | 1957 | 74.2 | 2.19 | 1957 |
| 19 | 22.0 | 73.91 | 1958 | 37.8 | 1.07 | 1958 | 39.4 | 42.34 | 1958 | 46.0 | 81.40 | 1958 | 59.4 | 177.47 | 1958 |
| 20 | 31.6 | 1.05 | 1959 | 39.0 | 0.16 | 1959 | 43.6 | 5.32 | 1959 | 48.0 | 91.73 | 1959 | 56.0 | 270.62 | 1959 |
| 21 | 36.0 | 20.44 | 1960 | 36.0 | 8.32 | 1960 | 46.4 | 0.24 | 1960 | 54.8 | 0.05 | 1960 | 63.8 | 97.58 | 1960 |
| 22 | 25.8 | 24.74 | 1961 | 27.4 | 125.95 | 1961 | 27.4 | 342.50 | 1961 | 36.6 | 28.81 | 1961 | 53.2 | 381.10 | 1961 |
| 23 | 17.0 | 104.26 | 1962 | 29.6 | 81.20 | 1962 | 47.0 | 1.20 | 1962 | 60.2 | 28.81 | 1962 | 62.8 | 98.44 | 1962 |
| 24 | 31.0 | 0.18 | 1963 | 38.0 | 0.37 | 1963 | 39.0 | 47.70 | 1963 | 51.2 | 14.61 | 1963 | 55.2 | 307.01 | 1963 |
| 25 | 34.2 | 13.15 | 1964 | 40.0 | 1.93 | 1964 | 50.4 | 20.19 | 1964 | 55.8 | 0.60 | 1964 | 79.4 | 44.60 | 1964 |
| 26 | 20.4 | 103.51 | 1965 | 31.8 | 46.38 | 1965 | 36.2 | 94.22 | 1965 | 47.2 | 61.19 | 1965 | 53.4 | 373.33 | 1965 |
| 27 | 23.0 | 57.36 | 1966 | 38.6 | 0.00 | 1966 | 38.6 | 53.39 | 1966 | 43.2 | 139.76 | 1966 | 78.8 | 36.95 | 1966 |
| 28 | 60.0 | 2442.94 | 1967 | 120.0 | 8324.15 | 1967 | 137.0 | 8298.00 | 1967 | 38.4 | 276.30 | 1967 | 143.8 | 6052.12 | 1967 |
| 29 | 51.0 | 417.23 | 1968 | 71.2 | 1082.04 | 1968 | 90.8 | 2015.41 | 1968 | 91.4 | 1323.34 | 1968 | 95.2 | 605.27 | 1968 |
| 30 | 30.0 | 0.33 | 1969 | 39.8 | 1.41 | 1969 | 46.2 | 0.09 | 1969 | 48.2 | 46.54 | 1969 | 60.0 | 141.84 | 1969 |
| 31 | 22.2 | 70.12 | 1970 | 26.6 | 144.27 | 1970 | 28.6 | 372.75 | 1970 | 38.6 | 329.38 | 1970 | 48.0 | 611.16 | 1970 |
| 32 | 21.6 | 80.53 | 1971 | 21.6 | 280.38 | 1971 | 30.6 | 234.29 | 1971 | 38.8 | 283.16 | 1971 | 56.0 | 279.62 | 1971 |
| 33 | 30.6 | 0.00 | 1972 | 35.4 | 10.31 | 1972 | 41.2 | 22.15 | 1972 | 44.2 | 117.12 | 1972 | 63.4 | 86.89 | 1972 |
| 34 | 32.6 | 4.11 | 1973 | 33.2 | 20.28 | 1973 | 33.2 | 181.46 | 1973 | 57.0 | 3.91 | 1973 | 81.0 | 88.53 | 1973 |
| 35 | 37.2 | 43.91 | 1976 | 42.0 | 11.48 | 1976 | 42.4 | 12.30 | 1976 | 41.2 | 191.05 | 1976 | 60.0 | 181.84 | 1976 |
| 36 | 14.6 | 255.17 | 1977 | 23.8 | 219.37 | 1977 | 27.2 | 75.81 | 1977 | 48.0 | 49.31 | 1977 | 55.2 | 307.01 | 1977 |
| 37 | 29.0 | 2.40 | 1978 | 33.0 | 31.48 | 1978 | 35.8 | 102.14 | 1978 | 48.0 | 268.23 | 1978 | 73.4 | 0.46 | 1978 |
| 38 | 22.6 | 63.68 | 1981 | 25.0 | 185.26 | 1981 | 35.8 | 102.14 | 1981 | 71.4 | 268.23 | 1981 | 104.0 | 078.33 | 1981 |
| 39 | 32.0 | 2.03 | 1982 | 44.0 | 29.04 | 1982 | 35.8 | 102.14 | 1982 | 71.4 | 268.23 | 1982 | 104.0 | 078.33 | 1982 |
| 40 | 36.2 | 31.65 | 1983 | 37.8 | 0.00 | 1983 | 39.0 | 47.70 | 1983 | 52.0 | 9.13 | 1983 | 98.0 | 638.99 | 1983 |
| 41 | 29.4 | 1.38 | 1984 | 30.2 | 70.76 | 1984 | 52.6 | 44.80 | 1984 | 52.6 | 5.87 | 1984 | 55.6 | 203.15 | 1984 |
| 42 | 28.0 | 6.63 | 1986 | 39.0 | 0.15 | 1986 | 40.2 | 32.57 | 1986 | 63.0 | 63.64 | 1986 | 86.0 | 175.31 | 1986 |
| 43 | 26.0 | 20.92 | 1987 | 39.0 | 0.15 | 1987 | 64.8 | 358.96 | 1987 | 97.4 | 1795.88 | 1987 | 107.8 | 1230.48 | 1987 |
| 44 | 32.8 | 4.96 | 1988 | 33.8 | 23.15 | 1988 | 42.8 | 9.65 | 1988 | 76.8 | 474.27 | 1988 | 102.6 | 122.73 | 1988 |
| 45 | 31.8 | 1.50 | 1989 | 49.6 | 120.76 | 1989 | 55.0 | 82.60 | 1989 | 77.6 | 300.98 | 1989 | 102.6 | 892.71 | 1989 |
| 46 | 12.0 | 344.89 | 1990 | 20.0 | 346.37 | 1990 | 31.2 | 216.29 | 1990 | 46.2 | 77.83 | 1990 | 69.6 | 8.75 | 1990 |
| Anni | | | 46 | | | 45 | | | 45 | | | 45 | | | 45 |

