



**strada dei
PARCHI**spa
A24 autostrade A25

AUTOSTRADA A24
ROMA - L'AQUILA - TERAMO
TRATTA TORNIMPARTE - L'AQUILA OVEST

**INTERVENTI DI ADEGUAMENTO
AI SENSI DELLA LEGGE 228/2012
ART.1 COMMA 183**

INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO DEI VIADOTTI
RAIO, ATERNO (AQ), ATTRAVERSAMENTO S.S.17
FOSSO VETOIO E RAMPA ROMA-L'AQUILA OVEST

PROGETTO DEFINITIVO

PARTE GENERALE

INQUADRAMENTO

VERIFICA SISMICA DELLE STRUTTURE ESISTENTI
E ANALISI DELLE CARENZE STRUTTURALI

| COMMESSA | FASE | MACRO OPERA | AMBITO/OPERA | DISCIPLINA | TIPO | PROGR. | REV. | SCALA |
|----------|---------------|-------------|--------------|------------|------|------------|---------------|-----------|
| 250 | D | 003 | EG000 | GEN | RE | 003 | A | |
| Rev. | Data | Descrizione | | | | Redatto | Verificato | Approvato |
| A | Febbraio 2018 | Emissione | | | | S. Ventura | G. Furlanetto | F. Presta |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

FILE: 250D003EG000GENRE003A.DWG

PROJECT MANAGER: Ing. Stefano Ventura

| | | | |
|---|---|--|--|
| <p>PROGETTAZIONE:</p>  <p>IL DIRETTORE TECNICO (Ing. Francesco Presta)</p> | <p>IL PROGETTISTA (Ing. Guido Furlanetto)</p>  | <p>COMMITTENTE: LA SOCIETA' CONCESSIONARIA</p>  <p>strada dei PARCHIspa A24 autostrade A25</p> <p>IL PROCURATORE SPECIALE (Ing. Gabriele Nati)</p> | |
|---|---|--|--|



Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti

DIPARTIMENTO PER LE INFRASTRUTTURE, I SISTEMI INFORMATIVI E STATISTICI
DIREZIONE GENERALE PER LA VIGILANZA SULLE CONCESSIONARIE AUTOSTRADALI

