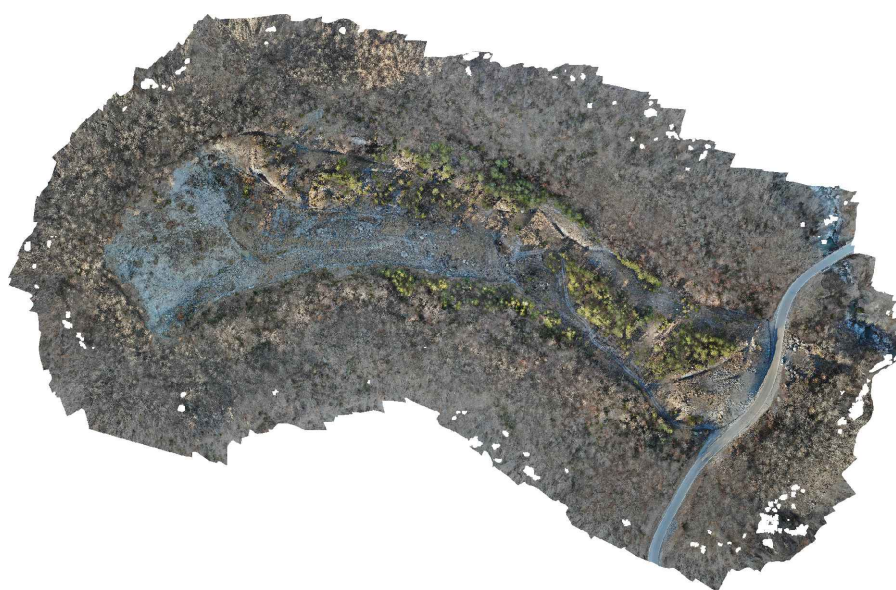




PROVINCIA DI PARMA  
SERVIZIO PIANIFICAZIONE TERRITORIALE  
UFFICIO SISTEMI INFORMATIVI TERRITORIALI (SIT)  
SICUREZZA TERRITORIALE E PIANIFICAZIONE D'EMERGENZA

**Consolidamento di versante interessato da  
dissesto idrogeologico in loc. Saliceto  
(Comune di Bardi)  
CUPD11B21004570003**



**PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO**

approvato	
verificato	Dott. Ing. Giuseppe Campi
elaborato	Dott. Geol. Giovanni Carra
	Ing. Ir. Gian Luca Corradi

VISTO: Il Responsabile del procedimento  
Dott. Ing. Andrea CORRADI

Il gruppo di lavoro:  
Arch. Sara SANDEI  
Geol. Martino PIAZZA  
Dott. Carlos BORDINI

