AMMINISTRAZIONE PROVINCIALE DELL'AQUILA

SETTORE VIABILITA'

Via Saragat Loc. Campo di Pile, 67100 L'Aquila

DIRIGENTE DEL SETTORE Ing. Nicolino D'Amico

Fondo di Sviluppo e Coesione 2021-2027 *Delibera CIPESS n. 15 del 23/04/2024 - Accordo per la Coesione Governo - Regione Abruzzo.* **INTERVENTI DI MESSA IN SICUREZZA E DI ADEGUAMENTO FUNZIONALE DELLE STRADE PROVINCIALI.**

CUP : F37H24000030001

I Progettisti :

BRANDI SOCIETÀ D'INGEGNERIA
(mandataria)
Ing. Roberto Brandi

TECNOSOIL ENGINEERING s.r.l.
(mandante)
Geol. Eustachio Pietromartire

GEOCART PROFESSIONAL SERVICE S.R.L.
(mandante)
Geom. Nicola Mantini

LIMES SOCIETA' COOPERATIVA
(mandante)
Archeol. Hermann Borghesi

STUDIO TECNICO ING. TARABORRELLI B.
(mandante)
Ing. Taraborrelli Bellafronte Angelo

STUDIO TECNICO AGRONOMICO DOTT. NICOLA TAVANO *(mandante)*
Dott. Nicola Tavano

"ORANGES & DI CARMINE ASSOCIATI"
(mandante)
Arch. Maurizio Oranges

SGAI S.R.L. di E. Forlani & C.
(ausiliaria)
Ing. Andrea Forlani

Il Responsabile del Progetto:
Ing. Ghizzoni Angela

Approvazioni:

PROGETTO ESECUTIVO (D.Lgs. 36/2023 - All. I-7)

C - ELABORATI SPECIALISTICI

SUB-INTERVENTO 1.1 - SP86 DEL VASTO

Tavola/Allegato	*C8*	**Relazione idrologica ed idraulica**			
Codice commessa	*T2502*	*Data di emissione* *Aprile 2026*	*Rev* *03*	*Scala*	*Formato* *doc*
Codice elaborato	*ES8*	*Redatto* *Pietromartire L.*	*Controllato* *Pietromartire L.*	*Approvato* *Brandi R.*	

	Aprile 2026	*Brandi R.*	*Revisione*
	Novembre 2025	*Brandi R.*	*Emissione Progetto Esecutivo*
	Data	*Operatore*	*Descrizione*

SOMMARIO

1 PREMESSA 1

2 STUDIO IDROLOGICO – IDRAULICO 2

2.1 Analisi idrologica 2

2.2 Bacino idrografico di riferimento 4

2.3 Parametri morfometrici dell'area scolante 4

2.4 Stima delle portate di progetto 5

3 VERIFICA DEL TOMBINO ESISTENTE 8

ALLEGATO I – Carta del bacino idrografico.

1 PREMESSA

La relazione tecnica che segue, è redatta a supporto del **Progetto Esecutivo** relativo agli interventi di messa in sicurezza ed adeguamento funzionale delle strade provinciali della Provincia di L'Aquila, con lo scopo di fornire i dati idrologici ed idraulici necessari alla verifica di un tombino esistente nel tratto di strada della SP86 del Vasto compreso tra la km.ca 5+750 e 5+950.

In particolare, dopo una premessa relativa all'analisi dei dati pluviometrici e alla definizione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP), saranno riportati i risultati che hanno portato alla determinazione delle portate di progetto e alla verifica del tombino esistente.

2 STUDIO IDROLOGICO – IDRAULICO

Al fine di definire il regime pluviometrico dell'area sono stati presi da riferimento i dati idrologici relativi alla stazione pluviometrica di Assergi. In particolare, dalla consultazione degli annali, è stato possibile risalire ai valori delle precipitazioni di massima intensità registrate a partire dal 1936 nella stazione di Assergi (AQ). La definizione del regime pluviometrico e la caratterizzazione del bacino scolante ha consentito di individuare gli idrogrammi di piena che si generano in concomitanza degli eventi associati a tempi di ritorno di 10, 20 e 50 anni ed assunti come riferimento per la verifica delle opere di regimentazione idraulica. Nelle pagine che seguono, vengono riportati rispettivamente: lo studio pluviometrico dell'area di progetto, la definizione dei parametri morfometrici del bacino (scarpata a ridosso della SP86 e piattaforma stradale), e la stima delle portate di progetto.