TABELLA 2 - ELABORAZIONI STATISTICHE - METODO DI GUMBEL

| ORE | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
|------------------------------------|--------|---------|---------|---------|---------|
| N | 46 | 45 | 45 | 45 | 46 |
| X _M - MEDIA | 30.57 | 38.61 | 45.91 | 55.02 | 72.72 |
| SOMMA X ² | 7094.6 | 13196.5 | 16014.1 | 10949.9 | 18682.9 |
| SSQM | 12.56 | 17.32 | 19.08 | 15.78 | 20.32 |
| Inserire da tabella S _n | 1.1665 | 1.1649 | 1.1649 | 1.1649 | 1.1665 |
| Inserire da tabella Y _n | 0.5468 | 0.5463 | 0.5463 | 0.5463 | 0.5468 |
| s _{lla} | 0.0929 | 0.0673 | 0.0611 | 0.0738 | 0.0574 |
| modà | 24.69 | 30.49 | 36.96 | 47.62 | 63.20 |

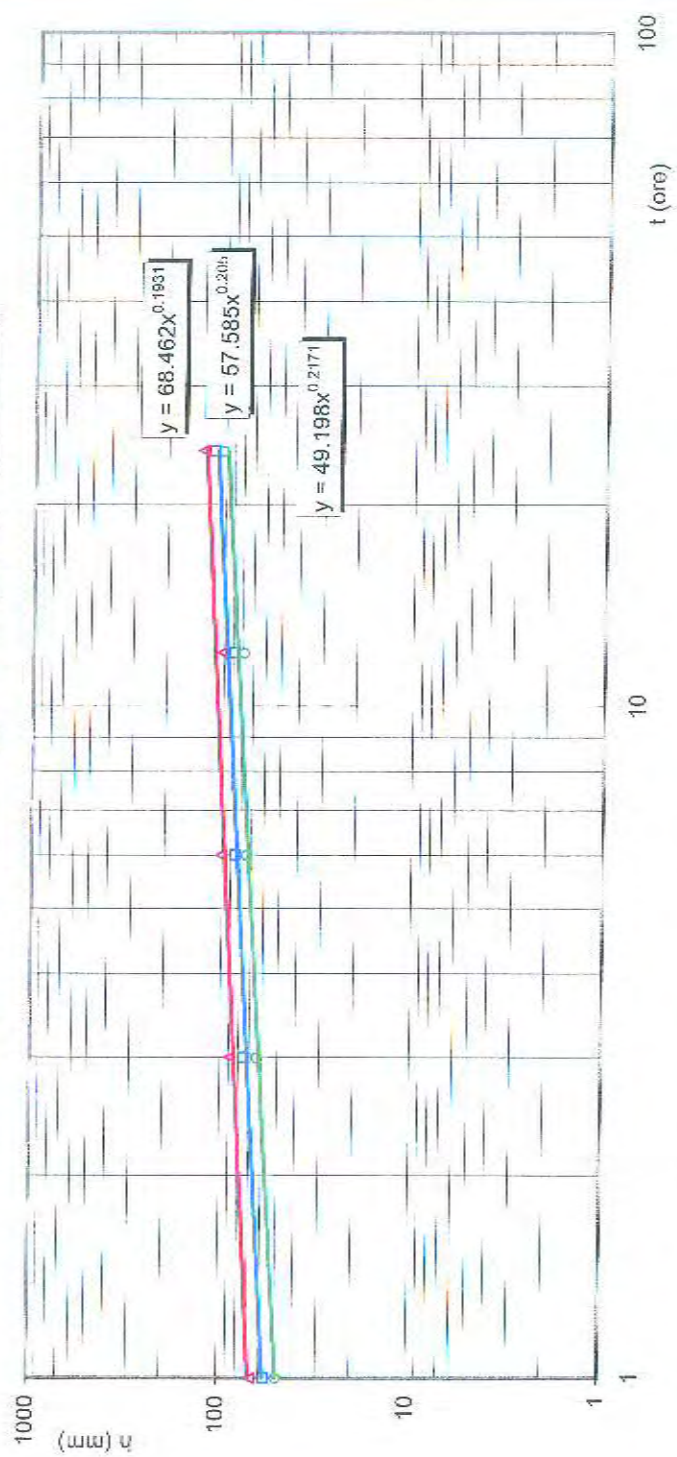
TABELLA 3 - VALORI ESTREMI PER I PERIODO DI RITORNO CONSIDERATI (mm)