**ELABORATO 04**

**Relazione idrologico-idraulica**



01PQ-Mod07  
Rev. 1  
Data emissione: 02.2018

01	CD	GV	GC	Maggio 2022
00	CD	GV	GC	Aprile 2022
rev.	sigla			data

codice elaborato 0977-05-04-103R-01



## Indice

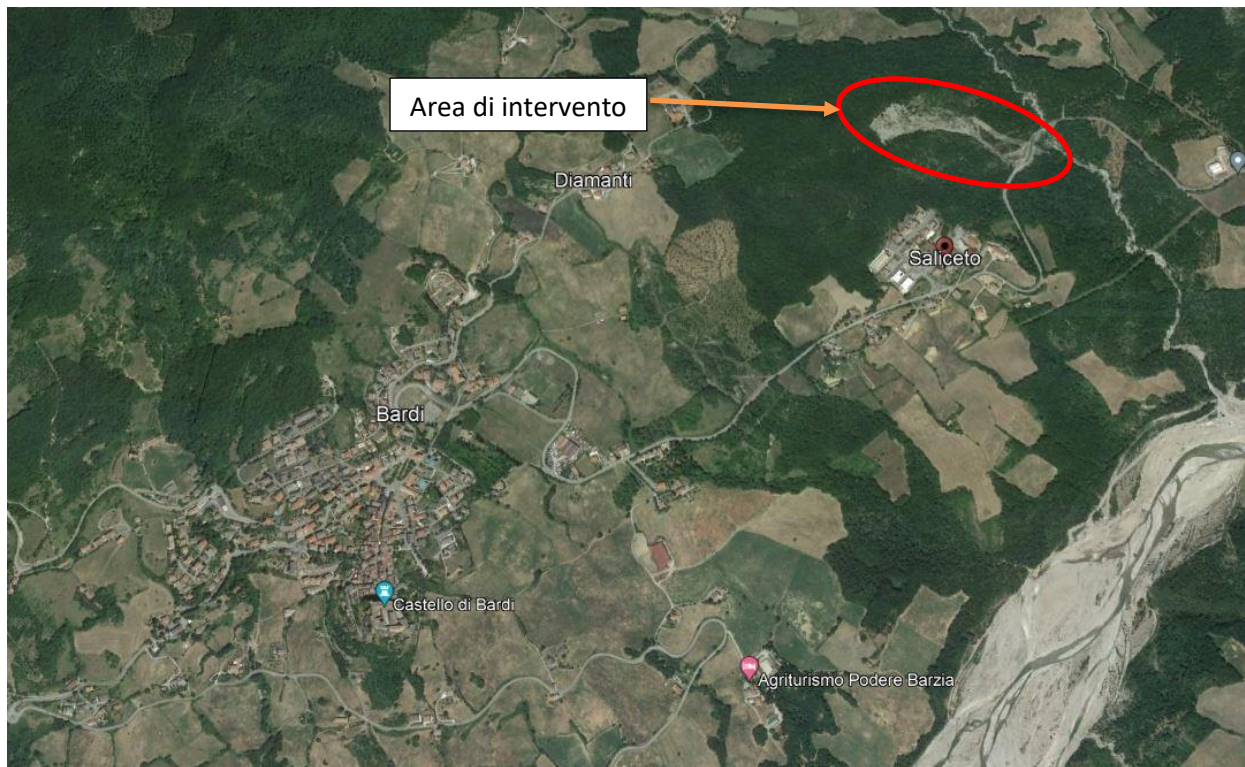
1	Premessa .....	1
2	Descrizione sintetica dell'intervento in progetto .....	1
3	Analisi idrologica.....	2
3.1	Caratterizzazione fisiografica del bacino .....	2
3.2	Metodo di stima delle portate al colmo .....	3
3.2.1.	Curva di possibilità pluviometrica .....	3
3.2.2.	Durata critica: tempo di corrivazione.....	4
3.2.3.	Valore della portata al colmo .....	5
4	Analisi idraulica.....	6
4.1.1.	Sistema di raccolta delle acque superficiali - Configurazione dello stato di fatto .....	6
4.1.2.	Sistema di raccolta delle acque superficiali - Configurazione di progetto - Dimensionamento ....	6

	elaborato	verificato	approvato	commessa	attività	prodotto	elaborato	revisione
ART	CD	GV	GC	977	05	04	103R	01



## 1 Premessa

La presente relazione idrologico-idraulica è relativa al “consolidamento di versante interessato da dissesto idrogeologico in Loc. Saliceto” nel Comune di Bardi (PR), redatta da ART Ambiente Risorse Territorio s.r.l. per conto della Committente PROVINCIA DI PARMA – *Servizio Pianificazione Territoriale – Ufficio Sistemi Informativi Territoriali – Sicurezza Territoriale e Pianificazione d’Emergenza.*

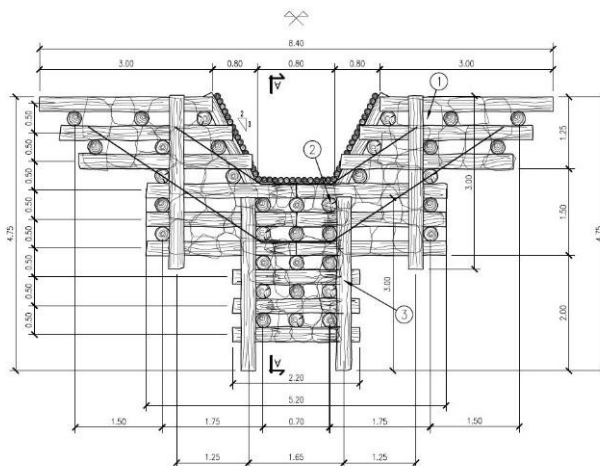


**Fig. 1 Ubicazione della zona di intervento (fonte: Google Maps)**

## 2 Descrizione sintetica dell'intervento in progetto

Il progetto prevede il consolidamento superficiale del versante interessato dal movimento gravitativo. Gli interventi riguardano:

- ✓ Canalizzazioni in terra per la regimazione delle acque meteoriche;
- ✓ opere in legname per la stabilizzazione superficiale dei terreni in dissesto (palificate semplici, briglie in legname e pietrame);
- ✓ rivegetazione con essenze arboree e arbustive.



**Fig. 2 Briglia in legname e pietrame**



### 3 Analisi idrologica

#### 3.1 Caratterizzazione fisiografica del bacino

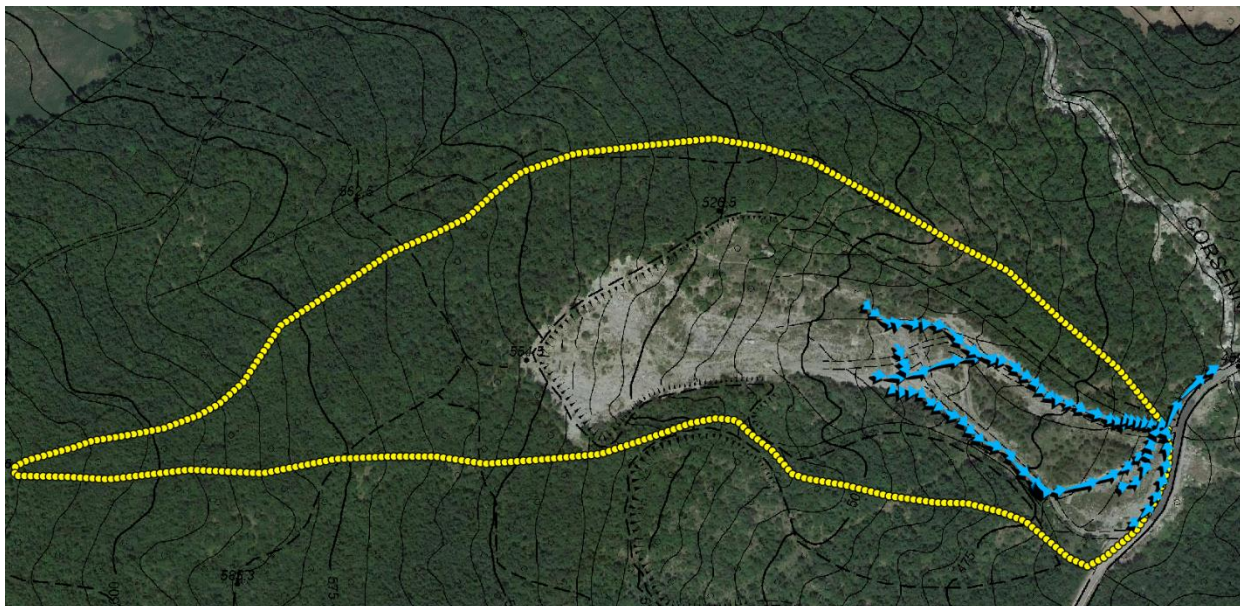
Il bacino idrologico, afferente alla rete di drenaggio superficiale in progetto, ricade su versante naturale boscato in parte interessato dalla frana oggetto di intervento. L'estensione del bacino, perimetrato su CTR, è pari a 103.688 m<sup>2</sup>.

È stata eseguita la caratterizzazione fisiografica del bacino per identificare i parametri di seguito elencati:

- ✓ Superficie del bacino S [km<sup>2</sup>];
- ✓ Altitudine massima Hmax [m.s.l.m.], altitudine media Hmean [m.s.l.m.] e altitudine minima (altitudine sezione di chiusura) Hmin [m.s.l.m.]: sulle quote altimetriche del rilievo aereofotogrammetrico effettuato con la tecnologia SAPR;
- ✓ Pendenza media del bacino  $i_v$  [m/m]: attraverso la lettura delle quote altimetriche rilevate all'interno del bacino in questione;
- ✓ Lunghezza dell'asta L [km].

