



REGIONE TOSCANA



PROVINCIA DI AREZZO

Lavori di ripristino giunti sul viadotto di Poggilupi e viadotto Leonardo nell'ambito delle opere di completamento della variante STR 69 1° e 2° lotto (scheda AR - 1AB)

CIG 9880901972 CUP I97H25000110002



PROGETTO DEFINITIVO-ESECUTIVO

Descrizione elaborato

Relazione idraulica - Viadotto Leonardo

Data
Giugno 2026

Codice interno	Lotto/Tratto	Livello	Ambito	Tipo	Numero	Rev.
25148	LU	PE	IDR	R	02	01

Responsabile unico del procedimento:
Ing. Luca Pigolotti

Responsabile della progettazione:
Ing. Matteo Pierami

Responsabile della sicurezza in fase di progettazione:
Ing. Matteo Pierami

Progettazione:



REV	DATA	MOTIVAZIONE	REDATTO	VERIFICATO	AUTORIZZATO	EMESSO
00	Aprile 2026	Prima emissione	Ing. C. Maiorano	Ing. N. Giusti	Ing. F. Bernardini	Ing. M. Pierami
01	Giugno 2026	Seconda emissione	Ing. C. Maiorano	Ing. N. Giusti	Ing. F. Bernardini	Ing. M. Pierami



REGIONE TOSCANA



PROVINCIA DI AREZZO

LAVORI DI RIPRISTINO GIUNTI SUL VIADOTTO DI POGGILUPI E VIADOTTO LEONARDO NELL'AMBITO DELLE OPERE DI COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE
STR 69 1° E 2° LOTTO (SCHEDA AR-1AB)

Sommario

1	Premessa	2
2	Inquadramento normativo	2
2.1	Mappe di pericolosità	2
2.2	Mappe del rischio	3
2.3	Altri strumenti normativi	4
3	Smaltimento delle acque meteoriche	7
3.1	Stato attuale	7
3.2	Stato di progetto	9
3.3	Dimensionamento collettori	9
3.3.1	Collettore di collegamento orizzontale	10
3.3.2	Collettore di scarico	10
3.3.3	Giunti	11



1 Premessa

La presente relazione, strettamente collegata alla Relazione idrologica (*elaborato 25148_LU_PE_IDR_R_01_01_^Relazione idrologica- Viadotto Leonardo*), completa la trattazione con gli aspetti idraulici legati ai lavori di ripristino dei giunti di dilatazione del viadotto "Leonardo".

2 Inquadramento normativo

La Direttiva Alluvioni (D.lgs. 49/2010) stabilisce all'art. 6 che per le zone individuate ai sensi dell'art. 5 come APSFR siano redatte mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni.

2.1 Mappe di pericolosità

Secondo quanto previsto dall'art. 14 del P.G.R.A., dall'art. 20 della L.R. 41/2018 e dalle procedure di cui alla D.G.R.T. 166/2020, la caratterizzazione della pericolosità da alluvioni, per le aree oggetto di studio, è stata effettuata secondo la seguente classificazione:

- Aree a pericolosità per alluvioni frequenti (P3), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera d) della l.r.41/2018
- Aree a pericolosità per alluvioni poco frequenti (P2), come definite dall'articolo 2, comma 1, lettera e) della l.r.41/2018
- Aree a pericolosità da alluvioni rare o di estrema intensità (P1), come classificate negli atti di pianificazione di bacino in attuazione del d.lgs.49/2010

Come illustrato nella seguente figura, estratta dalla cartografia del **Piano di Gestione del Rischio da Alluvioni 2021 – 2027 (PGRA)**, la zona di interesse ricade nelle zone di pericolosità da alluvione P1 (eventi estremi- bassa pericolosità) e P3 (alta pericolosità), corrispondenti, rispettivamente, ad aree inondabili con tempo di ritorno 500 e 30 anni.