| TEMPI DI RITORNO | ORE | | | | |
|----------------------------|-------|-------|--------|--------|--------|
| (anni) | 1 | 3 | 6 | 12 | 24 |
| 10 h _{max} (mm) = | 48.91 | 63.94 | 73.81 | 78.10 | 102.40 |
| 20 h _{max} (mm) = | 56.66 | 74.65 | 85.60 | 87.85 | 114.94 |
| 50 h _{max} (mm) = | 66.69 | 88.50 | 100.86 | 100.46 | 131.17 |

TABELLA 4 - VALORI DI a ED n AL VARIARE DI TR PER EVENTI DI DURATA ORARIA

| TEMPI DI RITORNO | a (mm ore ⁻¹) | n |
|------------------|---------------------------|-------|
| 10 anni | 49.198 | 0.217 |
| 20 anni | 57.585 | 0.205 |
| 50 anni | 68.462 | 0.193 |

Equazioni di possibilità pluviometrica per piogge orarie a Vicenza



VERIFICA IDRAULICA CONFIGURAZIONE ATTUALE

DATI GENERALI

| | | | |
|---|--|--|-------|
| Comune | Vicenza | | |
| Ambito | Viale Serenissima e Viale dello Stadio | | |
| L (m) | 800 | Lunghezza complessiva fascia di intervento | |
| b (m) | 12,5 | Larghezza complessiva fascia di intervento | |
| S tot (mq) | 10.000 | Superficie totale intervento | |
| S (ha) | 1,0 | S (mq) | 100 |
| PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA T>1 ORA (Vicenza) | | | |
| Tr (anni) | 10 | 20 | 50 |
| a | 49,198 | 57,58 | 68,46 |
| n | 0,217 | 0,205 | 0,193 |
| PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITA' PLUVIOMETRICA T<1 ORA (Vicenza) | | | |
| Tr (anni) | 10 | 20 | 50 |
| a | 50,19 | 57,96 | 68,02 |
| n | 0,43 | 0,44 | 0,45 |

CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

| Superfici | Si | φ | Si x φ |
|--|---------------|-------------|----------------|
| Destinazione | | | |
| Superficie a verde agricolo | 10.000 | 0,10 | 1.000 |
| Totale | 10.000 | 0,10 | 1.000 |
| Valore assunto per il coefficiente di deflusso medio | | | |
| | 0,10 | | |

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

| Formulazione suggerita nel 1971 dal Civil Engineering Department dell'Università del Maryland | | | | | | | | |
|---|-------|-------|-----|-------------------------------------|------------|-------|-------|-------|
| Tratto | a | n | L* | Ks1 | i | t | tc | tc |
| | | | (m) | (m ^{1/3} s ⁻¹) | (pendenza) | (sec) | (min) | (ore) |
| 1 | 49,20 | 0,217 | 450 | 3 | 0,002 | 19389 | 323 | 5,4 |
| | | | | | | 19389 | 323 | 5,4 |

(I valori di Ks da assumere sono dell'ordine di 70 per le condotte, 20-50 per le cunette, 2-5 per superfici arboree)

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - DATI DI PROGETTO - TR = 10 ANNI

| Tr | φ | a | n | t | t | h | Q | S |
|----|-----------|-------|------|-------|-------|--------|----------|--------|
| | | | | (min) | (ore) | (mm) | (mm/ora) | (mq) |
| 10 | 0,10 | 50,19 | 0,45 | 323 | 5,38 | 103,48 | 19,23 | 10.000 |