2.1 Analisi idrologica

Per la stima delle portate di progetto, è stata valutata l'intensità di pioggia mediante la previsione delle piogge intense, che passa per la definizione della curva di probabilità pluviometrica che lega l'altezza di pioggia (h, mm) alla durata dell'evento (tp, ore) per assegnato tempo di ritorno (TR, anni) con la seguente relazione:

$$\mathrm{h}(\mathrm{t}_p, \mathrm{T}_R) = \mathrm{a}_{T_R} \mathrm{t}_p^{n_{T_R}} \qquad \text{(mm)}$$

nella quale i parametri a e n, coefficienti della curva di probabilità pluviometrica, sono desunti dall'analisi statistica delle osservazioni di campo. I metodi di stima dei coefficienti della curva di probabilità pluviometrica sono molteplici, applicabili in funzione della disponibilità di dati di campo per l'area di interesse (metodo di regionalizzazione, metodo dei massimi annuali, etc…).

La metodologia statistica maggiormente utilizzata per la definizione delle LSPP, sfrutta come informazione idrologica di base, i massimi annuali delle precipitazioni di diversa durata.

Qualora nella regione di interesse non siano presenti stazioni di misura della precipitazione, ovvero siano presenti ma con numerosità del campione molto ridotte, la stima della precipitazione viene effettuata mediante tecniche di regionalizzazione, quali ad esempio il metodo VAPI.

Nel caso in esame, essendo disponibili i dati della stazione di Salle a partire dal 1990, è stato considerato preferibile elaborare direttamente questi dati.

I dati relativi alla stazione pluviografica di Assergi sono stati digitalizzati direttamente dagli Annali Idrologici resi disponibili sino al 2013 (dall'Istituto Superiore per la Ricerca Applicata all'Ambiente, ISPRA). In particolare sono stati presi in considerazione le precipitazioni di massima intensità annuali (durate pari a 1, 3, 6, 12 e 24 ore) e le precipitazioni di notevole intensità e breve durata (inferiori all'ora).

E' noto che i valori massimi annuali (eventi indipendenti ed omogenei) possono essere definiti da una distribuzione di probabilità di Gumbel, in cui i parametri statici relativi alla serie storica (μd e σd) sono definiti dalle relazioni che seguono:

$$\alpha_d = \frac{1.283}{\sigma_d} \text{ (Media dei campioni)}$$

$$u_d = \mu_d - 0.45 \cdot \sigma_d \text{ (Scarto quadratico medio)}$$

Ipotizzando che la distribuzione di probabilità delle altezze di pioggia h sia, per tutte le durate, quella di Gumbel, è possibile scrivere una relazione diretta che esprima h in funzione della durata e del tempo di ritorno. Secondo tale legge l'altezza di precipitazione h(T) di durata d è legata al tempo di ritorno T dalla relazione:

$$h_d(T) = u_d - \alpha \cdot \ln\left[ln\left(\frac{T}{T} - 1\right)\right]$$

Pertanto, collegando la curva di possibilità climatica l'altezza di pioggia, la durata dell'evento ed il tempo di ritorno T tramite l'espressione:

$$h(T) = a_T \cdot d^n$$

o equivalentemente:

$$logh_d = loga_T + n \cdot logd$$

con h_d(T) altezza di precipitazione espressa in mm., corrispondente alla durata d (ore) ed al tempo di ritorno T(anni).

Considerando quindi, per ogni tempo di ritorno, le cinque coppie di valori $[d, h_d]$ per d = 1,3,6,12,24 ore, si calcolano le corrispondenti coppie $[logd, logh_d]$ e con il metodo dei minimi quadrati si individua la retta interpolante i punti sperimentali. Tale retta, avrà per coefficiente angolare il parametro n ed ordinata all'origine log a, da cui si ricava il parametro a.

Di seguito si riportano i parametri a ed n delle LSPP ricavate per il pluviometro di Assergi e per tempi di ritorno di 10, 20 e 50 anni.

