



PROVINCIA  
DI AREZZO

SETTORE VIABILITA' E LAVORI PUBBLICI  
Servizio di Coordinamento Lavori Pubblici e PNRR



LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA'  
ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS  
TRA PIEVE S.STEFANO NORD E CANILI  
lotto 1 stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori  
sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone  
CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013

PROGETTO ESECUTIVO

STAZIONE APPALTANTE: PROVINCIA DI AREZZO - Settore Viabilità e Lavori Pubblici

PROGETTISTA E RESPONSABILE INTEGRATORE PRESTAZIONI  
SPECIALISTICHE

Ing. D. BONADIES  
Ordine Ingegneri Provincia di Perugia n° A829

GRUPPO DI PROGETTAZIONE

Ing. M. RASIMELLI  
Ing. R. ALUIGI  
Ing. S. PELLEGRINI  
Ing. A. POLLI  
Ing. M. MARELLI  
Ing. A. LUCIA

IL GEOLOGO

Dott. Geol. S. PIAZZOLI

COORDINATORE PER LA SICUREZZA IN FASE DI PROGETTAZIONE

Ing. L. IOVINE

VISTO: IL RESP. DEL PROCEDIMENTO

Ing. P. BRACCIALI

PROTOCOLLO

DATA:

IL GRUPPO DI PROGETTAZIONE:



Str. del Colle, 1/a - Frac. Fontana  
06132 Perugia - Italia



UNI ISO 9001:2008



UNI EN ISO 14001:2004

MANDATARIA



**PINI**  
SWISS

**PINI SWISS ENGINEERS SA**

Via Besso 7 - 6900 Lugano - Svizzera

MANDANTE



**PINI**  
ITALIA

**PINI SWISS ENGINEERS Srl**

Via Cavour 2 - 22074 Lomazzo (CO) - Italia

MANDANTE

IDROLOGIA e IDRAULICA

Relazione Idrologica-Idraulica

CODICE UNICO DI PROGETTO (CUP) I27H23000190001

REVISIONE

PROGETTO LIV. PROG. N. PROG.

- - - - - - - - - -

CODICE  
ELAB.

P 0 0 I D 0 0 I D R R E 0 1

B

D

C

B

A

REV.

REVISIONE A SEGUITO ISTRUTTORIA

PRIMA EMISSIONE

DESCRIZIONE

DIC 2024

GIUGNO 2024

DATA

ALUIGI

ARCELLI

REDATTO

ARCELLI

ARCELLI

VERIFICATO

BONADIES

BONADIES

APPROVATO

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione idrologica e idraulica	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 1 di 28
---	--

## SOMMARIO

<b>1</b>	<b>PREMESSA</b>	<b>2</b>
<b>2</b>	<b>INQUADRAMENTO E STATO DEI LUOGHI</b>	<b>3</b>
<b>3</b>	<b>STUDIO IDROLOGICO</b>	<b>6</b>
<b>3.1</b>	<i>Individuazione e caratterizzazione morfologica dei bacini</i>	<b>6</b>
<b>3.2</b>	<i>Tempo di corrivazione dei bacini</i>	<b>9</b>
<b>3.3</b>	<i>Analisi pluviometrica: Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica maggiori di un'ora</i>	<b>12</b>
<b>3.4</b>	<i>Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per durate minori di un'ora</i>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>DESCRIZIONE DELLE OPERE DI DRENAGGIO</b>	<b>16</b>
<b>5</b>	<b>STUDIO IDRAULICO</b>	<b>19</b>
<b>5.1</b>	<i>Determinazione delle portate di progetto</i>	<b>19</b>
<b>5.2</b>	<i>Verifiche idrauliche delle opere di drenaggio</i>	<b>21</b>
5.2.1	<i>Verifica idraulica elementi di scarico in rilevato (embrici e canalette)</i>	<b>21</b>
5.2.2	<i>Verifica idraulica cunette alla francese, canaletta in cls in corrispondenza dei muri esistenti e del cunettone</i>	<b>23</b>
5.2.3	<i>Tombini di attraversamento idraulici</i>	<b>25</b>

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 2 di 28
--	--

## 1 PREMESSA

Il tratto della Strada Statale 77 Tiberina, oggetto di studio per gli interventi di rifunzionalizzazione, è ubicato nell'area dell'alto Appennino Tosco-Romagnolo, per una lunghezza complessiva di circa 1.185 m

L'area oggetto di studio è montagnosa con versanti acclivi e molto incisi, caratterizzata da un reticolo idrografico molto fitto, costituito da numerosi compluvi, perlopiù interessati da deflusso solo in occasione di eventi meteorici consistenti. I numerosi tombini che permettono a questi compluvi di attraversare la strada sono testimoni della numerosità di questi rii ad attivazione stagionale.

L'analisi idrologica preliminare è consistita nella determinazione dei bacini idrografici e nella stima delle linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per diversi tempi di ritorno relativamente all'intero tratto di strada di 1.185 m

Per mezzo della cartografia digitale messa a disposizione della Regione Toscana sul proprio portale Geoscopio sono stati individuati 39 corpi idrici, la maggior parte dei quali senza nome e alimentati da bacini con estensione di pochi ettari ma spesso anche inferiore all'ettaro.

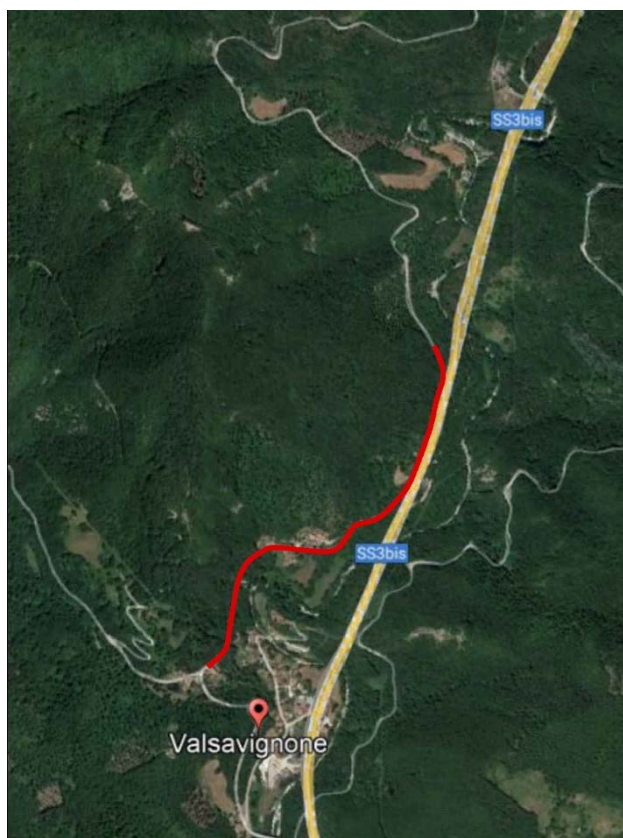
Sono state ricavate le Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per i diversi tempi di ritorno, adottando i dati di pioggia disponibili a cura del Settore Servizio Idrologico Regionale (SIR) della Regione Toscana: Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme LSPP – Aggiornamento 2012.

Gli interventi di regimazione idraulica che si andranno a descrivere si estendono per il tratto compreso da progr. 0+000.00 (inizio intervento a sud) a prog. 1+185 che costituisce il primo stralcio.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 3 di 28
--	--

## 2 INQUADRAMENTO E STATO DEI LUOGHI

Il progetto in argomento riguarda gli interventi necessari per il ripristino della funzionalità della viabilità alternativa all'itinerario SS 3 bis tra Pieve S. Stefano e Verghereto, nell'ambito del Comune di Pieve S. Stefano ed ha l'obiettivo di dimensionare gli interventi necessari per il ripristino della viabilità della strada ex-SS3 Tiberina nel tratto a nord del Comune di Pieve Santo Stefano (AR) sino al confine regionale (zona di alta valle del fiume Tevere). Tale tratto costituisce una viabilità alternativa all'itinerario SS 3 bis tra Pieve S. Stefano e Verghereto, che talvolta è interdetto al traffico a causa di interventi di manutenzione. In particolare, gli interventi di progetto sono localizzati nel tratto di strada compreso tra l'abitato di Valsavignone e la frazione di Canili [confine regionale], per una lunghezza complessiva di 1.185 m; il tratto di strada in esame, compreso tra una quota di 560 m e 620 m s.l.m., si sviluppa in destra idraulica del fiume Tevere.



*Fig. 1 Ubicazione tratto d'intervento.*

<p>LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b></p>	<p>File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 4 di 28</p>
---	---

L'area oggetto di studio è montagnosa con versanti acclivi e molto incisi, caratterizzata da un reticolo idrografico molto fitto, costituito da numerosi compluvi, perlopiù interessati da deflusso solo in occasione di eventi meteorici consistenti.

I numerosi tombini che permettono a questi compluvi di attraversare la strada sono testimoni della numerosità di questi rii ad attivazione stagionale.