**Tab. 1 Caratteristiche fisiografiche e morfometriche del bacino**

S	H			L	$i_v$
	min	max	mean		
[km <sup>2</sup> ]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[m s.l.m.]	[km]	%
0,1037	440	615	527,5	0,35	0,25



**Fig. 3 Delimitazione del bacino in esame**

### 3.2 Metodo di stima delle portate al colmo

Per definire la portata al colmo è stato utilizzato il metodo razionale il quale, nell'ipotesi di pioggia costante nel corso dell'evento di durata non inferiore al tempo di corrivazione del bacino, è definito attraverso la seguente relazione:

$$Q_c = 2,78 \cdot A \cdot \varphi \cdot a \cdot d^{n-1}$$

Dove:

- ✓  $Q_c$  portata critica ( $m^3/s$ );
- ✓  $A$  superficie del bacino afferente (ha);
- ✓  $\varphi$  coefficiente di deflusso;
- ✓  $a, n$  parametri della curva di possibilità pluviometrica;
- ✓  $d$  durata critica dell'evento, pari al tempo di corrivazione del bacino (h).

Nel calcolo della superficie afferente è stato considerato che l'intera portata venga recapitata, attraverso la rete di fossi in terra previsti in progetto, nel torrente Corsenna che corre parallelamente alla frana, lungo il versante in sinistra orografica. Nella figura seguente è rappresentato schematicamente il sistema di drenaggio superficiale in progetto in progetto.

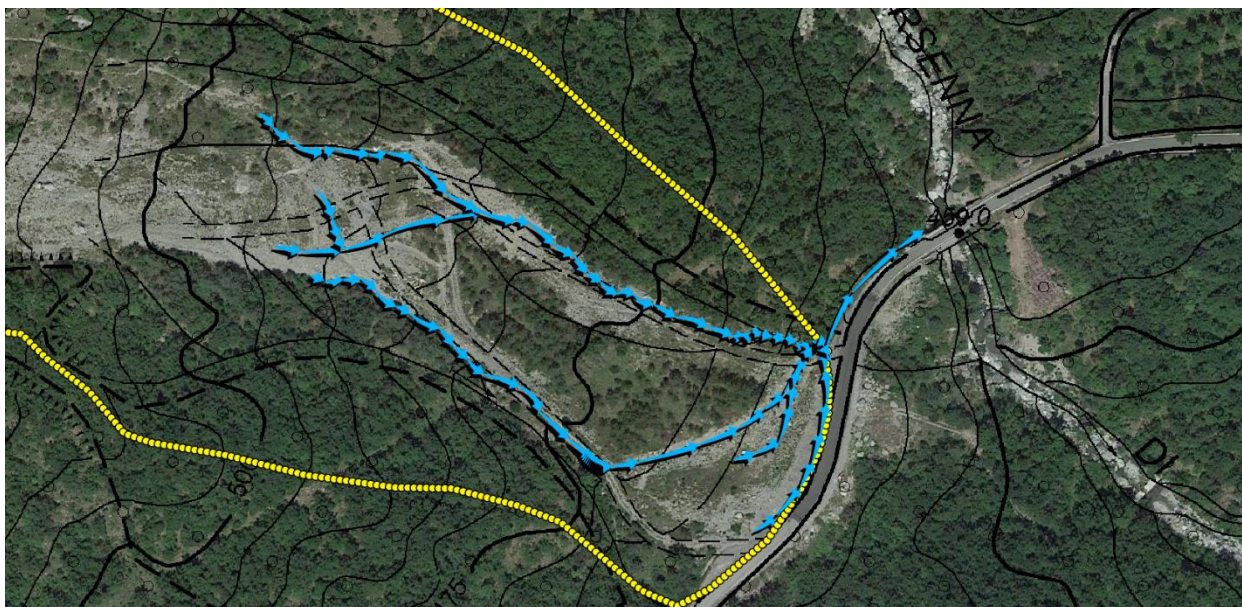


Fig. 4 Schema della rete di drenaggio superficiale in progetto

#### 3.2.1. Curva di possibilità pluviometrica

La curva di possibilità adottata è quella desunta dall'AdBPo, con dati registrati dalla stazione di Bardi. I tempi di ritorno assunti sono TR100 e TR200.

