



# Comune di Laviano

Provincia di Salerno (SA)

**INTERVENTI DI SISTEMAZIONE IDRAULICO FORESTALE DEL  
VALLONE CHE INTERESSA LE LOCALITA' "CAMPO PIANO-  
SPAGARINO-CAPO LO PIANO-PIETRA DEL CORVO" DEL COMUNE  
DI LAVIANO (SA)**

## **PROGETTO DEFINITIVO**

Elab.06

Relazione di calcolo e verifica idraulica

R.T.P. Gestione Tecnica:

Mandatario: Arch.Mario G.S.Giudice

Mandanti: Ing.Luigi Iannone

Ing.Arch.Mario L. Capasso

Ing.Arch.Rosario Antonini

Dott.Geol. Antonio Corradino

IL R.U.P. :  
Giuseppe Molinaro

DATA: Ottobre 2021

## Sommario

PREMESSA.....	3
1.DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI .....	3
2. MORFOMETRIA FLUVIALE.....	4
2.1 Proprietà lineari della rete idrografica .....	5
<i>Numero di ordine e rapporto di biforcazione .....</i>	<i>7</i>
2.2 Proprietà areali del bacino idrografico .....	7
2.3 – Profilo longitudinale .....	13
3. CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA (metodo VAPI).....	15
3.1 Generalità.....	15
3.2 Valutazione del fattore regionale di crescita.....	16
3.3 Valutazione della piena media annua $m(Q)$ : criteri di stima .....	17
3.3 Calcolo delle portate di PMA con $T= 100$ anni .....	22
3.3 Calcolo delle portate di PMA con $T= 200$ anni .....	25
3.2 Verifica della sezione del canale e degli attraversamenti .....	30

# RELAZIONE IDRAULICA

## PREMESSA

La presente relazione è allegata al progetto definitivo di sistemazione idraulica forestale del vallone che interessa le località “*Campo Piano – Spagarino – Capo lo Piano – Pietra del Corvo*” del Comune di Laviano. Il progetto interessa un area che è stata già oggetto di sistemazione idraulica, infatti, gran parte dell'alveo presenta sistemazioni spondali in gabbioni, soglie in calcestruzzo ciclopico e altre opere di mitigazione del rischio idraulico.

## 1.DESCRIZIONE DELLO STATO DEI LUOGHI

L'area oggetto di intervento ricade nel foglio I.G.M. 1: 50.000 “Eboli” I quadrante Nord –Est, ed è inquadrato nella Carta Tecnica Numerica Regionale al foglio 468, quadrante 04, tavolette 1,2,3,4, elemento 4680483 “Campo Piano”. L'area comprende anche il villaggio di prefabbricati ex sisma '80 oggi riconvertito ai fini turistico ricettivi.. Le aree sopra identificate sono attraversate da un corso d'acqua il cui alveo, nel suo sviluppo, è di tipo naturale e in parte di tipo a canale antropizzato con sistemazione idraulica spondale a gabbioni rinverditi di tipo a canale. Il tracciato del corso d'acqua si sviluppa per oltre 9Km fino a sfociare, attraverso il vallone nel fiume Sele presentando aste dal primo al quarto ordine secondo lo schema gerarchico di Horton- Strahler.



*Corografia con individuazione dell'area d'intervento*

## 2. MORFOMETRIA FLUVIALE

La morfometria fluviale ha come oggetto la misura delle caratteristiche geometriche delle forme di un sistema di erosione fluviale. Essa va eseguita considerando una serie di parametri del corso d'acqua in questione, ed in particolare:

1. le proprietà lineari della rete idrografica;

2. le proprietà areali del bacino idrografico;
3. le proprietà del rilievo, ovvero la determinazione della pendenza del corso d'acqua.

## **2.1 Proprietà lineari della rete idrografica**

Per la determinazione delle proprietà lineari del corso d'acqua, si è fatto riferimento alla metodologia proposta da *Strahler* (1952), che suggerisce di suddividere il reticolo fluviale in questione in singoli tratti fluviali, o segmenti fluviali, secondo una scala gerarchica di grandezza, assegnando una serie ordinata di numeri interi. Ogni ramo elementare senza affluenti è designato come segmento di primo ordine. Alla confluenza di due rami dello stesso ordine, quest'ultimo si incrementa di una unità, e così via. Utilizzando questa metodologia sul torrente in parola, è emerso che quest'ultimo è un segmento del **secondo ordine**.

Successivamente è stato valutato il cosiddetto **rapporto di biforcazione**:

$$R_b = N_u / N_{(u+1)}$$

che rappresenta il rapporto tra il numero di rami di un ordine e quello dell'ordine successivo. Esso serve a verificare lo stadio di evoluzione di un determinato bacino, in quanto in condizioni di normale evoluzione i rapporti di biforcazione fra i diversi ordini successivi tendono a stabilizzarsi intorno ad un valore costante. A tale proposito è stato considerato l'intero bacino, di estensione pari a 14,2 Km<sup>2</sup> e si sono contati i corsi d'acqua ricadenti in tale area appartenenti ad un determinato ordine.



*Schema di Horton*

Nella tabella 1, con  $u$  viene indicato il numero di ordine, con  $N_u$  il numero di segmenti fluviali di un particolare ordine e con  $R_b$  il rapporto di biforcazione tra l'ordine  $u$  e l'ordine immediatamente

successivo. Come chiaramente si evince, il rapporto di biforcazione tende ad essere compreso tra 2 e 3, come accade nei bacini con una normale evoluzione morfometrica.

<b>u</b>	<b>N<sub>u</sub></b>	<b>R<sub>b</sub></b>
1	86	2.15
2	40	2.00
3	20	1.18
4	17	

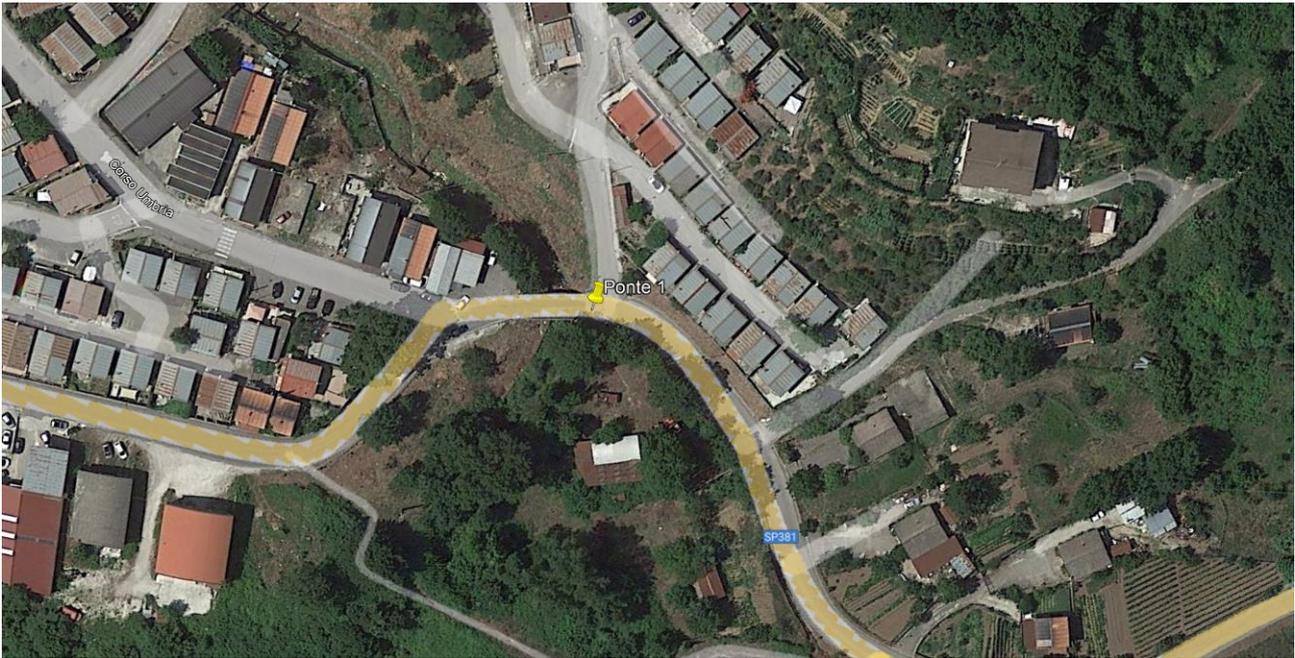
*Numero di ordine e rapporto di biforcazione*

Le sponde del corso d'acqua sono di dimensioni poco variabili e si stabilizzano progressivamente da monte a valle. Le sponde, infatti, presentano altezze quasi costanti verso valle e variabili verso monte ed in particolare nel tratto centrale e nel tratto di valle sono presenti argini artificiali costituiti da muri a secco e gabbioni nella parte centrale e da vere sponde a "canale" nella parte terminale. Tale situazione denota che nel tempo sono stati contenuti i fenomeni di erosione naturali operati dalle acque incanalate e ben contrastati a causa sia della presenza di vegetazione spondale che dalle opere di contenimento, il tutto anche grazie all'evidente opera di manutenzione e sistemazione idraulica già eseguita in passato. Sul tratto oggetto di studio sono inoltre presenti quattro attraversamenti, tre carrabili e uno pedonale di cui quello principale è sotteso alla sezione di chiusura del bacino.

## **2.2 Proprietà areali del bacino idrografico**

Il bacino idrografico del corso d'acqua che attraversa l'area del "Villaggio Antistress", fino alla sezione di chiusura sul ponte della SP 381 denominato individuato in progetto come "Ponte 1",

misura circa 14,20 Km<sup>2</sup> e presenta una forma approssimativamente allungata, orientata sulla direttrice NORD/EST – SUD/OVEST. Il bacino imbrifero oggetto di studio si estende nella direzione EST - OVEST dalla costa del monte “Melignana”, a quota di circa +950m s.l.m.m., e dalla costa del monte “Pennone”, a quota massima di 1529 m s.l.m.m, fino alla sezione di chiusura del “ponte 1” sulla SP 381 a quota 290,00 m s.l.m.m..



*Ponte 1 sulla SP 381*

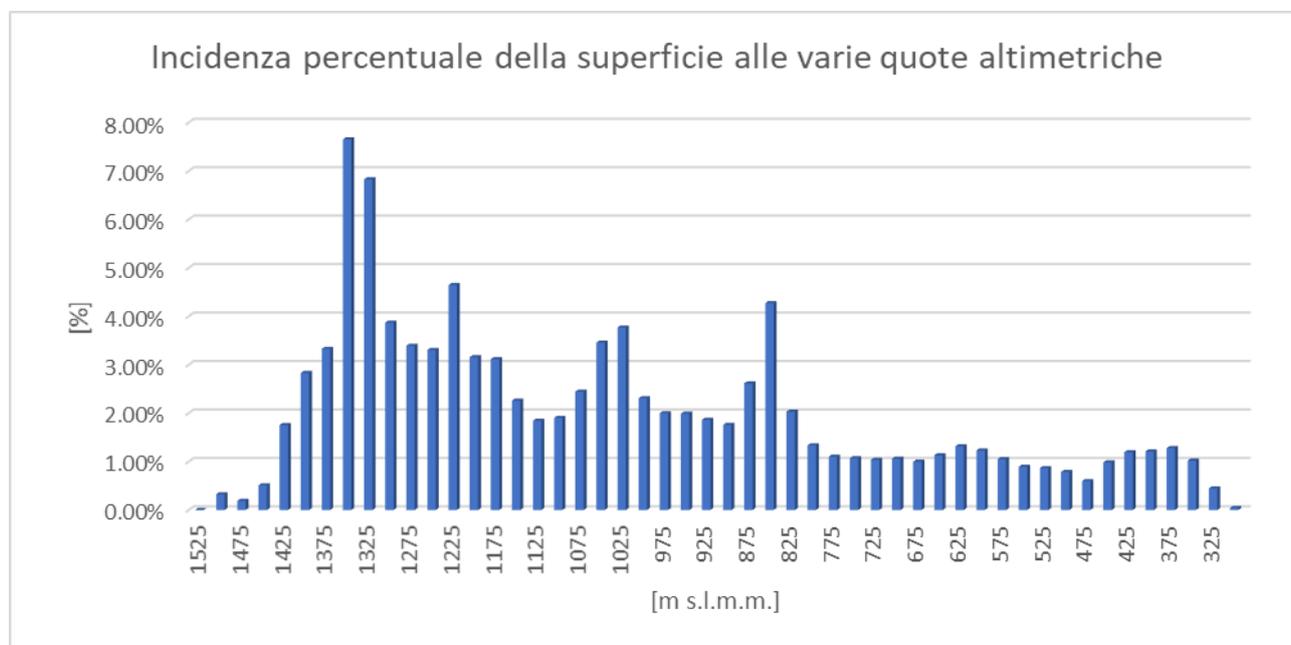
Lo spartiacque corre talora a ridosso con il corso dello stesso vallone o con quello di valloni adiacenti, che hanno un decorso parallelo a quello del Vallone dove scorre la nostra asta torrentizia, a volte lungo le strade posizionate sulle creste circostanti a volte sulla cresta delle montagne.

Nella fase di studio il bacino è stato suddiviso in sottoaree aventi particolari quote, per verificare quale sia la distribuzione percentuale dell'altezza del bacino e valutare l'eventuale presenza di una distribuzione non gaussiana delle suddette percentuali, testimonianza di una anomala evoluzione del bacino.

<b>Quote ( <math>Z_i</math> )</b> <b>[m s.l.m.m.]</b>	<b><math>A_i</math></b> <b>(mq)</b>	<b><math>A_i</math></b> <b>[%]</b>
1 525.00	0.00	0.00%
1 500.00	44 940.18	0.32%
1 475.00	26 475.70	0.19%
1 450.00	70 984.49	0.51%
1 425.00	243 734.45	1.75%
1 400.00	393 566.13	2.83%
1 375.00	462 668.27	3.33%
1 350.00	1 064 132.55	7.65%
1 325.00	949 176.19	6.83%
1 300.00	537 711.02	3.87%
1 275.00	471 486.65	3.39%
1 250.00	459 436.18	3.30%
1 225.00	645 879.52	4.64%
1 200.00	438 732.60	3.15%
1 175.00	433 149.90	3.11%
1 150.00	313 907.83	2.26%
1 125.00	256 168.62	1.84%
1 100.00	264 637.91	1.90%
1 075.00	339 776.67	2.44%
1 050.00	480 556.59	3.46%
1 025.00	523 585.52	3.76%
1 000.00	321 006.21	2.31%
975.00	277 866.80	2.00%
950.00	276 654.20	1.99%
925.00	259 067.23	1.86%
900.00	244 048.09	1.75%
875.00	363 352.17	2.61%
850.00	593 898.17	4.27%
825.00	282 455.15	2.03%
800.00	185 599.72	1.33%
775.00	152 791.89	1.10%
750.00	148 683.94	1.07%
725.00	144 258.75	1.04%
700.00	147 476.93	1.06%
675.00	138 525.44	1.00%
650.00	156 919.33	1.13%
625.00	182 759.62	1.31%
600.00	170 871.10	1.23%
575.00	146 012.81	1.05%
550.00	124 091.95	0.89%
525.00	120 144.95	0.86%
500.00	109 209.72	0.79%
475.00	82 833.07	0.60%
450.00	136 837.20	0.98%
425.00	165 921.86	1.19%
400.00	167 913.59	1.21%
375.00	177 873.59	1.28%
350.00	141 853.61	1.02%
325.00	61 734.14	0.44%
305.40	5 574.29	0.04%
<b>Totale</b>	<b>13 906 942.49</b>	<b>100.00%</b>

*Superficie per quota altimetrica*

Come si evince dal grafico, l'area con maggiore percentuale è quella di quota compresa tra +1400 e +1100 m.s.l.m., con una punta a quota +150m nel tratto meno pendente a monte del "Piano d'Isca", mentre l'area con minore percentuale è quella di quota oltre i +1350m s.l.m.m. .



