

FERROVIE APPULO LUCANE

MOVIMENTO FRANOSO SULLA TRATTA FERROVIARIA

ACERENZA-PIETRAGALLA

TRA LE PROGRESSIVE 66+822 E 66+850 m

PROGETTO DEI LAVORI PER IL RIPRISTINO DELLA LINEA FERROVIARIA

- PROGETTO ESECUTIVO

5					
4					
3					
2					
1					
0	GIUGNO 2019	ING. O.R. COLLETTA	ING. O.R. COLLETTA		PRIMA EMISSIONE
EM/REV	DATA	RED./DIS.	VERIFICATO	APPROVATO	DESCRIZIONE

Titolo dell'allegato

RELAZIONE IDRAULICA - VERIFICHE

ALLEGATO

R2

PROGETTAZIONE

ING. OLGA RENATA COLLETTA

COMMITTENTE



FERROVIE APPULO LUCANE

RELAZIONE IDRAULICA

Valutazioni e verifiche idrauliche

l.Premessa. Il territorio in esame è caratterizzato da un regime pluviometrico di tipo appenninico con circa 800 mm di precipitazioni medie annue concentrate prevalentemente fra ottobre e febbraio, per cui i corsi d'acqua hanno carattere torrentizio con portate molto variabili nel corso dell'anno.

L'area in esame appartiene al bacino idrografico del Fiume Bradano ed è drenata da Fosso Vallone Palermo che convoglia le acque direttamente nelle diga di Acerenza.

Nel sito di progetto le acque a monte della ferrovia scorrono verso un canale di guardia che allo stato attuale risulta compresso, mentre le acque a valle scorrono in direzione nord-est per raggiungere il vicino fosso.

L'esame delle ortofoto già dal 1988 evidenzia la presenza nel Fosso Vallone Palermo di numerose briglie a monte della ferrovia e nessuna a valle dell'intersezione con il ponte ferroviario.

Per quanto riguarda i caratteri idrogeologici, i terreni affioranti nel sito di progetto e nei suoi dintorni presentano una permeabilità legata alla fessurazione.

Infatti i terreni appartenenti alla Formazione delle Argille siltose di T. Flaga, a causa dell'abbondante componente pelitica ed elevata compattezza, risultano praticamente impermeabili.

Quanto detto è confermato dal notevole deflusso di acque presente in superficie o immediatamente nello strato più superficiale, degradato e decompresso.

Le misure eseguite nel piezometro S1p ad oggi non hanno rilevato la presenza di falde acquifere.

Nello studio dell'intervento sulla tratta Acerenza - Pietragalla delle Ferrovie Appulo Lucane, sottoposto all'Autorità di Bacino della Regione Basilicata, viene adottato un modello probabilistico a doppia componente (TCEV) che interpreta gli eventi massimi annuali come il risultato di una miscela di due popolazioni distinte: la prima produce gli eventi massimi ordinari, più frequenti ma meno intensi; la seconda produce gli eventi massimi straordinari, meno frequenti ma spesso catastrofici. Si fa poi riferimento ad una procedura di regionalizzazione gerarchica, in cui i diversi parametri del modello probabilistico vengono valutati a scale regionali differenti, in funzione dell'ordine statistico del parametro stesso.

La metodologia appena descritta è basata su analisi a scala regionale che tendono a trascurare la presenza di eventuali anomalie locali.

La valutazione delle fasce di pertinenza fluviale con assegnata probabilità di accadimento (o tempo di ritorno "T" - vedi DPCM 29/09/1998), è stata effettuata, come già detto, considerando portate al colmo di piena determinate secondo la metodologia "Analisi di frequenza delle portate al colmo di piena" VAPI Valutazione delle Piene in Italia GNDCICNR.

Tale studio indica la possibilità di stima delle portate al colmo di piena, " Q_t ", con assegnato tempo di ritorno, "T", come prodotto della piena indice " $E(Q)$ " per il fattore probabilistico di crescita " K_t "

$$Q_t = K_t \times E(Q)$$

È noto che la *piena indice*, la cui variabilità è fortemente influenzata dall'area del bacino, può essere stimata tramite una legge del tipo:

$$E(Q) = a A P$$

Nel citato studio VAPI vengono riportate due relazioni per il calcolo della piena indice, relative alle due aree, nelle quali è stata suddivisa la Basilicata, ritenute omogenee ai fini del calcolo della suddetta piena indice, come riportato in Tabella 1 :

Area omogenea 1	Area omogenea 2
Bacini del Biadano, Basento, Covone e Agri	Bacini del Suini, del Lao e del Noce
$E(Q) = 2.13 A^{0.764}$	$E(Q) = 5.98 A^{0.645}$

Tab. 1 - Aree omogenee ai fini del calcolo della piena indice

Ai fini del calcolo del *fattore probabilistico di crescita* K_t , in accordo con la variabilità dei parametri geomorfoclimatici, si è suddiviso il territorio in tre zone omogenee (Tabella 2) a ciascuna delle quali corrisponde una coppia di valori dei parametri "a" e "b" da inserire nella seguente relazione:

$$K_t = a + b \ln(T)$$

dove T è il tempo di ritorno.