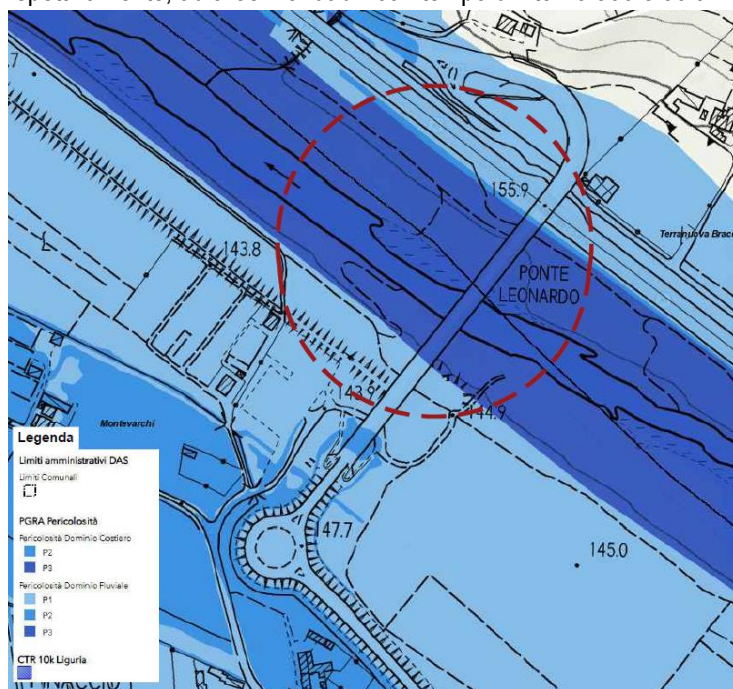


Figura 1: Mappa della pericolosità da alluvione fluviale e costiera- PGRA



Per completezza, si riporta un estratto della mappa della pericolosità da alluvione ai sensi della direttiva 2007/60/CE che conferma quanto detto in precedenza sulla pertinenza nelle zone di pericolosità P1-P3.



Figura 2. Mappa della pericolosità da alluvione ai sensi della direttiva 2007/60/CE- PGRA

2.2 Mappe del rischio

La Direttiva stabilisce che, in corrispondenza di ciascuno scenario di probabilità, siano redatte mappe del rischio di alluvioni, in cui devono essere rappresentate le potenziali conseguenze avverse in termini di:

- numero indicativo di abitanti potenzialmente interessati
- tipo di attività economiche insistenti nell'area potenzialmente interessata
- impianti di cui alla Direttiva 96/51/CE che potrebbero provocare inquinamento accidentale in caso di alluvioni e aree protette (di cui all'allegato IV, paragrafo 1, punti i), iii) e v) della Dir. 2000/60/CE) potenzialmente interessate
- altre informazioni considerate utili dai MS, come l'indicazione delle aree in cui possono verificarsi alluvioni con elevato trasporto solido e colate detritiche e informazioni su altre fonti notevoli di inquinamento.



REGIONE TOSCANA



PROVINCIA DI AREZZO

LAVORI DI RIPRISTINO GIUNTI SUL VIADOTTO DI POGGILUPI E VIADOTTO LEONARDO NELL'AMBITO DELLE OPERE DI COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE
STR 69 1° E 2° LOTTO (SCHEDA AR-1AB)

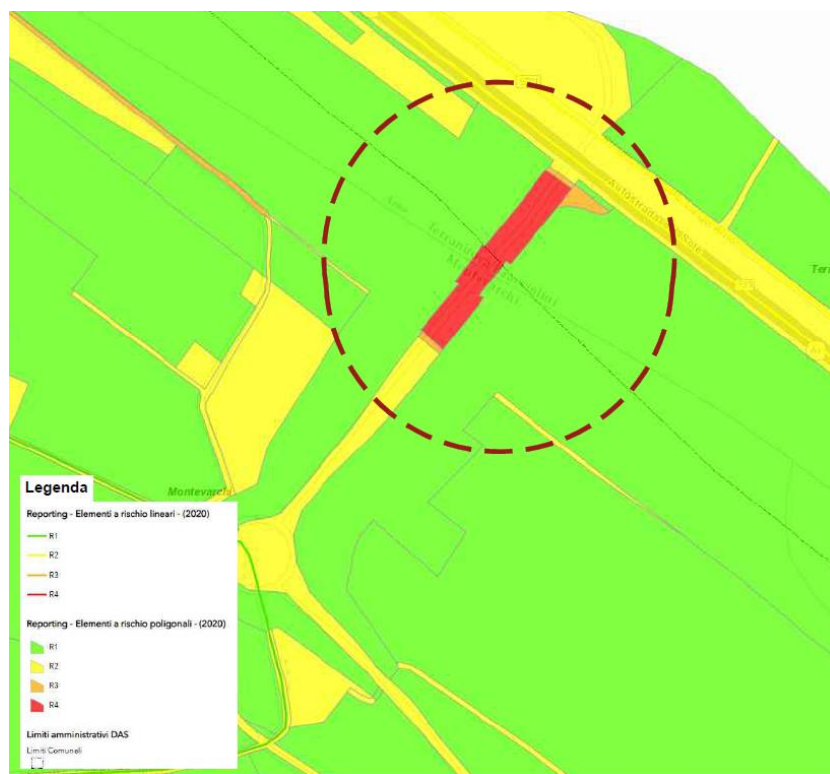


Figura 3: Mappa del rischio da alluvione ai sensi del D.Lgs 49/2010- PGRA

2.3 Altri strumenti normativi

In aggiunta alla cartografia del PGRA, è stato possibile reperire del materiale utile a definire le caratteristiche idrauliche della zona mediante i piani strutturali di Montevarchi e Terranova Bracciolini, di cui se ne riportano degli estratti nel seguito.