*Incidenza percentuale della superficie per quota altimetrica*

Non si notano anomali distribuzioni delle percentuali, a testimonianza di una scarsità di grandi fenomeni geomorfici in grado di determinare profondi sconvolgimenti del territorio.

La quota media del bacino,relativamente all'area di intervento, compresa tra le quote +160 e +180m s.l.m.m. viene calcolata costruendo la curva ipsografica, che fornisce la distribuzione delle superfici nelle diverse fasce altimetriche. Ogni punto della suddetta curva ha come ordinata un valore di quota  $h_i$  e come ascissa la superficie parziale del bacino  $A_i$  posta al di sopra della quota considerata. Ovviamente alla quota massima corrisponde una superficie nulla mentre, alla quota minima,che è quella di chiusura,corrisponde la superficie dell'intero bacino. L'area racchiusa dalla curva ipsografica e dagli assi coordinati, tenuto conto delle unità di misura utilizzate (le quote in m e le superfici in  $Km^2$ ) rappresenta il volume del bacino.

La quota media del bacino è ottenuta facendo:

$$Q_{\text{media bacino}} = (\Sigma(Q_{mi} * \Delta S_i)) / S_{\text{tot}}$$

Quote (Z <sub>i</sub> ) [m s.l.m.m.]	A <sub>i</sub> [mq]	Δ A <sub>i</sub> [%]	Σ A <sub>i</sub> [mq]	Z <sub>mi</sub> =(Z <sub>i</sub> + Z <sub>(i-1)</sub> )/2 [m s.l.m.m.]	Δ A <sub>i</sub> × Z <sub>i, MED</sub> [mq × m]	Σ A <sub>i</sub> [kmq]	Z <sub>med</sub> [m s.l.m.m.]
1 525.00	0.00	0.00%	0	0	0	0	1055
1 500.00	44 940.18	0.32%	44940	1512.5	67 972 022	0.04	1055
1 475.00	26 475.70	0.19%	71416	1487.5	39 382 604	0.07	1055
1 450.00	70 984.49	0.51%	142400	1462.5	103 814 817	0.14	1055
1 425.00	243 734.45	1.75%	386135	1437.5	350 368 272	0.39	1055
1 400.00	393 566.13	2.83%	779701	1412.5	555 912 159	0.78	1055
1 375.00	462 668.27	3.33%	1242369	1387.5	641 952 225	1.24	1055
1 350.00	1 064 132.55	7.65%	2306502	1362.5	1 449 880 599	2.31	1055
1 325.00	949 176.19	6.83%	3255678	1337.5	1 269 523 154	3.26	1055
1 300.00	537 711.02	3.87%	3793389	1312.5	705 745 714	3.79	1055
1 275.00	471 486.65	3.39%	4264876	1287.5	607 039 062	4.26	1055
1 250.00	459 436.18	3.30%	4724312	1262.5	580 038 177	4.72	1055
1 225.00	645 879.52	4.64%	5370191	1237.5	799 275 906	5.37	1055
1 200.00	438 732.60	3.15%	5808924	1212.5	531 963 278	5.81	1055
1 175.00	433 149.90	3.11%	6242074	1187.5	514 365 506	6.24	1055
1 150.00	313 907.83	2.26%	6555982	1162.5	364 917 852	6.56	1055
1 125.00	256 168.62	1.84%	6812150	1137.5	291 391 805	6.81	1055
1 100.00	264 637.91	1.90%	7076788	1112.5	294 409 675	7.08	1055
1 075.00	339 776.67	2.44%	7416565	1087.5	369 507 129	7.42	1055
1 050.00	480 556.59	3.46%	7897121	1062.5	510 591 377	7.90	1055
1 025.00	523 585.52	3.76%	8420707	1037.5	543 219 977	8.42	1055
1 000.00	321 006.21	2.31%	8741713	1012.5	325 018 788	8.74	1055
975.00	277 866.80	2.00%	9019580	987.5	274 393 465	9.02	1055
950.00	276 654.20	1.99%	9296234	962.5	266 279 668	9.30	1055
925.00	259 067.23	1.86%	9555301	937.5	242 875 528	9.56	1055
900.00	244 048.09	1.75%	9799350	912.5	222 693 882	9.80	1055
875.00	363 352.17	2.61%	10162702	887.5	322 475 051	10.16	1055
850.00	593 898.17	4.27%	10756600	862.5	512 237 172	10.76	1055
825.00	282 455.15	2.03%	11039055	837.5	236 556 188	11.04	1055
800.00	185 599.72	1.33%	11224655	812.5	150 799 773	11.22	1055
775.00	152 791.89	1.10%	11377447	787.5	120 323 613	11.38	1055
750.00	148 683.94	1.07%	11526131	762.5	113 371 504	11.53	1055
725.00	144 258.75	1.04%	11670389	737.5	106 390 828	11.67	1055
700.00	147 476.93	1.06%	11817866	712.5	105 077 313	11.82	1055
675.00	138 525.44	1.00%	11956392	687.5	95 236 240	11.96	1055
650.00	156 919.33	1.13%	12113311	662.5	103 959 056	12.11	1055
625.00	182 759.62	1.31%	12296071	637.5	116 509 258	12.30	1055
600.00	170 871.10	1.23%	12466942	612.5	104 658 549	12.47	1055
575.00	146 012.81	1.05%	12612955	587.5	85 782 526	12.61	1055
550.00	124 091.95	0.89%	12737046	562.5	69 801 722	12.74	1055
525.00	120 144.95	0.86%	12857191	537.5	64 577 911	12.86	1055
500.00	109 209.72	0.79%	12966401	512.5	55 969 982	12.97	1055
475.00	82 833.07	0.60%	13049234	487.5	40 381 122	13.05	1055
450.00	136 837.20	0.98%	13186071	462.5	63 287 205	13.19	1055
425.00	165 921.86	1.19%	13351993	437.5	72 590 814	13.35	1055
400.00	167 913.59	1.21%	13519907	412.5	69 264 356	13.52	1055
375.00	177 873.59	1.28%	13697780	387.5	68 926 016	13.70	1055
350.00	141 853.61	1.02%	13839634	362.5	51 421 934	13.84	1055
325.00	61 734.14	0.44%	13901368	337.5	20 835 272	13.90	1055
305.40	5 574.29	0.04%	13906942	315.2	1 757 016	13.91	1055
<b>Totale</b>	13 906 942.49	100.00%			14 674 723 058		
					<b>Z<sub>M</sub> =</b>	<b>1055</b>	<b>m s.l.m.m</b>

Dove:

Z<sub>i</sub> = Quota curve di livello inferiore alla quota della sezione di chiusura;

Z<sub>i+1</sub> = Quota curve di livello superiore o quota max;

Z<sub>mi</sub> = Quota media;

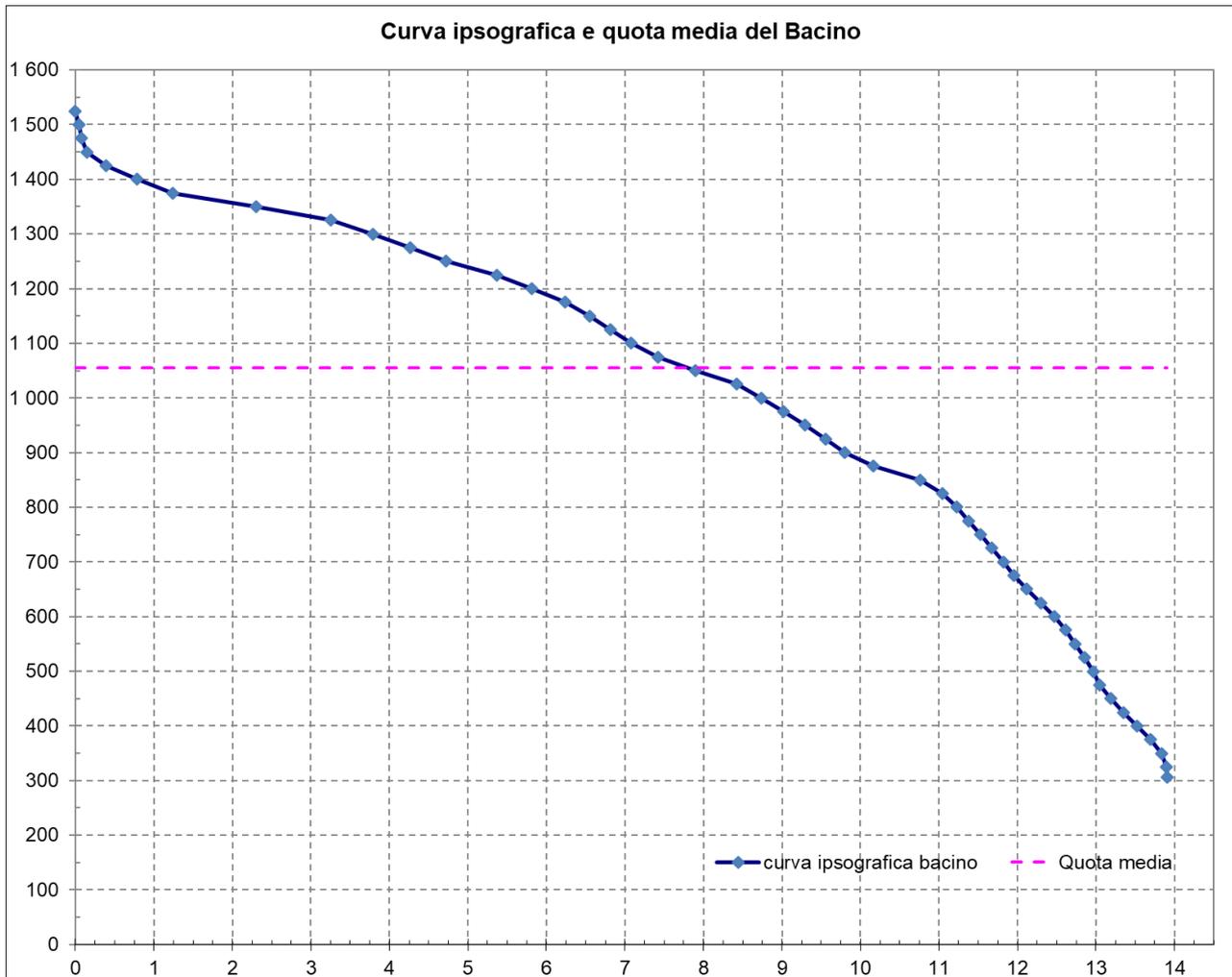
$\Delta S_i =$  superficie compresa fra le quote  $Z_i$  e  $Z_{i+1}$ ;

$\Sigma S_i =$  superficie superiore intesa come somma delle aree alle quote superiori;

La quota media risulta pari a:

$$Q_{\text{media bacino}} = (\Sigma(Z_{mi} * \Delta A_i)) / S_{\text{tot}} = 1055 \text{ m s.l.m.m}$$

$$Q_{\text{media bacino}} = 1055 \text{ m s.l.m.m}$$



*Curva ipsografica*

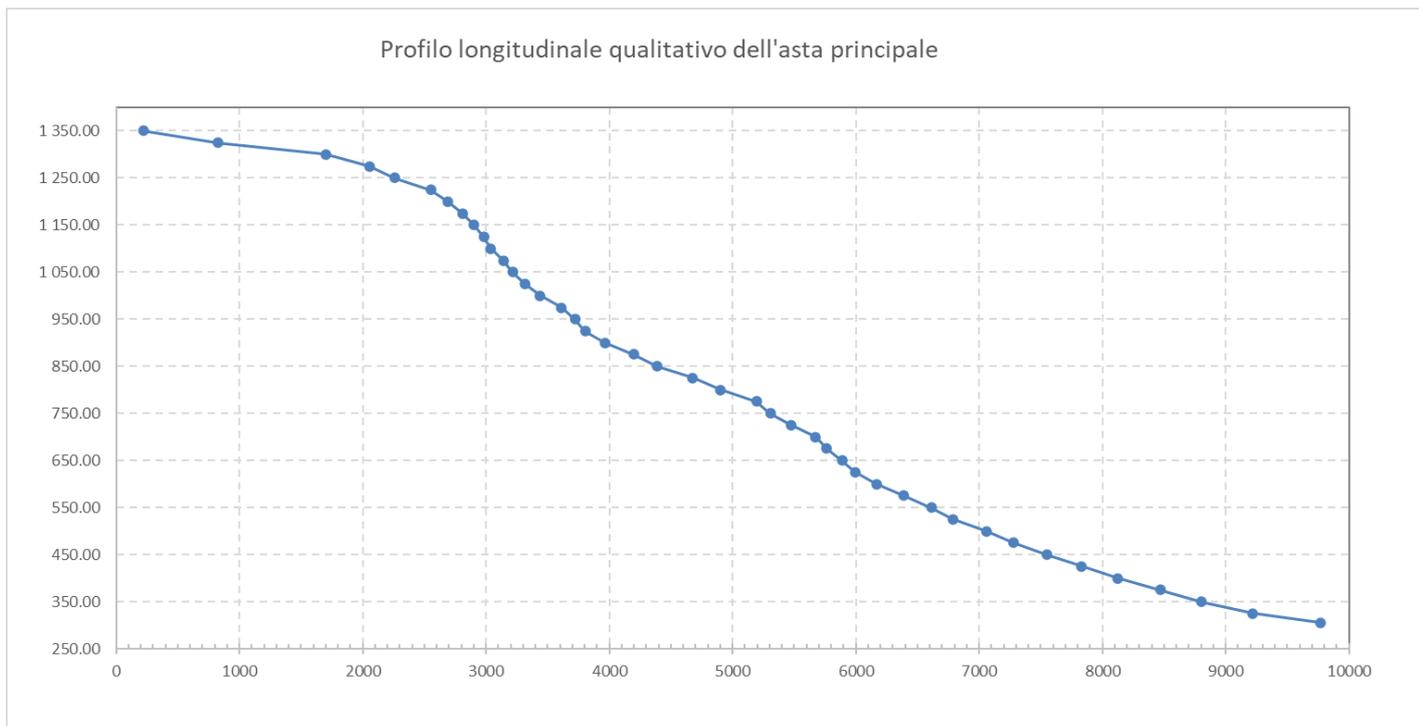
Lungo il corso della valle, dal rilevamento geologico eseguito, è emerso che le litologie affioranti sono costituite da un a copertura terrigena di limi – argillosi con rare intercalazioni sabbiose e presenze di rari clasti di natura calcarea, passantri a una successione argillosa mediamente compatta con rari clasti. I terreni affioranti si caratterizzano con buoni valori geotecnici con esclusione della coltre alterata superficiale. L’assetto strutturale dei litotipi è abbastanza

eterogeneo sia verticalmente che orizzontalmente, ma tale eterogeneità non è tale da innescare cedimenti differenziali nelle opere da realizzare. Dal punto di vista idrogeologico i litotipi sono caratterizzati da condizioni di permeabilità variabili e comunque medio bassi di tipo per porosità.

### 2.3 – Profilo longitudinale

Il torrente presenta una lunghezza complessiva da monte a valle alla confluenza con il fiume Sele di circa 9500 metri, partendo da una quota iniziale di circa 1500 metri e giungendo alla quota finale di 305 metri, coprendo pertanto un dislivello di circa 1200 metri e presentando pertanto una pendenza media pesata sulla superficie pari al 14% influenzata dai picchi di pendenza sia nel tratto iniziale che nel tratto finale. La sua pendenza risulta però variabile da luogo a luogo, in funzione della costituzione litologica del versante.

