

# Rete stradale e ponti

## Road network and bridges

Paolo Franchin<sup>1</sup>, Paolo Emilio Pinto<sup>2</sup>, Gian Michele Calvi<sup>3</sup> ■

### Sommario

La rete stradale nella zona interessata presenta un numero ridotto di ponti maggiori. Nell'area epicentrale sono stati rilevati due viadotti che hanno riportato danni, entrambi con impalcati semplicemente appoggiati, prefabbricati precompressi di tipologia ordinaria. I danni osservati consistono di dislocazioni relative permanenti nei giunti, rilevate a livello dell'impalcato. Essi sono qualitativamente coerenti con la tipologia in esame. In particolare gli appoggi, non adeguati sismicamente, non hanno potuto presumibilmente trasmettere per intero le elevate forze di taglio corrispondenti alla resistenza delle pile e delle spalle, di fatto limitando la forza orizzontale sulle stesse, le quali non presentano infatti nessun segno di danneggiamento.

### Abstract

The road network in the area presents a small number of large bridges. In the epicentral area two viaducts suffered damage, both having ordinary simply-supported pre-stressed prefabricated decks. The observed damage is consistent with the typology and limited to permanent dislocation of decks due to failure in the non-seismic bearing devices. The devices acted as a fuse limiting the forces on the piers and abutment thus preventing the sub-structure from suffering damage.

### 1. Introduzione

La zona interessata dagli eventi del 20 e 29 maggio 2012 si trova nella parte meridionale della pianura Padana. La rete stradale presenta pertanto un numero ridotto di ponti maggiori. Inoltre, come mostrato in Figure 1, gli assi autostradali più prossimi si trovano a distanza considerevole rispetto agli epicentri di entrambi gli eventi, e le corrispondenti opere non risultano

aver risentito effetti significativi. Nell'area epicentrale sono presenti due viadotti (entrambi sulla SP468, ex-SS468) che hanno riportato danni, come rilevato dalla squadra di Eucentre. I ponti sono localizzati con cerchi blu nella Figure 1, la quale mostra anche le isolinee dell'accelerazione di picco al suolo e la posizione della stazione di registrazione di Mirandola, la più prossima alle opere considerate.

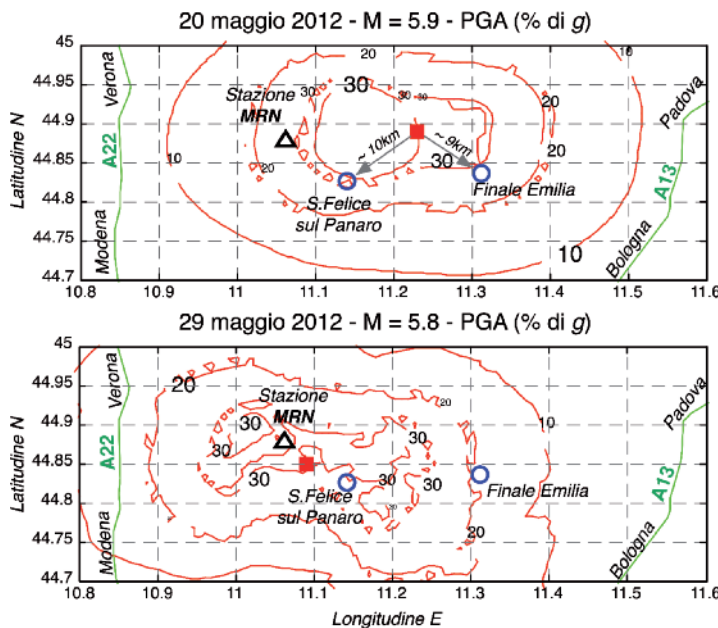


Figure 1  
Area colpita, posizione dei due ponti rilevati e della stazione accelerometrica più prossima (Mirandola), isolinee della PGA ed epicentro nei due eventi del 20 e 29 maggio 2012 (dati di scuotimento dal sito INGV).