REGIONE TOSCANA



PROVINCIA DI AREZZO

LAVORI DI RIPRISTINO GIUNTI SUL VIADOTTO DI POGGILUPI E VIADOTTO LEONARDO NELL'AMBITO DELLE OPERE DI COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE STR 69 1° E 2° LOTTO (SCHEDA AR-1AB)

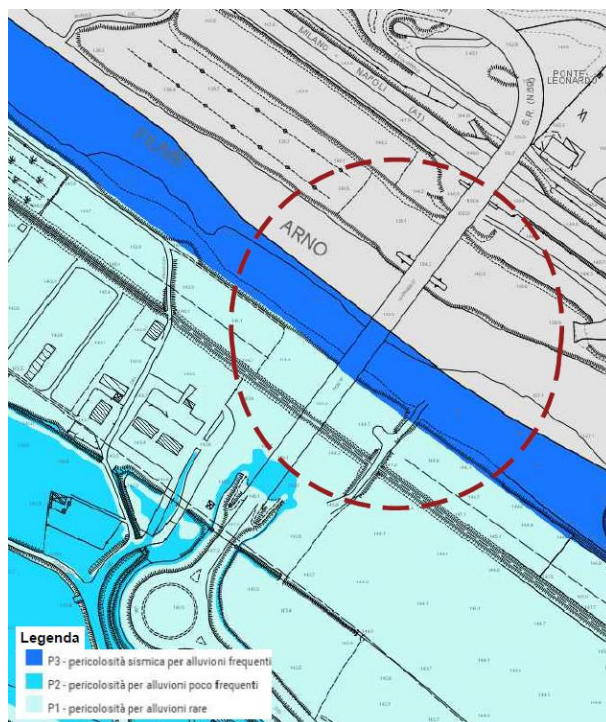


Figura 4: Pericolosità da alluvioni- Piano strutturale Montevarchi



Figura 5: Carta dei battenti- Velocità corrente- Magnitudo idraulica- Piano strutturale Montevarchi



REGIONE TOSCANA



PROVINCIA DI AREZZO

LAVORI DI RIPRISTINO GIUNTI SUL VIADOTTO DI POGGILUPI E VIADOTTO LEONARDO NELL'AMBITO DELLE OPERE DI COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE
STR 69 1° E 2° LOTTO (SCHEDA AR-1AB)

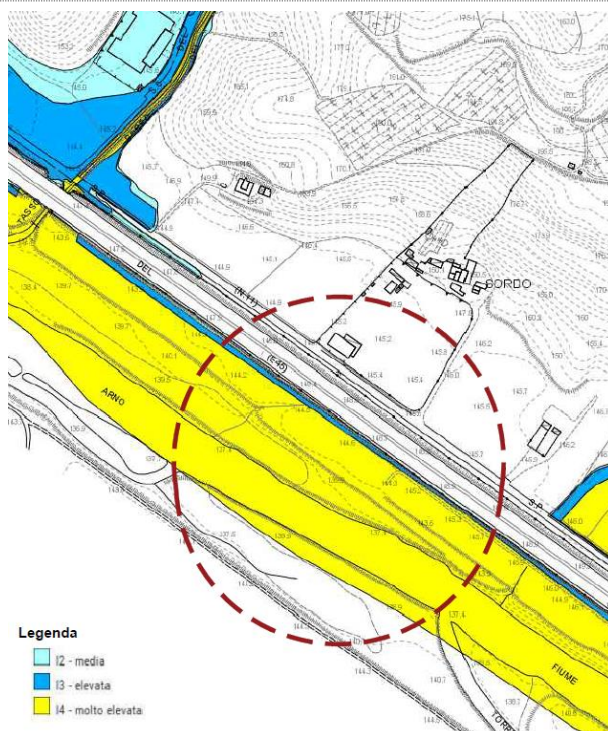


Figura 6: Pericolosità idraulica- Piano strutturale Terranova Bracciolini



3 Smaltimento delle acque meteoriche

3.1 Stato attuale

Il sistema di drenaggio attuale prevede l'allontanamento delle acque meteoriche provenienti dalla piattaforma stradale mediante delle caditoie posizionate ai lati del marciapiede esistente, che convogliano l'acqua ad un collettore di collegamento orizzontale che, in definitiva, si raccorda con la tubazione di scarico.