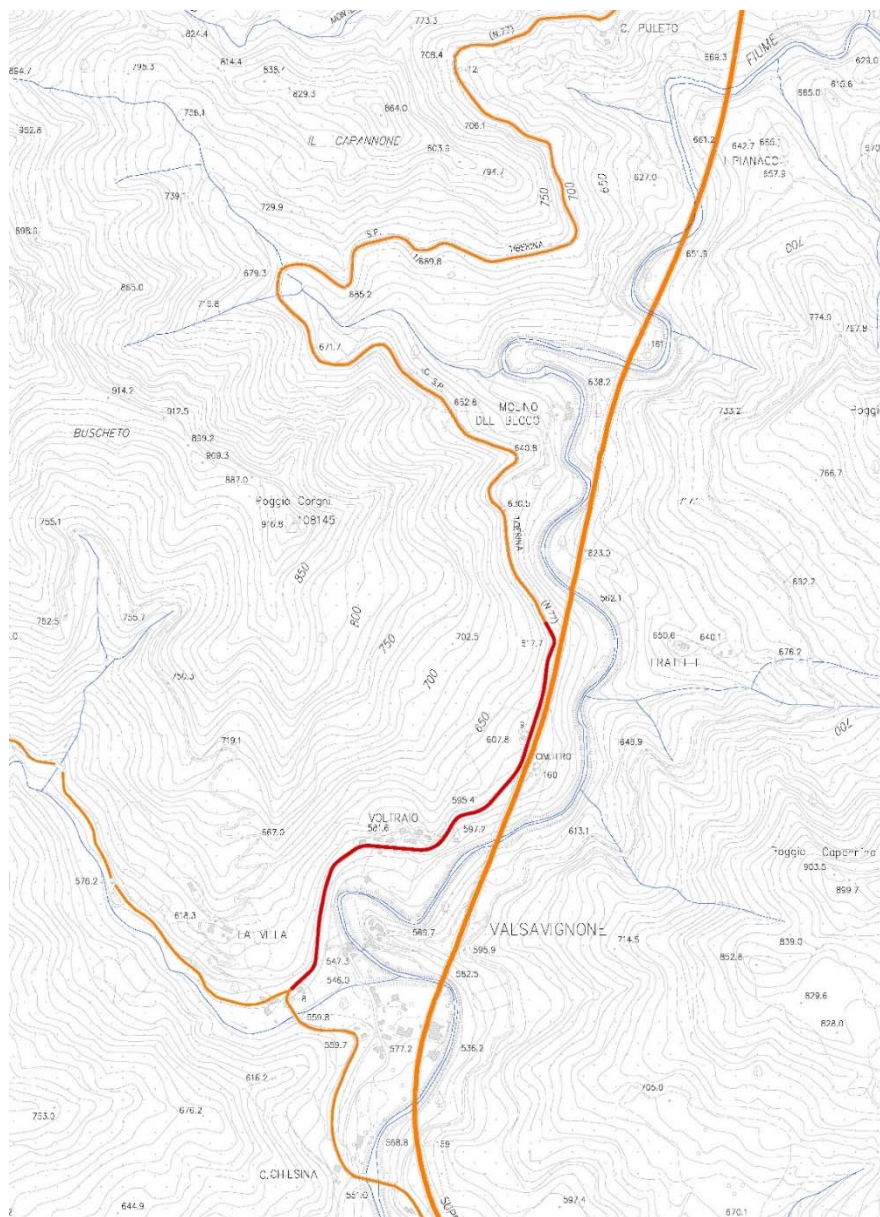


Fig. 2 Inquadramento tratto d'intervento su ctr.



LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 5 di 28
--	--

I sopralluoghi ed i rilievi, che sono stati condotti finalizzati al presente progetto di intervento, hanno evidenziato situazioni molto variegate: alcuni tombini sono efficienti e in buono stato, altri anche in stato fortemente danneggiato (vedi Fig. 3 e Fig. 4) mentre altri sono parzialmente o totalmente ostruiti dal materiale solido trasportato dall'acqua. Infatti, soprattutto nel tratto più a nord interessato da terreni a prevalenza marnosa, il terreno rilascia materiale di dimensioni facilmente trascinabili dalla corrente che tende a riempire i tombini se non ad otturarli completamente.



*Fig. 3 -Danneggiamento del tombino dovuto a danneggiamento da radici della vegetazione e crollo*



*Fig. 4 - Tombino con degrado della struttura*

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione idrologica e idraulica	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 6 di 28
---	--

### 3 STUDIO IDROLOGICO

#### 3.1 Individuazione e caratterizzazione morfologica dei bacini

Per l'esecuzione dell'analisi morfologica preliminare, finalizzata all'individuazione dei bacini tributari e del reticolo di drenaggio superficiale, è stata utilizzata la carta tecnica regionale, a scala 1:10.000 in formato vettoriale, disponibile sul portale Geoscopio della Regione Toscana, che ha permesso di ricavare con strumenti GIS le informazioni morfometriche dei bacini.

Sono stati individuati 39 corpi idrici, la maggior parte dei quali senza nome e alimentati da bacini con estensione di pochi ettari ma spesso anche inferiore all'ettaro. Essi sono rappresentati nella Fig.5. Fig. 5 - Planimetria dei corpi idrici interferenti con il tratto di SS 77 Tiberina e relativi bacini.

I punti verdi indicano gli attraversamenti esistenti. Solo nella parte più a nord sono presenti due corsi d'acqua, il fosso di Montenero e il fosso di Montenero Alto, caratterizzati da bacini imbriferi più grandi (rispettivamente 52,67 ha e 96,16 ha) che hanno un deflusso continuo durante tutto l'anno, e per l'attraversamento dei quali sono presenti dei ponti.

Inoltre dal portale cartografico della regione Toscana è stato possibile ricavare direttamente i valori di CNIII dei suoli, per la caratterizzazione della permeabilità dei suoli.

Nella tabella seguente si riportano le principali grandezze di interesse per i bacini identificati:

BACINI	PARAMETRI MORFOMETRICI							
	Area del bacino idrografico	Lunghezza dell'asta principale	Altitudine media del bacino	Altitudine del bacino nella sezione di chiusura	Altitudine massima del bacino	Pendenza media del bacino	Pendenza media dell'asta principale	Curve number calse AMC III
	A [ha]	L [m]	H <sub>m</sub> [m s.m.]	H <sub>0</sub> [m s.m.]	H <sub>MAX</sub> [m s.m.]	Imb [m/m]	Ima [m/m]	CN III [ ]
B1	9.40	23.23	597.18	567.29	639.46	0.381	0.311	84.128
B2	3.29	28.94	651.53	580.93	761.90	0.677	0.625	89.541
B3	6.03	48.67	736.12	585.06	856.75	0.638	0.558	89.640
B4	4.57	35.92	649.91	582.90	747.47	0.547	0.458	89.798
B5	18.08	79.15	727.51	605.41	910.68	0.422	0.386	88.641
B6	3.48	29.44	668.63	620.83	746.86	0.493	0.428	89.640
B7	2.50	25.06	693.81	630.49	773.93	0.716	0.572	89.640
B8	8.07	48.42	758.60	637.65	913.08	0.618	0.569	89.614
B9	1.98	22.09	704.53	649.47	782.63	0.797	0.603	89.933
B10	5.88	45.08	775.12	655.02	900.00	0.683	0.543	89.795
B11	1.15	10.01	696.51	666.66	750.00	0.886	0.833	89.810
B12	2.30	13.21	724.41	668.05	769.84	0.842	0.771	89.640

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione idrologica e idraulica	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 7 di 28
---	--

PARAMETRI MORFOMETRICI								
BACINI	Area del Bacino Idrografico	Lunghezza dell'asta principale	Altitudine media del bacino	Altitudine del bacino nella sezione di chiusura	Altitudine massima del bacino	Pendenza media del bacino	Pendenza media dell'asta principale	Curve number calssse AMC III
	A [ha]	L [m]	H <sub>m</sub> [m s.m.]	H <sub>0</sub> [m s.m.]	H <sub>MAX</sub> [m s.m.]	Imb [m/m]	Ima [m/m]	CN III [°]
B13	7.04	35.59	791.82	683.83	897.32	0.786	0.600	89.488
B14	4.84	47.84	768.31	686.94	860.00	0.452	0.362	90.307
B15	2.04	26.11	767.38	696.53	850.84	0.635	0.591	89.640
B16	1.33	24.95	772.86	697.08	850.47	0.694	0.615	89.640
B17	1.51	23.22	757.99	698.37	807.68	0.535	0.471	89.640
B18	3.11	19.51	742.17	698.19	801.06	0.527	0.527	89.640
B19	1.78	17.59	736.80	698.87	792.73	0.573	0.534	89.640
B20	1.26	12.71	742.32	712.41	792.61	0.823	0.631	89.640
B21	1.05	11.26	754.01	703.95	790.00	0.771	0.765	89.640
B22	1.56	16.40	758.15	708.64	820.19	0.816	0.680	89.640
B23	1.85	19.95	785.97	710.89	861.16	0.784	0.753	89.655
B24	1.28	20.79	771.94	710.51	857.33	0.698	0.706	89.054
B25	1.21	7.47	747.43	710.90	760.00	0.540	0.657	80.540
B26	0.51	8.29	740.54	712.68	768.86	0.801	0.678	80.281
B27	0.43	9.36	748.55	719.67	767.11	0.649	0.507	77.528
B28	0.50	9.15	739.50	717.94	760.00	0.580	0.460	77.528
B29	0.37	7.61	732.97	714.82	751.73	0.575	0.485	77.528
B30	0.67	9.75	728.31	716.30	750.00	0.373	0.346	77.528
B31	0.48	12.25	727.57	713.04	751.73	0.456	0.316	77.528
B32	0.47	6.07	727.24	705.58	751.73	0.695	0.761	77.528
B33	0.64	10.53	734.31	712.97	759.82	0.466	0.445	77.528
B34	0.69	10.13	722.95	702.50	747.48	0.479	0.444	78.345
B35	1.65	18.41	739.49	709.82	794.93	0.461	0.462	78.959
FOSSO AV2547	19.70	39.29	840.13	709.54	798.61	0.548	0.227	87.342
FOSSO AV3077	14.85	36.84	836.46	685.78	820.13	0.737	0.365	88.321
FOSSO MONTENERO	52.67	95.59	879.46	688.16	951.48	0.641	0.275	88.962
FOSSO MONTENERO ALTO	96.16	213.98	935.02	707.64	1128.71	0.536	0.197	87.342

