

**SITAF** S.p.A.

**SOCIETA' ITALIANA**

**TRAFORO AUTOSTRADALE DEL FREJUS**

---

**A32 TORINO - BARDONECCHIA**

\*\*\*\*\*

**VIADOTTO GAD**

**interventi di adeguamento sismico**

\*\*\*\*\*

**PROGETTO ESECUTIVO**

\*\*\*\*\*

**ABSTRACT RELAZIONE GENERALE**

## 1 PREMESSA

La presente relazione descrive gli interventi di adeguamento sismico del viadotto Gad, situato al km 59,42 dell'autostrada A32 Torino-Bardonecchia, in prossimità dello svincolo di Oulx Est.

## 2 DESCRIZIONE DELL'OPERA NELLO STATO ATTUALE

L'impalcato è composto da 21 campate, di cui 16 da 35 m di luce, 4 da 42 m e una da 49 m che scavalcano la rampa dello svincolo di Oulx, la Strada Statale SS24, la linea ferroviaria Torino – Modane e l'area di esondazione della Dora Riparia, per uno sviluppo complessivo di 777 m. Il viadotto è costituito da due impalcati separati, larghi 10,35 m ciascuno, costituenti le due carreggiate dell'autostrada, rispettivamente di salita per Bardonecchia e di discesa per Torino, aventi andamento planimetrico rettilineo per i primi 590 m lato Bardonecchia e curvo con raggio di 800 m nella rimanente parte.

L'impalcato è costituito da un cassone pieno in c.a.p. con cavi di precompressione post-tesi, avente altezza pari a 1,54 m, con nucleo di forma trapezoidale e sbalzi di estremità di 2,575 m con spessore variabile tra 0,26 e 0,39 m. Lo schema statico della campata tipo da 35 m è quello di trave appoggiata-appoggiata, mentre le 5 campate più lunghe, a cavallo della ferrovia, mantengono lo schema isostatico, ma presentano delle mensole Gerber a distanza di 7 m dall'asse della pila.