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI

| Tr | Q | U | V pioggia |
|--------|-------|----------|-----------|
| (anni) | (l/s) | (l/s/ha) | (mc) |
| 10 | 5 | 5 | 97 |

VERIFICA IDRAULICA CONFIGURAZIONE DI PROGETTO

DATI GENERALI

| | | | |
|--|--|---|-------|
| Comune | Vicenza | | |
| Ambito | Viale Serenissima e Viale dello Stadio | | |
| L (m); | 800,00 | Lunghezza fascia di intervento | |
| b-s (m); | 8,50 | Larghezza nuova bretella stradale | |
| b-v (m); | 1,00 | Larghezza nuova aiuola spartitraffico | |
| b-c (m); | 3,00 | Larghezza nuova pista ciclabile | |
| b (m); | 12,50 | Larghezza complessiva nuova viabilità e pista ciclabile | |
| Nuove superfici | | | |
| Superficie nuova strada (mq); | 5.500 | | |
| Superficie a verde (mq); | 800 | | |
| Superficie pista ciclo-pedonale(mq); | 2.400 | | |
| Superficie totale (mq); | 10.000 | | |
| S (ha); | 1,0 | S (kmq); | 100 |
| PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA T>1 ORA (Vicenza) | | | |
| Tr (anni); | 10 | 20 | 50 |
| a; | 49,198 | 57,58 | 68,46 |
| n; | 0,217 | 0,205 | 0,193 |
| PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA T<1 ORA (Vicenza) | | | |
| Tr (anni); | 10 | 20 | 50 |
| a; | 50,19 | 57,96 | 68,62 |
| n; | 0,43 | 0,44 | 0,45 |

CALCOLO COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

| Superfici | S _i | φ | S _i x φ |
|---|----------------|-------------|----------------------------|
| Nuova viabilità | 6.800 | 0,90 | 6.120 |
| Aiuola verde | 800 | 0,20 | 160 |
| Pista ciclo-pedonale semipermanente | 2.400 | 0,90 | 2.160 |
| Totali | 10.000 | 0,84 | 8.440 |
| Valore assunto per il coefficiente di deflusso medio | | 0,84 | |

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE (Politecnico di Milano)

Formulazione suggerita nel 1957 dal Politecnico di Milano (Memorati e Fabbri)

Tempo di corivazione = tempo di accesso alla rete + tempo di rete

| S _i | L | L* | φ | s | a | n | t _{ai} | t _{ri} |
|----------------|-----|-----|-----------|-------|-------|------|-----------------|-----------------|
| (mq) | (m) | (m) | | | | | (s) | (min) |
| <0.000 | 238 | 238 | 0,84 | 0,001 | 68,02 | 0,45 | 431 | 7 |

t_{ai} = tempo di accesso dell'asino sottobacino

L = massima lunghezza col la rete calcolata in base a SL di scadele

L* = massima lunghezza della rete misurato sulla rete di progetto

t_{ri} = tempo di accesso dell'asino sottobacino

s = pendenza media dell'asino sottobacino

φ = superficie dell'asino

CALCOLO DEL TEMPO DI RETE

| Tratto | V _{ai} | L _i | t _i | t _{ri} |
|---------------------|-----------------|----------------|----------------|-----------------|
| | (m/s) | (m) | (s) | (min) |
| 1 Condotta fittizio | 0,8 | 238 | 297 | 4 |
| | | Totale | 297 | 4 |

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

| t _a | t _r | t _c | t _s |
|----------------|----------------|----------------|----------------|
| (min) | (min) | (min) | (ore) |
| 7 | 4 | 11 | 0,18 |

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - DATI DI PROGETTO - TR = 10 ANNI

| Tr | φ | a | n | t | c | r | t _c | S |
|----|-----------|-------|------|-------|-------|-------|----------------|--------|
| | | | | (min) | (ore) | (mm) | (mm/ora) | (mq) |
| 10 | 0,84 | 50,19 | 0,43 | 11 | 0,18 | 24,0* | 133,39 | 10.000 |

CALCOLO DELLA PORTATA CON IL METODO CINEMATICO - RISULTATI

| Tr | Q | u | V pioggia |
|--------|-------|----------|-----------|
| (anni) | (l/s) | (l/s ha) | (mq) |
| 10 | 311 | 311 | 202 |

CALCOLO DEI VOLUMI DA INVASARE AL VARIARE DEL TEMPO DI PIOGGIA

CALCOLO SUPERFICIE TRASFORMATA

| | | | |
|---------------------------|---------------|---|-----|
| S1 (mq) | 5.800 | Superficie nuova strada | |
| S2 (mq) | 800 | Superficie a verde | |
| S3 (mq) | 2.400 | Superficie nuova pista ciclo-pedonale | |
| S trasformata (mq) | 10.000 | (superficie considerata nel calcolo dei volumi efficaci d'invaso) | |
| S (ha) | 1,0 | S (kmq) | 100 |