Tabella 1 – Caratterizzazione morfometrica dei bacini



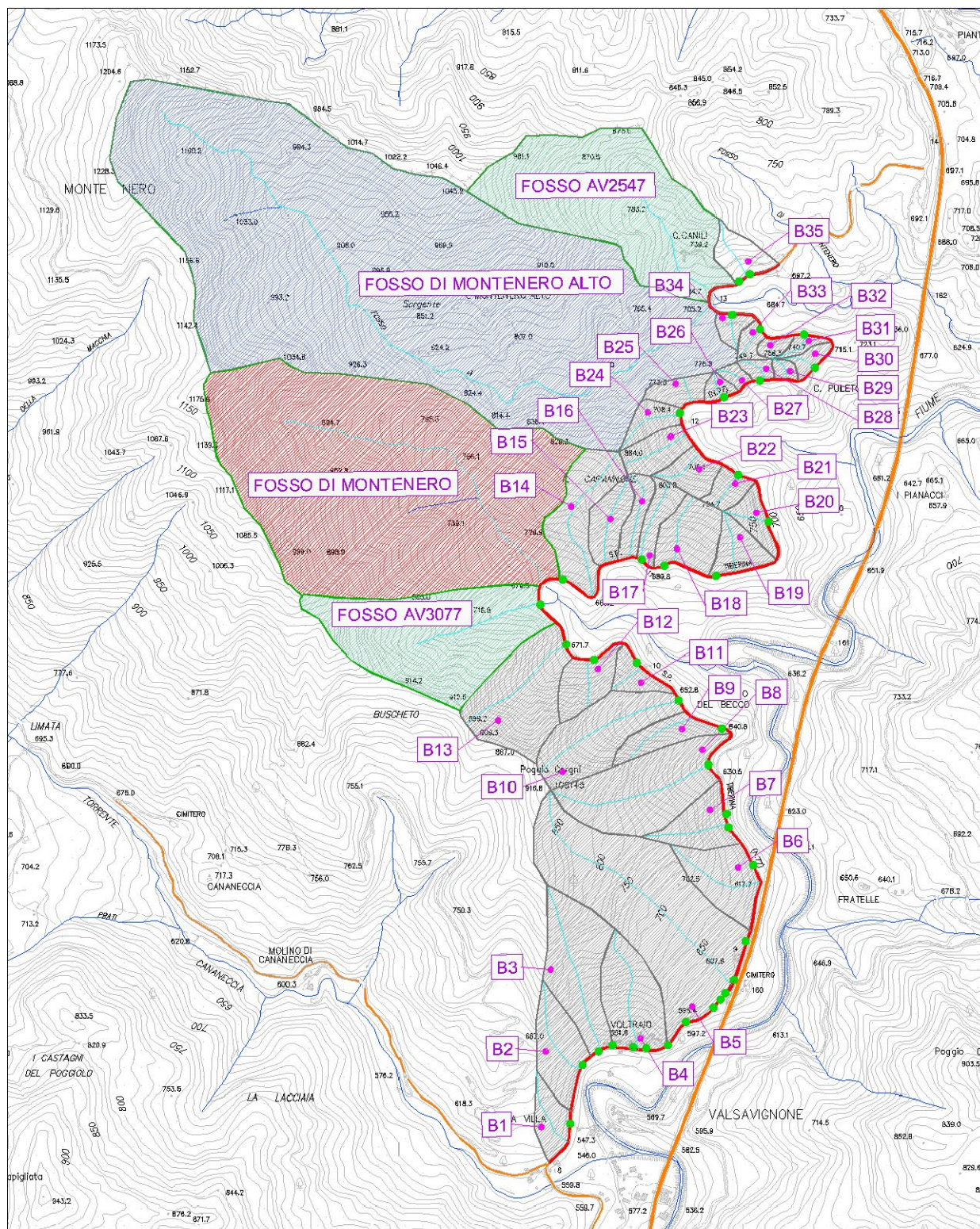


Fig. 5 - Planimetria dei corpi idrici interferenti con il tratto di SS 77 Tiberina e relativi bacini. I punti verdi indicano gli attraversamenti esistenti.



LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 9 di 28
--	--

### 3.2 Tempo di corrivazione dei bacini

La scelta del tempo di corrivazione di un bacino rappresenta uno dei passaggi critici nella definizione delle caratteristiche di risposta idrologica di un bacino. Per esso si può assumere la definizione che fa riferimento al tempo impiegato da un volume elementare di pioggia netta per defluire lungo il percorso idraulicamente più lungo presente nel bacino e raggiungere la sezione di chiusura del corso d'acqua in esame.

Per il calcolo del tempo di corrivazione  $T_c$  si è scelto di confrontare diversi approcci, e successivamente adottare il valore ritenuto più opportuno in considerazione della estensione dei bacini, della criticità dei deflussi stimati.

Le formula qui considerate sono:

- Kirpich

$$t_c = 0.000325 L^{0.77} i_v^{-0.385}$$

- Ventura

$$T_C = 0,127 \cdot \sqrt{\frac{A}{I}}$$

- Formula di Pasini

$$T_C = \alpha \cdot \frac{\sqrt[3]{A \cdot L}}{\sqrt{I}}$$

- Watt-Chow

$$t_t = 0.000326 \left( \frac{L}{\sqrt{S_s}} \right)^{0.79}$$

- Pezzoli, Chow, Watt, Kirpich

$$t_c = 0.02221 \left( \frac{L}{\sqrt{i_a}} \right)^{0.8}$$

- SCS

$$t_c := 0.00227 \cdot (L)^{0.8} \cdot \left( \frac{1000}{CN} - 9 \right)^{0.7} \cdot i^{-0.5}$$

- Pezzoli

$$T_C = 0,055 \cdot \frac{L}{\sqrt{I}}$$

Nella Tabella 2 sono riportati i valori, secondo le formule sopra considerate, e si osserva che per la quasi totalità dei bacini il tempo di corrivazione risulta essere inferiori ai 5 minuti (0.08 ore). Considerando la natura dei terreni, caratterizzati da fitta vegetazione, risulta più rispondente alla realtà considerare un tempo di corrivazione minimo di 10 min (0.17 ore):

TEMPO DI CORRIVAZIONE									
BACINI	Kirpick	Ventura	Pasini	Watt-Chow	P-C-W-K	SCS	Pezzoli 1	Tempo di corrivazione assunto	
	ore	ore	ore	ore	ore	ore	ore	tc ore	tc min
B1	0.03	0.07	0.05	0.04	0.05	0.06	0.02	0.17	10.00
B2	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.02	0.17	10.00
B3	0.05	0.04	0.04	0.05	0.07	0.07	0.04	0.17	10.00
B4	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.03	0.17	10.00
B5	0.08	0.09	0.09	0.09	0.11	0.13	0.07	0.17	10.00
B6	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.02	0.17	10.00
B7	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.02	0.17	10.00
B8	0.05	0.05	0.05	0.05	0.07	0.07	0.04	0.17	10.00
B9	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.17	10.00
B10	0.04	0.04	0.04	0.05	0.06	0.06	0.03	0.17	10.00
B11	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.17	10.00
B12	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.17	10.00
B13	0.03	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.03	0.17	10.00
B14	0.05	0.05	0.05	0.06	0.08	0.08	0.04	0.17	10.00
B15	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.02	0.17	10.00
B16	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.02	0.17	10.00
B17	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04	0.02	0.17	10.00
B18	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.01	0.17	10.00
B19	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	0.17	10.00
B20	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.17	10.00
B21	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.17	10.00
B22	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	0.17	10.00
B23	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.01	0.17	10.00
B24	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.17	10.00

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 11 di 28
--	---

	TEMPO DI CORRIVAZIONE								
								Tempo di corrivazione assunto	
	Kirpick	Ventura	Pasini	Watt-Chow	P-C-W-K	SCS	Pezzoli 1		
BACINI	ore	ore	ore	ore	ore	ore	ore	tc ore	tc min
B25	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.17	10.00
B26	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.17	10.00
B27	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.17	10.00
B28	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.17	10.00
B29	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.17	10.00
B30	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.01	0.17	10.00
B31	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.01	0.17	10.00
B32	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.17	10.00
B33	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.04	0.01	0.17	10.00
B34	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.17	10.00
B35	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.05	0.01	0.17	10.00
FOSSO AV2547	0.04	0.12	0.10	0.07	0.08	0.07	0.05	0.17	10.00
FOSSO AV3077	0.03	0.08	0.07	0.05	0.06	0.05	0.03	0.17	10.00
FOSSO MONTENERO	0.08	0.18	0.16	0.12	0.15	0.12	0.10	0.17	10.00
FOSSO MONTENERO ALTO	0.15	0.28	0.31	0.26	0.33	0.27	0.27	0.27	16.01