Zona A		Zona B		Zona C	
Bacino del Bradano		Basso bacino del Basento		Bacini dell' Agri, del Sinni, del Cavone, del Noce e alto bacino del Basento	
a	b	a	b	a	b
-0.5673	0.9930	-0.2354	0.7827	0.0565	0.5977

Tabella 2 - Aree omogenee ai fini del calcolo del fattore probabilistico di crescita K_t

Nel presente caso, la tratta Acerenza - Pietragalla ricade in parte nel bacino del Fiume Bradano, le curve di possibilità pluviometrica assumono forma, come riportate nella seguente Tabella 3.

T _r anni	Bacino del Bradano	Bacino dell'alto Basento
2	E(Q) = 0.25 x A ^{0.788}	E(Q) = 1.00 x A ^{0.788}
5	E(Q) = 2.19 x A ^{0.786}	E(Q) = 2.16 x A ^{0.768}
10	E(Q) = 3.66 x A ^{0.766}	E(Q) = 3.05 x A ^{0.788}
30	E(Q) = 5.98 x A ^{0.788}	E(Q) = 4.45 x A ^{0.788}
50	E(Q) = 7.06 x A ^{0.788}	E(Q) = 5.10 x A ^{0.788}
100	E(Q) = 8.53 x A ^{0.788}	E(Q) = 5.98 x A ^{0.788}
200	E(Q) = 9.99 x A ^{0.788}	E(Q) = 6.86 x A ^{0.768}
500	E(Q) = 11.93 x A ^{0.786}	E(Q) = 8.03 x A ^{0.768}

Tabella 3 - Espressione delle curve di possibilità pluviometriche in funzione del tempo di ritorno T e del fattore probabilistico di crescita K_r

2. Valutazioni delle piene di sottobacino.

Il sottobacino considerato è quello relativo alla tratta del Fosso Vallone Palermo nel quale si incanalano le acque superficiali che rappresentano il problema per la sicurezza del sistema in progetto.

Calcolo della piena indice

$E(Q) = a \times AP$ con a e p come da tabelle per il bacino del Bradano ed A area del sottobacino contribuente:

o Tr

A=km ² P = 0,766	0,25	2	E(Q) =	0,147011406	mm
	2,19	5	E(Q) =	1,287819919	mm
	3,66	10	E(Q) =	2,152246988	mm
	5,98	30	E(Q) =	3,516512838	mm
	7,06	50	E(Q) =	4,151602114	mm
	8,53	100	E(Q) =	5,016029182	mm
	9,99	200	E(Q) =	5,874575795	mm
	11,93	500	E(Q) =	7,015384308	mm

Calcolo del fattore probabilistico di crescita

$K_t = a + b \ln(T)$ con a e b come da tabelle per il bacino del Bradano e T tempi di ritorno:

	a	b	T_r	$K_t =$	
	0,5673	0,993	2	$K_t =$	1,25559515
$T_r =$ anni	0,5673	0,993	5	$K_t =$	2,165471847
a =adim	0,5673	0,993	10	$K_t =$	2,853766997
b =adim	0,5673	0,993	30	$K_t =$	3,944689
	0,5673	0,993	50	$K_t =$	4,451938844
	0,5673	0,993	100	$K_t =$	5,140233995
	0,5673	0,993	200	$K_t =$	5,828529145
	0,5673	0,993	500	$K_t =$	6,738405842

Calcolo delle portate al colmo di piena

La valutazione delle portate è realizzata, per i diversi tempi di ritorno, con la formula: $Q_t = K_t \cdot E(Q)$

$E(Q)$ m³/s

T_r	$Q_t =$		
2	$Q_t =$	0,184586809	m ³ /s
5	$Q_t =$	2,788737779	m ³ /s
10	$Q_t =$	6,142011425	m ³ /s
30	$Q_t =$	13,87154951	m ³ /s
50	$Q_t =$	18,48267872	m ³ /s
100	$Q_t =$	25,78356372	m ³ /s
200	$Q_t =$	34,24013624	m ³ /s
500	$Q_t =$	47,2725066	m ³ /s

In virtù dei valori di portata calcolati, rispetto ai tempi di ritorno di 2, 5, 10, 30, 50, 100, 200 e 500 anni, si è proceduto alla verifica della sezione dell'alveo del torrente che scorre nel Fosso Palermo.