<sup>1</sup> Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica, Università di Roma "La Sapienza". [www.uniroma1.it](http://www.uniroma1.it)  
<sup>2</sup> Dipartimento di Ingegneria Strutturale e Geotecnica, Università di Roma "La Sapienza". [www.uniroma1.it](http://www.uniroma1.it)  
<sup>3</sup> Fondazione Eucentre - Centro Europeo di Formazione e Ricerca in Ingegneria Sismica, Pavia. [www.eucentre.it](http://www.eucentre.it)

## 2. Descrizione dei danni osservati

Entrambe le opere sono viadotti a travi appoggiate prefabbricate precomprese di tipologia ordinaria. Il primo ponte, viadotto Panaro sulla tangenziale di Finale Emilia (SP468), indicato con "Finale Emilia" in Figure 1, ha le seguenti caratteristiche:

- 10 campate per una lunghezza totale di circa 500 m;
- pile di altezza non rilevata, relativamente uniforme e approssimativamente compresa tra i 10 m e i 15 m, con sezione circolare (fusto unico tranne per una delle pile, a due fusti), come mostrato in Figure 2;
- giunti d'impalcato in gomma e appoggi metallici.

Il secondo ponte, situato a S. Felice sul Panaro, ha le seguenti caratteristiche:

- 17 campate di luce media intorno ai 20 m;
- pile a setto, Figure 8;
- giunti d'impalcato in gomma e appoggi in neoprene non armato di piccolo spessore, Figure 7.

In entrambi i casi i danni osservati sono stati quantificati solo in termini di dislocazioni relative permanenti nei giunti rilevate a livello dell'impalcato.

Per il viadotto a Finale Emilia le dislocazioni sono nulle o molto ridotte (pochi centimetri), tranne che nell'ultima campata dove si registrano 20 cm, Figure 3 e Figure 4.

Per il viadotto a S. Felice sul Panaro le dislocazioni sono nulle in tutti i giunti ad eccezione di:

- spalla 1: 5 cm;
- giunti sulle pile 8 e 9: rispettivamente 6.5 cm e 10 cm;

- spalla 2: 27 cm come mostrato in Figure 5 (misurati anche gli spostamenti residui sul piano appoggi, vedi Figure 6 e Figure 7).

I danni sono qualitativamente coerenti con la tipologia in esame e con i danni osservati anche di recente nel terremoto de L'Aquila. In particolare gli appoggi, non adeguati sismicamente, non hanno potuto presumibilmente trasmettere per intero le elevate forze di taglio corrispondenti alla resistenza delle pile e delle spalle, di fatto limitando la forza orizzontale sulle stesse, le quali non presentano infatti nessun segno di danneggiamento. In questa ipotesi ne devono essere conseguiti spostamenti permanenti di ampiezza variabile all'interfaccia tra la sottostruttura e l'impalcato. L'ampiezza in generale ridotta delle deformazioni relative in corrispondenza dei giunti d'impalcato sembra indicare che gli impalcati adiacenti si siano mossi in maniera quasi solidale sopra le pile. I valori maggiori delle dislocazioni si registrano infatti solo in corrispondenza di giunti dove l'impalcato che si muove è uno solo, come alle spalle. L'eccezione dei giunti sulle pile 8 e 9 del viadotto a S. Felice sul Panaro può essere attribuita al fatto che la campata delimitata da tali giunti sovrappassa la linea ferroviaria, fatto che probabilmente ha condotto a un dimensionamento degli appoggi più severo e/o all'inclusione di ritegni. È quasi superfluo osservare che una conferma dell'ipotesi esposta può venire solo da una misura puntuale dello stato degli apparecchi su ogni pila, che permetterebbe di valutare in maniera più completa anche l'entità degli spostamenti longitudinali delle travate testimoniati dal martellamento nei giunti e mostrati ad esempio in Figure 8.

Figure 2  
Ponte sulla SP468  
a Finale Emilia.







Figure 3  
Ponte sulla SP468,  
particolare della  
dislocazione sul piano  
appoggi. Nella foto si  
vedono anche i martinetti  
installati per il  
riposizionamento.



Figure 4  
Ponte sulla SP468,  
dislocazione permanente in  
corrispondenza di un giunto  
(aumentata di circa 4 cm  
dopo le scossa di replica  
del 29/05/2012, circa  
20 cm totali).



Figure 5  
Ponte sulla SP468 a San  
Felice sul Panaro.  
Dislocazione permanente alla  
spalla (giunto n°18, 27 cm).







Figure 6  
Ponte a San Felice sul  
Panaro. Particolare dello  
spostamento dell'impalcato  
che si è fermato a contatto  
con il muro paraghiaia a  
sinistra (giunto n°18, 27 cm).