Allo stato attuale, tuttavia, il drenaggio superficiale delle acque meteoriche presenta alcune criticità:

1. Le caditoie grigliate risultano parzialmente o totalmente occluse da vegetazione e depositi di sedimenti, da cui ne deriva un'inefficienza nello smaltimento delle acque;



Figura 7: Stato attuale delle caditoie grigliate





REGIONE TOSCANA



PROVINCIA DI AREZZO

LAVORI DI RIPRISTINO GIUNTI SUL VIADOTTO DI POGGILUPI E VIADOTTO LEONARDO NELL'AMBITO DELLE OPERE DI COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE
STR 69 1° E 2° LOTTO (SCHEDA AR-1AB)



Figure 8,9,10 : Stato attuale delle caditoie grigliate

2. La pendenza della strada non assicura il giusto convogliamento delle acque alle caditoie grigliate, causando ristagni con conseguente crescita di vegetazione.



Figura 11: Stato attuale di ristagno di acqua con conseguente crescita di vegetazione



3.2 Stato di progetto

Per assicurare la risoluzione delle criticità sopra esposte, si prevedono, dunque, due principali interventi:

1. In fase di ripristino della pavimentazione, si provvede a ripristinare uno spessore maggiore rispetto ai previsti 3 cm, in modo tale che l'acqua possa confluire senza criticità alle griglie presenti, evitando fenomeni di ristagno;
2. Si prevede la pulizia delle griglie esistenti da vegetazione e detriti per ripristinarne l'efficienza.

In questo modo sarà possibile ripristinare le funzionalità del sistema di smaltimento esistente, senza prevedere ulteriori modifiche agli aspetti idraulici.

Come sopra anticipato, pur non prevedendo modifiche sostanziali alla regimazione superficiale, il progetto integra la verifica e il dimensionamento dei dispositivi di drenaggio esistenti per assicurarne la corretta efficienza operativa.

Per verificare detto sistema di smaltimento sono stati dimensionati, nel seguente paragrafo, i collettori adatti ad allontanare le acque meteoriche dalla piattaforma del viadotto.

3.3 Dimensionamento collettori

La verifica idraulica della rete di raccolta è stata effettuata mediante l'**equazione di Manning**, parametrizzata per identificare il diametro nominale idoneo al corretto deflusso delle acque.

$$Q = \frac{AR^{2/3}S^{1/2}}{n}$$

Dove

Q : Portata [m^3/s];

A : Area bagnata [m^2];

R : Raggio idraulico [m];

S : Pendenza idraulica [$-$];

n : Coefficiente di scabrezza di Manning [$s/m^{1/3}$]

Ipotizzata una sezione circolare piena, è stato possibile sostituire nell'equazione di Manning i valori di raggio idraulico ed area bagnata con:

$$R = \frac{D}{4}, \quad A = \frac{\pi D^2}{4}$$

Ottenendo così il valore ricercato di diametro, D , pari a:

$$D = \left(\frac{Q \cdot n \cdot 4^{5/3}}{\pi \cdot S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

Si assume cautelativamente, come valore di portata Q , la portata massima Q_{max} ottenibile con la formula razionale:

$$Q_{max} = \frac{\psi \cdot h \cdot A}{T_c}$$

Dove:

Q_{max} : portata di massima piena [m^3/h];



ψ : coefficiente di afflusso in questo caso assunto sempre pari ad 1 (superfici impermeabili- strade e cemento) [–];

h : altezza della pioggia critica considerata stimata con l'equazione della curva di possibilità pluviometrica $h = a \cdot t^n$ facendo riferimento ad un tempo di ritorno di 20 anni [m] (Elaborato XXX; Relazione idrologica);

A : superficie interessata [m^2];

T_c : tempo di corrivazione [h]

Il tempo di corrivazione T_c è il tempo impiegato da una singola particella d'acqua per raggiungere la sezione di chiusura del bacino e indica l'istante nel quale, il bacino sotteso alla sezione di chiusura, contribuisce alla formazione del deflusso. Per il calcolo del tempo di corrivazione, in letteratura, sono presenti numerose formule empiriche basate su bacini reali le quali possono restituire anche valori significativamente diversi. L'applicazione di una formula piuttosto che un'altra è legata al trovare una somiglianza tra il bacino relativo alla formula utilizzata e il bacino di progetto.