AUTOSTRADA A24

Tratta Tornimparte – L’Aquila Ovest

Adeguamento sismico dei viadotti Raio, Aterno, SS17, Fosso Vetoio e rampa RM-AQ

VERIFICA SISMICA DELLE STRUTTURE ESISTENTI E ANALISI DELLE CARENZE STRUTTURALI



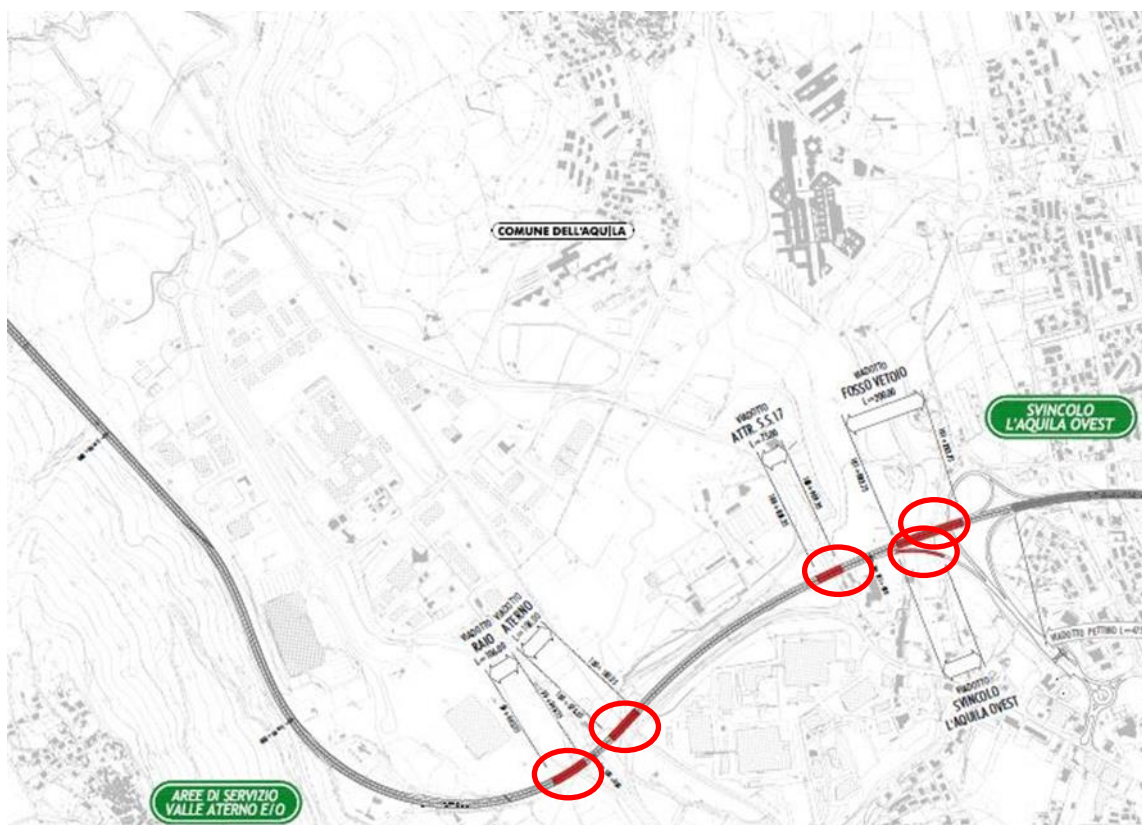
| | | |
|-----------|---|----------|
| 1. | INTRODUZIONE | 3 |
| 2. | INQUADRAMENTO DEGLI STUDI SULLE OPERE ESISTENTI | 4 |
| 3. | PRESTAZIONI DELL'OPERA NEI CONFRONTI DELL'AZIONE SISMICA | 5 |
| 4. | CARENZE STRUTTURALI DELL'OPERA | 7 |
| 5. | CONSIDERAZIONI SUGLI OBIETTIVI PROGETTUALI | 7 |

1. INTRODUZIONE

La presente relazione illustra l'analisi sismica dello stato attuale e l'esame delle carenze strutturali dell'opera oggetto degli interventi inclusi nel Progetto Definitivo per l'adeguamento sismico di cinque viadotti compresi nella tratta Tornimparte – L'Aquila Ovest dell'autostrada A24 Roma – L'Aquila – Teramo ovvero:

| | <i>nome opera:</i> | <i>inizio</i> | <i>fine</i> | <i>lunghezza</i> | <i>ID catasto</i> |
|---------|--------------------|---------------|-------------|------------------|---------------------|
| n° ord. | | progr. Km | progr. Km | m | autostradale |
| 1 | Raio | 99+631 | 99+736 | 106 | VI076 |
| 2 | Aterno | 99+839 | 99+944 | 106 | VI077 |
| 3 | SS 17 | 100+620 | 100+695 | 75 | VI078 |
| 4 | Fosso Vetoio | 100+847 | 101+047 | 200 | VI079 |
| 5 | Rampa AQ Ovest | 100+821 | 100+946 | 125 | IV006 |

L'intervento permetterà alle opere di sopportare le sollecitazioni sismiche di cui al D.M. 14 gennaio 2008 e si inserisce nel piano più generale di interventi di adeguamento delle autostrade A24 e A25 che prende le mosse dall'art.1 comma 183 della legge 228/2012. L'autostrada A24 è gestita dalla Società Strada dei Parchi Spa in regime di concessione da parte del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti.



2. INQUADRAMENTO DEGLI STUDI SULLE OPERE ESISTENTI

Come riportato nell'introduzione e descritto in altri documenti allegati al Progetto Definitivo, l'obiettivo della progettazione è l'adeguamento sismico del viadotto ai sensi delle vigenti normative (DM 14/01/2008) secondo il dettato della citata legge 228/2012. Il progetto di adeguamento risulta dallo sviluppo degli studi condotti a partire dal 2012 e promossi dal Gestore su tutte le opere della rete di competenza della Società Strada dei Parchi SpA, commissionati anche a seguito dei gravi eventi sismici del 2009 nella zona dell'Aquila. In particolare ci si è riferiti allo Studio di vulnerabilità delle opere condotto dalla Società di ingegneria Infraengineering e dal prof. Petrangeli dell'Università La Sapienza di Roma, di cui si riporta di seguito stralcio delle conclusioni, specifiche per il viadotto Raio e Aterno:

“Sulla base dei risultati delle analisi svolte, risulta l'inadeguatezza dell'opera a resistere alla azione sismica di progetto, in modo specifico in direzione trasversale.