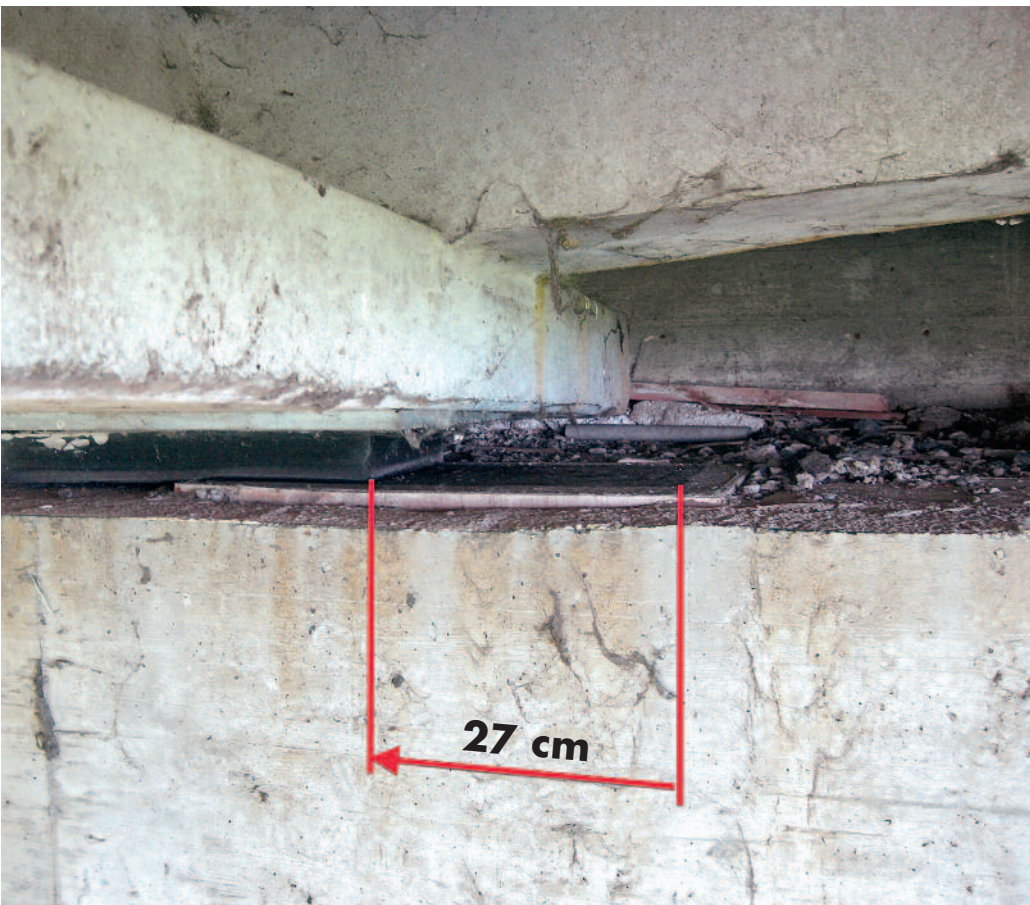


Figure 7  
Ponte a San Felice sul  
Panaro. Dislocazione  
permanente alla spalla,  
particolare dello spostamento  
sul piano appoggi (giunto  
n°18, 27 cm).

Figure 8  
Ponte a San Felice sul  
Panaro. Vista sulle pile a  
setto (sinistra) e particolare  
dello spostamento  
longitudinale dell'impalcato  
sulle pile.



Figure 9  
Spettri di risposta nella  
stazione più vicina.