In Toscana inoltre non esistono valori standard definiti per tutte le aree urbane dato che, t_c , varia in base alle caratteristiche di ogni bacino. Tuttavia, nelle zone urbanizzate, t_c tende ad assumere valori più bassi a causa dell'alta percentuale di impermeabilizzazione del suolo.

In questo specifico caso è stato assunto un valore di tempo di corrivazione pari a **10 minuti**.

3.3.1 Collettore di collegamento orizzontale

La procedura di dimensionamento e verifica del collettore orizzontale si è basata sulla determinazione della superficie scolante afferente ad ogni singolo punto di raccolta. Assumendo una configurazione d'installazione tipica con interasse di 15 m tra le griglie, e considerando una semicarreggiata di 9 m (su una lunghezza totale del viadotto di 495 m), l'area di pertinenza di ogni griglia è stata stimata di circa 135 mq. Tale valore è stato utilizzato come base per il calcolo della portata massima. Successivamente, la verifica idraulica è stata condotta adottando un coefficiente di Manning compatibile con le condotte esistenti, stimato in base allo stato di conservazione e alla tipologia di materiale comunemente in uso per collettori di collegamento di questo tipo.

L'analisi dei parametri riportati nella tabella successiva documenta l'efficienza idraulica del collettore di collegamento. Le risultanze del calcolo attestano, infatti, che il diametro nominale attualmente in opera è idoneo a smaltire i carichi meteorici previsti, mantenendo adeguati margini di sicurezza.

ψ [-]	h [m]	T_c [h]	Q_{max} [m ³ /s]	n [s/m ^{1/3}]	S [%]	D [mm]	DN [mm]
1	0,033	0,17	0,0074	0,011	1,5	99,65	100,00

Tabella 1: Parametri dimensionamento e verifica collettore di collegamento

3.3.2 Collettore di scarico

Analogamente a quanto eseguito per il collettore di collegamento orizzontale, la verifica del collettore di scarico si è basata sulla determinazione dell'area contribuyente. Coerentemente con l'assetto impiantistico attuale, che prevede una linea di scarico per ciascun lato dell'impalcato, è stata considerata una superficie scolante pari all'intera lunghezza del viadotto (495 m) per la relativa semi-larghezza (9 m). L'area afferente risultante, pari a 4,455 mq, è stata assunta come base di calcolo in assenza di scarichi intermedi; tale ipotesi configura la condizione di massimo carico per il sistema di smaltimento.



Nella tabella seguente si riepilogano i parametri adottati ed i risultati ottenuti impostando un valore del coefficiente di Manning prudenziale e una pendenza minima di funzionamento, in modo tale da validare l'efficienza del sistema anche nelle condizioni idrauliche più critiche.

ψ [-]	h [m]	T_c [h]	Q_{max} [m ³ /s]	n [s/m ^{1/3}]	S [%]	D [mm]	DN [mm]
1	0,033	0,17	0,24	0,011	0,50	454,34	500,00

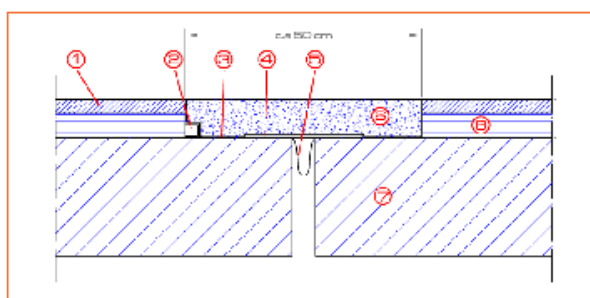
Tabella 2: Parametri dimensionamento e verifica collettore di scarico

3.3.3 Giunti

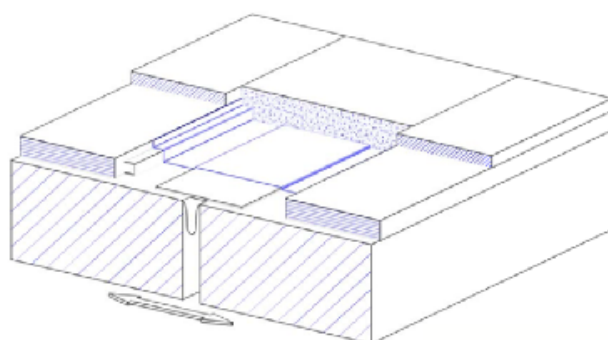
L'intervento prevede il ripristino dei giunti di dilatazione in corrispondenza delle pile 3 e 7.