Tabella 1Parametri caratteristici della LSPP nell'area di Assergi

T_R	Piogge di durata compresa tra 1 e 24 ore	
anni	a	n
10	30.60	0.397
20	35.30	0.396
50	41.40	0.394

2.2 Bacino idrografico di riferimento

Dallo studio plano-altimetrico dell'area di progetto, è stato possibile definire il bacino idrografico di riferimento di seguito riportato.



Figura 1Stralcio del bacino idrografico di riferimento.

Sostanzialmente, il bacino è stato diviso in due macro-aree: la prima, riferita alla scarpata posizionata a ridosso della SP86; la seconda, direttamente connessa alla piattaforma stradale esistente.

2.3 Parametri morfometrici dell'area scolante

Di seguito, si riportano i dati morfometrici relativi al bacino sotteso alla sezione di chiusura individuata in prossimità del tombino esistente e necessari alla determinazione della portata di progetto. Con riguardo allo sviluppo del profilo del della SP86 nel tratto di progetto, è stato possibile dividere il tratto stradale in due porzioni a partire dalla sezione di chiusura: una prima, con direzione di deflusso da sud verso nord; ed una seconda, da ovest verso est. Tenendo in considerazione che il contributo della prima non risulta interessare il tombino presente nell'area di progetto, saranno riportati esclusivamente i dati del tratto ovest-est.

Tabella 2Parametri morfometrici del tratto OVEST-EST

	PARAMETRI MORFOMETRICI					
	H_{max} [m.]	H_{min} [m.]	H_{med} [m.]	L_{max}[km.]	i[-]	A[km^2]
DIREZIONE OVEST-EST	1265.00	1224.00	1250.00	0.210	0.042	0.01324

2.4 Stima delle portate di progetto

Al fine di poter progettare il sistema di drenaggio necessario alla regimazione delle acque di piattaforma, si sono valutate le portate afferenti alla sezione di chiusura individuata in prossimità del tombino esistente relativamente ai tempi di ritorno di 10, 20 e 50 anni.

In particolare, per la stima delle portate si è fatto riferimento al metodo cinematico, in cui, la portata è valutata come il prodotto dell'area A, per un coefficiente di deflusso φ per l'intensità critica di pioggia i_c:

$$Q = \frac{\varphi i_c A}{3{,}6}$$

Il coefficiente di deflusso che assume valori compresi tra 0 ed 1, tiene conto dell'attitudine del suolo a trasformare l'afflusso meteorico in deflusso. Il coefficiente da utilizzare è il risultato della media ponderale dei coefficienti relativi alle aree impermeabili e alle aree permeabili.

Nel caso in esame, i valori dei coefficienti di deflusso sono stati posti pari a 0.2 per l'area riferita alla scarpata posizionata a monte del versante e pari a 0,90 per la piattaforma stradale, in linea con i dati di bibliografia per superfici naturali e pavimentate.

Tabella 3Valori dei coefficiente di deflusso nella condizione ante e post intervento.

	ϕ[-]	A[km^2]
AREA STRADALE	0.2	0.00285
DIREZIONE SUD da sezione 24 in poi	0.90	0.01039

La valutazione del coefficiente di deflusso medio, è stata valutata con la seguente relazione ponderale:

$$\varphi_{med} = \frac{\sum_{i=1}^{i=n} A_i \varphi_i}{A_{bacino}}$$

nella quale A_i rappresenta l'area i-esima del sottobacino caratterizzata da un coefficiente di deflusso di valore φ_i e A_{bacino} rappresenta l'area dell'intero bacino. Di seguito, si riporta la tabella con indicato il valore del coefficiente di deflusso medio.

Tabella 4 Valore del coefficiente di deflusso medio per il bacino in esame.

	C[-]	A [km²]	C_{medio}[-]
Bosco	0.20	0.01039	
Pascolo	0.22	0.00	
Coltivato	0.52	0.00	**0.35**
Strade	0.90	0.00285	
Abitazioni	0.80	0.00	

L'intensità critica i_c è definita, invece, come l'intensità (media) dell'evento di durata pari al tempo di corrivazione (t_c) dell'area scolante:

$$i_c = \frac{h}{t_C} = a t_c^{n-1}$$

nella quale i parametri a e n sono quelli della legge di probabilità con assegnato tempo di ritorno.