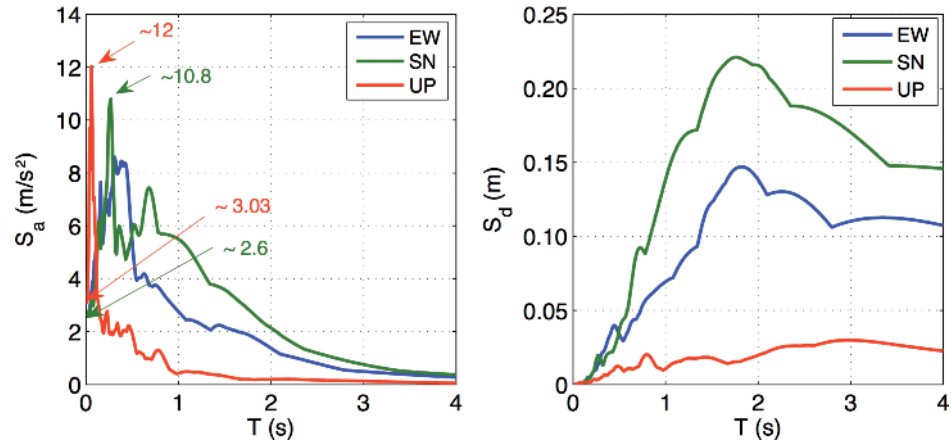
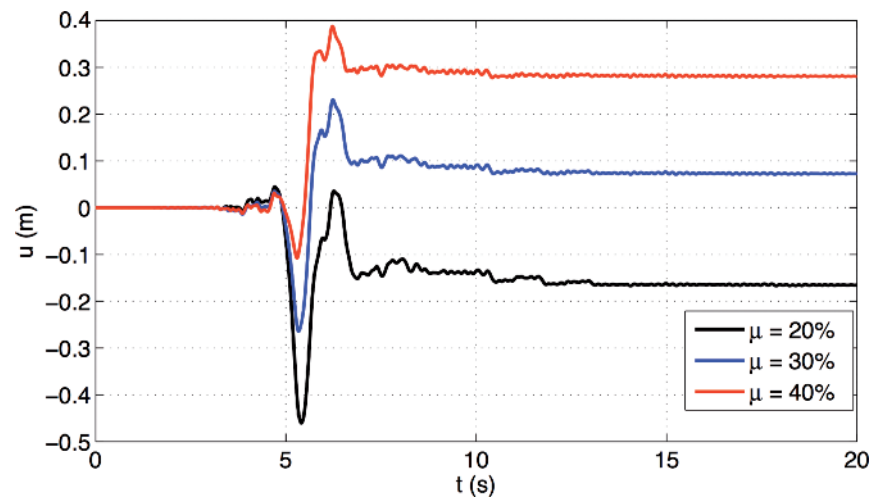


Figure 10  
Spettri di risposta nella  
stazione più vicina.



### 3. Osservazioni

Come già detto i danni osservati corrispondono a quanto ci si può attendere in ponti della tipologia indicata. Un semplice valutazione di massima è stata eseguita per valutare la plausibilità dei valori massimi osservati pari a 20 e 27 cm. La Figure 9 mostra gli spettri di risposta in accelerazione (a sinistra) e spostamento (a destra) delle tre componenti EW, SN e UP della registrazione di Mirandola (MRN, evento del 20/5/2012). Considerando tale registrazione rappresentativa del moto risentito alla base di entrambi i viadotti si è svolta un'analisi di risposta di blocco rigido con attrito alla componente orizzontale SN con contemporanea presenza della componente verticale UP, ottenendo valori di spostamenti residui modesti, nell'ordine di pochi centimetri. Osservando però gli spettri di risposta in figura si nota un'amplificazione molto elevata già per periodi molto ridotti (0.1 ÷ 0.3 s), presumibilmente vicini a quelli delle sotto-strutture in esame, molto rigide. L'amplificazione massima è circa pari a 4 sia per la componente verticale che per quella orizzon-

tale. Poiché il moto degli impalcati è quello risultante da un input filtrato attraverso le sottostrutture si è effettuata l'analisi di blocco per alcuni valori ragionevoli del coefficiente di attrito e scalando linearmente, in approssimazione, le componenti SN e UP di tale fattore. I risultati sono mostrati in Figure 10.

I risultati mostrano come gli spostamenti misurati siano compatibili per ordine di grandezza con la valutazione approssimata svolta (che utilizza una registrazione da un altro sito, seppure vicino e dello stesso evento, scalata linearmente di intensità). I risultati mostrano anche come la previsione di tali spostamenti sia altamente aleatoria anche per un singola registrazione: si osserva infatti che lo spostamento residuo massimo corrisponde al valore massimo considerato del coefficiente di attrito.

### Ringraziamenti

Gli autori ringraziano la Dott.ssa Barbara Borzi di Eucentre per aver fornito la documentazione fotografica e i rilievi numerici utilizzati in questo rapporto.