3. Verifica nelle sezioni del Fosso Palermo.

I risultati delle verifiche idrauliche sulla funzionalità del Fosso Palermo sono di seguito riportate:

- Portata del bacino fino alla sezione finale:

$Q_t = K_r E(Q)$	Tr										
	2	$Q_t =$	0,017787667	m ³ /s						Q_t	Portate al colmo di piena
	5	$Q_t =$	1,327577299	m ³ /s						$E(Q)$	Piena Indice
	10	$Q_t =$	3,700071992	m ³ /s						K_r	Fattore probabilistico di cresta
	30	$Q_t =$	9,881714045	m ³ /s							
	50	$Q_t =$	13,77227096	m ³ /s							
	100	$Q_t =$	20,09237701	m ³ /s							
	200	$Q_t =$	27,57484254	m ³ /s							
	500	$Q_t =$	39,31285157	m ³ /s							
$E(Q) = a x A^P$	a	Tr				$K_r = a + b \ln(T)$	a	b	T _r		
	0,25	2	$E(Q) =$	0,147011406	mm		-0,5673	0,993	2	$K_r =$	0,12099515
	2,19	5	$E(Q) =$	1,287819919	mm	T _r = anni	-0,5673	0,993	5	$K_r =$	1,030871847
A=km ²	3,66	10	$E(Q) =$	2,152246988	mm	a =adim	-0,5673	0,993	10	$K_r =$	1,719166997
P= 0,766	5,98	30	$E(Q) =$	3,516512838	mm	b =adim	-0,5673	0,993	30	$K_r =$	2,810089
	7,06	50	$E(Q) =$	4,151602114	mm		-0,5673	0,993	50	$K_r =$	3,317338844
	8,53	100	$E(Q) =$	5,016029182	mm		-0,5673	0,993	100	$K_r =$	4,005633995
	9,99	200	$E(Q) =$	5,874575795	mm		-0,5673	0,993	200	$K_r =$	4,693929145
	11,93	500	$E(Q) =$	7,015384308	mm		-0,5673	0,993	500	$K_r =$	5,603805842

Si è proceduto quindi ad una verifica nella sezione 0, considerata a ridosso del ponte ferroviario, e di altre 4 sezioni dell'alveo, prese a distanza di 25 m tra loro, verso valle in direzione della diga, al fine di verificare che le dimensioni dell'alveo siano adeguate,

Le verifiche risultano essere tutte soddisfatte, e nel dettaglio abbiamo:

SEZIONE 0 - PONTE FERROVIARIO

$Q_t = K_t \cdot E(Q)$	Tr									
	2	$Q_t =$	0,01383043	m ³ /s		Q_t	Portate al colmo di piena			
	5	$Q_t =$	1,032230078	m ³ /s		$E(Q)$	Piena Indice			
	10	$Q_t =$	2,876913912	m ³ /s		K_t	Fattore probabilistico di cresta			
	30	$Q_t =$	7,68332094	m ³ /s						
	50	$Q_t =$	10,70834244	m ³ /s						
	100	$Q_t =$	20,09237701	m ³ /s						
	200	$Q_t =$	21,44024449	m ³ /s						
	500	$Q_t =$	30,56688893	m ³ /s						

$E(Q) = a \cdot A^p$	a	Tr				$K_T = a + b \ln(T)$	a	b	Tr		
	0,25	2	$E(Q) =$	0,114305657	mm		-0,5673	0,993	2	$K_t =$	0,12099515
	2,19	5	$E(Q) =$	1,001317555	mm	$T_r =$ anni	-0,5673	0,993	5	$K_t =$	1,030871847
A=km ²	3,66	10	$E(Q) =$	1,673434819	mm	a =adim	-0,5673	0,993	10	$K_t =$	1,719166997
0 = 0,766	5,98	30	$E(Q) =$	2,734191316	mm	b =adim	-0,5673	0,993	30	$K_t =$	2,810089
	7,06	50	$E(Q) =$	3,227991754	mm		-0,5673	0,993	50	$K_t =$	3,317338844
	8,53	100	$E(Q) =$	5,016029182	mm		-0,5673	0,993	100	$K_t =$	4,005633995
	9,99	200	$E(Q) =$	4,567654054	mm		-0,5673	0,993	200	$K_t =$	4,693929145
	11,93	500	$E(Q) =$	5,454665953	mm		-0,5673	0,993	500	$K_t =$	5,603805842

A=36 Ha =0,36 kmq

VERIFICA

SEZIONE TRAPEZIA

B	30
b	12
h	4

Verifica Sez 0						
Sezione	^canale	Pe nde nza	K_s	alfa 1	alfa2	b
Trapezoidale	m	-	[m ^{1/3} /s]	(°)	°]	m
	4	0,182	30	74	74	12

Tr	Qesercizio		hverif.		Verifica canale
2	0,014	[m ³ /s]	0,004	[mj]	Soddisfatta
5	1,032	[m ³ /s]	0,050	[m]	Soddisfatta
10	2,877	[m ³ /s]	0,092	[m]	Soddisfatta
30	7,683	[m ³ /s]	0,168	[m]	Soddisfatta
50	10,708	[m ³ /s]	0,205	[m]	Soddisfatta
100	20,092	[m ³ /s]	0,300	[m]	Soddisfatta
200	21,440	[m ³ /s]	0,312	[m]	Soddisfatta
500	30,567	[m ³ /s]	0,387	[m]	Soddisfatta