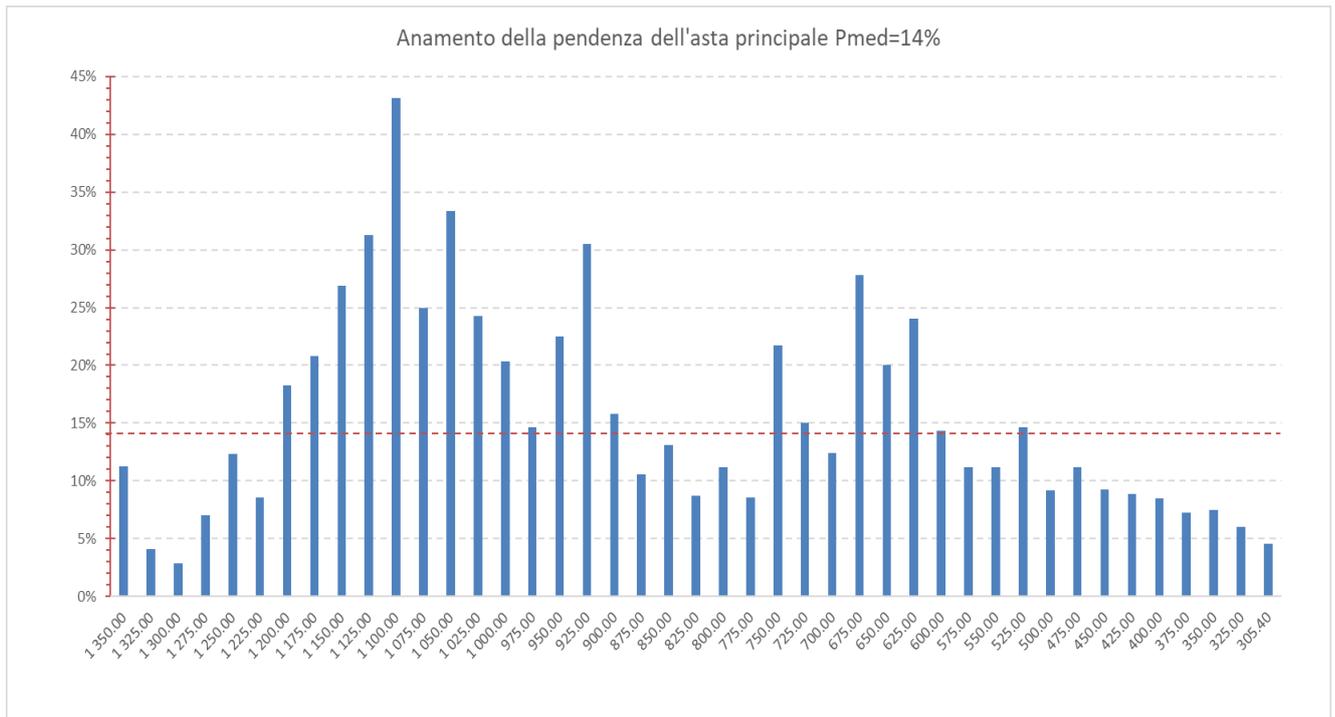
Sono stati calcolati i valori di pendenza dell'alveo alle differenti quote e si è notato che le maggiori pendenze (20%) si trovano tra le quote 575-550 (tratto iniziale), mentre le minori pendenze tra le quote 300-200 (<10%) coincidono con il tratto oggetto dell'intervento. I risultati sono riassunti nel seguente grafico.



*Profilo longitudinale*

<b>Quote (Z<sub>i</sub>)</b> [m s.l.m.m.]	<b>L<sub>i</sub></b> [m]	<b>Σ L<sub>i</sub></b> [m]	<b>p</b> [%]	<b>ΔA<sub>i</sub> × P<sub>i, MED</sub></b> [mq × %]
1 525.00	-	-	-	-
1 500.00	-	-	-	-
1 475.00	-	-	-	-
1 450.00	-	-	-	-
1 425.00	-	-	-	-
1 400.00	-	-	-	-
1 375.00	-	-	-	-
1 350.00	222	222	11%	119 835
1 325.00	606	828	4%	39 157
1 300.00	870	1698	3%	15 451
1 275.00	357	2055	7%	33 017
1 250.00	203	2258	12%	56 581
1 225.00	293	2551	9%	55 109
1 200.00	137	2688	18%	80 061
1 175.00	120	2808	21%	90 240
1 150.00	93	2901	27%	84 384
1 125.00	80	2981	31%	80 053
1 100.00	58	3039	43%	114 068
1 075.00	100	3139	25%	84 944
1 050.00	75	3214	33%	160 186
1 025.00	103	3317	24%	127 084
1 000.00	123	3440	20%	65 245
975.00	171	3611	15%	40 624
950.00	111	3722	23%	62 310
925.00	82	3804	30%	78 984
900.00	158	3962	16%	38 615
875.00	236	4198	11%	38 491
850.00	191	4389	13%	77 735
825.00	288	4677	9%	24 519
800.00	224	4901	11%	20 714
775.00	291	5192	9%	13 126
750.00	115	5307	22%	32 323
725.00	166	5473	15%	21 726
700.00	201	5674	12%	18 343
675.00	90	5764	28%	38 479
650.00	125	5889	20%	31 384
625.00	104	5993	24%	43 933
600.00	174	6167	14%	24 550
575.00	223	6390	11%	16 369
550.00	223	6613	11%	13 912
525.00	171	6784	15%	17 565
500.00	272	7056	9%	10 038
475.00	223	7279	11%	9 286
450.00	271	7550	9%	12 623
425.00	281	7831	9%	14 762
400.00	295	8126	8%	14 230
375.00	343	8469	7%	12 965
350.00	335	8804	7%	10 586
325.00	417	9221	6%	3 701
305.40	547	9768	5%	255
<b>Totale</b>	9768			1 947 561
NB: lunghezza e pendenza sono riferite all'asta principale				
			<b>Pmed =</b>	<b>14%</b>

*Andamento dell'asta principale alle varie quote altimetriche*



*Pendenza media alle varie quote altimetriche*

E' stato costruito il profilo longitudinale del torrente, che in linea di massima assume una forma concavo-rettilinea, a dimostrazione di una discreta maturità. Si notano alcune irregolarità nella pendenza soprattutto tra le quote +750 e +600 m.s.l.m., legate alla confluenza di altre aste torrentizie di ordine minore.

### **3. CALCOLO DELLA PORTATA DI MASSIMA PIENA (metodo VAPI)**

#### **3.1 Generalità**

L'analisi idrologica dei valori estremi delle precipitazioni e delle piene in Campania è stata effettuata nel Rapporto VAPI Campania attraverso una metodologia di analisi regionale di tipo gerarchico, basata sull'uso della distribuzione di probabilità del valore estremo a doppia componente (TCEV - Two Component Extreme Value). Tale procedura si basa sulla considerazione

che esistono zone geografiche via via più ampie che possono considerarsi omogenee nei confronti dei parametri statistici della distribuzione, man mano che il loro ordine aumenta.

Indicando con  $Q$  il massimo annuale della portata al colmo e con  $T$  il periodo di ritorno, cioè l'intervallo di tempo durante il quale si accetta che l'evento di piena possa verificarsi mediamente una volta, la massima portata di piena  $Q_T$  corrispondente al prefissato periodo di ritorno  $T$ , può essere valutata come:

$$Q_T = K_T \cdot m(Q)$$

dove:

$m(Q)$  = media della distribuzione dei massimi annuali della portata di piena (piena indice).

$K_T$  = fattore probabilistico di crescita, pari al rapporto tra  $Q_T$  e la piena indice.

Per quanto attiene alla valutazione del fattore regionale di crescita e della legge di probabilità pluviometrica, il rapporto VAPI propone la formulazione riportata nei paragrafi che seguono.

### **3.2 Valutazione del fattore regionale di crescita**

Nell'ambito del Progetto VAPI del G.N.D.C.I./C.N.R. il territorio nazionale è stato suddiviso in aree idrologicamente omogenee, caratterizzate pertanto da un'unica distribuzione di probabilità delle piene annuali rapportate al valore medio (legge regionale di crescita con il periodo di ritorno  $K_T(T)$ ).

L'indagine regionale volta alla determinazione di tale legge è stata svolta per la regione Campania nel Rapporto VAPI Campania sopra menzionato. I risultati sono stati ottenuti sotto forma di una relazione tra  $K_T$  e  $T$  esplicitata come:

$$T = \frac{1}{1 - \exp(-13.11 \cdot 0.0202^{K_T} - 0.923 \cdot 0.230^{K_T})}$$

Questa relazione può essere valutata in prima approssimazione attraverso la seguente:

$$K_T = -0.0567 + 0,680 \cdot \ln T$$

con un errore di sottostima al massimo di poco superiori al 15% fino a  $T=30$  anni e sempre inferiori al 4% per  $T>50$  anni.

Nella tabella che segue (*Legge regionale di crescita delle portate per la regione Campania*) sono riportati, per diversi periodi di ritorno, i valori di  $KT$  ottenuti dall'equazione di  $kt$ .

### **3.3 Valutazione della piena media annua $m(Q)$ : criteri di stima**

La piena media annua  $m(Q)$  è caratterizzata da una elevata variabilità spaziale che può essere spiegata, almeno in parte, ricorrendo a fattori climatici e geomorfologici.

E' dunque in genere necessario ricostruire modelli che consentano di mettere in relazione  $m(Q)$  con i valori assunti da grandezze caratteristiche del bacino.

Quando manchino dati di portata direttamente misurati nelle sezioni di interesse, l'identificazione di tali modelli può essere ottenuta sostanzialmente attraverso due diverse metodologie:

- approcci di tipo puramente empirico, del tipo  $m(Q) = a \cdot A^b$  (con  $A$  = superficie del bacino);
- approcci che si basano su modelli in cui la piena media annua viene valutata con parametri che tengano conto delle precipitazioni massime sul bacino e delle caratteristiche geomorfologiche (modelli geomorfoclimatici).

Il Rapporto VAPI Campania ha provveduto alla stima dei parametri sia per modelli empirici di vario tipo che per il modello geomorfoclimatico.

Tali parametri sono stati stimati utilizzando i dati di 12 delle 22 stazioni idrometriche presenti in Campania, corrispondenti a bacini di estensione variabile tra 95 Km<sup>2</sup> (Tusciano ed Olevano) e 5542 Km<sup>2</sup> (Volturno e Ponte Annibale).

Di seguito, mancando dati di misura di portata nelle sezioni di interesse, il calcolo della portata media annua al colmo di piena è stato effettuato in via indiretta, in accordo con la metodologia proposta dal VAPI.

Il calcolo della portata di piena viene valutato, per un periodo di ritorno  $T=100$  anni, per la verifica idraulica dell'alveo e  $T= 200$  anni per la verifica degli attraversamenti applicando il metodo **VAPI** del CNR GNDICI, che correla le portate con le principali caratteristiche geomorfologiche del bacino, quali superficie e permeabilità.

Applicando tale metodologia si ha che la stima del max annuale delle portate al colmo di piena  $Q_T$  è fornita dalla seguente relazione:

$$Q_T = K_T * m(Q)$$

avendo indicato con:

$T$ = periodo di ritorno inteso come numero medio di anni tra due superamenti successivi

$m(Q)$ = media delle distribuzioni delle portate =  $aA^b = 3.51A^{0.85}$

$A$ = area del bacino

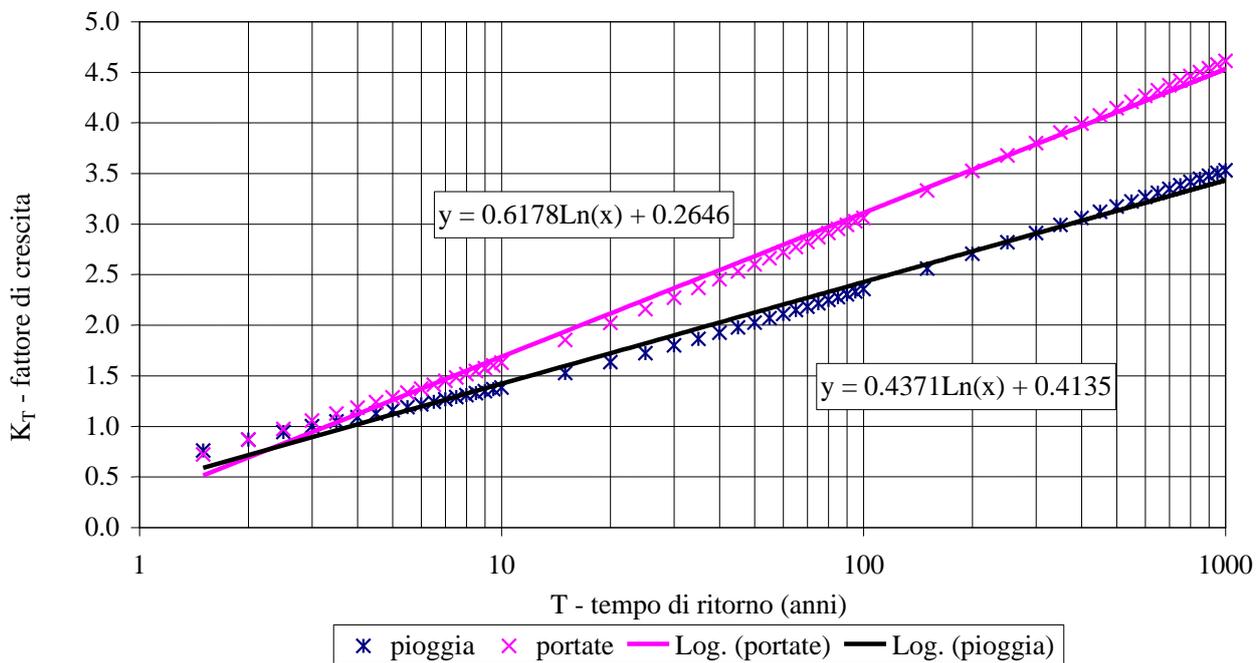
$K_T$ = è coefficiente di crescita probabilistica,

Il valore del coefficiente di crescita probabilistica dipende dal periodo di ritorno ( $T$ ) della piena ed è riportato, per i bacini idrografici della Campania, all'interno della seguente tabella:

<b>T (anni)</b>	<b>Kt</b>
2	0.87
5	1,29
10	1,63
20	2,03
25	2,17
40	2,47
50	2,61
100	3,07
200	3,53
500	4,15
1000	4,52

*Legge regionale di crescita delle portate per la regione Campania*

Eseguendo la regressione logaritmica del fattore di crescita ( $K_t$ ) per le portate in funzione periodo di ritorno, si ottiene il grafico sotto riportato dal quale si evince che periodo di ritorno di



100 anni  $K_t = 3.060$  e per il periodo di ritorno di 200 anni si ottiene in valore di  $K_t = 3.526$  confermando il valore riportato nella precedente tabella. I valori del coefficiente di crescita  $k_T$  sono stati determinati per l'area pluviometrica omogenea A3 dove ricade il bacino idrografico oggetto di studio.

Nella sezione di chiusura del bacino idrografico, in prossimità del ponte sulla SP 378, in seguito Ponte "1", sono state determinate le portate con il citato metodo VAPI applicando i vari modelli proposti dallo stesso scegliendo la portata maggiore a vantaggio di sicurezza.