Tabella 2 – Tempi di corrivazione dei bacini.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione idrologica e idraulica	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 12 di 28
---	---

### 3.3 Analisi pluviometrica: Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica maggiori di un'ora

Per la stima delle precipitazioni di progetto si è presa a riferimento l'Analisi di Frequenza Regionale delle Precipitazioni Estreme LSPP - Aggiornamento al 2012- messa a disposizione on-line dal Settore Servizio Idrologico Regionale (SIR) della Regione Toscana. L'analisi è stata effettuata nell'ambito dell'accordo di collaborazione tra Regione Toscana e Università di Firenze di cui alla DGRT 1133/2012, al fine di procedere ad un'implementazione e un aggiornamento del quadro conoscitivo idrologico del territorio toscano. La previsione quantitativa dei valori estremi di pioggia in un determinato punto è stata effettuata attraverso la determinazione della curva o linea segnalatrice di probabilità pluviometrica (LSPP), cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno. La LSPP è comunemente descritta da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

con:

**h** = altezza di pioggia [mm]

**t** = durata [ore]

**a** e **n** parametri caratteristici per i tempi di ritorno considerati.

Il SIR ha messo a disposizione, per numerose stazioni pluviometriche della Regione, i parametri **a** ed **n** in funzione del tempo di ritorno e ragguagliati arealmente per tutta la regione elaborati su una mappa raster con risoluzione 1000mx1000m.

Tramite analisi GIS sono stati ricavati i valori dei parametri **a** e **n** medi relativi all'area dei bacini, riassunti nella seguente tabella:

TR	a	n
20	45.68	0.2915
30	48.71	0.2953
50	52.24	0.3028
100	56.90	0.3138
200	61.23	0.3268

Tabella 3 - Parametri **a** ed **n** delle LSPP in funzione del TR

Nella tabella Tabella 4 vengono riportati i valori altezza di pioggia e la ricostruzione grafica delle curve di pioggia



LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 13 di 28
--	---

TR	durata [h]				
	1	3	6	12	24
20	45.7	62.9	77.0	94.2	115.3
30	48.7	67.4	82.7	101.5	124.5
50	52.2	72.8	89.9	110.8	136.7
100	56.9	80.3	99.8	124.1	154.3
200	61.2	87.7	110.0	137.9	173.0

Tabella 4 – Altezze di pioggia [mm] in funzione della durata [h] e del tempo di ritorno [anni]

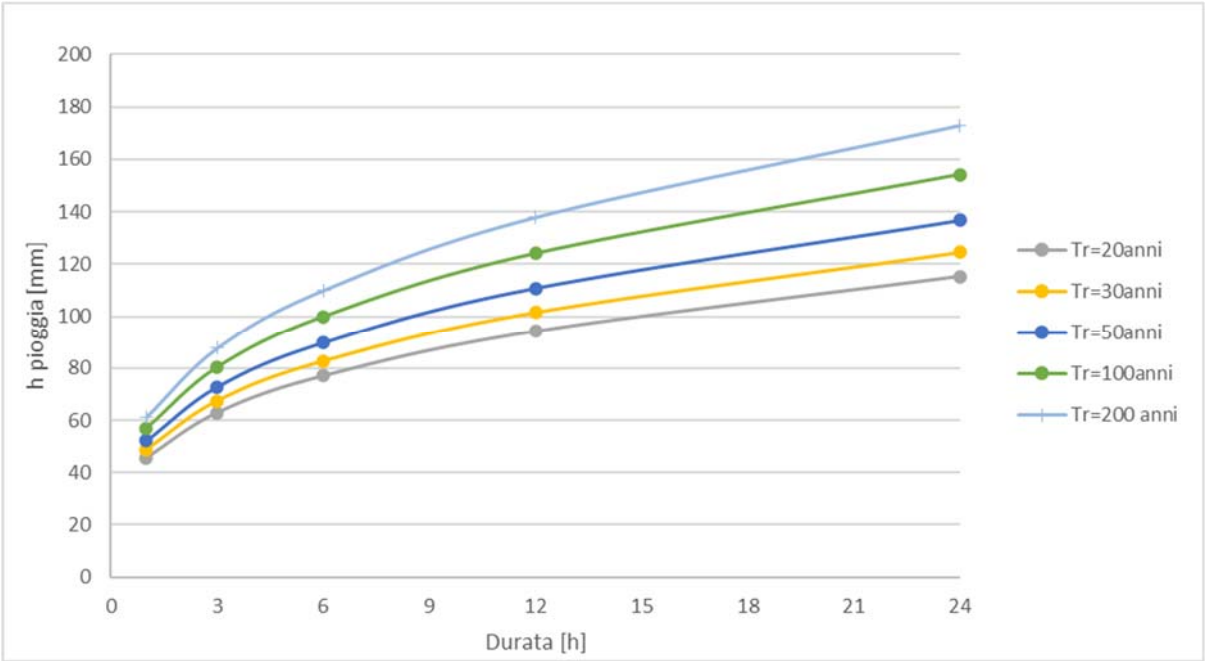


Fig. 6 - LSP per durate maggiori di un'ora

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 14 di 28
--	---

### 3.4 Linee segnalatrici di possibilità pluviometrica per durate minori di un'ora

In bacini imbriferi di limitata estensione e di relativa rapidità dei deflussi, i tempi di concentrazione sono brevi e di conseguenza le precipitazioni che interessano sono le piogge intense di breve durata con tempi inferiore a 1 ora.

Generalmente le osservazioni relative alle piogge intense sono rilevate per intervalli di 1, 3 ,6,12 e 24 ore mentre sono raramente disponibili i dati relativi alle piogge intense per intervalli inferiori a 1 ora, come nel caso in esame.

Poiché le informazioni relative alle piogge intense di breve durata non sono disponibili nella maggior parte delle stazioni pluviometriche, per valutarle è opportuno adoperare particolari formule per la stima dell'intensità di pioggia, in quanto l'estrapolazione delle curve di probabilità pluviometrica a tempi inferiori ad un'ora conduce ad una sovrastima delle intensità.

Bell ("Generalized Rainfall Duration Frequency Relationships" - Journal of the Hydraulics Division Proceedings of American Society of Civil Engineers - volume 95, issue 1– gennaio 1969) ha osservato che i rapporti  $rd$  tra le altezze di durata  $t$  molto breve ed inferiori alle due ore e l'altezza oraria sono relativamente poco dipendenti dalla località in cui si verificano. Bell, sulla scorta di osservazioni provenienti da oltre 150 stazioni con oltre 40 anni di osservazione, ha dimostrato che tale correlazione si può estendere sino ai valori di durata fino a due ore. Dunque, in relazione alla modesta variazione dei rapporti intensità durata correlata al tempo di ritorno, ha proposto la seguente relazione che ben si adatta ai dati osservati:

$$rd = h(t, T) / h(60, T) = (0,54 t^{0,25} - 0,5)$$

applicabile per  $5 \leq t \leq 120$  minuti; dove:

- $h(t, T)$  è l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari al tempo  $t$  riferita al periodo di ritorno  $T$ ;
- $h(60, T)$  è l'altezza di pioggia relativa ad un evento di durata pari ad un'ora riferita al periodo di ritorno  $T$ ;
- $t$  è il tempo di pioggia espresso in minuti

Tali osservazioni sono state successivamente riprese da Calenda ("Piogge intense" – Deflussi Urbani - Giornate di Studio 23/24 novembre 1995, Roma, Associazione Idrotecnica Italiana)

Applicando ora la formula di Bell sopra indicata, si ottengono i seguenti risultati:

t[min]	5	10	15	20	30
rd	0.307	0.460	0.563	0.642	0.764

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 15 di 28
--	---

Tabella 5 – Ipotesi di Bell: rapporti tra le altezze di pioggia di durata t<di un’ora e l’altezza di pioggia oraria

Applicando i coefficienti rd è possibile allora ricavare le altezze di pioggia riferite a durate inferiori all’ora:

TR	durata [min]				
	5	10	15	20	30
20	14.05	21.02	25.70	29.32	34.89
30	14.98	22.42	27.41	31.27	37.20
50	16.06	24.04	29.39	33.53	39.90
100	17.50	26.19	32.02	36.53	43.46
200	18.83	28.18	34.45	39.31	46.76

Tabella 6 – Altezze di pioggia di durata inferiore all’ora ricavate applicando i coefficienti rd (ipotesi di Bell)