Nel caso specifico, tralasciando l'incapacità di trasmettere la azioni orizzontali in fase sismica degli apparecchi di appoggio esistenti, che rappresenta la prima causa di crisi della struttura, e volendo investigare sui successivi meccanismi di crisi, come prescrive la normativa, si deduce che:

lo schema statico a telaio della pila in direzione trasversale, fa sì che, con il sisma trasversale prevalente, nascano sollecitazioni di trazione significative sui fusti pila che mandano in crisi la struttura determinandone il collasso”. Inoltre, “In direzione longitudinale: L'entità degli spostamenti non risulta compatibile con i varchi presenti a tergo delle testate delle travi, pertanto in concomitanza con l'evento sismico di progetto si potrebbe verificare la perdita dell'appoggio con martellamento sul ritegno longitudinale il cui varco garantisce circa 5 cm di spostamento. In direzione trasversale: Le due carreggiate sono affiancate con un varco longitudinale teorico di circa 2cm, come si evince dagli elaborati di progetto; tale valore, dalle foto, sembra essere inferiore. Pertanto l'ampiezza del varco risulta incompatibile con gli spostamenti in condizione sismica, durante la quale possono manifestarsi martellamenti delle due strutture con conseguenziali danneggiamenti a livello locale.”

Per i viadotti Vetoio, rampa e SS17 le conclusioni sono analoghe relativamente agli appoggi e agli spostamenti, con i seguenti valori di coefficienti di sicurezza minimo per rottura a pressoflessione delle pile, come prima causa successiva alla rottura degli appoggi:

SS17:

“è la carenza in termini di resistenza a pressoflessione deviata di entrambe le pile a rappresentare la successiva causa di crisi della struttura, con un coefficiente di sicurezza minimo pari a 0.4 (in direzione longitudinale).”

VETOIO e rampa:

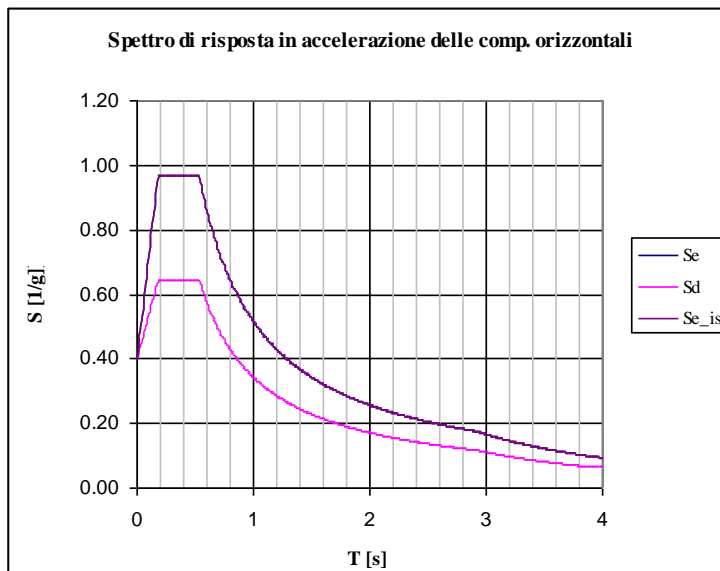
“è la carenza in termini di resistenza a pressoflessione deviata di tutte le pile a rappresentare la successiva causa di crisi della struttura, con un coefficiente di sicurezza minimo pari a 0.1 (in direzione longitudinale).”

Lo studio in questione, ha dato adito ad una serie di valutazioni progettuali e strategiche di cui si riferisce sinteticamente nei capitoli successivi.