SEZIONE 1 - 25 M A VALLE DEL PONTE

$Q_t = K_t \times E(Q)$		Tr							
		2	$Q_t =$	0,014123765	m ³ /s			Q_t	Portate al colmo di piena
		5	$Q_t =$	1,054123062	m ³ /s			$E(Q)$	Piena Indice
		10	$Q_t =$	2,937931539	m ³ /s			K_t	Fattore probabilistico di crescita
		30	$Q_t =$	9,881714045	m ³ /s				
		50	$Q_t =$	10,93545999	m ³ /s				
		100	$Q_t =$	15,95375124	m ³ /s				
		200	$Q_t =$	21,89497928	m ³ /s				
		500	$Q_t =$	31,2151944	m ³ /s				

$E(Q) = axA^{-\beta}$		a	Tr			$K_T = a + b \ln(T)$		a	b	Tr		
		0,25	2	$E(Q) =$	0,116730012	mm		-0,5673	0,993	2	$K_t =$	0,12099515
		2,19	5	$E(Q) =$	1,022554903	mm	$T_r =$ anni	-0,5673	0,993	5	$K_t =$	1,030871847
A=km ²		3,66	10	$E(Q) =$	1,708927372	mm	a =adim	-0,5673	0,993	10	$K_t =$	1,719166997
3 = 0,766		5,98	30	$E(Q) =$	3,516512838	mm	b =adim	-0,5673	0,993	30	$K_t =$	2,810089
		7,06	50	$E(Q) =$	3,296455532	mm		-0,5673	0,993	50	$K_t =$	3,317338844
		8,53	100	$E(Q) =$	3,982828002	mm		-0,5673	0,993	100	$K_t =$	4,005633995
		9,99	200	$E(Q) =$	4,66453127	mm		-0,5673	0,993	200	$K_t =$	4,693929145
		11,93	500	$E(Q) =$	5,570356162	mm		-0,5673	0,993	500	$K_t =$	5,603805842

A=36,9 Ha=0,369 kmq

SEZIONE TRAPEZIA

B	30
b	12
h	4

Verifica Sez 1						
Sezione	Hcanale	pende nzt	K_s	alfa 1	alfa2	b
	[m]	[-1]	[m ^{1/3} /s]	(°)	[°]	[mi]
Trapezoidale	4	0,195	30	74	74	12

Tr	$Q_{esercizio}$		$h_{verif.}$		Verifica canale
2	0,014	[m ³ /s]	0,004	[m]	Soddisfatta
5	1,054	[m ³ /s]	0,049	[m]	Soddisfatta
10	2,938	[m ³ /s]	0,092	[m]	Soddisfatta
30	9,882	[m ³ /s]	0,190	[m]	Soddisfatta
50	10,935	[m ³ /s]	0,202	[m]	Soddisfatta
100	15,954	[m ³ /s]	0,255	[m]	Soddisfatta
200	21,895	[m ³ /s]	0,309	[m]	Soddisfatta
500	31,212	[m ³ /s]	0,383	[m]	Soddisfatta

SEZIONE 2 - A 50 M A VALLE DEL PONTE

$Q_t = K_t \times E(Q)$	Tr														
	2	$Q_t =$	0,014415251	m ³ /s					Q_t	Portate al colmo di piena					
	5	$Q_t =$	1,075878005	m ³ /s					$E(Q)$	Piena Indice					
	10	$Q_t =$	2,998564436	m ³ /s					K_t	Fattore probabilistico di cresciuta					
	30	$Q_t =$	8,008210751	m ³ /s											
	50	$Q_t =$	11,16114551	m ³ /s											
	100	$Q_t =$	16,28300403	m ³ /s											
	200	$Q_t =$	22,34684686	m ³ /s											
	500	$Q_t =$	31,85941216	m ³ /s											

$E(Q) = axA^p$	a	Tr				$K_T = a + b \ln(T)$	a	b	Tr						
	0,25	2	$E(Q) =$	0,11913908	mm		-0,5673	0,993	2	$K_t =$	0,12099515				
	2,19	5	$E(Q) =$	1,043658345	mm	$T_r =$ anni	-0,5673	0,993	5	$K_t =$	1,030871847				
A=km ²	3,66	10	$E(Q) =$	1,744196137	mm	a = adim	-0,5673	0,993	10	$K_t =$	1,719166997				
3 = 0,766	5,98	30	$E(Q) =$	2,849806804	mm	b = adim	-0,5673	0,993	30	$K_t =$	2,810089				
	7,06	50	$E(Q) =$	3,364487631	mm		-0,5673	0,993	50	$K_t =$	3,317338844				
	8,53	100	$E(Q) =$	4,065025424	mm		-0,5673	0,993	100	$K_t =$	4,005633995				
	9,99	200	$E(Q) =$	4,760797654	mm		-0,5673	0,993	200	$K_t =$	4,693929145				
	11,93	500	$E(Q) =$	5,685316918	mm		-0,5673	0,993	500	$K_t =$	5,603805842				