DATI DI INPUT DEL MODELLO

| | | |
|-----------------------------|------|----------|
| Q defluente | 5 | l/(s) |
| Q defluente/ettaro | 5 | l/(s ha) |
| Coef. deflusso area | 0,64 | |
| Volume superficiale settato | 0 | (mc/ha) |
| Volume superficiale | 0 | (mc) |

CALCOLO VOLUME MINIMO DA INVASARE

| PARAMETRI DELLA CURVA DI POSSIBILITÀ PLUVIOMETRICA | | | | | | | | |
|--|--------|--------|---------|-----------|------------|-----------|--------------|--------|
| T _r (anni) | 50 | a | b | c | 1 <= 1 ora | | 1 > 1 ora | |
| | | | | | 68,020 | | 68,462 | |
| | | | | | 0,450 | | 0,193 | |
| Isopo | h | J | Q | Q | V | V | V | V |
| | | | pioggia | defluente | pioggia | defluente | superficiale | invaso |
| (ore) | (mm) | (mm/h) | (l/s) | (l/s) | (mc) | (mc) | (mc) | (mc) |
| 0,25 | 36,45 | 145,83 | 340 | 5 | 506 | 5 | 0 | 302 |
| 0,5 | 43,73 | 99,59 | 232 | 5 | 418 | 9 | 0 | 409 |
| 0,75 | 53,76 | 79,88 | 186 | 5 | 502 | 14 | 0 | 488 |
| 1 | 63,46 | 66,46 | 160 | 5 | 575 | 18 | 0 | 557 |
| 2 | 78,26 | 38,13 | 91 | 5 | 657 | 36 | 0 | 621 |
| 3 | 84,63 | 28,21 | 66 | 5 | 711 | 54 | 0 | 657 |
| 4 | 89,46 | 22,37 | 52 | 5 | 751 | 72 | 0 | 679 |
| 5 | 93,40 | 18,88 | 44 | 5 | 785 | 90 | 0 | 695 |
| 6 | 96,75 | 16,12 | 38 | 5 | 815 | 108 | 0 | 705 |
| 7 | 99,57 | 14,24 | 33 | 5 | 837 | 126 | 0 | 711 |
| 8 | 102,27 | 12,78 | 30 | 5 | 856 | 144 | 0 | 715 |
| 9 | 104,82 | 11,62 | 27 | 5 | 873 | 162 | 0 | 717 |
| 10 | 106,77 | 10,66 | 25 | 5 | 887 | 180 | 0 | 717 |
| 11 | 108,75 | 9,85 | 23 | 5 | 894 | 198 | 0 | 716 |
| 12 | 110,59 | 9,22 | 22 | 5 | 929 | 216 | 0 | 713 |
| 13 | 112,32 | 8,64 | 20 | 5 | 942 | 234 | 0 | 709 |
| 14 | 113,93 | 8,14 | 19 | 5 | 957 | 252 | 0 | 705 |
| 15 | 115,46 | 7,70 | 18 | 5 | 970 | 270 | 0 | 700 |
| 16 | 116,91 | 7,31 | 17 | 5 | 982 | 288 | 0 | 694 |
| 17 | 118,28 | 6,96 | 16 | 5 | 984 | 306 | 0 | 688 |
| 18 | 119,60 | 6,64 | 16 | 5 | 1005 | 324 | 0 | 681 |
| 19 | 120,95 | 6,36 | 15 | 5 | 1015 | 342 | 0 | 673 |
| 20 | 122,05 | 6,10 | 14 | 5 | 1025 | 360 | 0 | 665 |
| V di massimo invaso (mc) | | | | | | | | 717 |
| V specifico di massimo invaso (mc/ha) | | | | | | | | 717 |

INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA

VOLUME DI ACCUMULO NELLE SCOLINE LATERALI A BORDO STRADA DI PROGETTO

Sezione trasversale di tipo

| | | | |
|------------------------------|----------|------|------------------|
| Larghezza fondo bacino (m) | 0,6 | (b) | |
| Lunghezza totale scoline (m) | 1.500,00 | (L) | |
| Tirante (m) | 0,45 | (Hw) | |
| Profondità alveo | 0,90 | (h) | |
| Pendenza sponda | 1,33 | | pendenza 4:3 |
| Sezione bagnata (mq) | 0,54 | (A) | sezione trapezia |