(Fonte sito ADBPo :<https://www.adbpo.it/PAI/7%20-%20Norme%20di%20attuazione/7.2%20-%20Direttive%20di%20Piano/Direttiva2/TABELLE/TABELLA1.PDF>)



**Tab. 2 Curve di possibilità pluviometrica – fonte AdBPo**

Stazione di misura		T = 20 anni		T = 100 anni		T = 200 anni		T = 500 anni	
Cod.	Denominazione	a	n	a	n	a	n	a	n
1570	Millesimo	42.96	0.416	55.44	0.411	60.77	0.409	67.80	0.408
1571	Cengio	47.57	0.452	61.38	0.457	67.29	0.459	75.05	0.460
1578	Cairo Montenotte	52.30	0.412	67.59	0.406	74.29	0.402	83.06	0.399
1584	Spigno Monferrato	43.68	0.419	57.87	0.419	63.94	0.418	71.93	0.418
1588	Piancastagna	62.03	0.409	82.12	0.407	90.69	0.407	101.99	0.406
1590	Acqui Terme	42.09	0.417	55.61	0.415	61.37	0.414	68.98	0.414
1593	Piampaludo	53.85	0.516	66.87	0.529	72.44	0.533	79.78	0.538
1594	Urbe	55.34	0.546	68.51	0.558	74.13	0.562	81.56	0.566
1596	Ortiglieto	69.27	0.464	91.28	0.469	100.61	0.470	112.90	0.471
1599	Masone	68.60	0.446	87.61	0.446	95.71	0.446	106.40	0.447
1602	Lavezze-Lago	65.55	0.453	83.96	0.454	91.81	0.454	102.18	0.454
1604	LAVAGNINA C.Le	55.45	0.486	70.04	0.498	76.20	0.502	84.41	0.506
1605	Gavi C.Le	63.48	0.401	85.67	0.397	95.13	0.396	107.64	0.394
1617	Val Noci Diga	62.83	0.408	78.31	0.415	84.89	0.417	93.63	0.420
1621	Scoffera	76.64	0.341	98.50	0.326	107.84	0.321	120.15	0.316
1629	Isola Del Cantone	52.05	0.391	67.84	0.384	74.56	0.382	83.46	0.380
1642	Tortona	50.52	0.272	65.55	0.272	71.96	0.272	80.42	0.272
1649	Montemarzino	37.53	0.331	49.20	0.331	54.18	0.331	60.74	0.331
1655	Varzi	42.57	0.284	54.50	0.281	59.58	0.280	66.31	0.278
1661	Voghera	44.91	0.231	58.87	0.217	64.83	0.213	72.45	0.211
1676	Sarmato	34.06	0.306	43.50	0.301	47.52	0.299	52.83	0.298
1691	Loco Carchelli C.Le	77.94	0.340	103.48	0.326	114.40	0.322	128.81	0.317
1698	Losso C.Le	47.06	0.348	61.17	0.333	67.22	0.329	75.16	0.324
1702	Cabanne	55.97	0.469	70.73	0.463	77.02	0.462	85.37	0.460
1707	Boschi D'aveto Diga	54.29	0.371	70.80	0.364	77.81	0.362	87.09	0.360
1713	Bobbio	41.77	0.318	53.31	0.313	58.19	0.312	64.67	0.311
1723	Ferriere	44.90	0.297	57.40	0.288	62.73	0.284	69.76	0.281
1730	Cassano	49.77	0.446	64.12	0.450	70.34	0.452	78.55	0.453
1739	Mignano Diga	47.25	0.332	60.43	0.329	66.06	0.327	73.48	0.326
1744	Fiorenzuola D'arda	48.19	0.259	62.40	0.250	68.46	0.247	76.45	0.243
1748	S.Maria Del Taro	65.92	0.413	83.21	0.403	90.57	0.400	100.30	0.397
1750	Bedonia	50.36	0.378	63.49	0.379	69.09	0.380	76.46	0.380
1777	Bardi C.Le	35.50	0.389	44.06	0.389	47.72	0.389	52.55	0.389
1783	Neviano-Rossi	44.12	0.333	55.88	0.337	60.91	0.338	67.52	0.339
1797	Salsomaggiore	54.58	0.290	72.24	0.275	79.78	0.271	89.74	0.266

### 3.2.2. Durata critica: tempo di corrivazione

Il tempo di corrivazione di un bacino è il tempo necessario perché il bacino sia integralmente contribuente, ovvero il tempo impiegato da una singola particella d'acqua piovuta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura.