A=37,8Ha=0,378 kmq

SEZIONE TRAPEZIA

B	30
b	12
h	4

Verifica Sez 2						
Sezione	^canale	Pendenza	K_s	alfa 1	alfa2	b
Trapezoidale	[m]	[-]	[m ^{1/3} /s]	(°)	[°]	[m]
	4	0,23	30	74	74	12

Tr	Qesercizio		hyerif.		Verifica canale
2	0,014	[m ³ /s]	0,004	[m]	Soddisfatta
5	1,076	[m ³ /s]	0,048	[m]	Soddisfatta
10	2,999	[m ³ /s]	0,088	[m]	Soddisfatta
30	8,008	[m ³ /s]	0,160	[m]	Soddisfatta
50	11,161	[m ³ /s]	0,195	[m]	Soddisfatta
100	16,283	[m ³ /s]	0,245	[m]	Soddisfatta
200	22,347	[m ³ /s]	0,297	[m]	Soddisfatta
500	31,859	[m ³ /s]	0,369	[m]	Soddisfatta

SEZIONE 3 - A 75 M A VALLE DEL PONTE

$Q_t = K_t \times E(Q)$	Tr								
	2	$Q_t =$	0,014704947	m ³ /s		Q_t	Portate al colmo di piena		
	5	$Q_t =$	1,097499379	m ³ /s		$E(Q)$	Piena Indice		
	10	$Q_t =$	3,058825062	m ³ /s		K_t	Fattore probabilistico di cresta		
	30	$Q_t =$	8,169147693	m ³ /s					
	50	$Q_t =$	11,38544538	m ³ /s					
	100	$Q_t =$	16,61023528	m ³ /s					
	200	$Q_t =$	22,79594008	m ³ /s					
	500	$Q_t =$	32,49967457	m ³ /s					

$E(Q) = axA^{-b}$	a	Tr			$K_T = a + b \ln(T)$	a	b	Tr		
	0,25	2	$E(Q) =$	0,121533358	mm		-0,5673	0,993	2	$K_t =$ 0,12099515
	2,19	5	$E(Q) =$	1,064632216	mm	$T_r =$ anni	-0,5673	0,993	5	$K_t =$ 1,030871847
A=km ²	3,66	10	$E(Q) =$	1,779248361	mm	a =adim	-0,5673	0,993	10	$K_t =$ 1,719166997
B = 0,766	5,98	30	$E(Q) =$	2,907077923	mm	b =adim	-0,5673	0,993	30	$K_t =$ 2,810089
	7,06	50	$E(Q) =$	3,432102029	mm		-0,5673	0,993	50	$K_t =$ 3,317338844
	8,53	100	$E(Q) =$	4,146718174	mm		-0,5673	0,993	100	$K_t =$ 4,005633995
	9,99	200	$E(Q) =$	4,856472985	mm		-0,5673	0,993	200	$K_t =$ 4,693929145
	11,93	500	$E(Q) =$	5,799571843	mm		-0,5673	0,993	500	$K_t =$ 5,603805842

A=38,7 Ha=0,387 kmq

Verifica Sez 3						
Sezione	^canale	Pe nde nz	K_s	alfa 1	alfa2	b
	[m]	[-]	[m ^{1/3} /s]	[°]	[°]	[m]
Trapezoidale	4	0,17	30	74	74	12

Tr	$Q_{esercizio}$		$h_{verif.}$		Verifica canale
2	0,015	[m ³ /s]	0,004	[m]	Soddis fatta
5	1,097	[m ³ /s]	0,053	[m]	Soddis fatta
10	3,059	[m ³ /s]	0,098	[m]	Soddis fatta
30	8,169	[m ³ /s]	0,177	[m]	Soddis fatta
50	11,385	[m ³ /s]	0,216	[m]	Soddis fatta
100	16,610	[m ³ /s]	0,272	[m]	Soddis fatta
200	22,796	[m ³ /s]	0,330	[m]	Soddis fatta
500	32,500	[m ³ /s]	0,409	[m]	Soddis fatta

SEZIONE 4-A 100 MA VALLE DEL PONTE

$Q_t = K_t \lambda E(Q)$	Tr									
	2	$Q_t =$	0,01499291	m ³ /s			Q_t	Portate al colmo di piena		
	5	$Q_t =$	1,118991397	m ³ /s			$E(Q)$	Piena Indice		
	10	$Q_t =$	3,118725162	m ³ /s			K_t	Fattore probabilistico di crescita		
	30	$Q_t =$	8,329121786	m ³ /s						
	50	$Q_t =$	11,60840331	m ³ /s						
	100	$Q_t =$	16,93550879	m ³ /s						
	200	$Q_t =$	23,24234649	m ³ /s						
	500	$Q_t =$	33,13610644	m ³ /s						