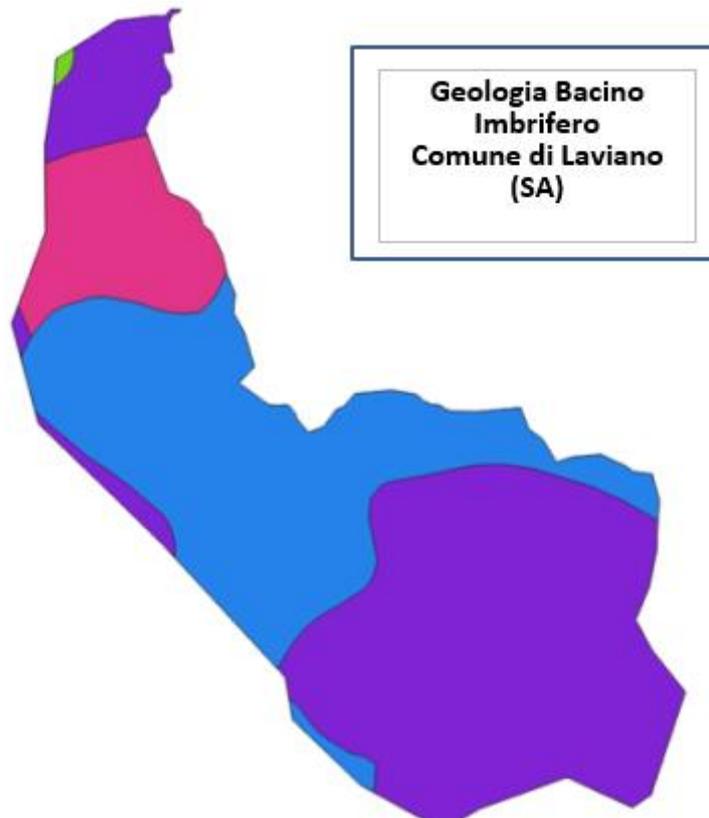


Aree pluviometriche omogenee

## Determinazione delle superfici permeabili e impermeabili

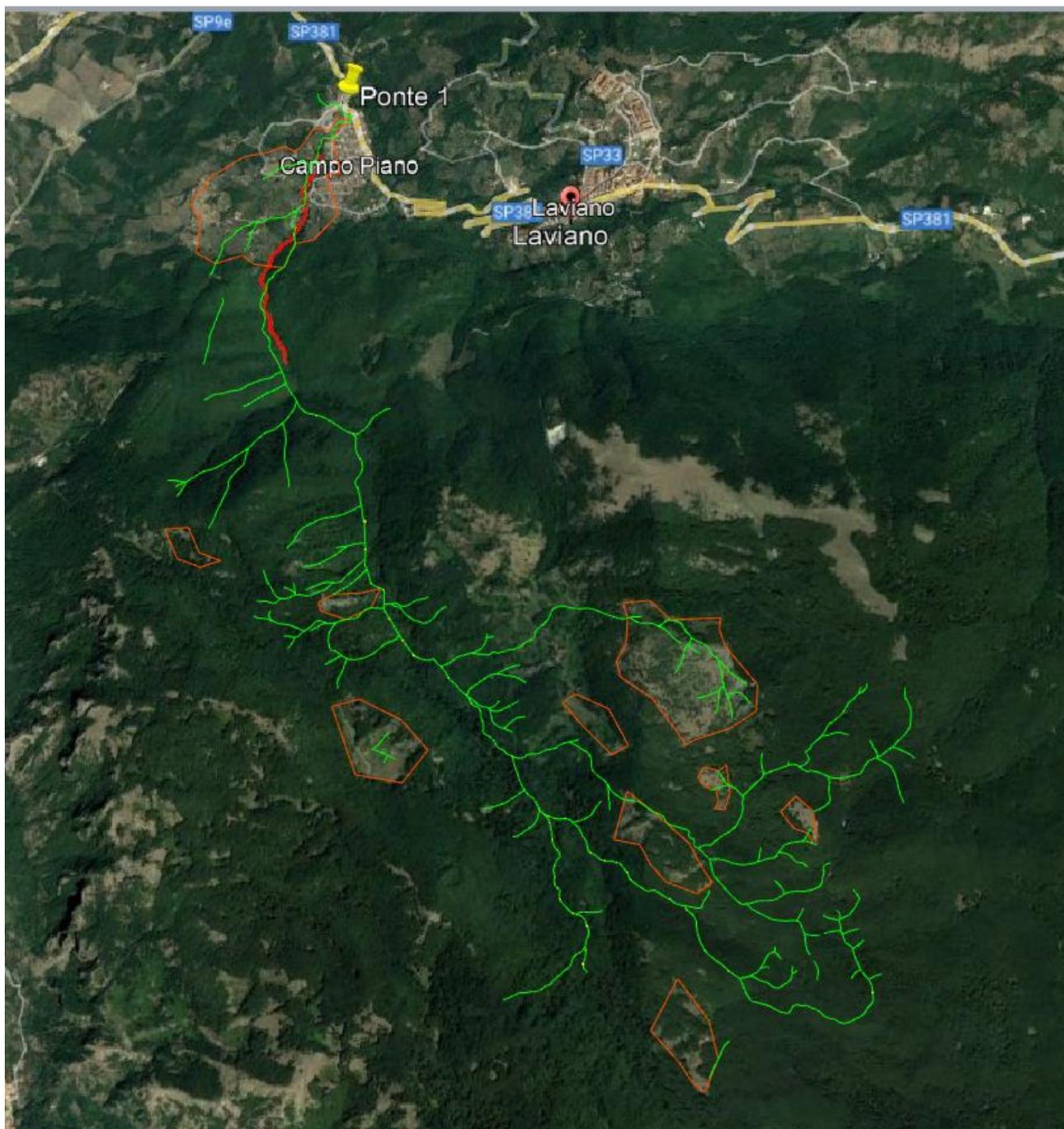
Per poter determinare in modo corretto le portate di piena sono state individuate le superfici carbonatiche e non carbonatiche, permeabili e impermeabili considerando sia i fattori geologici che i fattori vegetazionali legati alle aree boscate.

<b>Dalla carta geologica Q-Gis</b>			
<b><math>A_{Bac}</math> =</b>	<b>14.202054</b>	<b>kmq</b>	
<b><math>\%A_{imp}</math> =</b>	<b>0.2002738</b>		
<b>Materiale</b>	<b>Descrizione</b>	<b>Area (mq)</b>	<b>% su area totale</b>
<b>1 Area Verde</b>	<b>Depositi deltizi e delle piene alluvionali;O</b>	27 338.00	0.192493283
<b>20 Area Gialla</b>	<b>Marne, peliti, arenarie e conglomerati</b>	1 105.00	0.007780565
<b>41a Area Viola</b>	<b>Calcari marnosi con selce, marne calcaree</b>	7 214 621.00	50.79984205
<b>57 Area Azzurra</b>	<b>Calcari dolomitici e dolomie</b>	5 375 049.00	37.84698326
<b>60 Area Rosa</b>	<b>Calcari dolomitici, marne, argilliti bitumino</b>	1 555 244.00	10.95083852
	<b>Aree non carbonatiche</b>	28 443.00	
	<b>Aree carbonatiche</b>	14 144 914.00	
	<b>TOTALE</b>	14 173 357.00	



*Geologia del bacino idrografico*

Di seguito si riportano in rosso le aree scoperte, “NON BOSCATI”, la cui superficie complessiva è pari a 1.883.282 mq. Tale superficie a sua volta è stata suddivisa in aree non boscate carbonatiche e aree non boscate non carbonatiche.



Tipologia	[mq]
aree non boscate carbonatiche	1.301.365
aree non boscate non carbonatiche	581.917

### 3.3 Calcolo delle portate di PMA con T= 100 anni

Nel presente paragrafo si riportano i calcoli per la determinazione delle portate di piana medie annue per periodo di ritorno T= 100 anni utile alla verifica degli attraversamenti. La portata è determinata con i tre approcci previsti dal metodo VAPI Campania del 1994 redatto a cura di Rossi e Villani. Le portate così determinate saranno utilizzate per la verifica delle sezioni dell'alveo.

#### A ) MODELLO DI REGRESSIONE EMPIRICA

Tempo di ritorno	T = 100 anni	A1 = 1.301 km <sup>2</sup>
Area ridotta	Arid = 1.3298 km <sup>2</sup>	A2 = 0.028 km <sup>2</sup>

$$A_{rid} = A1 + A2$$

A<sub>rid</sub>: si intende l'area del bacino ridotta delle sue parti carbonatiche con copertura boschiva

$$a = 3.2160$$

$$b = 0.7154$$

#### RISULTATI

$$K_T = 3.060$$

$$\mu(Q) = 3.94 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_T = 12.07 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\mu(Q) = a A_{rid}^b$$

## B ) MODELLO RAZIONALE

---

Tempo di ritorno  $T = 100$  anni

superficie carbonatica non coperta dal bosco

$$A_1 = 1.301 \text{ km}^2$$

superficie non carbonatica del bacino

$$A_2 = 0.028 \text{ km}^2$$

superficie carbonatica con copertura boschiva

$$A_3 = 12.844 \text{ km}^2$$

superficie bacino

$$A = 14.173 \text{ km}^2$$

Zona omogenea

3 ▼

Altitudine

$$Z = 1055 \text{ m}$$

$$C^*_1 = 0.29$$

$$C^*_3 = 0.00$$

$$C^*_2 = 0.36$$

$$c_1 = 0.23 \text{ m/s}$$

$$c_2 = 1.87 \text{ m/s}$$

$$C^* = C^*_1 \frac{A_1}{A} + C^*_2 \frac{A_2}{A}$$

$$t_T = \frac{C^*_1 A_1}{C^* A} \frac{1.25 \sqrt{A_1}}{3.6 c_1} + \frac{C^*_2 A_2}{C^* A} \frac{1.25 \sqrt{A_2}}{3.6 c_2}$$

### RISULTATI

$$C^* = 0.027$$

$$t_T = 1.678 \text{ ore} \quad \text{tempo di ritardo}$$

$$K_A(t_T) = 0.98 \quad \text{fattore di riduzione areale}$$

Area Omogenea	μ(h <sub>0</sub> ) (mm/ora)	dc (ore)	C	D	β
3	116.7	0.0976	0.736	-8.73E-05	6.44E-01

$$\mu[I(t_T)] = 18.03 \text{ mm/ora}$$

$$\mu(Q) = 1.91 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K_T = 3.060$$

$$\mu(Q) = C^* K_A(t_T) \mu[I(t_T)] A / 3.6$$

$$Q_T = 5.85 \text{ m}^3/\text{s}$$

C ) MODELLO GEOMORFOCLIMATICO

Coefficienti di afflusso

$C_{f1} =$	0.42	$C_{f3} =$	0.00	$A1 =$	1.301	$\text{km}^2$
$C_{f2} =$	0.56			$A2 =$	0.028	$\text{km}^2$
$c_1 =$	0.23	m/s		$A3 =$	12.844	$\text{km}^2$
$c_2 =$	1.87	m/s		$A =$	14.173	$\text{km}^2$

$$C_f = 0.040 \quad \text{coeff. di afflusso di piena} \quad C_f = C_{f1} \frac{A_1}{A} + C_{f2} \frac{A_2}{A}$$

$$t_r = 1.674 \quad \text{ore} \quad \text{tempo di ritardo}$$

$$K_A(t_r) = 0.98 \quad \text{fattore di riduzione areale}$$

$$\mu[I(t_r)] = 18.05 \quad \text{mm/ora} \quad t_r = \frac{C_{f1} A_1}{C_f A} \frac{1.25 \sqrt{A_1}}{3.6 c_1} + \frac{C_{f2} A_2}{C_f A} \frac{1.25 \sqrt{A_2}}{3.6 c_2}$$

$$K_1 = 1.44E-04$$

$$n' = 0.64$$

$$0.60 \quad \text{se} \quad 0.25 \leq n' = 1 + k_1 A - \frac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \leq 0.45$$

$$q = 0.65$$

q =

$$\mu(Q) = 1.80 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$0.65 \quad \text{se} \quad 0.45 \leq n' = 1 + k_1 A - \frac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \leq 0.65$$

$$K_T = 3.060$$

$Q_T =$	<b>5.52</b>	$\text{m}^3/\text{s}$
---------	-------------	-----------------------

$$\mu(Q) = C_f q K_A(t_r) \mu[I(t_r)] A / 3.6$$

## D) MODELLO GEOMORFOCLIMATICO A DUE FATTORI

Coefficienti di afflusso

$C_{f1} =$	0.13	Area impermeabile	$A_{imp} =$	<b>0.028</b> km <sup>2</sup>
$C_{f2} =$	0.60	Area del bacino	$A =$	14.173 km <sup>2</sup>
$c_1 =$	0.25	m/s		
$c_2 =$	1.70	m/s		
$C_f =$	0.131	coeff. di afflusso di piena	$C$	$\left( \frac{\quad}{\quad} \right) \quad \text{---}$
$t_r =$	5.18	ore	tempo di ritardo	
$K_A(tr) =$	0.99	fattore di riduzione areale		
$\mu[I(tr)] =$	8.94	mm/ora		
$K_1 =$	1.44E-04	$\left( \frac{\quad}{\quad} \right) \sqrt{\quad} \quad \sqrt{\quad}$		
$n' =$	0.88	0.60 se $0.25 \leq n' = 1 + k_1 A - \frac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \leq 0.45$		
$q =$	0.65	$q =$		
$\mu(Q) =$	2.96	0.65 se $0.45 \leq n' = 1 + k_1 A - \frac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \leq 0.65$		
$K_T =$	3.060			
<b><math>Q_T = 9.05</math> m<sup>3</sup>/s</b>		$\mu(Q) = C_f q K_A(t_T) \mu[I(t_T)] A / 3.6$		

T	K <sub>T</sub>	Modello di Regressione [ m <sup>3</sup> /s ]	Modello Razionale [ m <sup>3</sup> /s ]	Modello Geomorfoclimatico A, A1, A2, A3 [ m <sup>3</sup> /s ]	Modello Geomorfoclimatico A - Aimp [ m <sup>3</sup> /s ]
100	3.060	<b>12.07</b>	<b>5.85</b>	<b>5.52</b>	<b>9.05</b>

### 3.3 Calcolo delle portate di PMA con T= 200 anni

Nel presente paragrafo si riportano i calcoli per la determinazione delle portate di piena medie annue per periodo di ritorno T= 200 anni utile alla verifica degli attraversamenti. La portata è determinata con i tre approcci previsti dal metodo VAPI Campania del 1994 redatto a cura di Rossi e Villani. Le portate così determinate saranno utilizzate per la verifica degli attraversamenti in

conformità di quanto stabilito dal punto 5.1.2.4 del D.M. 17.01.18, e dal punto C5.1.2.3 (Compatibilità idraulica) della Circolare n.7 del 17 .01.2019.

---

A ) MODELLO DI REGRESSIONE EMPIRICA

---

Tempo di ritorno  $T = 200$  anni  $A1 = 1.301$  km<sup>2</sup>  
Area ridotta  $A_{rid} = 1.3298$  km<sup>2</sup>  $A2 = 0.028$  km<sup>2</sup>

$$A_{rid} = A1 + A2$$

$A_{rid}$ : si intende l'area del bacino ridotta delle sue parti carbonatiche con copertura boschiva

$$a = 3.2160$$

$$b = 0.7154$$

RISULTATI

$$K_T = 3.526$$

$$\mu(Q) = 3.94 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\mu(Q) = a A_{rid}^b$$

$Q_T = 13.91 \text{ m}^3/\text{s}$
------------------------------------

---

## B ) MODELLO RAZIONALE

---

Tempo di ritorno  $T = 200$  anni

superficie carbonatica non coperta dal bosco

$$A_1 = 1.301 \text{ km}^2$$

superficie non carbonatica del bacino

$$A_2 = 0.028 \text{ km}^2$$

superficie carbonatica con copertura boschiva

$$A_3 = 12.844 \text{ km}^2$$

superficie bacino

$$A = 14.173 \text{ km}^2$$

Zona omogenea

3 ▼

Altitudine

$$Z = 1055 \text{ m}$$

$$C^*_1 = 0.29$$

$$C^*_3 = 0.00$$

$$C^*_2 = 0.36$$

$$c_1 = 0.23 \text{ m/s}$$

$$c_2 = 1.87 \text{ m/s}$$

$$C^* = C^*_1 \frac{A_1}{A} + C^*_2 \frac{A_2}{A}$$

$$t_T = \frac{C^*_1 A_1}{C^* A} \frac{1.25 \sqrt{A_1}}{3.6 c_1} + \frac{C^*_2 A_2}{C^* A} \frac{1.25 \sqrt{A_2}}{3.6 c_2}$$