3. PRESTAZIONI DELL'OPERA NEI CONFRONTI DELL'AZIONE SISMICA

I citati studi hanno sviluppato il seguente percorso logico:

- 1) definizione dello spettro di progetto:
 - Struttura in classe uso IV \Rightarrow CU = 2.0
 - Vita nominale: VN = 50 anni
 - Vita di riferimento: VR = 100 anni
 - Suolo tipo C
 - Categoria topografica T1



- 2) Combinazioni di carico e determinazione delle sollecitazioni

Combinazione delle azioni sismiche con la regola del 100% in una direzione e del 30% nelle altre due direzioni con l'adozione del fattore di struttura $q=1$.

- 3) Riepilogo coefficienti di sicurezza

Nella tabella seguente viene riportato il riepilogo dei coefficienti di sicurezza delle verifiche a pressoflessione deviata e a taglio, nelle sezioni caratteristiche prese in esame.

Raio e Aterno

| elementary actions | V2 | M3 | V3 | M2 | T | P | load type |
|--------------------|-----|-----|-----|-----|----|-----|------------|
| DEAD | 0 | -59 | 399 | 192 | 0 | 286 | |
| SX.15 | 414 | 422 | 9 | 25 | 22 | 61 | max |
| SY.15 | 12 | 54 | 392 | 1 | 61 | 968 | max |

| | | | | | | | |
|--------------|----|-----|----|-----|---|-----|------------|
| | | | | 866 | | | |
| SZ.15 | 57 | 487 | 23 | 63 | 3 | 174 | max |

| elementary actions | V2 | M3 | V3 | M2 | T | P | |
|--------------------|-----|-----|-----|----|-----|-----|-------------|
| DEAD | 0 | -59 | 399 | -1 | 0 | -4 | DEAD |
| SX.15 | 414 | 4 | 422 | 9 | 25 | 22 | 61 |
| SY.15 | 12 | 54 | 392 | 1 | 866 | 61 | 968 |
| | | | | | | | |
| SZ.15 | 57 | 487 | 23 | 63 | 3 | 174 | SZ |

SS17

Riepilogo coefficienti di sicurezza
c.s. (ok se >1)

SPICCATO
PFLESS

SPICCATO
TAGLIO

| Spalla/Pila | Supporto n° | Hpila(m) | elem | sezione | c.s. | dir | c.s. | dir |
|-------------|-------------|----------|------|----------|------|------|------|------|
| 1 | 2 | 5.15 | 1 | P13-0-A1 | 0.5 | long | 0.5 | long |
| 2 | 3 | 5.3 | 3 | P13-0-A1 | 0.4 | long | 0.5 | long |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

Vetoio e rampa

Riepilogo coefficienti di sicurezza
c.s. (ok se >1)

SPICCATO
PFLESS

SPICCATO
TAGLIO

| Spalla/Pila | Supporto n° | Hpila(m) | elem | sezione | c.s. | dir | c.s. | dir |
|-------------|-------------|----------|------|----------|------|------|------|--------------|
| 1 | 2 | 9.5 | 95 | P13-0-A1 | 0.1 | long | 0.7 | long e trasv |
| 2 | 3 | 14.65 | 99 | P13-0-A1 | 0.1 | long | 0.9 | trasv |
| 3 | 4 | 15.6 | 103 | P13-0-A1 | 0.1 | long | 1.0 | trasv |
| 4 | 5 | 15.5 | 107 | P13-0-A1 | 0.1 | long | 1.0 | trasv |
| 5 | 6 | 13.5 | 111 | P13-0-A1 | 0.1 | long | 0.9 | trasv |
| 6 | 7 | 8.5 | 115 | P13-0-A1 | 0.2 | long | 0.6 | trasv |
| 7 | 8 | 6 | 123 | P13-0-A1 | 0.2 | long | 0.5 | long |

4) Individuazione degli elementi più critici dell'opera.

- Appoggi: Confrontando le azioni di progetto del viadotto con quelle sopra ricavate in accordo con la nuova normativa, risulta evidente una grave e generalizzata inadeguatezza dei dispositivi esistenti.