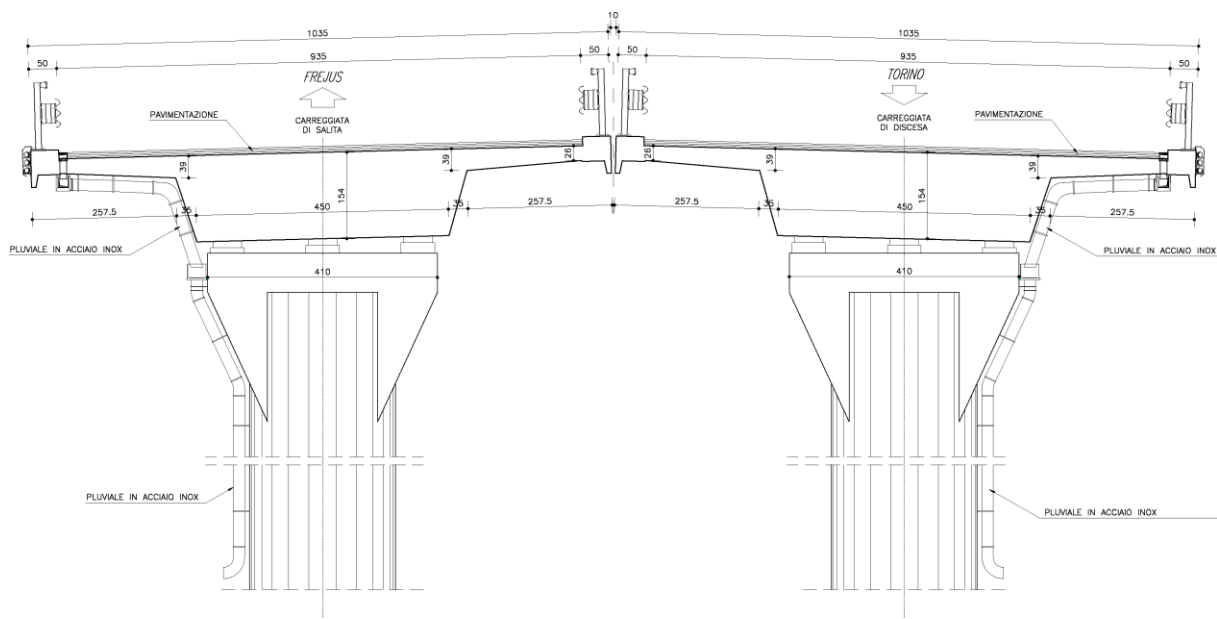


Figura 1 - Sezione trasversale



**INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**VIADOTTO GAD**

**ABSTRACT RELAZIONE GENERALE**

Longitudinalmente il viadotto è diviso in quattro tronchi i cui impalcati sono collegati mediante le catene cinematiche con giunto tampone e barre d'acciaio  $\varnothing 50$  presenti in soletta. Il primo tronco, da 11 campate, presenta il punto fisso sulla pila P11(salita)/P12(discesa); il secondo tronco, da 2 campate, presenta il punto fisso sulla pila P25/P26; il terzo tronco, da 3 campate, ha il punto fisso sulla pila P27/P28; il quarto tronco, infine, da 5 campate, è collegato longitudinalmente alla spalla lato Torino mediante la catena cinematica in soletta. I giunti di dilatazione, pertanto, si trovano sulla spalla lato Bardonecchia, sulla pila P21/P22, sulla mensola Gerber in prossimità della pila P25/P26 e sulla pila P31/P32.

Gli apparecchi di appoggio sono tre per ciascuno dei due lati degli impalcati e sono in acciaio e teflon; il vincolo trasversale è sempre dato dall'appoggio centrale, che risulta del tipo mobile unidirezionale in direzione longitudinale per tutti gli allineamenti, tranne che per quelli dove è previsto il vincolo longitudinale, dove l'appoggio è di tipo fisso. I due appoggi laterali sono invece mobili nelle due direzioni, tranne che per gli allineamenti che prevedono il vincolo longitudinale, dove sono presenti appoggi unidirezionali trasversali.

Le coppie di spalle, sia lato Torino che lato Bardonecchia, sono sfalsate longitudinalmente rispettivamente di circa 23 m e 20,6 m e sono poste in adiacenza trasversalmente. I paramenti dei muri frontali hanno altezza compresa tra i 4,44 m e i 7,12 m. Le platee di fondazione di spessore rispettivamente di 1,75 m e 1,50 m, sono fondate su n. 9 pali  $\varnothing 1200$  mm.

Le pile hanno fusto a sezione circolare piena, di diametro 2,60 m e altezza variabile tra 4,65 m (pila P2) e 8,50m (pila P21). I pulvini sono a doppio sbalzo, di forma trapezoidale e sono costituiti dalla parte sommitale a parallelepipedo, che si va ad innestare sulla parte inclinata di raccordo col fusto circolare.

Per quanto riguarda le fondazioni delle pile, esistono diverse dimensioni e tipologie. In particolare, le pile dalla P1 alla P10 e dalla P13 alla P14 sono fondate su plinti diretti  $7,60 \times 7,60 \times 2,00$  m; le pile P11 e P12 presentano fondazioni con plinti diretti da  $8,60 \times 8,60 \times 2,50$  m; le pile dalla P23 alla P30 presentano plinti esagonali con lati da 4,80 m e spessore di 2,50 m, su n. 7 pali  $\varnothing 1200$  mm; mentre, sotto tutte le altre pile, sono presenti plinti quadrati  $5,60 \times 5,60 \times 2,00$  m, anch'essi su n. 4 pali  $\varnothing 1200$  mm.