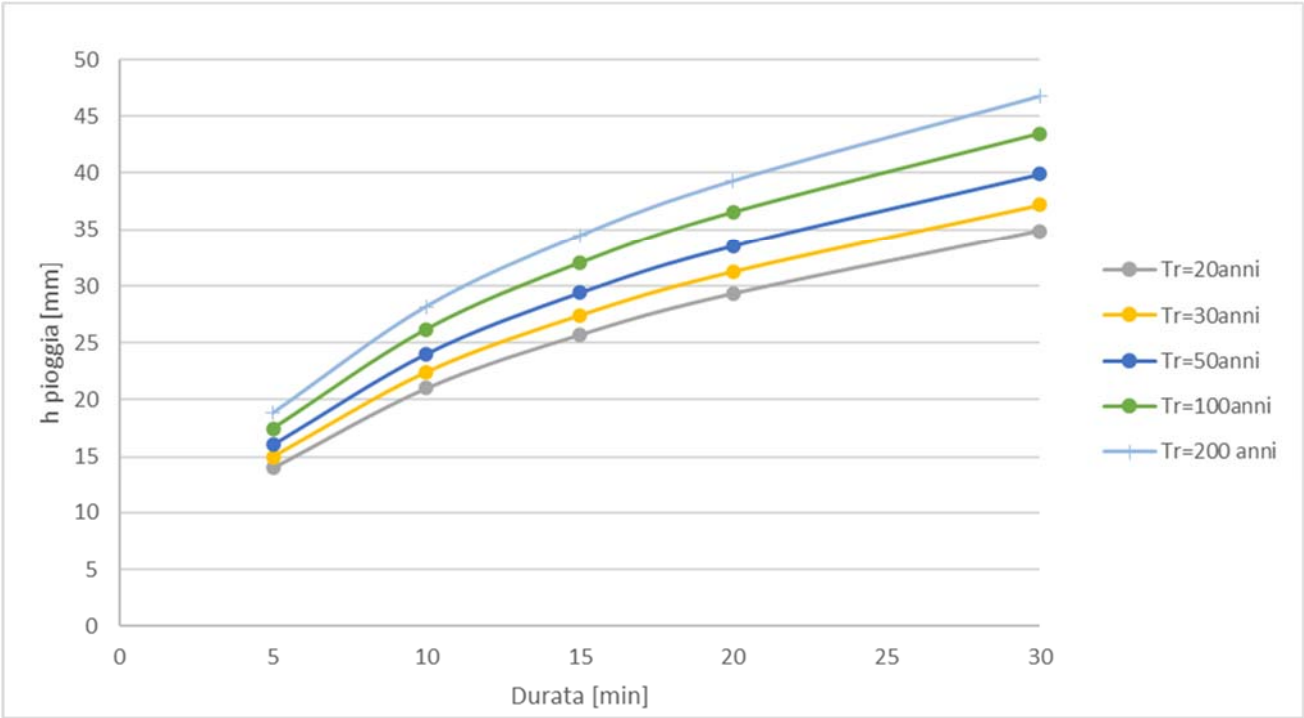


Fig. 7 - LSP per durate inferiori all’ora ricavate applicando i coefficienti rd (Ipotesi di Bell)

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 16 di 28
--	---

#### 4 DESCRIZIONE DELLE OPERE DI DRENAGGIO

Gli interventi di adeguamento interessano il primo stralcio che va da progr. 0+000.00 (inizio intervento a sud) a prog. 1+185.

La sezione tipo adottata fa riferimento alla cat. F2 locali – ambito extraurbano solo per quanto riguarda la dimensione delle corsie mentre le banchine hanno una larghezza variabile da 0 a 1 m.

La sezione stradale è a mezzacosta con il versante a sinistra e la scarpata a destra. Per quanto riguarda la parte in trincea della sezione sono state definite le seguenti 4 sezioni tipo d'intervento per la raccolta delle acque di piattaforma:

- Intervento tipo C1: canaletta alla francese nei tratti in trincea;
- Intervento tipo C2: cunetta in cls in corrispondenza dei muri;
- Intervento tipo C3: cunettone in c.a. con canaletta in cls in testa al cunettone.

Il sistema di canalette recapita ai tombini esistenti che, in considerazione dell'attuale stato di avanzato degrado, saranno demoliti e sostituiti con scatolari prefabbricati rettangolari 100 x 80.

Per quanto riguarda la parte della sezione in rilevato la captazione e smaltimento delle acque di piattaforma avviene per mezzo di embrici lungo l'arginello e con scarichi rettangolari sagomati sul cordolo delle opere di sostegno di sottoscarpa con un interasse variabile tra 5 e 10 m.

Per quanto riguarda le acque di versante gravitanti sulla strada si evidenzia la necessità di realizzare un sistema di captazione tramite un canale di guardia continuo lungo la scarpata interrotto con ulteriori pozzetti di intercettazione e scarico rispetto a quelli esistenti. Tale opera non è oggetto del presente appalto e per la verifica idraulica degli elementi di drenaggio si prenderanno in considerazione le sole acque di piattaforma. Le canalette retrostanti e il cunettone impediscono lo sversamento diretto delle acque di versante sulla strada ma il loro funzionamento potrà considerarsi adeguato solo se inserito nel sistema di fossi di guardia (canale e tombini) come detto in precedenza. I tombini che si andranno a sostituire saranno verificati considerando anche le acque di versante prevedendo il loro futuro utilizzo come recapiti del sistema di fossi di guardia.

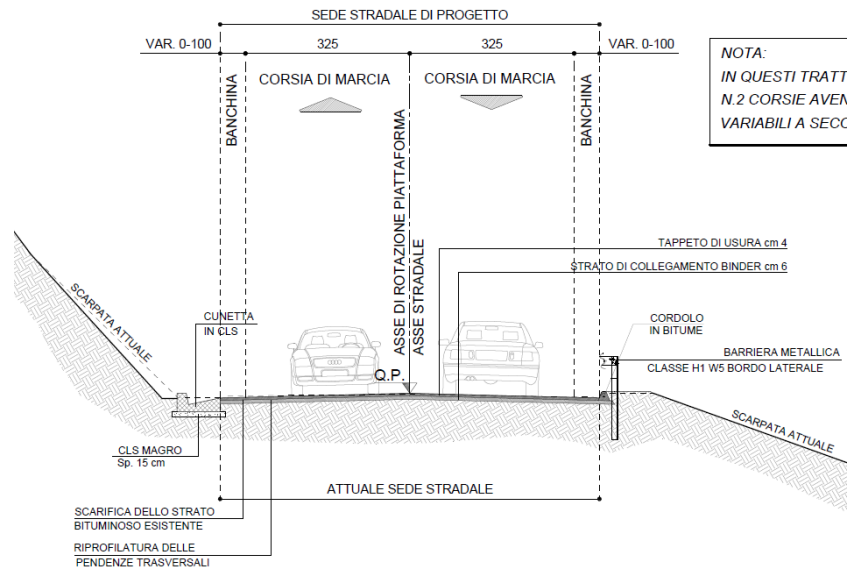


Fig. 8. Sezione tipo d'intervento a mezzacosta

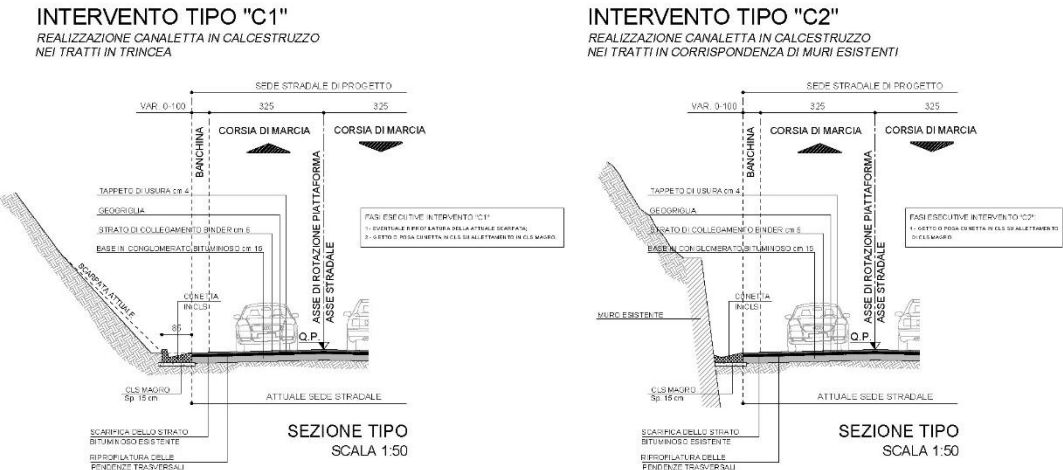
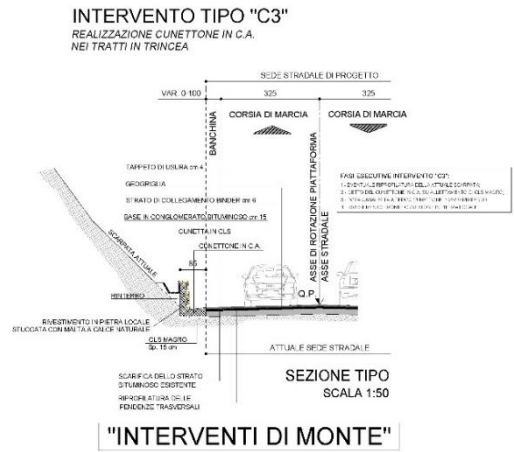


Fig. 9. Sezione tipo C1 e C2 in trincea



"INTERVENTI DI MONTE"