- Spostamenti: In direzione longitudinale: L'entità degli spostamenti nella totalità delle opere a carreggiate separate non risulta compatibile con i varchi presenti a tergo delle testate delle travi, pertanto in concomitanza con l'evento sismico di progetto si potrebbe verificare la perdita dell'appoggio con martellamento sul ritegno longitudinale. In direzione trasversale: Per le due opere a due carreggiate affiancate è presente un varco longitudinale teorico di circa 2-5cm, come si evince dagli elaborati di progetto; tale valore, dalle foto, sembra essere inferiore. Pertanto l'ampiezza del varco risulta incompatibile con gli spostamenti in condizione sismica, durante la quale possono manifestarsi martellamenti delle due strutture con consequenziali danneggiamenti a livello locale.
 - Pile (pressoflessione deviata): come successivo meccanismo di crisi, si riscontra la carenza in termini di resistenza a pressoflessione deviata di gran parte delle pile o di trazione sulle pile a telaio .
- 5) Assegnazione dell'indice di rischio sismico IRS (prodotto di Pericolosità x Esposizione x Vulnerabilità) per le varie opere, sinteticamente riportati di seguito:
- Raio: 0,27
 - Aterno: 0,18
 - SS17: 0,18
 - Vetoio e rampa: 0,18

e da cui, assunta una probabilità di superamento del 10%, si desume il Tempo di intervento "Tint" con la relazione $(Tint \times cu \text{ coeff. di utilizzo}) / (\ln(1-P_{vr}) = T_R$ (di capacità). Il tempo di ritorno di capacità dell'opera è quello calcolato in coerenza con il minore coefficiente di sicurezza rinvenuto. Il T int risulta sempre inferiore a 2 anni.

4. CARENZE STRUTTURALI DELL'OPERA

A valle dell'analisi sismica e tenuto conto dell'analisi storico-critica della struttura esistente di cui si riferisce in apposita relazione, è possibile individuare le principali carenze strutturali delle opere esistenti:

- Inadeguatezza di tutti i dispositivi di vincolo;
- Incompatibilità degli spostamenti in fase sismica con le attuali geometria dell'opera;
- Inadeguatezza delle pile a sostenere le azioni sismiche;
- Avanzato stato di degrado dei calcestruzzi della soletta e delle travi principali d'impalcato a causa dell'aggressione di acqua con sali disgelanti e fenomeni di corrosione delle armature;
- Avanzato stato di degrado dei dispositivi d'appoggio (ossidazione e corrosione, limitata capacità di spostamento);
- Avanzato stato di degrado dei calcestruzzi delle pile per motivi di corrosione delle armature e distacco di elementi corticali del calcestruzzo (ad eccezione di Raio e Aterno);
- Inadeguatezza del sistema di drenaggio delle acque;

5. CONSIDERAZIONI SUGLI OBIETTIVI PROGETTUALI

Di quanto ai capitoli precedenti il Progetto Definitivo tiene conto nella scelta della soluzione progettuale più idonea tra le varie alternative possibile.

Si considera inoltre, come dato progettuale, oltre all'adeguamento sismico alle norme vigenti, l'urgenza di intervenire e completare i lavori in tempi ridotti e con la massima sicurezza per operai e utenti, l'esigenza di mantenere l'autostrada fruibile, l'imposizione da parte dell'Ente proprietario dell'infrastruttura di eseguire

interventi in sede, la necessità di conferire alle opere una vita residua di cento anni, di rispettare la concezione formale complessiva dell'opera, di perfezionare e facilitare l'ispezionabilità e la manutenzione delle parti strutturali, di eliminare o ridurre al massimo le cause di degrado delle opere nel tempo (sia con materiali performanti, sia con dettagli costruttivi progettati con questo fine) e infine di apportare migliorie all'opera finita in termini di sicurezza (barriere di sicurezza, ampliamento larghezza della corsia d'emergenza), sia in termini di tutela ambientale (raccolta e trattamento delle acque di piattaforma, inserimento paesaggistico opportuno). Il tutto nell'ambito della sostenibilità economica dell'intervento.

La combinazione di tutti gli obiettivi enunciati ha condotto a ridurre moltissimo le strategie d'intervento disponibili portando alla soluzione progettuale illustrata negli elaborati di Progetto.