Volume invasabile nelle scoline di progetto (mc)
810

VERIFICA DELLA CAPACITA' DI INVASO DEL SISTEMA DI PROGETTO

| | | |
|--|------|------------|
| Volume totale invasabile nelle scoline | (mc) | 810 |
| Volume totale invasabile dal sistema | (mc) | 810 |
| Volume richiesto dai calcoli | (mc) | 744 |

(valore ricavato mediante lo schermo semplificato del Genio Civile di Vicenza)

VALUTAZIONE DI MASSIMO INVASO IDRICO - ANALISI SEMPLIFICATA PER PIOGGIA DI DURATA ORARIA
Strada di collegamento Viale della Serenissima – Viale dello Stadio

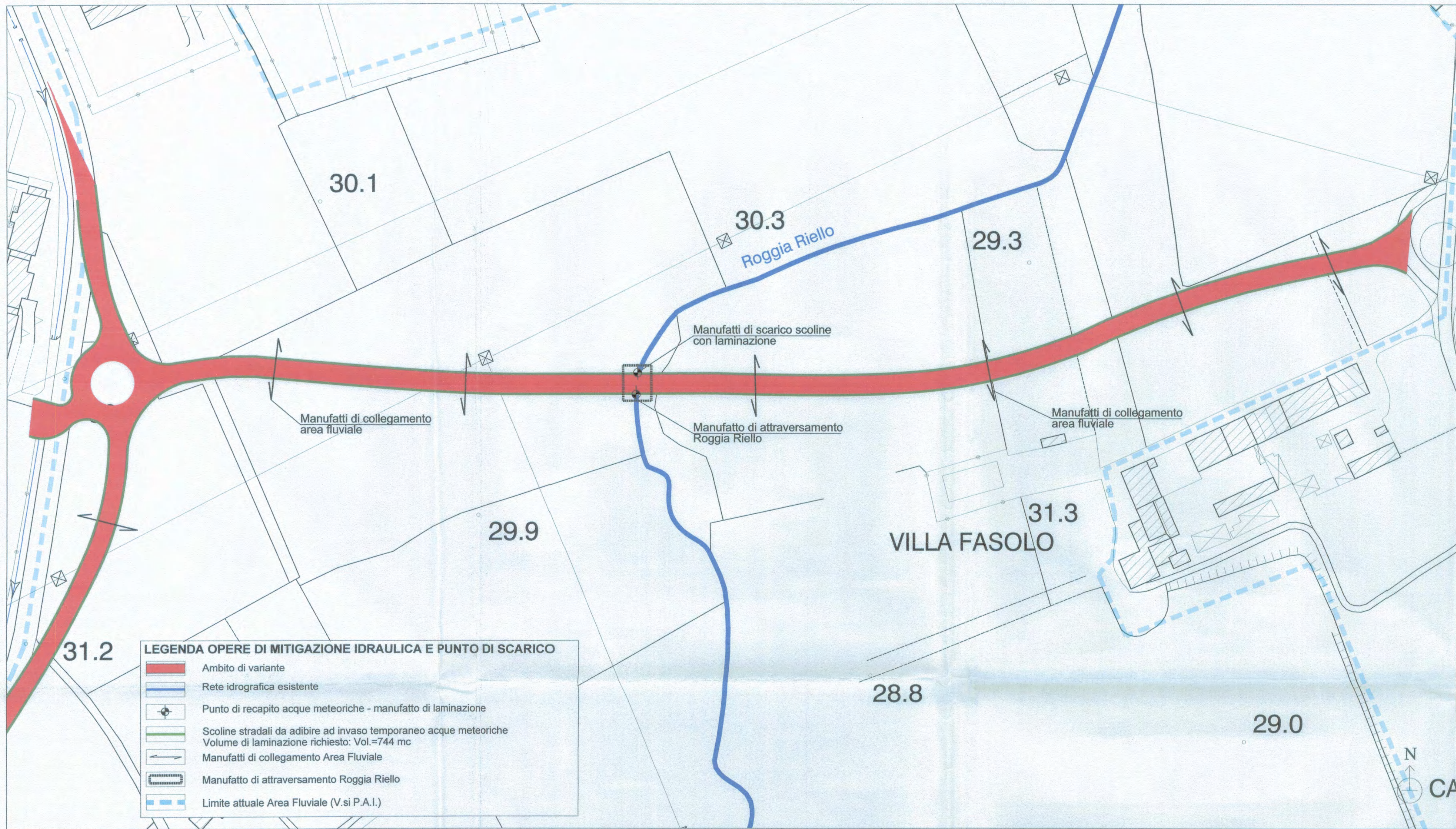
| Area di variante | SITUAZIONE ATTUALE | | SITUAZIONE PROGETTO | | DIFFERENZE | |
|---|---------------------|-----------|---------------------|-----------|---------------------|------------------------------------|
| | Pioggia (mm) | Area (mq) | Volume pioggia (mc) | Area (mq) | Volume pioggia (mc) | Volume pioggia (mc) |
| | 100,00 | 10.000 | 1.000 | 10.000 | 10.000 | 1.000 |
| Tipo di superficie e % capacità Invaso (Tr = 50 anni) | | | | | | |
| % | altezza invaso (mm) | Area (mq) | Volume Invaso (mc) | Area (mq) | Volume Invaso (mc) | Volume Invaso (mc) |
| 90 | 90 | 10.000 | 900 | 0 | 0 | -900 |
| 10 | 10 | 0 | 0 | 6.800 | 68 | 68 |
| 80 | 80 | 0 | 0 | 800 | 64 | 64 |
| 10 | 10 | 0 | 0 | 2.400 | 24 | 24 |
| Tot | | 10.000 | | 10.000 | | |
| TOTALI VOLUMI INVASATI mc | | ATTUALI | 900 | FUTURI | 156 | DIFFERENZA |
| | | | | | | -744 |
| | | | | | | Volume efficace di invaso (mc) |
| | | | | | | Volume specifico di invaso (mc/ha) |
| | | | | | | 744 |
| | | | | | | 744 |