PILA	H FUSTO (m)	TIPO FONDAZIONE	PILA	H FUSTO (m)	TIPO FONDAZIONE	PILA	H FUSTO (m)	TIPO FONDAZIONE
P1	5.30	DIRETTA 7.6x7.6x2	P15	7.30	SU PALI 5.6x5.6x2	P28	7.30	SU PALI ES L4.8x2.5
P2	4.65	DIRETTA 7.6x7.6x2	P16	7.20	SU PALI 5.6x5.6x2	P29	7.30	SU PALI ES L4.8x2.5
P3	6.40	DIRETTA 7.6x7.6x2	P17	7.70	SU PALI 5.6x5.6x2	P30	7.45	SU PALI ES L4.8x2.5
P4	5.25	DIRETTA 7.6x7.6x2	P18	7.40	SU PALI 5.6x5.6x2	P31	6.90	SU PALI 5.6x5.6x2
P5	5.90	DIRETTA 7.6x7.6x2	P19	8.05	SU PALI 5.6x5.6x2	P32	7.65	SU PALI 5.6x5.6x2
P6	5.65	DIRETTA 7.6x7.6x2	P20	7.70	SU PALI 5.6x5.6x2	P33	7.00	SU PALI 5.6x5.6x2
P7	6.20	DIRETTA 7.6x7.6x2	P21	8.50	SU PALI 5.6x5.6x2	P34	7.20	SU PALI 5.6x5.6x2
P8	5.90	DIRETTA 7.6x7.6x2	P22	8.05	SU PALI 5.6x5.6x2	P35	6.85	SU PALI 5.6x5.6x2
P9	5.20	DIRETTA 7.6x7.6x2	P23	8.15	SU PALI ES L4.8x2.5	P36	7.20	SU PALI 5.6x5.6x2
P10	6.30	DIRETTA 7.6x7.6x2	P24	8.30	SU PALI ES L4.8x2.5	P37	6.35	SU PALI 5.6x5.6x2
P11	7.00	DIRETTA 8.6x8.6x2.5	P25	6.65	SU PALI ES L4.8x2.5	P38	7.00	SU PALI 5.6x5.6x2
P12	7.05	DIRETTA 8.6x8.6x2.5	P26	7.30	SU PALI ES L4.8x2.5	P39	6.55	SU PALI 5.6x5.6x2
P13	7.15	DIRETTA 7.6x7.6x2	P27	6.55	SU PALI ES L4.8x2.5	P40	6.50	SU PALI 5.6x5.6x2
P14	6.95	DIRETTA 7.6x7.6x2						

I dati relativi a carpenterie ed armature delle fondazioni sono stati ricavati dalle tavole storiche di contabilità. Non sono stati reperiti disegni in merito a carpenteria e armatura dei pali, ma lunghezza e diametro sono stati dedotti da una relazione di calcolo del progetto esecutivo dell'epoca sulla portanza dei pali, in cui viene indicata una lunghezza di 28 m e un diametro di 1200 mm.

Le carpenterie di spalle, pile, pulvini e baggioli sono state ricavate dalle tavole storiche di contabilità, confrontando ed eventualmente modificando le dimensioni sulla base del rilievo disponibile, mentre le armature sono ricavabili dalle stesse tavole di cui sopra.

Completano l'opera la pavimentazione, i cordoli e le barriere di sicurezza in acciaio tipo H4.

Gli impalcati di entrambe le carreggiate hanno la pendenza trasversale rivolta verso l'esterno; lo smaltimento delle acque è realizzato con verticali fuoriuscenti dallo sbalzo, che convogliano l'acqua in due pluviali posti lateralmente a ciascuna pila. Sono altresì presenti diversi servizi, quali canaline con cavi elettrici e tubi in pvc dismessi.

### 3 STATO ATTUALE DELLE OPERE

Gli impalcati sono stati oggetto di lavori di manutenzione straordinaria eseguiti circa venti anni fa. In particolare, furono eseguiti gli interventi di:

- sostituzione dei giunti tampone con integrazione delle barre di collegamento;
- scarifica delle solette con integrazione di armatura e aumento di spessore di 4 cm;
- rifacimento dei cordoli e posizionamento di nuove barriere di sicurezza H4 bordo ponte;
- rinforzo strutturale delle mensole Gerber con barre di precompressione verticale per sopperire alla carenza di armatura di appensione presente;

- trattamenti protettivi superficiali degli intradossi delle testate degli impalcati.