Il tempo di corrivazione può essere stimato dalla somma del tempo di accesso in rete (t_a) e dal tempo di vettoriamento (t_V) definito come il tempo necessario alla portata per giungere alla sezione di chiusura di ogni canale di drenaggio.

Per la determinazione del tempo di corrivazione, in ragione dell'estrema variabilità geometrica, morfologica e tipologica dei sottobacini, è stato deciso di eseguire una stima secondo diverse formulazioni note di letteratura. Quella ritenuta più ragionevole in relazione alla morfologia ed estensione dei bacini, è risultata quella di Kirpich, in cui:

$$t_c = 0.000325 \frac{\mathrm{L}^{0.77}}{\mathrm{d}^{0.385}}$$

Dove tc è il tempo di corrivazione espresso in ore, L è la lunghezza dell'asta principale espressa in m. ed d è la pendenza media del bacino. Di seguito si riportano in formato tabellare il valore del tempo di corrivazione stimato.

Tabella 5 Valore del tempo di corrivazione secondo la formulazione di Kirpich.

	Tempo di corrivazione (ore)
	Kirpich
DIREZIONE OVEST-EST	0.068

Da quanto sopra, è stato possibile calcolare in corrispondenza della sezione di chiusura il valore di portata di progetto.

Di seguito si riporta in formato tabellare una sintesi dello studio idrologico eseguito in cui, oltre ad indicare i valori dei parametri morfometrici, areali e geometrici del tratto di strada in studio, sono riportati i valori della portata calcolati per i diversi tempi di corrivazione.

Tabella 6 Valori dell'intensità di pioggia per ciascun tratto di strada.

	a	n	i_c[mm.]
10	30.60	0.397	**154.78**
20	35.30	0.396	**179.03**
50	41.40	0.394	**211.10**

Tabella 7 Valori delle portate ante operam.

PORTATE DI PROGETTO PER TR 30 ANNI ANTE OPERAM				
	ϕ[-]	**i_c[mm]**	**A[km^2]**	**Q[m^3/s]**
10	0.32	**154.78**	0.01324	**0.180**
20	0.32	**179.03**	0.01324	**0.210**
50	0.32	**211.10**	0.01324	**0.248**

3 VERIFICA DEL TOMBINO ESISTENTE

Nel presente capitolo, saranno riportate le verifiche idrauliche relative alla capacità di smaltimento del tombino esistente.

La stima della capacità di smaltimento del tombino, è stata effettuata utilizzando l'equazione del moto uniforme nei canali a superficie libera di Glauckler (1868) e Strickler (1923), comunemente utilizzata in Italia:

$$Q = k_s \omega R^{2/3} i^{1/2} \qquad (m^3/s)$$

Dove ks è il coefficiente di scabrezza di Strickler, ω è l'area della sezione bagnata del collettore, R il raggio idraulico e i la pendenza del collettore.

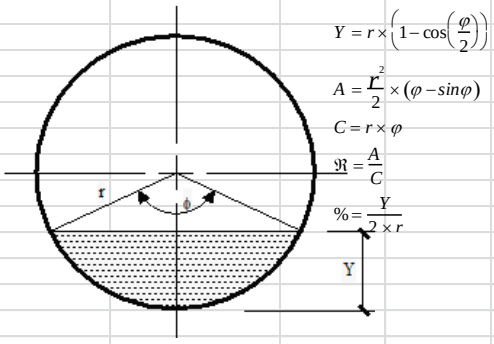
Dai rilievi effettuati, è emerso che la tubazione di scarico è realizzata in cls e del diametro interno di 800 mm.

Il coefficiente di scabrezza (ks) è stato posto pari a 35 $m^{1/3}/s$. Le caratteristiche geometriche e la capacità di deflusso del tombino in funzione del grado di riempimento sono riportate nella tabella che segue.