Interventi di mitigazione idraulica previsti all'interno della zona considerata

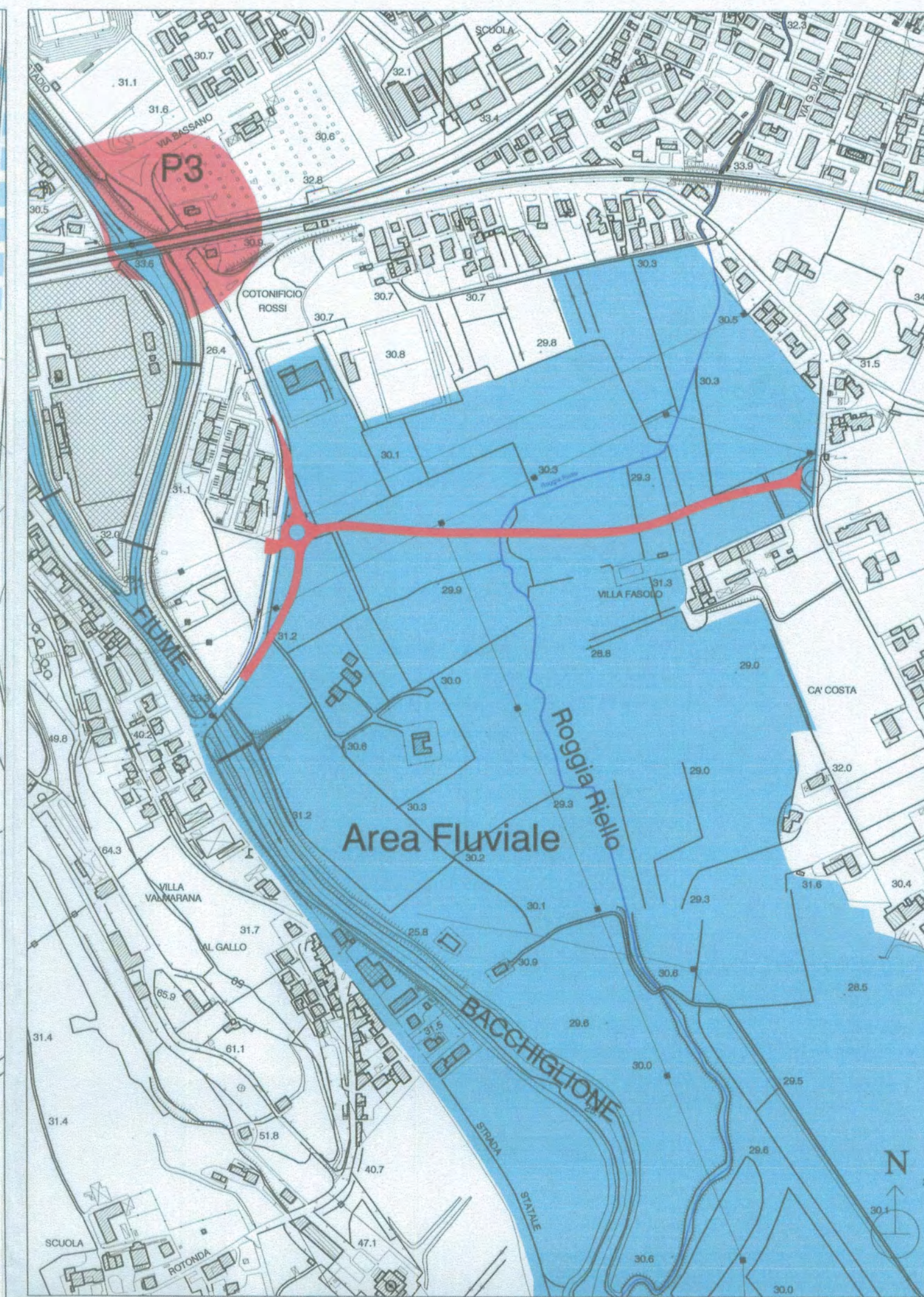
- Situazione attuale di deflusso
- Volumi di invaso superficiale
- Volumi di invaso interrati
- Arce scoperte con sottofondi tipo vespaio
- Superfici drenanti e Pozzi Perdenti
- Norme Regolamentari Edilizie