Ad oggi, l'opera evidenzia un discreto stato di conservazione degli impalcati ed un avanzato stato di degrado delle sottostrutture. Sono infatti evidenti ammaloramenti del calcestruzzo degli impalcati solo nelle zone di testata in corrispondenza dei giunti, mentre i baggioli, i pulvini, i fusti delle pile e le spalle evidenziano segni di degrado di diversa entità. La causa principale di tutti i fenomeni riscontrati è la non perfetta tenuta idraulica dei giunti tampone e di alcuni giunti di dilatazione. Le zone più ammalorate sono proprio quelle direttamente interessate dal percolamento dell'acqua ricca di cloruri derivanti dai sali disgelanti utilizzati nelle stagioni invernali.

Per quanto riguarda gli impalcati, il danno è localizzato prevalentemente nelle zone di testata, ma non coinvolge le testate dei cavi di precompressione che si trovano all'estradosso dell'impalcato, il quale è stato già oggetto di intervento durante i precedenti lavori di consolidamento. In molte zone, la malta tixotropica utilizzata durante i suddetti lavori come protezione delle testate degli impalcati, risulta totalmente distaccata.

Per quanto riguarda le pile, invece, l'azione delle acque percolanti ha interessato i baggioli, i pulvini ed i fusti. Sono altresì presenti altre pile, come la P23 che non mostrano alcuna evidenza di degrado, proprio in virtù del fatto che, al di sopra di essa, l'impalcato non presenta alcun giunto e quindi non c'è possibilità di aggressione da parte delle acque percolanti. Si evidenziano per tutte le altre pile in corrispondenza dei giunti segni di degrado più o meno marcati.

Gli apparecchi d'appoggio in acciaio-teflon si presentano in buono stato, in quanto protetti dagli agenti esterni attraverso una membrana elastomerica, la quale, però, in molti casi, risulta ad oggi quasi del tutto deteriorata.

Le spalle evidenziano ammaloramenti del calcestruzzo con copriferro distaccato solo in zone limitate del paramento e del paraghiaia.

#### **4 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO**

Tenuto conto della debolezza intrinseca nella struttura esistente per via della presenza delle selle Gerber, nonché della conseguente molto difficile ispezionabilità periodica degli appoggi, si è deciso di sostituire il tratto di impalcati che le comprende, a scavalco della ferrovia e della Strada Statale 24 (della lunghezza di circa 200 m per ciascuna carreggiata) con analoga struttura a sezione composta acciaio-calcestruzzo da realizzarsi in schema di trave continua su cinque luci e quindi priva di interruzioni strutturali in corrispondenza dello scavalco delle arterie di cui sopra. Ciò

consentirà di ridurre sostanzialmente gli oneri di manutenzione, nonché le incertezze legate all'eventuale funzionamento anomalo di particolari costruttivi praticamente non ispezionabili.

Per gli altri casi, gli interventi in progetto hanno lo scopo di ottenere l'adeguamento sismico completo del viadotto GAD al sisma di progetto, secondo le indicazioni delle NTC 2018. Tali interventi sono di seguito riassunti:

- sostituzione di tutti gli appoggi su pile e spalle con isolatori sismici a scorrimento a superficie curva (Friction Pendulum System), al fine di ridurre sensibilmente le azioni sismiche sulle sottostrutture;
- rimozione di tutti i giunti di dilatazione e di tutti i giunti tampone esistenti, con l'eliminazione delle barre di collegamento presenti;
- posa di giunti di dilatazione a lamelle in corrispondenza delle spalle e di giunti di sottopavimentazione in corrispondenza di tutti i giunti su pila;
- installazione di dispositivi di vincolo dinamico (Shock transmitter) in corrispondenza di tutti i giunti su pila, posizionati a intradosso impalcati secondo gli schemi di progetto, al fine di collegare sismicamente tra loro tutti gli impalcati del viadotto;
- demolizione e ricostruzione in arretramento dei paraghiaia delle spalle per consentire il posizionamento dei giunti a lamelle avente le escursioni richieste;
- ripristini localizzati degli impalcati in corrispondenza dei giunti;
- adeguamento del sistema di raccolta acque.
- ripristini di pile e pulvini, con integrazione di armature ove quelle esistenti risultano corrose.