Dati canale:	Diametro=	0.8	metri						
	Area	0.5026544	mq						
	Pendenza canale=	0.02	m/m	in %	2				
	Coeff ScabrezzaG.-Strickler=	35							
	Portata di progetto=	0.28	mc/s						

% riempimento	gradi	rad.	Area defl.	Cont. Bagn.	R idr.	Portata (mc/s)	H riemp	Veloc m/s
5%	51.68	0.90	0.03	0.36	0.07	**0.02**	0.040	0.838
10%	73.74	1.29	0.05	0.51	0.10	**0.05**	0.080	1.050
15%	91.15	1.59	0.08	0.64	0.12	**0.09**	0.120	1.194
20%	106.26	1.85	0.10	0.74	0.14	**0.13**	0.160	1.306
25%	120.00	2.09	0.13	0.84	0.15	**0.18**	0.200	1.397
30%	132.84	2.32	0.15	0.93	0.16	**0.22**	0.240	1.475
35%	145.08	2.53	0.18	1.01	0.17	**0.27**	0.280	1.541
40%	156.93	2.74	0.20	1.10	0.18	**0.32**	0.320	1.599
45%	168.52	2.94	0.23	1.18	0.19	**0.37**	0.360	1.649
50%	180.00	3.14	0.25	1.26	0.20	**0.43**	0.400	1.693
55%	191.48	3.34	0.28	1.34	0.21	**0.48**	0.440	1.731
60%	203.07	3.54	0.30	1.42	0.21	**0.53**	0.480	1.764
65%	214.92	3.75	0.33	1.50	0.22	**0.59**	0.520	1.792
70%	227.16	3.96	0.35	1.59	0.22	**0.64**	0.560	1.814
75%	240.00	4.19	0.38	1.68	0.22	**0.69**	0.600	1.831
80%	253.74	4.43	0.40	1.77	0.23	**0.74**	0.640	1.842
85%	268.85	4.69	0.43	1.88	0.23	**0.79**	0.680	1.845
90%	286.26	5.00	0.45	2.00	0.23	**0.83**	0.720	1.838
95%	308.32	5.38	0.48	2.15	0.22	**0.87**	0.760	1.814
100%	360.00	6.28	0.50	2.51	0.20	**0.85**	0.800	1.693
La portata di progetto defluisce con i seguenti dati								
36%	**147.44**	**2.57**	**0.18**	**1.03**	**0.18**	**0.28**	**0.288**	**1.553**

Deflusso



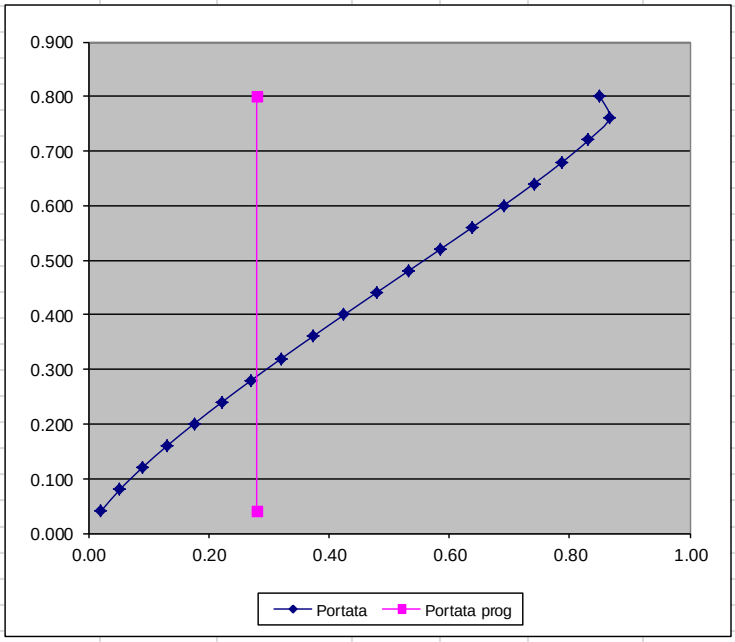
$$Y = r \times \left(1 - \cos\left(\frac{\varphi}{2}\right)\right)$$

$$A = \frac{r^2}{2} \times (\varphi - \sin\varphi)$$

$$C = r \times \varphi$$

$$\Re = \frac{A}{C}$$

$$\% = \frac{Y}{2 \times r}$$



ALLEGATO I – Carta del bacino idrografico.

CARTA DEL BACINO IDROGRAFICO

Scala 1:1.000

N

O E

S

LEGENDA

- Bacino idrografico di monte 10.390 mq.
- Area stradale contribuente 2.850 mq.