Interventi possibili in altre zone con future programmazioni di mitigazione idraulica

- Racini Idraulici ed arco usandabili
- Risezionamenti corsi d'acqua
- Modifiche ai sistemi fognari
- Trasformazioni Territoriali e Culturali



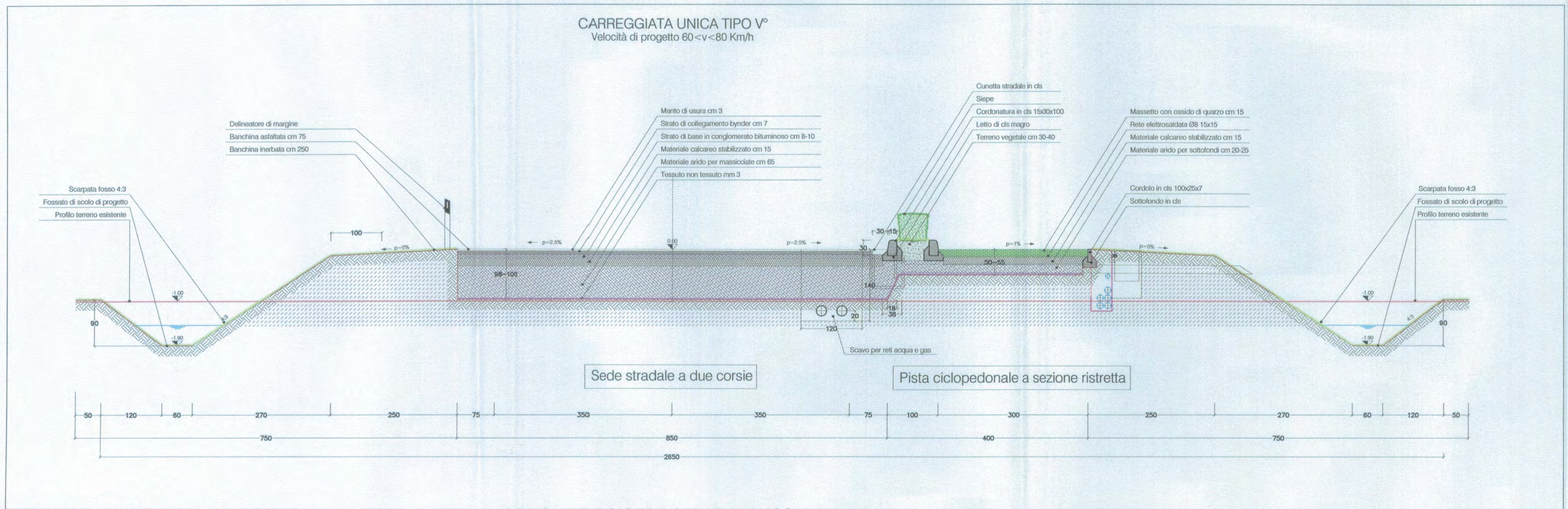
Planimetria interventi di mitigazione idraulica - Scala 1:1.000



Planimetria di inquadramento P.A.I. su base C.T.R. - Scala 1:5.000

COPIA

IL DIRETTORE DEL SETTORE URBANISTICA
(Arch. Antonio Bortoli)



Sezione Tipo sede stradale - scala 1:50

ALLEGATO ALLA DELIB. CONS.
N. ... DEL 28.12.2009

IL PRESIDENTE
F.to ...
IL SEGRETARIO GENERALE
F.to ...

Giovanni Crosara ingegnere civile idraulico

a Vicenza in Stradella San Pietro, 3 - tel. e fax 0444-541888
crosara@piustudi.eu

+studi
INGEGNERIA

| | | |
|-------------|--|----------------|
| LUOGO | COMUNE DI VICENZA | |
| TITOLO | Variante Parziale al P.R.G. Strada di collegamento Viale della Serenissima Viale dello Stadio | |
| TAVOLA | VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA PLANIMETRIA INTERVENTI DI MITIGAZIONE IDRAULICA | |
| COMMITTENTE | COMUNE DI VICENZA | |
| scala | varie | Il Committente |
| data | Giugno 2009 | Il Progettista |
| archivio | 23-8/09 | |



tavola
1.0