In letteratura esistono diverse formule per calcolare il tempo di corrivazione che sono utilizzate più frequentemente in Italia.

Per il caso specifico sono state adottate le formule empiriche di Turazza, Kirpich e SCS dalle quali poi è stato definito un valore di riferimento del tempo di corrivazione.



**Turazza**

$$t_c = 1.085 (S)^{0.5}$$

dove:

- S = area del bacino (km<sup>2</sup>)

**Kirpich**

$$t_c = 0.95 L^{1.155} / (H_{\max} - H_{\min})^{0.385} \text{ (ore)}$$

dove:

- H<sub>max</sub> - H<sub>min</sub> = dislivello tra il punto di spartiacque e quello terminale del corso d'acqua

**SCS**

$$t_c = \frac{100 \cdot L^{0.8} \cdot \left( \frac{1.000}{CN} - 9 \right)^{0.7}}{1.900 \cdot i_v^{0.5}}$$

dove:

- L = lunghezza dell'asta principale;
- i<sub>v</sub> = pendenza del versante in %.

I valori del parametro di assorbimento CN da inserire nella formula sono stati determinati facendo riferimento alla carta del CN costruita sulla base delle informazioni sull'uso suolo, la litologia e la permeabilità a disposizione.

Nel caso specifico sono stati analizzati i risultati derivanti dalle varie espressioni, confrontandoli poi con le specifiche caratteristiche di ciascun corso d'acqua si è scelto di utilizzare un valore medio tra i valori riassunti nella seguente tabella:

**Tab. 3 Calcolo dei tempi di corrivazione**

tc-Turazza (min)	tc-SCS (min)	tc - Kirpich (ore)
20,96	10,81	3,03

Sulla base di queste valutazioni è stato quindi scelto un valore medio del tempo di corrivazione pari a 10 minuti, pari a 0.167 ore.

### **3.2.3. Valore della portata al colmo**

Il tempo di corrivazione di un bacino è il tempo necessario perché il bacino sia integralmente contribuente, ovvero il tempo impiegato da una singola particella d'acqua piovuta nel punto idraulicamente più lontano a raggiungere la sezione di chiusura. Nel caso in analisi la determinazione del tempo di corrivazione è stata eseguita nel paragrafo precedente e ha portato alla individuazione di un tempo pari a 10 minuti.

Per il dimensionamento della rete di drenaggio si determina la portata al colmo con tempo di ritorno pari a 200 anni.

Sulla base della formula del metodo razionale vista nel paragrafo 3.2, la portata al colmo risulta pari a 1230 l/s, come riassunto nella seguente tabella.

**Tab. 4 Calcolo della portata drenata al colmo con TR200**

Area (ha)	$\phi$	a	n	Tc (min)	Tc (ore)	Portata (m <sup>3</sup> /s)
10,37	0,30	47,72	0,389	10	0,167	0,123

## 4 Analisi idraulica

### 4.1.1. Sistema di raccolta delle acque superficiali - Configurazione dello stato di fatto

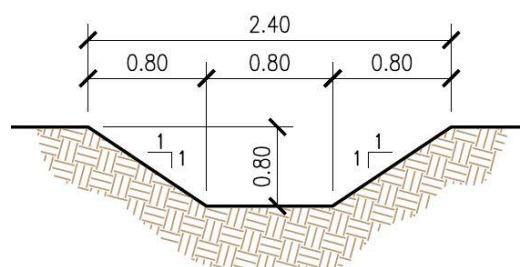
Nella configurazione esistente non è presente un sistema di regimazione delle acque superficiali ben definito e lo scorrimento avviene prevalentemente per ruscellamento. Solamente nella parte di valle, in particolare nel settore nord del versante in dissesto, sono presenti alcuni fossi realizzati nel tempo per intercettare le acque di versante e convogliarle in un tombino circolare esistente che attraversa la SP. All'imbocco del tombino è presente un pozzetto in cls aperto in sommità che permette la raccolta delle acque. Queste vengono successivamente convogliate nel torrente Corsenna attraverso un fosso in terra che corre lungo il versante naturale a valle della SP.