$E(Q) = axA^p$	a	Tr				$K_T = a + b \ln(T)$	a	b	Tr				
	0,25	2	$E(Q) =$	0,123913311	mm			-0,5673	0,993	2	$K_t =$	0,12099515	
	2,19	5	$E(Q) =$	1,085480605	mm	$T_r =$ anni		-0,5673	0,993	5	$K_t =$	1,030871847	
A=km ²	3,66	10	$E(Q) =$	1,814090875	mm	a =adim		-0,5673	0,993	10	$K_t =$	1,719166997	
P = 0,766	5,98	30	$E(Q) =$	2,964006402	mm	b =adim		-0,5673	0,993	30	$K_t =$	2,810089	
	7,06	50	$E(Q) =$	3,499311906	mm			-0,5673	0,993	50	$K_t =$	3,317338844	
	8,53	100	$E(Q) =$	4,227922175	mm			-0,5673	0,993	100	$K_t =$	4,005633995	
	9,99	200	$E(Q) =$	4,951575912	mm			-0,5673	0,993	200	$K_t =$	4,693929145	
	11,93	500	$E(Q) =$	5,913143207	mm			-0,5673	0,993	500	$K_t =$	5,603805842	

A=39,6 Ha=0,396 kmq

Verifica Sez 4						
Sezione	i^{**}_{canale}	Pendenza	K_s	alfa 1	alfa2	b
Trapezoidale	[m]	[-1]	[m ^{1/3} /s]	(°)	[°]	[m]
	4	0,13	30	74	74	12

Tr	$Q_{esercizio}$	$i_{verif.}$	Verifica canale		
2	0,015	[m ³ /s]	0.004	[m]	Soddisfatta
5	1,119	[m ³ /s]	0,058	[m]	Soddisfatta
10	3,119	[m ³ /s]	0,107	[m]	Soddisfatta
30	8,329	[m ³ /s]	0,194	[m]	Soddisfatta
50	11,608	[m ³ /s]	0,237	[m]	Soddisfatta
100	16,936	[m ³ /s]	0,299	[m]	Soddisfatta
200	23,242	[m ³ /s]	0,362	[m]	Soddisfatta
500	33,136	[m ³ /s]	0,499	[m]	Soddisfatta

4.Dimensionamento del tubo a pelo libero di attraversamento.

Nell'area oggetto di intervento risulta presente una stradina di servizio, risalente ai tempi di costruzione della diga, in realtà usata raramente solo in casi eccezionali e solo per servizio.

L'attraversamento è caratterizzato dalla presenza di tubi di plastica posizionati al di sotto del manto, costituito a sua volta da misto stabilizzato.



Stato di fatto attraversamento

Pertanto è stato inoltre previsto un intervento di sostituzione dei tre tubi in plastica, con diametro da 40 cm, posti in corrispondenza dell'attraversamento di servizio che passa sotto il ponte, con un unico tubo in CA, del diametro di 150 cm a garantire anche le portate a tempo di ritorno 500 anni.