Per la pila 3 è stata selezionata una soluzione a **tampone viscoelastico**, di cui si riporta uno schema illustrativo nel seguito, dotata di canalina di raccolta e scossalina sottostante per l'allontanamento delle acque.

GIUNTO A TAMPONE VISCOELASTICO



SEZIONE TRASVERSALE



VISTA ASSONOMETRICA

LEGENDA

1. Strato di usura
2. Dispositivo di drenaggio
3. Legante bituminoso
4. Lamiera d'acciaio
5. Scossalina
6. Tampone viscoelastico
7. Soletta
8. Binder

Figura 12: Giunto a tampone viscoelastico

In corrispondenza della pila 7, invece, si prevede l'installazione di un **giunto in gomma armata** per grandi scorrimenti MEG, anch'esso equipaggiato con profilo di drenaggio e scossalina, di cui si riporta lo schema nella figura seguente.

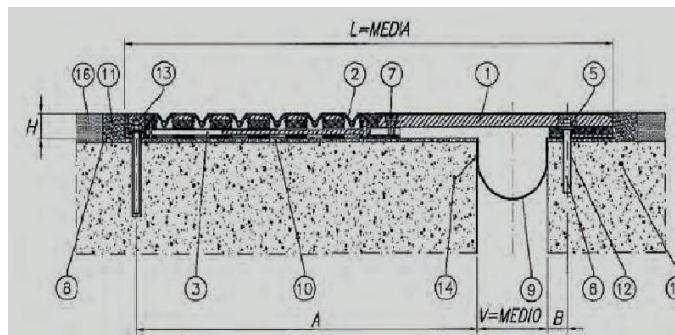


REGIONE TOSCANA



PROVINCIA DI AREZZO

LAVORI DI RIPRISTINO GIUNTI SUL VIADOTTO DI POGGILUPI E VIADOTTO LEONARDO NELL'AMBITO DELLE OPERE DI COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE STR 69 1° E 2° LOTTO (SCHEDA AR-1AB)



POS	DENOMINAZIONE	MATERIALE/NORMATIVA
1	Piastra ponte	EN 10025 - S355J2G3
2	Elemento modulare	Gomma vulc. 70±5 SH/A - S355JR- S235JR
3	Sistema di antisollevamento	Classe 8.8 UNI EN ISO 898
4	Rondella ovale M24	S275JR - Zincata
5	Dado autobloccante M24	Classe 6 - Zincato
6	Barra filettata M24	Classe 8.8
7	Vite Toei M20	
8	Profilo di drenaggio a C	Alluminio
9	Scossalina	Tessuto di polietilene + PVC armato con rete in nylon
10	Allettamento giunti	Betoncino reoplastico antiritiro
11	Massetto laterale	Betoncino reoplastico antiritiro
12	Resina di ancoraggio	R - SM EFIX
13	Sigillatura asole	R - SM P-FILL
14	Stesa e rasatura stucco pareti vert.	R - SM EBOND
15	Testata soletta	
16	Pavimentazione	

Figura 13: Giunto in gomma armata- grandi scorrimenti MEG

Si propone per entrambe le tipologie di giunto, come **soluzione tecnica da valutare in fase di direzione lavori**, l'inserimento di un tubo drenante fessurato di ridotte dimensioni per il collegamento diretto tra il profilo di drenaggio e la scossalina. Le acque così raccolte saranno convogliate al sistema di scarico principale mediante una "vasca" collegata tramite tubazione di raccordo alla condotta di scarico esistente.

Si riporta, a titolo esemplificativo, la configurazione di drenaggio da considerarsi rappresentativa della soluzione tecnica adottata per i dispositivi di giunzione.