### 4.1.2. Sistema di raccolta delle acque superficiali - Configurazione di progetto - Dimensionamento

L'intervento prevede la formazione di un sistema di regimazione delle acque meteoriche costituito da fossi in terra con geometria trapezia, come rappresentato nella immagine seguente.

La rete è composta da due aste principali che corrono rispettivamente sul lato nord e sul lato sud del versante in dissesto.

La confluenza delle due aste avviene immediatamente a monte del tombino esistente. Il fosso in arrivo dal settore sud prosegue, rimanendo sul lato di monte della SP, fino allo scarico nel torrente Corsenna. Il fosso in arrivo dal settore nord scarica i contributi direttamente nel tombino esistente, così come avviene attualmente.



Il fosso in terra in progetto che costeggia la SP e che recapita nel Corsenna il contributo del settore sud del versante, è stato dimensionato considerando la portata di riferimento generata dall'intero bacino contribuente, senza dedurre la portata drenata del tombino di raccolta esistente. Perciò, anche in caso di non funzionamento di quest'ultimo, il sistema in progetto garantisce lo smaltimento dell'intera portata di versante.

Lungo il tracciato dei fossi che si sviluppano sul versante è prevista la realizzazione di briglie in legname e pietrame, descritte di seguito, che attraverso la formazione di salti di fondo consentono la riduzione della pendenza longitudinale e della velocità della corrente del sistema di drenaggio.

Nel nodo di confluenza dei rami provenienti dal versante è prevista la realizzazione di un rivestimento del fondo in pietrame di cava.

Le analisi idrauliche sono state svolte nell'ipotesi di moto uniforme e applicando la formula di Chezy da cui si deducono i valori dell'altezza idrometrica, perimetro bagnato e raggio idraulico. In tal modo è stato verificato il grado di riempimento della sezione del fosso in terra nel tratto terminale, collocato a lato della SP28 lungo il lato di monte, prima dello scarico nel torrente Corsenna. La sezione del fosso individuata è stata estesa all'intera rete di monte.

La formulazione di Chezy relativa al moto uniforme è la seguente:

$$Q_U = A \cdot \chi \cdot \sqrt{R \cdot i}$$

in cui:

- $Q_U$ : portata di moto uniforme del fosso ( $\text{m}^3/\text{s}$ );
- $A$ : area della sezione idraulica del fosso ( $\text{m}^2$ );
- $\chi$ : coefficiente di scabrezza ( $\text{m}^{1/3}/\text{s}$ );
- $R$ : raggio idraulico della sezione (m);
- $i$ : pendenza longitudinale del fosso.

Nel caso in esame, come scabrezza di Strickler è stato adottato un valore cautelativo pari a  $25 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ; analizzando il rilievo topografico dello stato di fatto è stata individuata una pendenza media del fosso pari al 2%. Con queste premesse la portata di moto uniforme del canale è pari a 2530 l/s. Di seguito si riportano i risultati della verifica idraulica della rete di drenaggio nella configurazione di progetto.

**Tab. 5 Risultati nella configurazione di progetto per l'evento con TR pari a 200 anni**

Q critica (l/s)	Q unif (l/s)	Qc/Qu	h (m)	H (m)	h/H grado di riemp.	Franco (m)	V (m/s)
1230	2530	0,49	0,56	0,80	0,70	0,24	1,65

Come si evince dalla Tab 5, adottando la sezione con geometria trapezia di larghezza al fondo pari a 0,80 m, altezza 0,80 m e larghezza in sommità pari a 2,4 m, il fosso viene verificato per la portata con **tempo di ritorno di 200 anni con un grado di riempimento del 70%**.