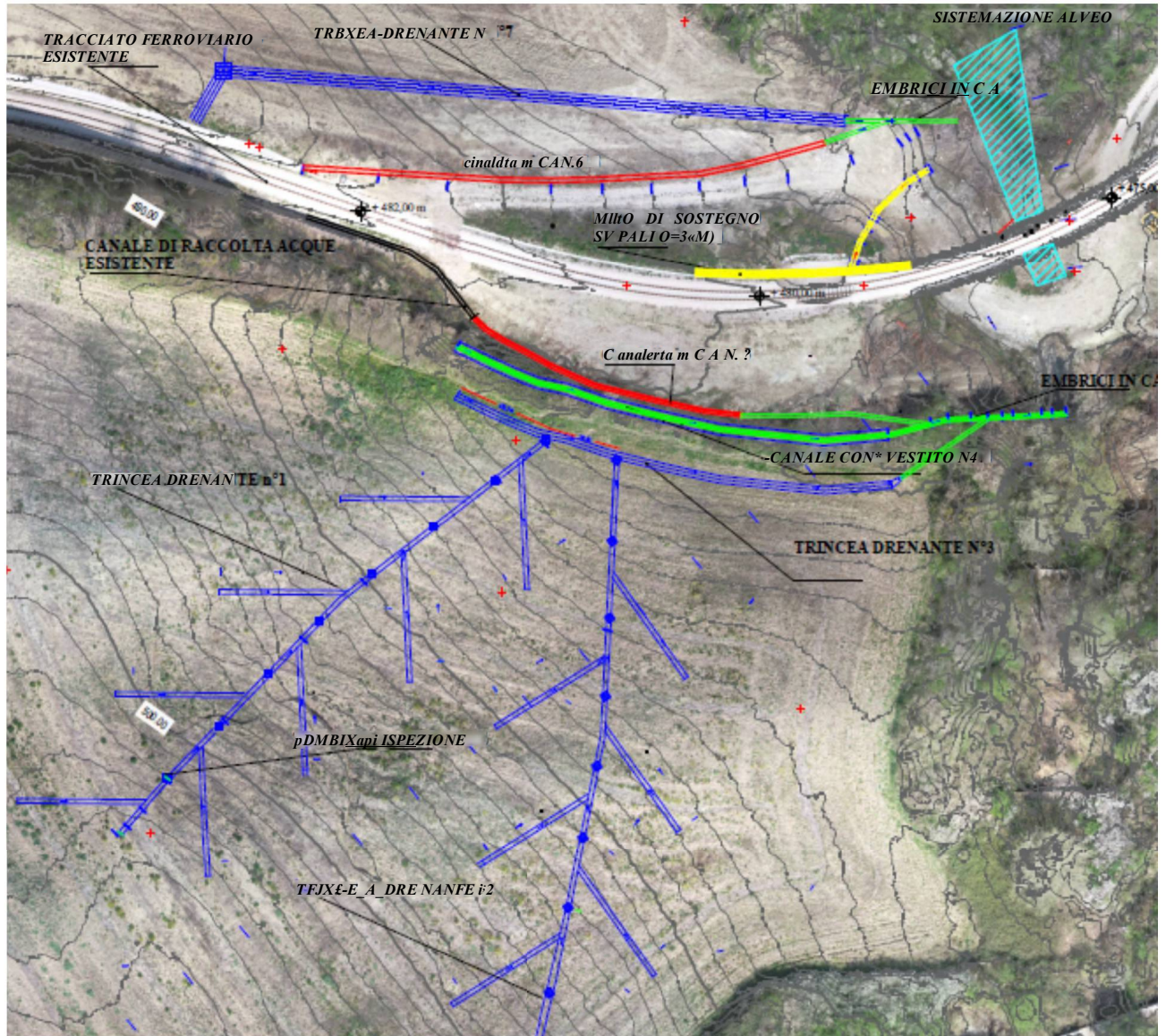
In particolare le verifiche idrauliche hanno valutato le dimensioni dei diametri occorrenti allo smaltimento delle portate per i differenti tempi di ritorno:

Calcolo tubo bypass ferrovia									
Calcolo portata di una condotta circolare a pelo libero									
$Qt = K_r \times E(Q)$	Tr					Diametro (m)	Fatt.re riempimento (%)	Pendenza canale (m/m)	PORTATA MASSIMA
	2	Qt=	0,01383043	m ³ /s		0,1	0,75	0,18	0,021
	5	Qt=	1,032230078	m ³ /s		0,5	0,75	0,18	1,519
	10	Qt=	2,876913912	m ³ /s		0,7	0,75	0,18	3,726
	30	Qt=	7,68332094	m ³ /s		1	0,75	0,18	9,647
	50	Qt=	10,70834244	m ³ /s		1,1	0,75	0,18	12,438
	100	Qt=	20,09237701	m ³ /s		1,4	0,75	0,18	23,662
	200	Qt=	21,44024449	m ³ /s		1,4	0,75	0,18	23,662
	500	Qt=	30,56688893	m ³ /s		1,6	0,75	0,18	33,783
Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler:									
80 Tubi con lievi incrostazioni, cemento ord.									

Come si può vedere dalle tabelle di calcolo, il diametro scelto verifica fino ad un tempo di ritorno di 200 anni, e considerando che questa stradina è in realtà utilizzata molto raramente e solo per servizio eccezionale, la scelta progettuale appare idonea.

4. Dimensionamento trincee drenanti.

Il progetto di sistemazione idraulica prevede anche la realizzazione di tre trincee drenanti, un canale drenante e la messa in opera di due canalette.



Realizzazione di trincea drenante a valle della ferrovia, con profondità di circa 2,50 m -4, 0 m
interventi n. 1 - n.2 -n.3

Gli interventi previsti sono ubicati in terreni di proprietà di “altra ditta”, che hanno la caratteristica di avere forti pendenze e nessuna forma di regimentazione idraulica. Anche le canalette nella zona sono realizzate in parte e le cunette risultano in pessimo stato di manutenzione, completamente occluse da materiale trasportato nel tempo dalle acque meteoriche. Inoltre la presenza di fratture nell’argilla, dovute anche ai movimenti franosi tipici

di quest'area della Basilicata, permettono all'acqua piovana di infiltrarsi negli strati inferiori a monte, fuoriuscendo in punti casuali a valle, come quello individuato ai piedi del rilevato che è stato scalzato durante le piogge torrenziali di febbraio 2019.