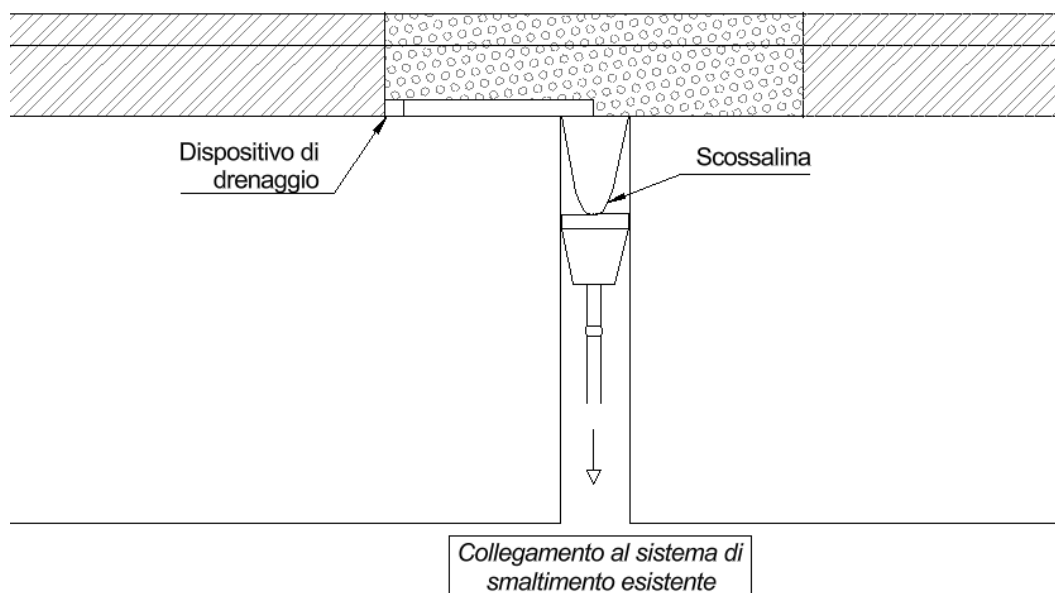


Figura 14



REGIONE TOSCANA



PROVINCIA DI AREZZO

LAVORI DI RIPRISTINO GIUNTI SUL VIADOTTO DI POGGILUPI E VIADOTTO LEONARDO NELL'AMBITO DELLE OPERE DI COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE
STR 69 1° E 2° LOTTO (SCHEDA AR-1AB)