### RISULTATI

$$C^* = 0.027$$

$$t_T = 1.678 \text{ ore} \quad \text{tempo di ritardo}$$

$$K_A(t_T) = 0.98 \quad \text{fattore di riduzione areale}$$

Area Omogenea	μ(h <sub>o</sub> ) (mm/ora)	dc (ore)	C	D	β
3	116.7	0.0976	0.736	-8.73E-05	6.44E-01

$$\mu[I(t_T)] = 18.03 \text{ mm/ora}$$

$$\mu(Q) = 1.91 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$K_T = 3.526$$

$$\mu(Q) = C^* K_A(t_T) \mu[I(t_T)] A / 3.6$$

$$Q_T = 6.73 \text{ m}^3/\text{s}$$

C ) MODELLO GEOMORFOCLIMATICO

Coefficienti di afflusso

$$\begin{array}{llll}
 C_{f1} = & 0.42 & C_{f3} = & 0.00 & A1 = & 1.301 & \text{km}^2 \\
 C_{f2} = & 0.56 & & & A2 = & 0.028 & \text{km}^2 \\
 c_1 = & 0.23 & \text{m/s} & & A3 = & 12.844 & \text{km}^2 \\
 c_2 = & 1.87 & \text{m/s} & & \hline
 & & & & A = & 14.173 & \text{km}^2
 \end{array}$$

$$C_f = 0.040 \quad \text{coeff. di afflusso di piena} \quad C_f = C_{f1} \frac{A_1}{A} + C_{f2} \frac{A_2}{A}$$

$$t_r = 1.674 \quad \text{ore} \quad \text{tempo di ritardo}$$

$$K_A(t_r) = 0.98 \quad \text{fattore di riduzione areale}$$

$$\mu[I(t_r)] = 18.05 \quad \text{mm/ora} \quad t_r = \frac{C_{f1} A_1}{C_f A} \frac{1.25 \sqrt{A_1}}{3.6 c_1} + \frac{C_{f2} A_2}{C_f A} \frac{1.25 \sqrt{A_2}}{3.6 c_2}$$

$$K_1 = 1.44E-04$$

$$n' = 0.64$$

$$0.60 \quad \text{se} \quad 0.25 \leq n' = 1 + k_1 A - \frac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \leq 0.45$$

$$q = 0.65$$

q =

$$\mu(Q) = 1.80 \quad \text{m}^3/\text{s}$$

$$0.65 \quad \text{se} \quad 0.45 \leq n' = 1 + k_1 A - \frac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \leq 0.65$$

$$K_T = 3.526$$

$Q_T = 6.36 \text{ m}^3/\text{s}$
-----------------------------------

$$\mu(Q) = C_f q K_A(t_r) \mu[I(t_r)] A / 3.6$$

## D) MODELLO GEOMORFOCLIMATICO A DUE FATTORI

Coefficienti di afflusso

$C_{f1} =$	0.13	Area impermeabile	$A_{imp} =$ <span style="background-color: yellow;">0.028</span> $\text{km}^2$
$C_{f2} =$	0.60	Area del bacino	$A =$ 14.173 $\text{km}^2$
$c_1 =$	0.25	m/s	
$c_2 =$	1.70	m/s	
$C_f =$	0.131	coeff. di afflusso di piena	( — ) —
$t_r =$	5.18	ore tempo di ritardo	
$K_A(tr) =$	0.99	fattore di riduzione areale	
$\mu[I(tr)] =$	8.94	mm/ora	( — ) —
$K_1 =$	1.44E-04		$\sqrt{\quad} \quad \sqrt{\quad}$
$n' =$	0.88		0.60 se $0.25 \leq n' = 1 + k_1 A - \frac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \leq 0.45$
$q =$	0.65		$q =$
$\mu(Q) =$	2.96	$\text{m}^3/\text{s}$	0.65 se $0.45 \leq n' = 1 + k_1 A - \frac{\beta t_r / d_c}{1 + t_r / d_c} \leq 0.65$
$K_T =$	3.526		
$Q_T =$ <b>10.43</b> $\text{m}^3/\text{s}$			$\mu(Q) = C_f q K_A(t_r) \mu[I(t_r)] A / 3.6$

### RIEPILOGO DEI RISULTATI

T	K <sub>T</sub>	Modello di Regressione [ m <sup>3</sup> /s ]	Modello Razionale [ m <sup>3</sup> /s ]	Modello Geomorfoclimatico A, A1, A2, A3 [ m <sup>3</sup> /s ]	Modello Geomorfoclimatico A - Aimp [ m <sup>3</sup> /s ]
200	3.526	<b>13.91</b>	<b>6.73</b>	<b>6.36</b>	<b>10.43</b>

### 3.2 Verifica della sezione del canale e degli attraversamenti

La verifica della sezione trasversale del canale è stata effettuata in regime monodimensionale di moto uniforme. La sezione verificata, a vantaggio di sicurezza, è quella di valle. La verifica è stata condotta valutando la massima portata per la sezione di riferimento, utilizzando i criteri di stima descritti al punto precedente, e verificando che l'altezza di moto uniforme opportunamente maggiorata sia compatibile con il punto più alto del canale. L'altezza di verifica presa in considerazione è quella in prossimità degli attraversamenti. La verifica è stata condotta costruendo la scala di deflusso per la sezione del canale valutando l'altezza di moto uniforme ( $h_u$  – cfr. tabelle in allegato) per la portata di calcolo.

L'altezza così determinata è stata maggiorata per la verifica del franco idraulico in prossimità degli attraversamenti sul canale in funzione di quanto stabilito dall'allegato "C", punto C3.1 "Attraversamenti aerei e rilevati interferenti con la rete idrografica" del T. U. coordinato delle norme d attuazione dei PSAI relativi ai bacini idrografici regionali in destra, sinistra e interregionale del fiume Sele ed in ottemperanza del punto 5.1.2.4 del D.M. 17.01.18, e punto C5.1.2.3 (Compatibilità idraulica) della Circolare n.7 del 17 .01.2019. Nel dettaglio, i calcoli di progetto e verifica degli attraversamenti considereranno, con un periodo di ritorno  $T_r=200$ anni, un franco idraulico minimo per la quota di massima piena di progetto e la quota di intradosso dell'attraversamento (quota di sottotrave) pari al valore maggiore tra la metà dell'altezza cinetica e un metro e cinquanta centimetri per cui risulta:

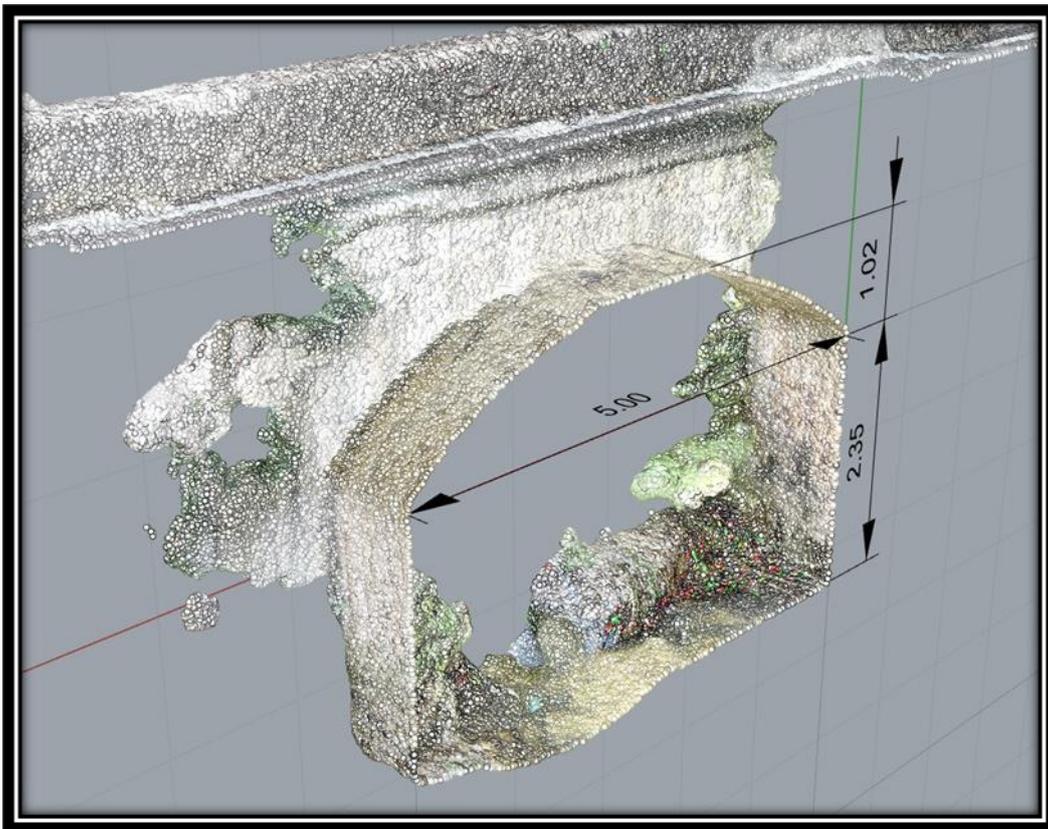
$$Fid = \max \{ \max [ (hc = Vu^2 / 4g) ; 100cm]; 150 \}$$

Si considera la portata nella sezione di chiusura del bacino sul ponte P1 pari a:

T	$K_T$	Modello di Regressione [ m <sup>3</sup> /s ]	Modello Razionale [ m <sup>3</sup> /s ]	Modello Geomorfoclimatico A, A1, A2, A3 [ m <sup>3</sup> /s ]	Modello Geomorfoclimatico A - Aimp [ m <sup>3</sup> /s ]
200	3.526	<b>13.91</b>	<b>6.73</b>	<b>6.36</b>	<b>10.43</b>

$Q = 14 \text{ mc/sec}$

Il ponte P1 ha la seguente geometria come da rilievo effettuato a mezzo nuvola di punti:



Si considera la sezione netta pari a 5,00 x 2,35m.

Dalla tabella delle pendenze si ricava la pendenza pari a 5%.

CALCOLO IDRAULICO IM MOTO UNIFORME NOTA GEOMETRIA E PORTATA  
PER ALVEI CILINDRICI

Sezione

- Rettangolare
- Trapezia
- Triangolare

Formula

- Gaukler-Strickler
- Bazin
- Keulegan

L

DATI

Portata	Q =	14.00	m <sup>3</sup> /s
Pendenza	i =	5.00%	[ - ]
Base	b =	5.00	m
			gradi
Scabrezza	K =	50	m <sup>1/3</sup> /s

1	1
Sezione Rettangolare	Formula di Strickler

CALCOLA

RISULTATI					
MOTO UNIFORME		STATO CRITICO			
Altezza di moto uniforme	$h_u = 0.47$	m	Altezza di stato critico	$h_c = 0.93$	m
Velocità	$v = 6.00$	m/s	Velocità critica	$v_c = 3.02$	m/s
Energia della corrente	$E = 2.30$	m	Energia	$E_c = 1.39$	m
Area	$A = 2.33$	m <sup>2</sup>	Area	$A = 4.64$	m <sup>2</sup>
Raggio idraulico	$R = 0.39$	m	Raggio idraulico	$R = 0.68$	m
Contorno bagnato	$C = 5.93$	m	Contorno bagnato	$C = 6.86$	m
Larghezza pelo libero	$L = 5.00$	m	Larghezza pelo libero	$L = 5.00$	m
Numero di Froude	$Fr = 1.989$	[ - ]	Alveo a forte pendenza		
Altezza cinetica	$v^2/2g = 183.53$	cm	altezza minima necessaria per la verifica		
Metà dell'altezza cinetica	$v^2/4g = 91.77$	cm			
Franco del pelo libero	$F = 150$	cm			
Altezza sezione di progetto	$h+F = 197$	cm			

L'altezza minima necessaria per la verifica idraulica è pari a 197 cm < 235cm. La sezione è verificata. Tuttavia, al fine di meglio regolamentare il deflusso delle acque si prevede la sostituzione dell'attraversamento del ponte 1 in modo da ridurre la curvatura dell'alveo e limitare i fenomeni di erosione.

Dai calcoli effettuati, sopra riportati, risulta che per la portata in parola di 14 mc/sec, sovrastimata a vantaggio di sicurezza con il metodo empirico, è sufficiente la sezione rettangolare in progetto pari a 500 cm di base per 235cm di altezza. Dalle verifiche eseguite risulta un'altezza di moto uniforme pari ad 47cm per la quale risulta una portata di moto uniforme pari a 14.00mc. Tale altezza è stata maggiorata con un franco idraulico pari al maggior valore tra la metà dell'altezza cinetica e 150cm garantendo la massima portata di piena calcolata.

## Verifica ponte 1 nuovo attraversamento

### CALCOLO IDRAULICO IM MOTO UNIFORME NOTA GEOMETRIA E PORTATA PER ALVEI CILINDRICI

Sezione

Rettangolare

Trapezia

Triangolare

Formula

Gaukler-Strickler

Bazin

Keulegan



#### DATI

Portata	Q =	14.00	m <sup>3</sup> /s
Pendenza	i =	5.00%	[ - ]
Base	b =	6.20	m
			gradi
Scabrezza	K =	50	m <sup>1/3</sup> /s

1	1
Sezione Rettangolare	Formula di Strickler

CALCOLA

#### RISULTATI

##### MOTO UNIFORME

hu =	0.40	m	Altezza di stato critico
v =	5.62	m/s	Velocità critica
E =	2.01	m	Energia
A =	2.49	m <sup>2</sup>	Area
R =	0.36	m	Raggio idraulico
C =	7.00	m	Contorno bagnato
L =	6.20	m	Larghezza pelo libero
Fr =	2.000		Alveo a forte pendenza

##### STATO CRITICO

hc =	0.80	m
vc =	2.81	m/s
Ec =	1.21	m
A =	4.99	m <sup>2</sup>
R =	0.64	m
C =	7.81	m
L =	6.20	m

Altezza di moto uniforme

Velocità

Energia della corrente

Area

Raggio idraulico

Contorno bagnato

Larghezza pelo libero

Numero di Froude [ - ]

Altezza cinetica  $v^2/2g = 160.72$  cm

Metà dell'altezza cinetica  $v^2/4g = 80.36$  cm

Franco del pelo libero  $F = 150$  cm

Altezza sezione di progetto  $h+F = 190$  cm      altezza minima necessaria per la verifica

Portata	Q = 14.00	m <sup>3</sup> /s	1
Pendenza	i = 5.00%	[ - ]	Sezione Rettangolare Formula di Strickler
Base	b = 6.20	m	
		gradi	
Scabrezza	K = 50	m <sup>1/3</sup> /s	

CALCOLA

RISULTATI			
MOTO UNIFORME		STATO CRITICO	
Altezza di moto uniforme	hu = 0.40	m	Altezza di stato critico hc = 0.80 m
Velocità	v = 5.62	m/s	Velocità critica vc = 2.81 m/s
Energia della corrente	E = 2.01	m	Energia Ec = 1.21 m
Area	A = 2.49	m <sup>2</sup>	Area A = 4.99 m <sup>2</sup>
Raggio idraulico	R = 0.36	m	Raggio idraulico R = 0.64 m
Contorno bagnato	C = 7.00	m	Contorno bagnato C = 7.81 m
Larghezza pelo libero	L = 6.20	m	Larghezza pelo libero L = 6.20 m
Numero di Froude	Fr = 2.000	[ - ]	Alveo a forte pendenza
Altezza cinetica	v <sup>2</sup> /2g = 160.72	cm	
Metà dell'altezza cinetica	v <sup>2</sup> /4g = 80.36	cm	
Franco del pelo libero	F = 150	cm	
Altezza sezione di progetto	h+F = 190	cm	altezza minima necessaria per la verifica