Fig. 10. Sezione tipo C3 in trincea



INTERVENTO TIPO "A1"

INSTALLAZIONE / SOSTITUZIONE BARRIERA DI SICUREZZA  
NEI TRATTI DI RILEVATO CON ARGINELLO > 75cm



INTERVENTO TIPO "A3"

INTERVENTO  
IN CORRISPONDENZA OPERE D'ARTE

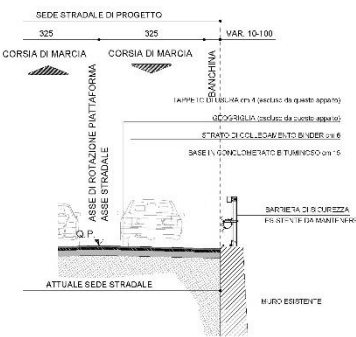
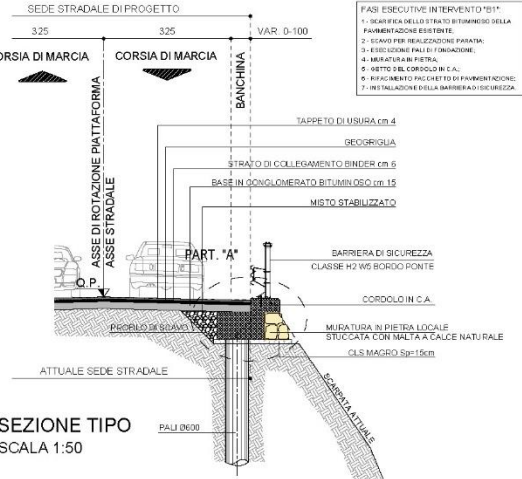


Fig. 11. Sezione tipo A1 e A3 in rilevato

INTERVENTO TIPO "B1"

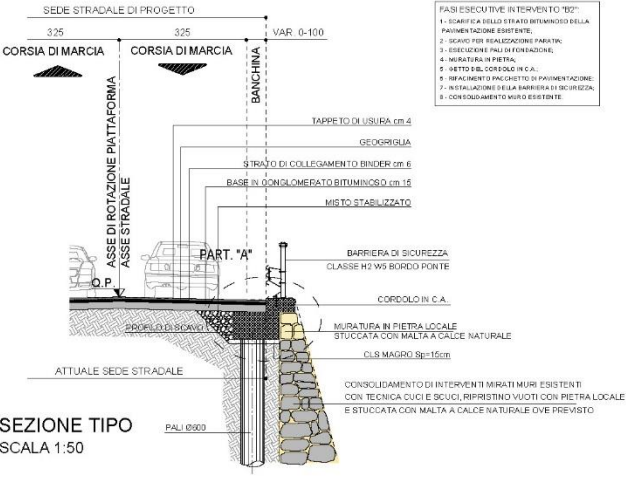
INSTALLAZIONE BARRIERA DI SICUREZZA  
SU CORDOLO IN C.A. FONDATA SU PALI



SEZIONE TIPO  
SCALA 1:50

INTERVENTO TIPO "B2"

INSTALLAZIONE BARRIERA DI SICUREZZA  
SU CORDOLO IN C.A. FONDATA SU PALI IN CORRISPONDENZA DI MURI ESISTENTI



SEZIONE TIPO  
SCALA 1:50

Fig. 12. Sezione tipo B1 e B2 in rilevato

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione idrologica e idraulica	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 19 di 28
---	---

5 STUDIO IDRAULICO

5.1 Determinazione delle portate di progetto

La determinazione delle portate da impiegare nei calcoli idraulici è stata effettuata sulla base di quanto riportato nel capitolo 3 – “Analisi Idrologica” del presente progetto, a cui si rimanda per ulteriori dettagli.

Di seguito si riportano le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica per durate inferiori all’ora.

TR	durata [min]				
	5	10	15	20	30
20	14.05	21.02	25.70	29.32	34.89
30	14.98	22.42	27.41	31.27	37.20
50	16.06	24.04	29.39	33.53	39.90
100	17.50	26.19	32.02	36.53	43.46
200	18.83	28.18	34.45	39.31	46.76

Tabella 7 – Altezze di pioggia di durata inferiore all’ora ricavate applicando i coefficienti rd (ipotesi di Bell)

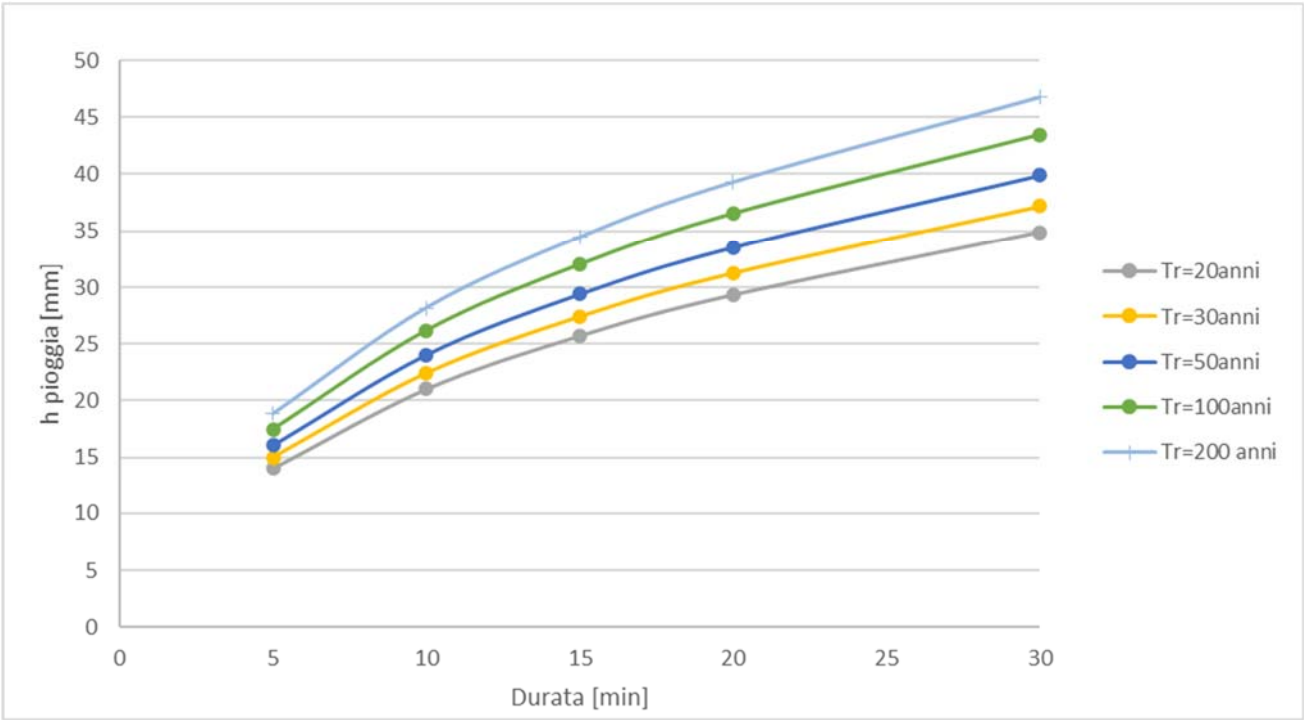


Fig. 13 - LSPP per durate inferiori all’ora ricavate applicando i coefficienti rd (Ipotesi di Bell)

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 20 di 28
--	---

In merito al tempo di corrivazione  $T_c$  da assumere nella stima dei deflussi poiché le superfici da servire presentano un'estensione areale assai modesta si è scelto di impiegare un valore di  $T_c$  pari a 10 minuti.

Il tempo di ritorno considerato per la verifica delle opere idrauliche deputate al drenaggio della piattaforma principale è  $TR = 20$  anni.

Il valore dell'altezza di pioggia di interesse è, dunque,  $h = 21.02 \text{ mm}$  corrispondente ad un'intensità di pioggia  $i_{TR=20anni} = 21.02/0.16 = 126.12 \text{ mm/h}$ .

La stima delle portate affluenti dalla piattaforma stradale e dalle scarpate viene effettuata utilizzando il "metodo razionale" secondo il quale la portata al colmo può essere espressa tramite la nota relazione:

$$Q = \frac{1}{3.6 \cdot 10^6} \varphi i A$$

dove:

$Q$  è la portata massima espressa in mc/s;

$i$  è l'intensità di pioggia (mm/h) corrispondente ad una durata della precipitazione pari al tempo di corrivazione del bacino;

$A$  è l'area del bacino versante o superficie contribuente in mq (la larghezza media della piattaforma di una carreggiata stradale è determinata secondo le sezioni tipo di progetto);

$\varphi$  è il coefficiente di deflusso complessivo del bacino.

Per la stima delle portate di progetto in sezioni che sottendono bacini variamente composti, si utilizza l'espressione:

$$Q = \frac{1}{3.6 \cdot 10^6} i \sum_{i=1}^n \varphi_i A_i$$

in cui  $n$  è il numero di aree con differenti caratteristiche di superficie e coefficiente di deflusso.