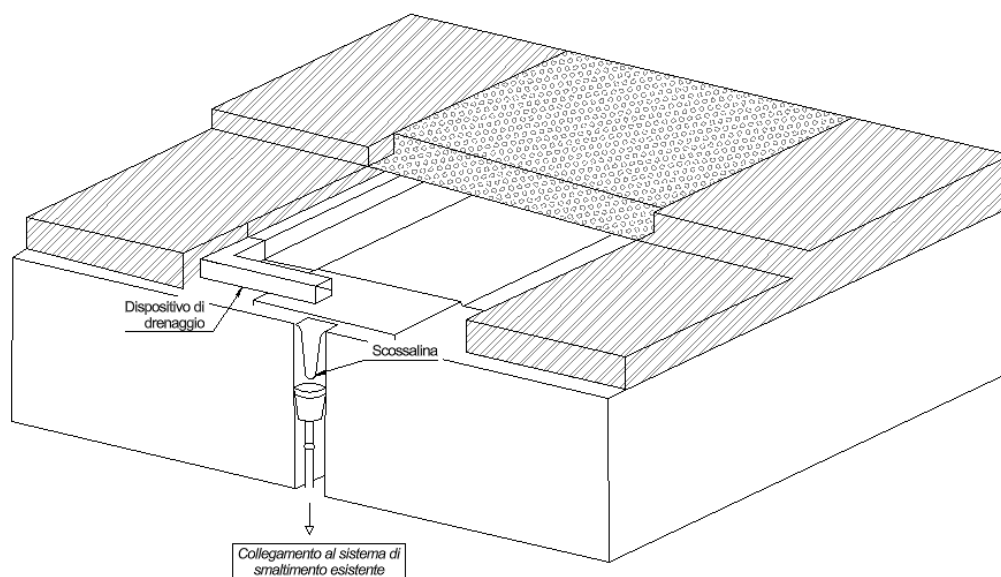


Figure 14- 15: Smaltimento acque meteoriche giunto a tampone viscoelastico

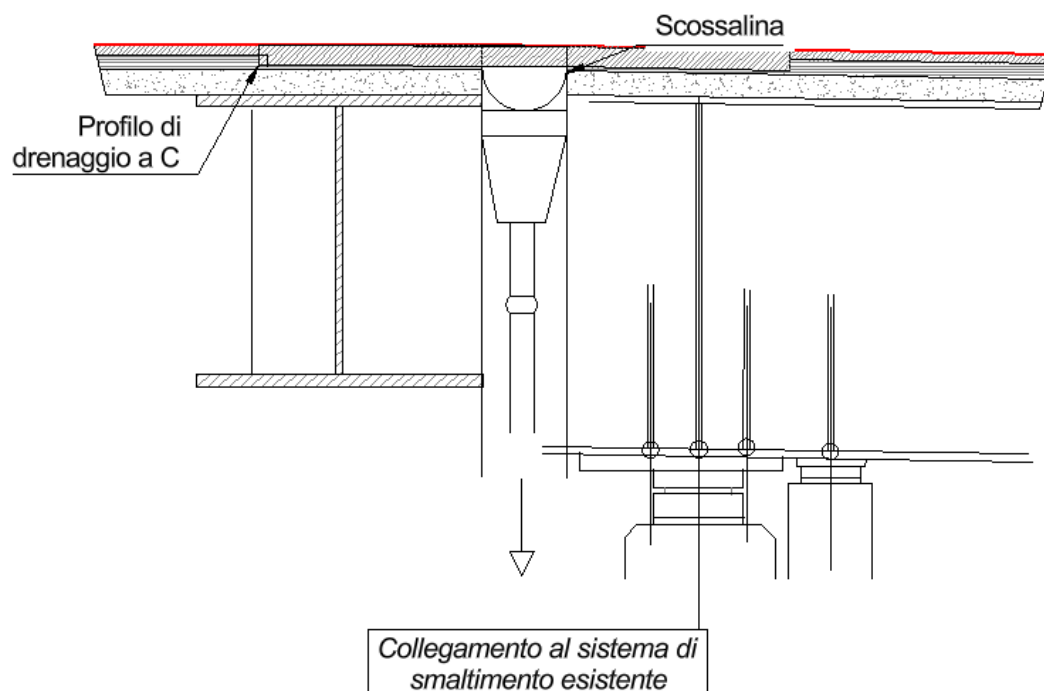


Figura 16



REGIONE TOSCANA



PROVINCIA DI AREZZO

LAVORI DI RIPRISTINO GIUNTI SUL VIADOTTO DI POGGILUPI E VIADOTTO LEONARDO NELL'AMBITO DELLE OPERE DI COMPLETAMENTO DELLA VARIANTE
STR 69 1° E 2° LOTTO (SCHEDA AR-1AB)

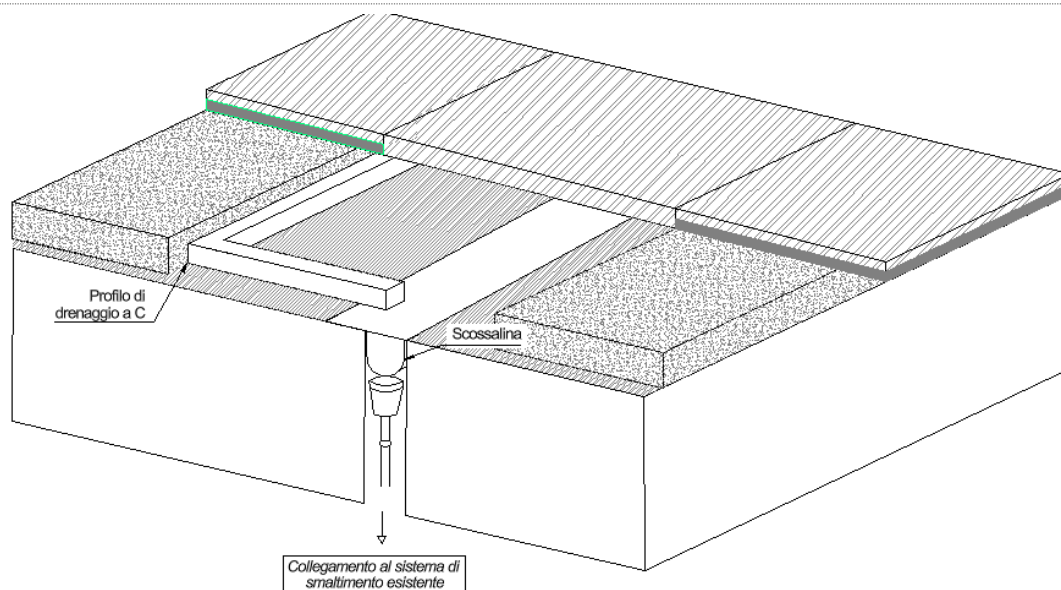


Figure 16-17: Smaltimento acque meteoriche giunto a gomma armata per grandi scorrimenti MEG

Si rimanda alla tavola 25148_LU_PE_IDR_G_01_01_^Stato di progetto- Regimazione acque di piattaforma- Viadotto Leonardo per visionare il sistema di smaltimento.