Salerno, ottobre 2021

I tecnici in RTP

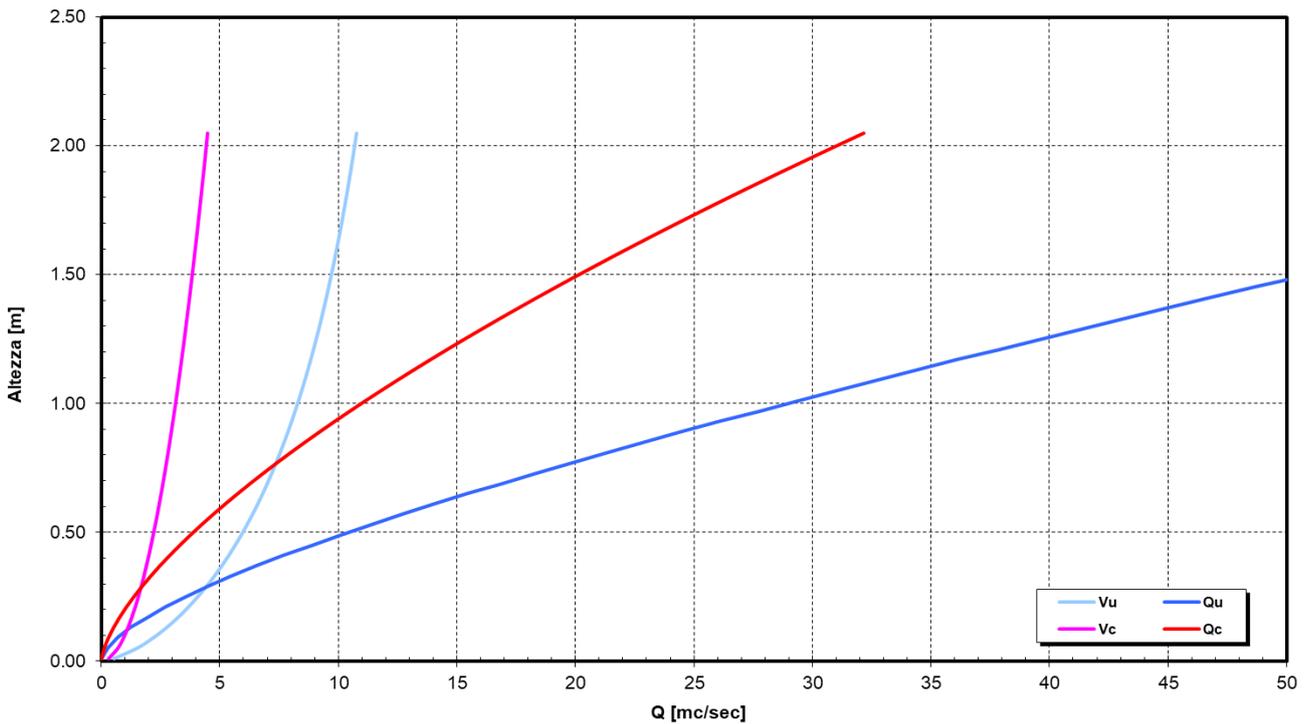
Dott. arch. Mario G.S. GIUDICE in RTP

---

## **ALLEGATI**

Tabulato di calcolo scala di deflusso;  
Scala di deflusso;  
Stralcio P.S.A.I.;

**Scala dei deflussi per moto uniforme  
per sezione rettangolare**



**Legenda**

<b>h=</b> altezza del pelo libero	fissato in: $h=h+\delta$
<b>B=</b> larghezza del canale	dalle formule sui triangoli
<b>R=</b> raggio idraulico	area / perimetro bagnato
<b>A=</b> area bagnata	
<b>Qu=</b> portata in moto uniforme	formula di Strickler per $K=$ variabile $Q=K \cdot A \cdot R^{0,667} \cdot i^{0,5}$
<b>Vu=</b> velocità in moto uniforme	$Vu=Qu/A$
<b>Qc=</b> portata critica	$Q=A \cdot (g \cdot A/L)^{0,5}$
<b>Vc=</b> velocità critica	$Vc=Qc/A$
<b>h+F=</b> $h+\max(0,5 \cdot \sqrt{2g}; 1)$	

$h = 2.00$  m  
 K di Strickler =  $50$   $m^{1/3}/s$   
 Pendenza (i %) =  $5$  %  
 delta =  $0.040$  m

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

**Formula di Strickler**

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

- D** = Diametro interno del canale circolare - (es. 0.25)
- w** = Livello percentuale di riempimento nel canale - (es. 50)
- i** = Pendenza del canale - (es. 0.005)
- Q** = Portata nella condotta
- k** = Coefficiente di scabrezza - Vedi tabella:

**Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler**

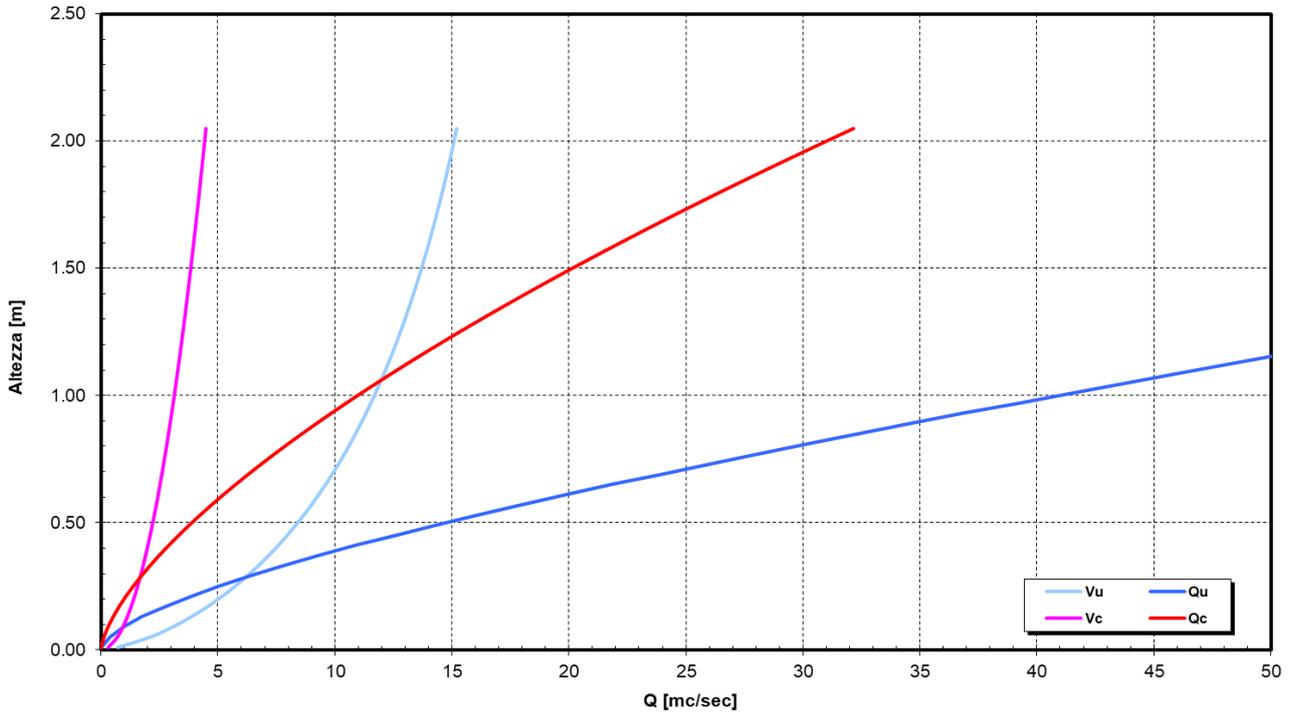
Tubi Pe, PVC, PRFV	$k = 120$
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	$k = 100$
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ord.	$k = 80$
Tubi in servizio corrente con incrostaz. e depositi	$k = 60$
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	$k = 40$

## Scala dei deflussi

Per sezioni rettangolari

Base = 3.50 m		K di Strickler = 50		P(i%) = 0.05		g = 9.81				
h	B	Per. Bagn.	A	R	Qu,r	Vu,r	Qc	vc	v <sup>2</sup> /2g	h+F
[m]	[m]	[m]	[mq]	[m]	[mc/s]	[m/s]	[mc/s]	[m/s]	[m]	[m]
0.01	3.50	3.52	0.04	0.01	<b>0.02</b>	0.52	0.01	0.31	0.01	1.01
0.05	3.50	3.60	0.18	0.05	<b>0.26</b>	1.49	0.12	0.70	0.11	1.05
0.09	3.50	3.68	0.32	0.09	<b>0.68</b>	2.17	0.30	0.94	0.24	1.09
0.13	3.50	3.76	0.46	0.12	<b>1.24</b>	2.73	0.51	1.13	0.38	1.13
0.17	3.50	3.84	0.60	0.15	<b>1.92</b>	3.22	0.77	1.29	0.53	1.17
0.21	3.50	3.92	0.74	0.19	<b>2.69</b>	3.66	1.05	1.44	0.68	1.21
0.25	3.50	4.00	0.88	0.22	<b>3.55</b>	4.06	1.37	1.57	0.84	1.25
0.29	3.50	4.08	1.02	0.25	<b>4.49</b>	4.42	1.71	1.69	1.00	1.29
0.33	3.50	4.16	1.16	0.28	<b>5.49</b>	4.76	2.08	1.80	1.15	1.33
0.37	3.50	4.24	1.30	0.31	<b>6.56</b>	5.07	2.47	1.91	1.31	1.37
0.41	3.50	4.32	1.44	0.33	<b>7.69</b>	5.36	2.88	2.01	1.46	1.41
0.45	3.50	4.40	1.58	0.36	<b>8.87</b>	5.63	3.31	2.10	1.62	1.45
0.49	3.50	4.48	1.72	0.38	<b>10.11</b>	5.89	3.76	2.19	1.77	1.49
0.53	3.50	4.56	1.86	0.41	<b>11.38</b>	6.14	4.23	2.28	1.92	1.53
0.57	3.50	4.64	2.00	0.43	<b>12.70</b>	6.37	4.72	2.36	2.07	1.60
0.61	3.50	4.72	2.14	0.45	<b>14.06</b>	6.59	5.22	2.45	2.21	1.72
0.65	3.50	4.80	2.28	0.47	<b>15.46</b>	6.79	5.74	2.53	2.35	1.83
0.69	3.50	4.88	2.42	0.49	<b>16.89</b>	6.99	6.28	2.60	2.49	1.94
0.73	3.50	4.96	2.56	0.52	<b>18.35</b>	7.18	6.84	2.68	2.63	2.04
0.77	3.50	5.04	2.70	0.53	<b>19.85</b>	7.36	7.41	2.75	2.76	2.15
0.81	3.50	5.12	2.84	0.55	<b>21.37</b>	7.54	7.99	2.82	2.90	2.26
0.85	3.50	5.20	2.98	0.57	<b>22.92</b>	7.70	8.59	2.89	3.02	2.36
0.89	3.50	5.28	3.12	0.59	<b>24.49</b>	7.86	9.20	2.95	3.15	2.47
0.93	3.50	5.36	3.26	0.61	<b>26.09</b>	8.02	9.83	3.02	3.28	2.57
0.97	3.50	5.44	3.40	0.62	<b>27.72</b>	8.16	10.47	3.08	3.40	2.67
1.01	3.50	5.52	3.54	0.64	<b>29.36</b>	8.31	11.13	3.15	3.52	2.77
1.05	3.50	5.60	3.68	0.66	<b>31.02</b>	8.44	11.79	3.21	3.63	2.87
1.09	3.50	5.68	3.82	0.67	<b>32.71</b>	8.57	12.48	3.27	3.75	2.96
1.13	3.50	5.76	3.96	0.69	<b>34.41</b>	8.70	13.17	3.33	3.86	3.06
1.17	3.50	5.84	4.10	0.70	<b>36.13</b>	8.82	13.87	3.39	3.97	3.15
1.21	3.50	5.92	4.24	0.72	<b>37.87</b>	8.94	14.59	3.45	4.08	3.25
1.25	3.50	6.00	4.38	0.73	<b>39.62</b>	9.06	15.32	3.50	4.18	3.34
1.29	3.50	6.08	4.52	0.74	<b>41.39</b>	9.17	16.06	3.56	4.28	3.43
1.33	3.50	6.16	4.66	0.76	<b>43.17</b>	9.27	16.81	3.61	4.38	3.52
1.37	3.50	6.24	4.80	0.77	<b>44.97</b>	9.38	17.58	3.67	4.48	3.61
1.41	3.50	6.32	4.94	0.78	<b>46.78</b>	9.48	18.35	3.72	4.58	3.70
1.45	3.50	6.40	5.08	0.79	<b>48.61</b>	9.58	19.14	3.77	4.68	3.79
1.49	3.50	6.48	5.22	0.80	<b>50.44</b>	9.67	19.94	3.82	4.77	3.87
1.53	3.50	6.56	5.36	0.82	<b>52.29</b>	9.76	20.75	3.87	4.86	3.96
1.57	3.50	6.64	5.50	0.83	<b>54.15</b>	9.85	21.57	3.92	4.95	4.04
1.61	3.50	6.72	5.64	0.84	<b>56.02</b>	9.94	22.39	3.97	5.04	4.13
1.65	3.50	6.80	5.78	0.85	<b>57.90</b>	10.03	23.23	4.02	5.12	4.21
1.69	3.50	6.88	5.92	0.86	<b>59.79</b>	10.11	24.08	4.07	5.21	4.29
1.73	3.50	6.96	6.06	0.87	<b>61.69</b>	10.19	24.94	4.12	5.29	4.38
1.77	3.50	7.04	6.20	0.88	<b>63.60</b>	10.27	25.81	4.17	5.37	4.46
1.81	3.50	7.12	6.34	0.89	<b>65.52</b>	10.34	26.69	4.21	5.45	4.54
1.85	3.50	7.20	6.48	0.90	<b>67.45</b>	10.42	27.58	4.26	5.53	4.61
1.89	3.50	7.28	6.62	0.91	<b>69.38</b>	10.49	28.48	4.31	5.61	4.69
1.93	3.50	7.36	6.76	0.92	<b>71.32</b>	10.56	29.39	4.35	5.68	4.77
1.97	3.50	7.44	6.90	0.93	<b>73.27</b>	10.63	30.31	4.40	5.76	4.85
2.01	3.50	7.52	7.04	0.94	<b>75.23</b>	10.69	31.24	4.44	5.83	4.92
2.05	3.50	7.60	7.18	0.94	<b>77.20</b>	10.76	32.18	4.48	5.90	5.00

**Scala dei deflussi per moto uniforme  
per sezione rettangolare**



**Legenda**

<b>h</b> = altezza del pelo libero	fissato in: $h=h+\delta$
<b>B</b> = larghezza del canale	dalle formule sui triangoli
<b>R</b> = raggio idraulico	area / perimetro bagnato
<b>A</b> = area bagnata	
<b>Qu</b> = portata in moto uniforme	formula di Strickler per $K=$ variabile $Q=K \cdot A \cdot R^{0,667} \cdot i^{0,5}$
<b>Vu</b> = velocità in moto uniforme	$Vu=Qu/A$
<b>Qc</b> = portata critica	$Q=A \cdot (g \cdot A/L)^{0,5}$
<b>Vc</b> = velocità critica	$Vc=Qc/A$
<b>h+F</b> = $h+\max(0,5 \cdot \sqrt{2g}; 1)$	

$h = 2.00$  m  
 K di Strickler =  $50$   $m^{1/3}/s$   
 Pendenza (i %) =  $10$  %  
 $\delta = 0.040$  m

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

**Formula di Strickler**

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

- D** = Diametro interno del canale circolare - (es. 0.25)
- w** = Livello percentuale di riempimento nel canale - (es. 50)
- i** = Pendenza del canale - (es. 0.005)
- Q** = Portata nella condotta
- k** = Coefficiente di scabrezza - Vedi tabella:

**Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler**

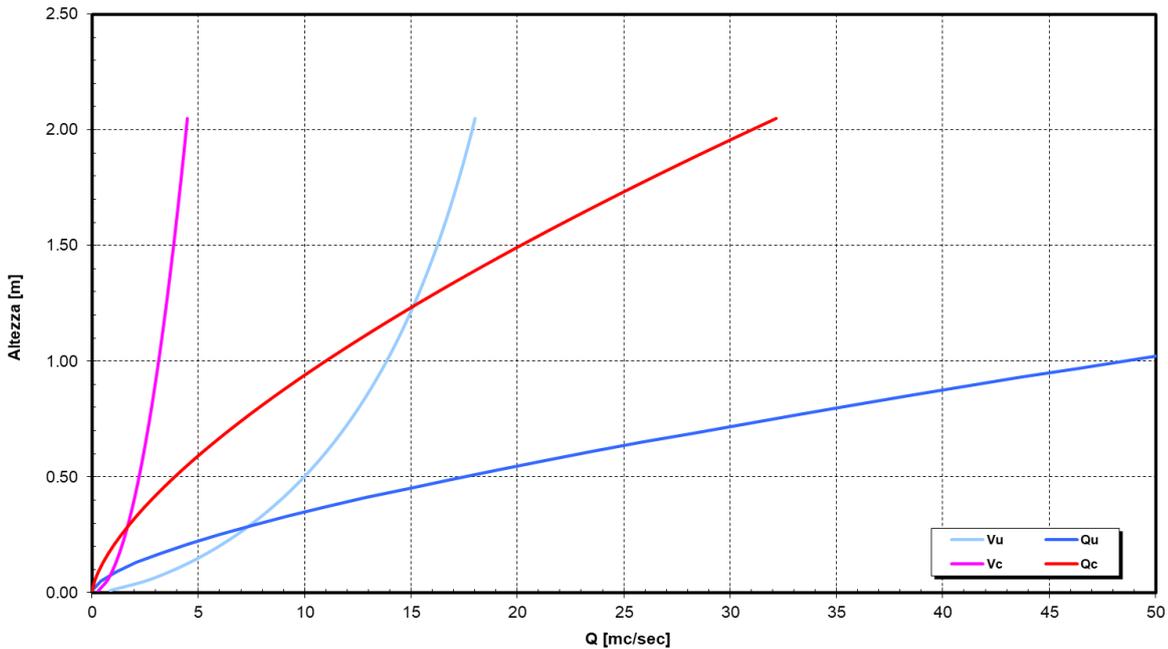
Tubi Pe, PVC, PRFV	$k = 120$
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	$k = 100$
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ord.	$k = 80$
Tubi in servizio corrente con incrostaz. e depositi	$k = 60$
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	$k = 40$

## Scala dei deflussi

Per sezioni rettangolari

Base = 3.50 m		K di Strickler = 50			P(i%) = 0.1		g = 9.81			
h	B	Per. Bagn.	A	R	Qu,r	Vu,r	Qc	vc	v <sup>2</sup> /2g	h+F
[m]	[m]	[m]	[mq]	[m]	[mc/s]	[m/s]	[mc/s]	[m/s]	[m]	[m]
0.01	3.50	3.52	0.04	0.01	<b>0.03</b>	0.73	0.01	0.31	0.03	1.01
0.05	3.50	3.60	0.18	0.05	<b>0.37</b>	2.10	0.12	0.70	0.23	1.05
0.09	3.50	3.68	0.32	0.09	<b>0.97</b>	3.07	0.30	0.94	0.48	1.09
0.13	3.50	3.76	0.46	0.12	<b>1.76</b>	3.87	0.51	1.13	0.76	1.13
0.17	3.50	3.84	0.60	0.15	<b>2.71</b>	4.56	0.77	1.29	1.06	1.17
0.21	3.50	3.92	0.74	0.19	<b>3.80</b>	5.18	1.05	1.44	1.37	1.21
0.25	3.50	4.00	0.88	0.22	<b>5.02</b>	5.74	1.37	1.57	1.68	1.25
0.29	3.50	4.08	1.02	0.25	<b>6.35</b>	6.25	1.71	1.69	1.99	1.29
0.33	3.50	4.16	1.16	0.28	<b>7.77</b>	6.73	2.08	1.80	2.31	1.48
0.37	3.50	4.24	1.30	0.31	<b>9.28</b>	7.17	2.47	1.91	2.62	1.68
0.41	3.50	4.32	1.44	0.33	<b>10.88</b>	7.58	2.88	2.01	2.93	1.87
0.45	3.50	4.40	1.58	0.36	<b>12.55</b>	7.97	3.31	2.10	3.24	2.07
0.49	3.50	4.48	1.72	0.38	<b>14.29</b>	8.33	3.76	2.19	3.54	2.26
0.53	3.50	4.56	1.86	0.41	<b>16.10</b>	8.68	4.23	2.28	3.84	2.45
0.57	3.50	4.64	2.00	0.43	<b>17.96</b>	9.00	4.72	2.36	4.13	2.64
0.61	3.50	4.72	2.14	0.45	<b>19.89</b>	9.31	5.22	2.45	4.42	2.82
0.65	3.50	4.80	2.28	0.47	<b>21.86</b>	9.61	5.74	2.53	4.71	3.00
0.69	3.50	4.88	2.42	0.49	<b>23.88</b>	9.89	6.28	2.60	4.99	3.18
0.73	3.50	4.96	2.56	0.52	<b>25.95</b>	10.16	6.84	2.68	5.26	3.36
0.77	3.50	5.04	2.70	0.53	<b>28.07</b>	10.41	7.41	2.75	5.53	3.53
0.81	3.50	5.12	2.84	0.55	<b>30.22</b>	10.66	7.99	2.82	5.79	3.71
0.85	3.50	5.20	2.98	0.57	<b>32.41</b>	10.89	8.59	2.89	6.05	3.87
0.89	3.50	5.28	3.12	0.59	<b>34.64</b>	11.12	9.20	2.95	6.30	4.04
0.93	3.50	5.36	3.26	0.61	<b>36.90</b>	11.34	9.83	3.02	6.55	4.21
0.97	3.50	5.44	3.40	0.62	<b>39.20</b>	11.55	10.47	3.08	6.79	4.37
1.01	3.50	5.52	3.54	0.64	<b>41.52</b>	11.75	11.13	3.15	7.03	4.53
1.05	3.50	5.60	3.68	0.66	<b>43.87</b>	11.94	11.79	3.21	7.26	4.68
1.09	3.50	5.68	3.82	0.67	<b>46.26</b>	12.12	12.48	3.27	7.49	4.84
1.13	3.50	5.76	3.96	0.69	<b>48.66</b>	12.30	13.17	3.33	7.72	4.99
1.17	3.50	5.84	4.10	0.70	<b>51.10</b>	12.48	13.87	3.39	7.94	5.14
1.21	3.50	5.92	4.24	0.72	<b>53.55</b>	12.65	14.59	3.45	8.15	5.29
1.25	3.50	6.00	4.38	0.73	<b>56.03</b>	12.81	15.32	3.50	8.36	5.43
1.29	3.50	6.08	4.52	0.74	<b>58.54</b>	12.96	16.06	3.56	8.57	5.57
1.33	3.50	6.16	4.66	0.76	<b>61.06</b>	13.12	16.81	3.61	8.77	5.71
1.37	3.50	6.24	4.80	0.77	<b>63.60</b>	13.26	17.58	3.67	8.97	5.85
1.41	3.50	6.32	4.94	0.78	<b>66.16</b>	13.41	18.35	3.72	9.16	5.99
1.45	3.50	6.40	5.08	0.79	<b>68.74</b>	13.54	19.14	3.77	9.35	6.13
1.49	3.50	6.48	5.22	0.80	<b>71.34</b>	13.68	19.94	3.82	9.54	6.26
1.53	3.50	6.56	5.36	0.82	<b>73.95</b>	13.81	20.75	3.87	9.72	6.39
1.57	3.50	6.64	5.50	0.83	<b>76.58</b>	13.94	21.57	3.92	9.90	6.52
1.61	3.50	6.72	5.64	0.84	<b>79.22</b>	14.06	22.39	3.97	10.07	6.65
1.65	3.50	6.80	5.78	0.85	<b>81.88</b>	14.18	23.23	4.02	10.25	6.77
1.69	3.50	6.88	5.92	0.86	<b>84.56</b>	14.30	24.08	4.07	10.42	6.90
1.73	3.50	6.96	6.06	0.87	<b>87.24</b>	14.41	24.94	4.12	10.58	7.02
1.77	3.50	7.04	6.20	0.88	<b>89.94</b>	14.52	25.81	4.17	10.74	7.14
1.81	3.50	7.12	6.34	0.89	<b>92.66</b>	14.63	26.69	4.21	10.90	7.26
1.85	3.50	7.20	6.48	0.90	<b>95.38</b>	14.73	27.58	4.26	11.06	7.38
1.89	3.50	7.28	6.62	0.91	<b>98.12</b>	14.83	28.48	4.31	11.21	7.50
1.93	3.50	7.36	6.76	0.92	<b>100.87</b>	14.93	29.39	4.35	11.36	7.61
1.97	3.50	7.44	6.90	0.93	<b>103.63</b>	15.03	30.31	4.40	11.51	7.73
2.01	3.50	7.52	7.04	0.94	<b>106.40</b>	15.12	31.24	4.44	11.66	7.84
2.05	3.50	7.60	7.18	0.94	<b>109.17</b>	15.22	32.18	4.48	11.80	7.95

Scala dei deflussi per moto uniforme  
per sezione rettangolare



**Legenda**

<b>h</b> = altezza del pelo libero	fissato in: $h=h+\delta$
<b>B</b> = larghezza del canale	dalle formule sui triangoli
<b>R</b> = raggio idraulico	area / perimetro bagnato
<b>A</b> = area bagnata	
<b>Qu</b> = portata in moto uniforme	formula di Strickler per K= variabile $Q=K*A*R^{0,667}*i^{0,5}$
<b>Vu</b> = velocità in moto uniforme	$Vu=Qu/A$
<b>Qc</b> = portata critica	$Q=A*(g*A/L)^{0,5}$
<b>Vc</b> = velocità critica	$Vc=Qc/A$
<b>h+F</b> = $h+\max(0.5 \times v^2/2g; 1)$	

h =	2.00	m
K di Strickler =	50	$m^{1/3}/s$
Pendenza (i %) =	14	%
delta =	0.040	m

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

Formula di Strickler

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

- D = Diametro interno del canale circolare - (es. 0.25)
- w = Livello percentuale di riempimento nel canale - (es. 50)
- i = Pendenza del canale - (es. 0.005)
- Q = Portata nella condotta
- k = Coefficiente di scabrezza - Vedi tabella:

Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler

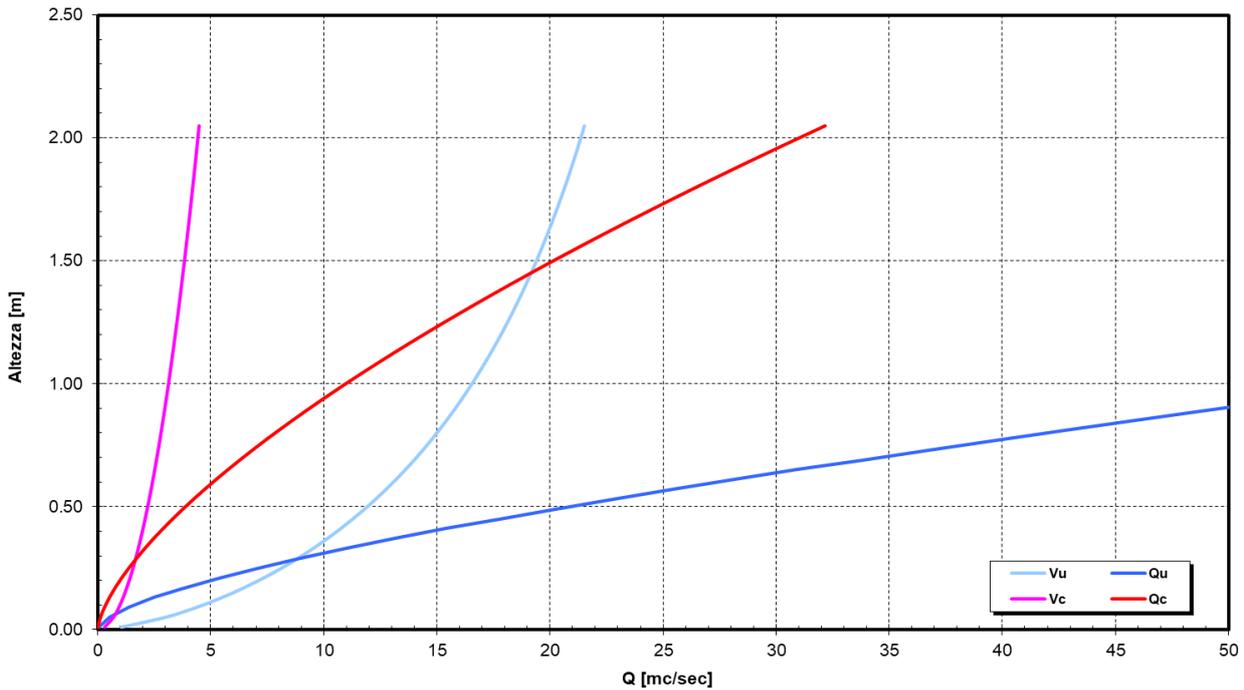
Tubi Pe, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ord.	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostaz. e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