I coefficienti di deflusso assunti per il calcolo sono:

$\varphi = 0.95$  per le superfici pavimentate;

$\varphi = 0.30$  per le superfici di scarpate e/o versanti.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione idrologica e idraulica	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 21 di 28
---	---

## 5.2 Verifiche idrauliche delle opere di drenaggio

Come specificato in premessa, lungo l'asse stradale si predispone un sistema di raccolta delle acque gravitanti sulla piattaforma realizzato, per la porzione in trincea, per mezzo di un sistema cunette e canalette che recapitano direttamente ai pozzetti esistenti di attraversamento della strada.

La raccolta dei deflussi delle acque per la porzione della piattaforma stradale in rilevato avviene per mezzo di canalette embricate e canalette in cls in corrispondenza dei cordoli delle opere di sostegno di sottoscarpa.

L'interasse delle canalette embricate varia tra 5 e 10 metri in funzione della pendenza trasversale e longitudinale della strada.

### 5.2.1 Verifica idraulica elementi di scarico in rilevato (embrici e canalette)

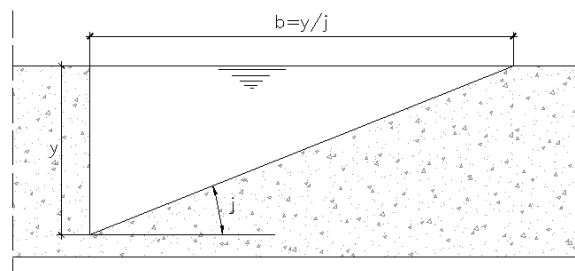
La verifica idraulica della capacità di smaltimento dell'elemento di scarico in banchina, "embrice" o canaletta, dipende dall'interasse rispetto al quale sono posti due elementi consecutivi, dalla pendenza longitudinale della strada, da quella trasversale e dalla superficie stradale massima drenata. L'interasse fra due elementi di scarico è stato scelto affinché il tirante idraulico che si sviluppa in banchina non generi un velo d'acqua di larghezza superiore a circa 50 cm.

Il deflusso idrico in banchina può considerarsi analogo allo scorrimento lungo un canale triangolare formato dalla pavimentazione stradale e l'elemento di margine (cordolo in bitume o cordolo in cls).

Il calcolo idraulico può essere svolto utilizzando le formule del moto uniforme con riferimento alla portata  $Q$  che compete alla sezione terminale del tratto compreso tra due scarichi successivi.

In generale, indicate con  $y$  l'altezza e con  $j$  la pendenza trasversale può assumersi:

$$A = bh/2 = b^2j/2; \quad R_H \cong bj/2$$



In questa ipotesi la portata di progetto può scriversi nella forma:

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 22 di 28
--	---

$$Q = 0.315 K_s j^{5/3} b^{8/3} i^{1/2}$$

Noti  $Q$ ,  $K_s$ ,  $j$  e  $i$  (pendenza longitudinale) è possibile risolvere rispetto a  $b$  e ricavare l'altezza idrica  $h$ .

Di seguito si riporta il quadro sinottico delle verifiche condotte assumendo un  $K_s = 70$ , un coefficiente di deflusso pari a 0.95 e un'intensità di pioggia  $i = 122.0$  mm/h.

SCORRIMENTO IN BANCHINA										
PORTATA IN FUNZIONE DELL'AREA SOTTESA E DELLE PENDENZA LONGITUDINALE										
SEZ	DA PROGR.	A PROGR.	P. TRASV.	P. LONG.	INTERASSE SCARICHI	AREA DRENATA SUP. STRDALE	Q	V	h	b
	m	m	%	%	m	mq	mc/s	m/s	m	m
13-17	120	160	2.50%	5.00%	5	32.5	0.0011	0.47	0.011	0.429
17-31	160	300	7.50%	5.50%	10	67	0.0022	0.75	0.021	0.281
31-36	300	400	6.30%	2.00%	10	67	0.0022	0.50	0.024	0.378
36-38	350	370	5.00%	1.50%	10	66	0.0022	0.42	0.023	0.457
38-40	370	390	4.00%	1.50%	5	37.5	0.0012	0.35	0.017	0.424
40-43	390	420	3.00%	3.00%	5	38.5	0.0013	0.42	0.013	0.449
43-47	420	460	2.50%	3.00%	10	38	0.0013	0.40	0.013	0.500
47-51(DX)	460	500	2.50%	3.00%	5	40	0.0013	0.41	0.013	0.510
51-53(DX)	500	520	2.50%	5.80%	5	44.5	0.0015	0.54	0.012	0.469
63-66	620	650	5.00%	5.80%	10	70	0.0023	0.71	0.018	0.363
66-67	650	660	2.50%	5.80%	5	35	0.0012	0.51	0.011	0.428
90-99	890	980	2.50%	6.00%	10	70	0.0023	0.61	0.014	0.552

Tabella 8 – Verifica idraulica dello scorrimento in banchina

Dalla tabella si evidenzia come per determinare le larghezze del velo d'acqua in banchina di massimo 50 cm (ultima colonna) è necessario avere degli scarichi con interasse variabile fra 5 e 10 m.

La verifica idraulica dell'elemento di scarico, "embrice" o canaletta, è svolta per il valore di portata più gravoso pari a 0.0023 mc/s, che si genera fra le sezioni 90 e 99 (progr. 0+890 e progr. 0+980).

Per la verifica si applica la formula del moto uniforme per una canaletta:

$$Q = K_i \cdot A \cdot R_H^{2/3} \cdot i^{1/2}$$

Si utilizzano i valori  $K_s = 70$  m<sup>1/3</sup>/s e  $i = 0.01$  e ponendo pari a 35.0 cm la larghezza media della base della canaletta (sezione rettangolare).

Risolvendo rispetto all'unica incognita  $h$  si ottiene  $h = 0.0018$  m.

Considerando l'altezza media di una canaletta pari a circa 15.0 cm, la verifica risulta ampiamente soddisfatta.



LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione idrologica e idraulica	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 23 di 28
---	---

### 5.2.2 Verifica idraulica cunette alla francese, canaletta in cls in corrispondenza dei muri esistenti e del cunettone

Nei tratti in trincea in cui vengono predisposte cunette alla francese, canalette in cls in corrispondenza dei muri esistenti e cunettoni, la cui sezione trasversale è triangolare e presenta larghezza pari a 60.0 cm ed altezza di 13.0 cm.

Nel caso di sezione triangolare, indicate con  $y$  l'altezza e con  $b$  la larghezza, si può scrivere:

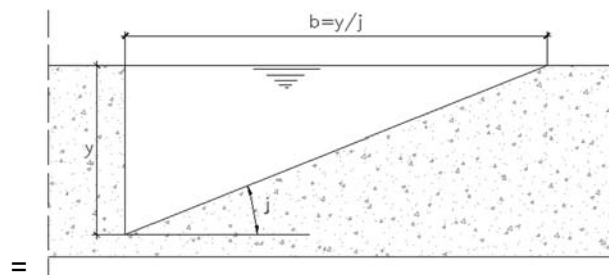
$$h/b = 0.275 \text{ da cui } b = h/0.275$$

$$A = (h \times b) / 2 = (h \times h/0.275) / 2 = h^2 / (0.275 \times 2) = h^2 / 0.55$$

$$L = [(h^2 + (h/0.275)^2)^{1/2}] = h \times [1 + (1/0.275)^2]^{1/2} = 3.7714 h$$

$$P_b = h + L = h \times 4.7714$$

$$R_H = A/P_b = (h^2 / 0.55) / (h \times 4.7714) = 0.3811 h$$



In questa ipotesi la portata di progetto può scriversi nella forma:

$$Q = 0.9557 \cdot K_s \cdot h^{8/3} \cdot i^{1/2}$$

Noti  $Q$ ,  $K_s$ , e  $i$  (pendenza longitudinale) è possibile risolvere rispetto all'altezza idrica  $h$ , accertando che vi sia ovunque un adeguato franco di sicurezza.

La portata affluente alla cunetta dipende dalla superficie contribuente drenata (versante + pavimentazione stradale) e dalla pendenza longitudinale.