Pertanto di è deciso di operare una regimazione idraulica su tali terreni proprio per mettere in sicurezza la linea ferroviaria. Nello specifico le trincee 1 e 2 sono costituite da una condotta principale nella quale troviamo alla base del ghiaietto per 20 cm, successivamente due tubi drenanti di diametro 20 cm l'uno, quindi riempimento con ghiaietto fino a 70 cm di altezza. Il tutto racchiuso con geotessuto TNT. Al di sopra sono stati previsti gabbioni metallici con all'interno materiale drenante proveniente da cava, e anche questa parte racchiusa con il geotessuto. Lo scavo viene poi rinterrato con lo stesso materiale naturale presente in zona.

Quest'ultima proposta progettuale vuole interagire con il sistema di smaltimento delle acque superficiali dando un apporto alla velocità di smaltimento stessa delle portate di massimo deflusso che, di fatto, questi ultimi sistemi, rallentano, impedendo, nelle situazioni di massimo apporto idrico, la realizzazione di situazioni critiche. Questo è possibile sia per le caratteristiche di permeabilità dell'argilla stessa che delle strutture progettate.

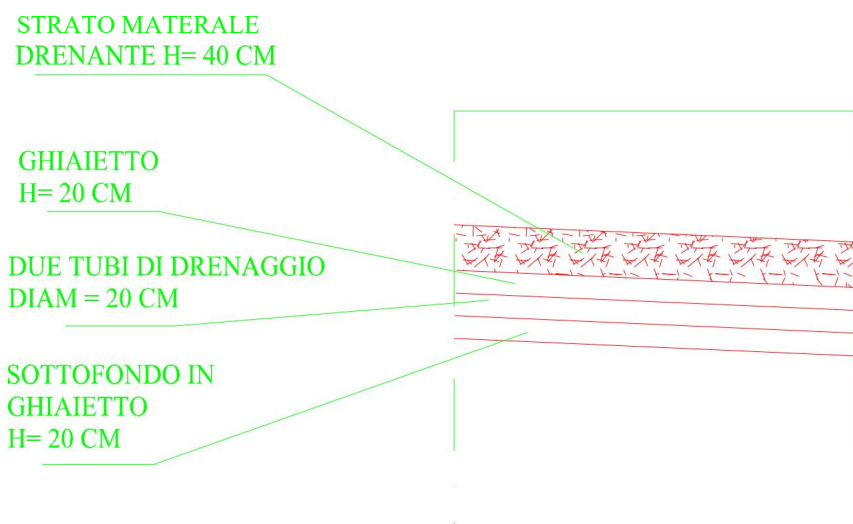
La trincea inoltre, oltre ad avere una condotta principale, ha delle diramazioni laterali, confluenti con angolazione di 45°, atte a coinvolgere nell'azione di drenaggio, un più vasto areale, contribuendo ad implementare l'efficacia e l'efficienza del sistema progettato.

La trincea 3, oltre alla funzione di drenaggio, ha il compito di raccogliere e convogliare le acque che arrivano dalla trincea 1 e dalla trincea 2 e immetterle, tramite embrici nell'ultimo tratto, nel fosso Palermo.

Anch'essa è della stessa tipologia delle precedenti e con stessa sezione ma i due tubi drenanti, con diametro da 20 cm, vengono posizionati e sfalsati ad altezze diverse per poter permettere l'inserimento, tramite i pezzi speciali, dei 4 tubi provenienti dalle trincee 1 e 2.

Realizzazione di trincea drenante a valle della ferrovia, con profondità di circa 1,50 m -
intervento n. 7

A seguito di sondaggi effettuati “in situ” si è verificata la presenza costante di acqua nella zona a valle della ferrovia, ad una profondità variabile tra 1,0 - 1,50 m. Si tratta di acqua superficiale che si infiltra nelle fessurazioni dell’argilla che si muove nella direzione del ponte ferroviaria. In virtù dell’opera di sostegno che si è prevista in progetto, è necessario attuare una protezione del muro dall’azione erosiva e di spinta di quest’ultima, pertanto si prevede la realizzazione di una *trincea drenante* con profondità media di -1.50 m, costituita da sottofondo in ghiaione di altezza 20 cm, successivo posizionamento di due tubi drenanti di diametro 20 cm, quindi successivo ghiaione per altri 20 cm e strato finale di materiale drenante di grossa pezzatura, proveniente da cava, per altri 40 cm.



Nel dettaglio le trincee avranno le seguenti caratteristiche:

<i>Trincea</i>	<i>Diametro cm</i>	<i>Lunghezza (m)</i>	<i>Pendenza %</i>
<i>1</i>	<i>2 * 20</i>	<i>86</i>	<i>25</i>
<i>2</i>	<i>2*20</i>	<i>88</i>	<i>18.7</i>
<i>3</i>	<i>2 * 20</i>	<i>62</i>	<i>4</i>
<i>7</i>	<i>2 * 20</i>	<i>81</i>	<i>14.8</i>

Ing Olga Renata Colletta