## Scala dei deflussi

Per sezioni rettangolari

Base = 3.50 m		K di Strickler = 50			P(i%) = 0.14		g = 9.81			
h	B	Per. Bagn.	A	R	Qu,r	Vu,r	Qc	vc	v <sup>2</sup> /2g	h+F
[m]	[m]	[m]	[mq]	[m]	[mc/s]	[m/s]	[mc/s]	[m/s]	[m]	[m]
0.01	3.50	3.52	0.04	0.01	<b>0.03</b>	0.86	0.01	0.31	0.04	1.01
0.05	3.50	3.60	0.18	0.05	<b>0.44</b>	2.49	0.12	0.70	0.32	1.05
0.09	3.50	3.68	0.32	0.09	<b>1.14</b>	3.63	0.30	0.94	0.67	1.09
0.13	3.50	3.76	0.46	0.12	<b>2.08</b>	4.57	0.51	1.13	1.07	1.13
0.17	3.50	3.84	0.60	0.15	<b>3.21</b>	5.39	0.77	1.29	1.48	1.17
0.21	3.50	3.92	0.74	0.19	<b>4.50</b>	6.13	1.05	1.44	1.91	1.21
0.25	3.50	4.00	0.88	0.22	<b>5.94</b>	6.79	1.37	1.57	2.35	1.42
0.29	3.50	4.08	1.02	0.25	<b>7.51</b>	7.40	1.71	1.69	2.79	1.68
0.33	3.50	4.16	1.16	0.28	<b>9.19</b>	7.96	2.08	1.80	3.23	1.94
0.37	3.50	4.24	1.30	0.31	<b>10.98</b>	8.48	2.47	1.91	3.67	2.20
0.41	3.50	4.32	1.44	0.33	<b>12.87</b>	8.97	2.88	2.01	4.10	2.46
0.45	3.50	4.40	1.58	0.36	<b>14.85</b>	9.43	3.31	2.10	4.53	2.72
0.49	3.50	4.48	1.72	0.38	<b>16.91</b>	9.86	3.76	2.19	4.96	2.97
0.53	3.50	4.56	1.86	0.41	<b>19.05</b>	10.27	4.23	2.28	5.37	3.22
0.57	3.50	4.64	2.00	0.43	<b>21.26</b>	10.65	4.72	2.36	5.79	3.46
0.61	3.50	4.72	2.14	0.45	<b>23.53</b>	11.02	5.22	2.45	6.19	3.71
0.65	3.50	4.80	2.28	0.47	<b>25.87</b>	11.37	5.74	2.53	6.59	3.94
0.69	3.50	4.88	2.42	0.49	<b>28.26</b>	11.70	6.28	2.60	6.98	4.18
0.73	3.50	4.96	2.56	0.52	<b>30.71</b>	12.02	6.84	2.68	7.36	4.41
0.77	3.50	5.04	2.70	0.53	<b>33.21</b>	12.32	7.41	2.75	7.74	4.64
0.81	3.50	5.12	2.84	0.55	<b>35.76</b>	12.61	7.99	2.82	8.11	4.86
0.85	3.50	5.20	2.98	0.57	<b>38.35</b>	12.89	8.59	2.89	8.47	5.08
0.89	3.50	5.28	3.12	0.59	<b>40.99</b>	13.16	9.20	2.95	8.82	5.30
0.93	3.50	5.36	3.26	0.61	<b>43.66</b>	13.41	9.83	3.02	9.17	5.52
0.97	3.50	5.44	3.40	0.62	<b>46.38</b>	13.66	10.47	3.08	9.51	5.73
1.01	3.50	5.52	3.54	0.64	<b>49.13</b>	13.90	11.13	3.15	9.84	5.93
1.05	3.50	5.60	3.68	0.66	<b>51.91</b>	14.13	11.79	3.21	10.17	6.14
1.09	3.50	5.68	3.82	0.67	<b>54.73</b>	14.35	12.48	3.27	10.49	6.34
1.13	3.50	5.76	3.96	0.69	<b>57.58</b>	14.56	13.17	3.33	10.80	6.53
1.17	3.50	5.84	4.10	0.70	<b>60.46</b>	14.76	13.87	3.39	11.11	6.73
1.21	3.50	5.92	4.24	0.72	<b>63.37</b>	14.96	14.59	3.45	11.41	6.92
1.25	3.50	6.00	4.38	0.73	<b>66.30</b>	15.15	15.32	3.50	11.71	7.10
1.29	3.50	6.08	4.52	0.74	<b>69.26</b>	15.34	16.06	3.56	11.99	7.29
1.33	3.50	6.16	4.66	0.76	<b>72.24</b>	15.52	16.81	3.61	12.28	7.47
1.37	3.50	6.24	4.80	0.77	<b>75.25</b>	15.69	17.58	3.67	12.55	7.65
1.41	3.50	6.32	4.94	0.78	<b>78.28</b>	15.86	18.35	3.72	12.83	7.82
1.45	3.50	6.40	5.08	0.79	<b>81.33</b>	16.03	19.14	3.77	13.09	8.00
1.49	3.50	6.48	5.22	0.80	<b>84.41</b>	16.19	19.94	3.82	13.35	8.17
1.53	3.50	6.56	5.36	0.82	<b>87.50</b>	16.34	20.75	3.87	13.61	8.33
1.57	3.50	6.64	5.50	0.83	<b>90.61</b>	16.49	21.57	3.92	13.86	8.50
1.61	3.50	6.72	5.64	0.84	<b>93.74</b>	16.64	22.39	3.97	14.10	8.66
1.65	3.50	6.80	5.78	0.85	<b>96.89</b>	16.78	23.23	4.02	14.35	8.82
1.69	3.50	6.88	5.92	0.86	<b>100.05</b>	16.91	24.08	4.07	14.58	8.98
1.73	3.50	6.96	6.06	0.87	<b>103.23</b>	17.05	24.94	4.12	14.81	9.14
1.77	3.50	7.04	6.20	0.88	<b>106.42</b>	17.18	25.81	4.17	15.04	9.29
1.81	3.50	7.12	6.34	0.89	<b>109.63</b>	17.31	26.69	4.21	15.26	9.44
1.85	3.50	7.20	6.48	0.90	<b>112.86</b>	17.43	27.58	4.26	15.48	9.59
1.89	3.50	7.28	6.62	0.91	<b>116.10</b>	17.55	28.48	4.31	15.70	9.74
1.93	3.50	7.36	6.76	0.92	<b>119.35</b>	17.67	29.39	4.35	15.91	9.89
1.97	3.50	7.44	6.90	0.93	<b>122.61</b>	17.78	30.31	4.40	16.12	10.03
2.01	3.50	7.52	7.04	0.94	<b>125.89</b>	17.89	31.24	4.44	16.32	10.17
2.05	3.50	7.60	7.18	0.94	<b>129.18</b>	18.00	32.18	4.48	16.52	10.31

Scala dei deflussi per moto uniforme  
per sezione rettangolare



**Legenda**

<b>h</b> = altezza del pelo libero	fissato in: $h=h+\delta$
<b>B</b> = larghezza del canale	dalle formule sui triangoli
<b>R</b> = raggio idraulico	area / perimetro bagnato
<b>A</b> = area bagnata	
<b>Qu</b> = portata in moto uniforme	formula di Strickler per K= variabile $Q=K \cdot A \cdot R^{0,667} \cdot i^{0,5}$
<b>Vu</b> = velocità in moto uniforme	$Vu=Qu/A$
<b>Qc</b> = portata critica	$Q=A \cdot (g \cdot A/L)^{0,5}$
<b>Vc</b> = velocità critica	$Vc=Qc/A$
<b>h+F</b> = $h+\max(0,5 \cdot v^2/2g; 1)$	

$h = 2.00$  m  
 K di Strickler =  $50$   $m^{1/3}/s$   
 Pendenza (i %) =  $20$  %  
 $\delta = 0.040$  m

Formula di Strickler

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

$$v = k R^{2/3} i^{1/2}$$

**D** = Diametro interno del canale circolare - (es. 0.25)

**w** = Livello percentuale di riempimento nel canale - (es. 50)

**i** = Pendenza del canale - (es. 0.005)

**Q** = Portata nella condotta

**k** = Coefficiente di scabrezza - Vedi tabella:

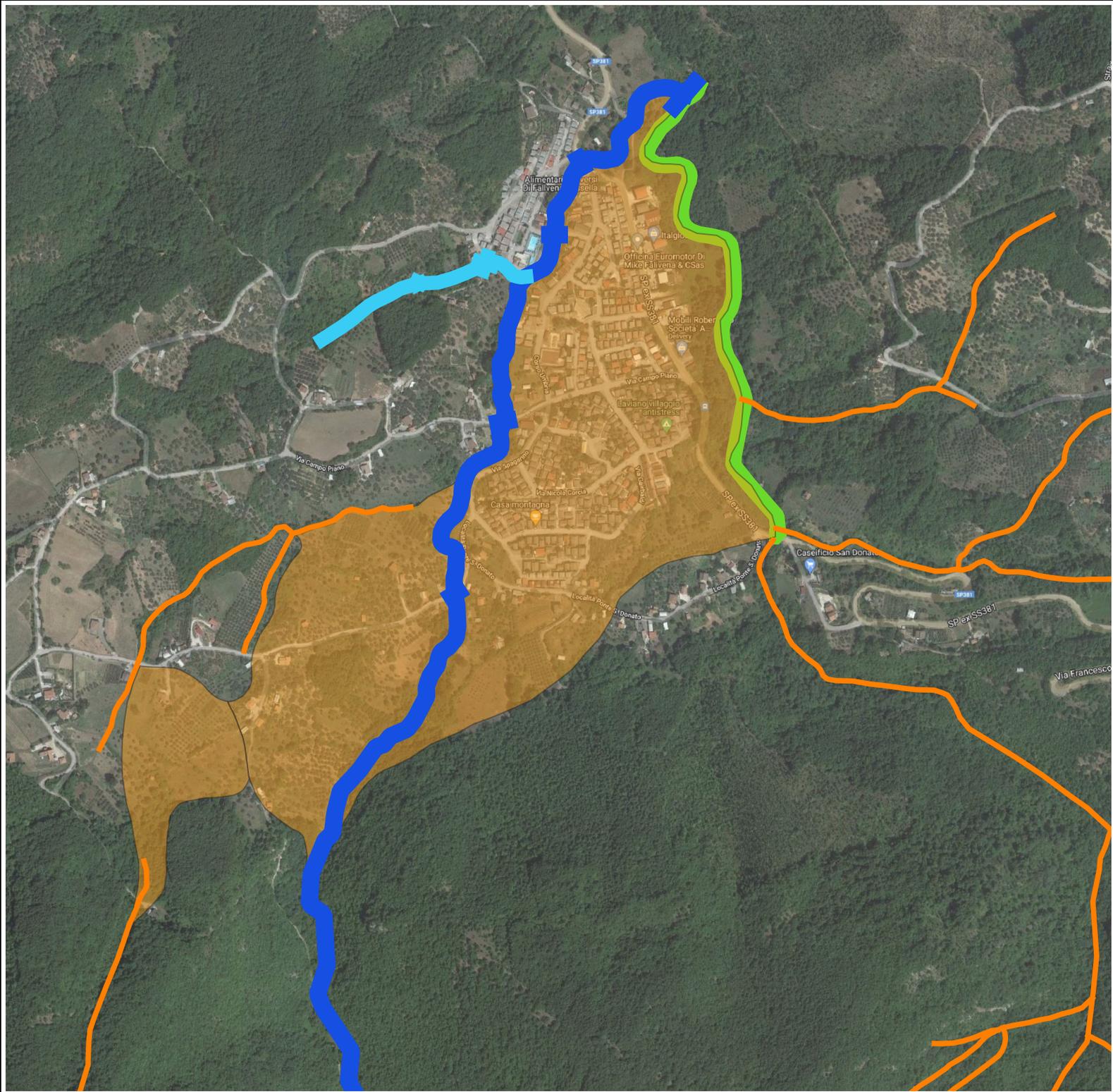
Tabella coefficienti scabrezza di Gauckler-Strickler

Tubi PE, PVC, PRFV	k = 120
Tubi nuovi gres o ghisa rivestita	k = 100
Tubi in servizio con lievi incrostazioni o cemento ord.	k = 80
Tubi in servizio corrente con incrostaz. e depositi	k = 60
Canali con ciottoli e ghiaia sul fondo	k = 40

## Scala dei deflussi

Per sezioni rettangolari

Base = 3.50 m		K di Strickler = 50		P(i%) = 0.2		g = 9.81				
h	B	Per. Bagn.	A	R	Qu,r	Vu,r	Qc	vc	v <sup>2</sup> /2g	h+F
[m]	[m]	[m]	[mq]	[m]	[mc/s]	[m/s]	[mc/s]	[m/s]	[m]	[m]
0.01	3.50	3.52	0.04	0.01	<b>0.04</b>	1.03	0.01	0.31	0.05	1.01
0.05	3.50	3.60	0.18	0.05	<b>0.52</b>	2.98	0.12	0.70	0.45	1.05
0.09	3.50	3.68	0.32	0.09	<b>1.37</b>	4.34	0.30	0.94	0.96	1.09
0.13	3.50	3.76	0.46	0.12	<b>2.49</b>	5.47	0.51	1.13	1.52	1.13
0.17	3.50	3.84	0.60	0.15	<b>3.84</b>	6.45	0.77	1.29	2.12	1.23
0.21	3.50	3.92	0.74	0.19	<b>5.38</b>	7.32	1.05	1.44	2.73	1.58
0.25	3.50	4.00	0.88	0.22	<b>7.10</b>	8.11	1.37	1.57	3.36	1.93
0.29	3.50	4.08	1.02	0.25	<b>8.97</b>	8.84	1.71	1.69	3.98	2.28
0.33	3.50	4.16	1.16	0.28	<b>10.99</b>	9.51	2.08	1.80	4.61	2.64
0.37	3.50	4.24	1.30	0.31	<b>13.13</b>	10.14	2.47	1.91	5.24	2.99
0.41	3.50	4.32	1.44	0.33	<b>15.38</b>	10.72	2.88	2.01	5.86	3.34
0.45	3.50	4.40	1.58	0.36	<b>17.75</b>	11.27	3.31	2.10	6.47	3.69
0.49	3.50	4.48	1.72	0.38	<b>20.21</b>	11.79	3.76	2.19	7.08	4.03
0.53	3.50	4.56	1.86	0.41	<b>22.77</b>	12.27	4.23	2.28	7.68	4.37
0.57	3.50	4.64	2.00	0.43	<b>25.41</b>	12.73	4.72	2.36	8.27	4.70
0.61	3.50	4.72	2.14	0.45	<b>28.12</b>	13.17	5.22	2.45	8.84	5.03
0.65	3.50	4.80	2.28	0.47	<b>30.92</b>	13.59	5.74	2.53	9.41	5.36
0.69	3.50	4.88	2.42	0.49	<b>33.78</b>	13.99	6.28	2.60	9.97	5.68
0.73	3.50	4.96	2.56	0.52	<b>36.70</b>	14.37	6.84	2.68	10.52	5.99
0.77	3.50	5.04	2.70	0.53	<b>39.69</b>	14.73	7.41	2.75	11.06	6.30
0.81	3.50	5.12	2.84	0.55	<b>42.74</b>	15.07	7.99	2.82	11.58	6.60
0.85	3.50	5.20	2.98	0.57	<b>45.84</b>	15.41	8.59	2.89	12.10	6.90
0.89	3.50	5.28	3.12	0.59	<b>48.99</b>	15.73	9.20	2.95	12.61	7.19
0.93	3.50	5.36	3.26	0.61	<b>52.19</b>	16.03	9.83	3.02	13.10	7.48
0.97	3.50	5.44	3.40	0.62	<b>55.43</b>	16.33	10.47	3.08	13.59	7.76
1.01	3.50	5.52	3.54	0.64	<b>58.72</b>	16.61	11.13	3.15	14.06	8.04
1.05	3.50	5.60	3.68	0.66	<b>62.05</b>	16.88	11.79	3.21	14.53	8.31
1.09	3.50	5.68	3.82	0.67	<b>65.42</b>	17.15	12.48	3.27	14.99	8.58
1.13	3.50	5.76	3.96	0.69	<b>68.82</b>	17.40	13.17	3.33	15.43	8.85
1.17	3.50	5.84	4.10	0.70	<b>72.26</b>	17.65	13.87	3.39	15.87	9.11
1.21	3.50	5.92	4.24	0.72	<b>75.74</b>	17.88	14.59	3.45	16.30	9.36
1.25	3.50	6.00	4.38	0.73	<b>79.24</b>	18.11	15.32	3.50	16.72	9.61
1.29	3.50	6.08	4.52	0.74	<b>82.78</b>	18.33	16.06	3.56	17.13	9.86
1.33	3.50	6.16	4.66	0.76	<b>86.35</b>	18.55	16.81	3.61	17.54	10.10
1.37	3.50	6.24	4.80	0.77	<b>89.94</b>	18.76	17.58	3.67	17.93	10.34
1.41	3.50	6.32	4.94	0.78	<b>93.57</b>	18.96	18.35	3.72	18.32	10.57
1.45	3.50	6.40	5.08	0.79	<b>97.21</b>	19.16	19.14	3.77	18.70	10.80
1.49	3.50	6.48	5.22	0.80	<b>100.89</b>	19.35	19.94	3.82	19.07	11.03
1.53	3.50	6.56	5.36	0.82	<b>104.58</b>	19.53	20.75	3.87	19.44	11.25
1.57	3.50	6.64	5.50	0.83	<b>108.30</b>	19.71	21.57	3.92	19.80	11.47
1.61	3.50	6.72	5.64	0.84	<b>112.04</b>	19.88	22.39	3.97	20.15	11.68
1.65	3.50	6.80	5.78	0.85	<b>115.80</b>	20.05	23.23	4.02	20.49	11.90
1.69	3.50	6.88	5.92	0.86	<b>119.58</b>	20.22	24.08	4.07	20.83	12.11
1.73	3.50	6.96	6.06	0.87	<b>123.38</b>	20.38	24.94	4.12	21.16	12.31
1.77	3.50	7.04	6.20	0.88	<b>127.20</b>	20.53	25.81	4.17	21.49	12.51
1.81	3.50	7.12	6.34	0.89	<b>131.04</b>	20.68	26.69	4.21	21.81	12.71
1.85	3.50	7.20	6.48	0.90	<b>134.89</b>	20.83	27.58	4.26	22.12	12.91
1.89	3.50	7.28	6.62	0.91	<b>138.76</b>	20.98	28.48	4.31	22.43	13.10
1.93	3.50	7.36	6.76	0.92	<b>142.65</b>	21.12	29.39	4.35	22.73	13.29
1.97	3.50	7.44	6.90	0.93	<b>146.55</b>	21.25	30.31	4.40	23.02	13.48
2.01	3.50	7.52	7.04	0.94	<b>150.47</b>	21.39	31.24	4.44	23.32	13.67
2.05	3.50	7.60	7.18	0.94	<b>154.40</b>	21.52	32.18	4.48	23.60	13.85



# Comune di Laviano (SA)

## P.S.A.I. Interregionale Sele

### LEGENDA

- Vallone Pezza Grande
- Asta principale V. Spagarino
- Reticolo\_conoidi\_campania
- area\_interessata\_da\_conoide
- Vallone Campo del Piano