Assumendo un coefficiente di scabrezza  $K_s = 70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , un coefficiente di deflusso pari a 0.95 per la pavimentazione stradale e 0.3 per i versanti, si effettuano le verifiche idrauliche delle opere in argomento al variare della pendenza longitudinale  $i$ . I risultati ottenuti sono riportati nelle tabelle seguenti:

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO Relazione idrologica e idraulica	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 24 di 28
---	---

CUNETTA ALLA FRANCESE						
PORTATA IN FUNZIONE DELL'AREA SOTTESA E DELLE PENDENZA LONGITUDINALE						
PROGR.	P. LONG	AREA DRENATA SUP. STRDALE	Q	V	h	b
km	%	mq	mc/s	m/s	m	m
0+000	5.40%	195	0.0065	1.22	0.054	0.197
0+380	1.60%	680	0.0214	1.04	0.106	0.386
0+700	5.90%	400	0.0126	1.49	0.068	0.248

Tabella 9 –: Verifiche idrauliche cunetta alla francese

CANALETTA IN CLS IN CORRISPONDENZA DEI MURI ESISTENTI						
PORTATA IN FUNZIONE DELL'AREA SOTTESA E DELLE PENDENZA LONGITUDINALE						
PROGR.	P. LONG	AREA DRENATA SUP. STRDALE	Q	V	h	b
km	-	mq	mc/s	m/s	m	m
0+006	5.40%	715	0.0225	1.67	0.086	0.313
0+205	6.00%	130	0.0041	1.13	0.045	0.162
0+305	5.50%	117	0.0037	1.07	0.044	0.158
0+361	2.00%	143	0.0045	0.77	0.057	0.207
0+570	5.80%	640	0.0202	1.67	0.082	0.297
0+674	5.80%	800	0.0252	1.76	0.089	0.323
0+894	6.60%	960	0.0303	1.94	0.093	0.337

Tabella 10 –: Verifiche idrauliche cunetta in cls

CUNETTONE						
PORTATA IN FUNZIONE DELL'AREA SOTTESA E DELLE PENDENZA LONGITUDINALE						
PROGR.	P. LONG	AREA DRENATA SUP. STRDALE	Q	V	h	b
km	-	mq	mc/s	m/s	m	m
0+036	5.40%	520	0.0164	1.54	0.077	0.278
0+134	4.50%	195	0.0061	1.13	0.055	0.199
0+339	2.64%	104	0.0033	0.79	0.048	0.174
0+415	3.00%	184	0.0058	0.95	0.058	0.210
0+584	5.90%	560	0.0177	1.62	0.077	0.281
0+805	6.00%	800	0.0252	1.79	0.088	0.321
0+920	6.60%	280	0.0088	1.42	0.058	0.212

Tabella 11 –: Verifiche idrauliche cunettone

Le analisi forniscono ovunque esito positivo.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 25 di 28
--	---

### 5.2.3 Tombini di attraversamento idraulici

Lungo il tratto di strada oggetto di adeguamento esistono 8 tombini che attraversano trasversalmente la strada e permettono lo scarico delle acque di versante e della piattaforma stessa che vengono captate dal sistema di canalette e cunette.

Si è proceduto dapprima con la verifica idraulica in moto uniforme degli attraversamenti idraulici esistenti, di seguito riportata, nei confronti della portata duecentennale:

PROGRESSIVA	PENDENZA LONGITUDINALE	B	H	Q	h	h/d	stato
km	-	m	m	mc/s	m	%	
0+130	1,00%	1	1	0,3	0,30	30	suff.
0+305	1,00%	0,8	0,6	0,3	0,44	74	insuff.
0+367	1,00%	1.2	1.2	1,04	0,40	40	suff.
0+569	1,00%	DN 600 cls		0,09	0,17	17	suff.
0+650	1,00%	DN 600 cls		0,13	0,27	27	suff.
0+750	1,00%	0,9	0,7	0,08	0,17	23	suff.
0+778	1,00%	DN 300 cls		0,12	0,39	78	insuff.
0+801	1,00%	DN 300 cls		1,95	0,5	100	insuff.

Tabella 13 – Verifica idraulica tombini esistenti

Dalla tabella si evince che risulta necessario sostituire n. 3 attraversamenti idraulici alle seguenti progressive:

1. 0+305;
2. 0+778;
3. 0+801.

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 26 di 28
--	---

In merito alla geometria dei tombini si è fatto seguito al:

*Rilascio Nulla Osta e Valutazione di Incidenza Ambientale per “Lavori di ripristino viabilità alternativa all’itinerario S.S. 3 bis tra Pieve Santo Stefano e Verghereto” da realizzare nel Comune di Pieve Santo Stefano – Progetto Esecutivo di I Stralcio”*

che esprime la prescrizione, al punto 3, seguente:

*nel caso si renda necessario ripristinare o realizzare tombini per l'attraversamento della sede stradale, al fine di mitigare l'effetto barriera, utilizzare manufatti a forma rettangolare quali scatolari in c.a.; in quanto (rispetto a quelli in sezione circolare) permettono, a parità di dimensioni, una maggiore superficie di calpestio; sono fatti salvi casi di dimostrata impossibilità di messa in opera dei nuovi manufatti con tipologia richiesta e quelli di semplice manutenzione dei manufatti dei quali non risulta necessaria la sostituzione*

Inoltre, in relazione ai tombini la NTC 2018 stabilisce:

*Restano esclusi dal punto 5.1.2.3 della Norma i tombini, intendendosi per tombino un manufatto totalmente rivestito in sezione, eventualmente suddiviso in più canne, in grado di condurre complessivamente portate fino a 50 m<sup>3</sup>/s. L'evento da assumere a base del progetto di un tombino ha comunque tempo di ritorno uguale a quello da assumere per i ponti. La scelta dei materiali deve garantire la resistenza anche ai fenomeni di abrasione e urto causati dai materiali trasportati dalla corrente.*

*Oltre a quanto previsto per gli attraversamenti dalla Norma, nella Relazione idraulica è opportuno siano considerati anche i seguenti aspetti:*

- è da sconsigliare il frazionamento della portata fra più canne, tranne nei casi in cui questo sia fatto per facilitare le procedure di manutenzione, predisponendo allo scopo luci panconabili all'imbocco e allo sbocco e accessi per i mezzi d'opera;*
- sono da evitare andamenti planimetrici non rettilinei e disallineamenti altimetrici del fondo rispetto alla pendenza naturale del corso d'acqua.*
- per sezioni di area maggiore a 1,5 m<sup>2</sup> è da garantire la praticabilità del manufatto;*

LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 27 di 28
--	---

*- il tombino può funzionare sia in pressione che a superficie libera, evitando in ogni caso il funzionamento intermittente fra i due regimi: nel caso in una o più sezioni il funzionamento sia in pressione, la massima velocità che si realizza all'interno dello stesso tombino non dovrà superare 1,5 m/s;*

*- nel caso di funzionamento a superficie libera, il tirante idrico non dovrà superare i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m;*

*- il calcolo idraulico è da sviluppare prendendo in considerazione le condizioni che si realizzano nel tratto del corso d'acqua a valle del tombino;*

*- la tenuta idraulica deve essere garantita per ciascuna sezione dell'intero manufatto per un carico pari al maggiore tra: 0,5 bar rispetto all'estradosso o 1,5 volte la massima pressione d'esercizio;*

*- il massimo rigurgito previsto a monte del tombino deve garantire il rispetto del franco idraulico nel tratto del corso d'acqua a monte;*

*- nel caso sia da temersi l'ostruzione anche parziale del manufatto da parte dei detriti galleggianti trasportati dalla corrente, è da disporre immediatamente a monte una varice presidiata da una griglia che consenta il passaggio di elementi caratterizzati da dimensioni non superiori alla metà della larghezza del tombino; in alternativa il tombino è da dimensionare assumendo che la sezione efficace ai fini del deflusso delle acque sia ridotta almeno alla metà di quella effettiva. È in ogni caso da garantire l'accesso in alveo ai mezzi necessari per le operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria da svolgere dopo gli eventi di piena;*

*- i tratti del corso d'acqua immediatamente prospicienti l'imbocco e lo sbocco del manufatto devono essere protetti da fenomeni di scalzamento e/o erosione, e opportune soluzioni tecniche sono da adottare per evitare i fenomeni di sifonamento.*

*Nel caso il tombino sia opera provvisoria, ovvero a servizio di un cantiere, le precedenti disposizioni possono essere assunte come elementi di riferimento, tenendo opportunamente conto del tempo di utilizzo previsto per l'opera provvisoria stessa.*



LAVORI DI RIPRISTINO DELLA FUNZIONALITA' DELLA VIABILITA' ALTERNATIVA ALL'ITINERARIO S.S.3 BIS TRA PIEVE SANTO STEFANO NORD E CANILI Lotto 1 Stralcio 1 per l'esecuzione dei lavori sul tratto di 1,2 Km a nord di Valsavignone CUP I27H23000190001 CUI L80000610511202400013 PROGETTO ESECUTIVO <b>Relazione idrologica e idraulica</b>	File: P00_ID00_IDR_RE01_B.doc x Data: Dicembre 2024 Pag. 28 di 28
--	---

Per quanto appena riportato, nelle tabelle seguenti si riportano i dati relativi ai tombini di attraversamento di progetto di geometria rettangolare con base 1.00 m e altezza 0.80 m in termini di ubicazione planimetrica degli stessi e vengono riassunti i risultati delle verifiche idrauliche, ammettendo che il tirante idrico non superi i 2/3 dell'altezza della sezione, garantendo comunque un franco minimo di 0,50 m, assumendo un coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler pari a  $70 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ , un coefficiente di deflusso pari a 0.95 per la pavimentazione stradale e 0.3 per i versanti.

TOMBINI SCATOLARI 1.0 x 0.8 m								
PROGRESSIVA	PENDENZA LONGITUDINALE	AREA DRENATA VERSANTE	AREA DRENATA SUP. STRADALE	AREA SEZ. BAGNATA	V	Rh	Pb	h <sub>TIR</sub>
km	%	mq	mq	mq	m/s	m	m	m
0+305	5.00	26500	496	0.29	3.05	0.10	1.74	0.12
0+778	5.00	11700	184	0.06	2.13	0.07	1.11	0.07
0+801	5.00	175755	3120	0.36	5.10	0.20	1.72	0.35

Tabella 14 – Dati idraulici tombini di progetto

Essendo  $2/3 \text{ h}_{\text{SEZ}}$  (=0,66 m) ovunque maggiore  $\text{h}_{\text{TIR}}$  la verifica risulta soddisfatta.