In particolare l'intervento A consiste in:

- picchettatura e/o scalpellatura localizzata da effettuarsi con lance o con idrodemolitrici volta ad asportare il copriferro ammalorato e/o in via di distacco,  $sp < 3\text{cm}$ ;
- le armature esistenti devono essere preventivamente liberate dal calcestruzzo circostante e ripulite da eventuali materiali incoerenti, grassi, olii e ruggine mediante sabbiatura o energica spazzolatura allo scopo di riportare le stesse a metallo bianco;
- pretrattamento delle superfici in cls destinate a accogliere il ripristino con soluzione acquosa di resine acrilico viniliche date a pennello o spruzzo in quantità di  $2/3$  litri/m<sup>2</sup>;
- le armature esistenti devono essere trattate con malta cementizia passivante tipo Mapei "Mapefer 1k" o equivalente;

- ripristino corticale mediante malta tixotropica tipo Mapei "Mapegrout" o equivalente fino alla adeguata copertura delle armature, finitura a frattazzo (sp. copriferro min. 4.5 cm),  $r_{ck} \geq 45$  Mpa,  $x_{c4}$ ,  $x_{f2}$ ;
- applicazione a mano o a spruzzo di malta cementizia bicomponente elastica per la protezione di opere in calcestruzzo tipo Mapei "Mapelastic Guard" o equivalente;
- applicazione di vernice protettiva traspirante a base di resina acrilica elastica tipo Mapei "Elastocolor pittura" o equivalente.

Gli interventi B e C prevedono:

- idrodemolizione del fusto della pila e del pulvino. La scarifica superficiale dovrà essere effettuata con l'utilizzo di idrodemolitrici corredate da adeguati sistemi di pre - regolazione automatica atte a garantire lo spessore nominale (sp = 5-6 cm) di calcestruzzo da asportare; in limitate zone di difficoltosa manovrabilità potrà essere utilizzata la rifinitura con lance manuali;
- getto di ripristino mediante calcestruzzo autocompattante premiscelato marcato CE di spessore 11 cm sulle pareti laterali, 6 sulle superfici orizzontali, 8 cm sulla sella del pulvino,  $R_{ck} \geq 45$  Mpa,  $x_{f4}$ ;
- applicazione a mano o a spruzzo di malta cementizia bicomponente elastica per la protezione di opere in calcestruzzo tipo Mapei "Mapelastic Guard" o equivalente;
- applicazione di vernice protettiva traspirante a base di resina acrilica elastica tipo Mapei "Elastocolor pittura" o equivalente.

Per la sostituzione degli appoggi, vista l'esigua altezza dei baggioli esistenti, è stata necessaria una lieve variazione della livelletta del viadotto come indicato negli elaborati grafici di progetto.

In corrispondenza dei giunti su pila i dispositivi di vincolo dinamico (Shock transmitter) sono stati disposti con inclinazione in pianta pari a  $12^\circ$  al fine di collegare anche trasversalmente i singoli impalcati.

Per quanto riguarda le cinque campate di salita e le cinque campate di discesa interessate dalle sele Gerber, si prevede invece la rimozione e demolizione completa dell'impalcato previa fresatura della pavimentazione, rimozione delle barriere di sicurezza e rimozione della cappa asfaltica. Tutto il materiale proveniente dalla demolizione verrà diviso per tipologia e codice CER e trasportato in discarica. L'impalcato verrà sostituito con una struttura continua mista acciaio-calcestruzzo tipo quella presente nella figura seguente. La trave metallica avrà un'altezza di ca. 1,20 m con controventi e diaframmi. La soletta in calcestruzzo avrà un'altezza complessiva di 35 cm. È previsto

l'adeguamento dei baggioli delle pile interessate, la posa di isolatori a superficie curva e l'inserimento di giunti trasversali al contatto tra nuova opera ed esistente.

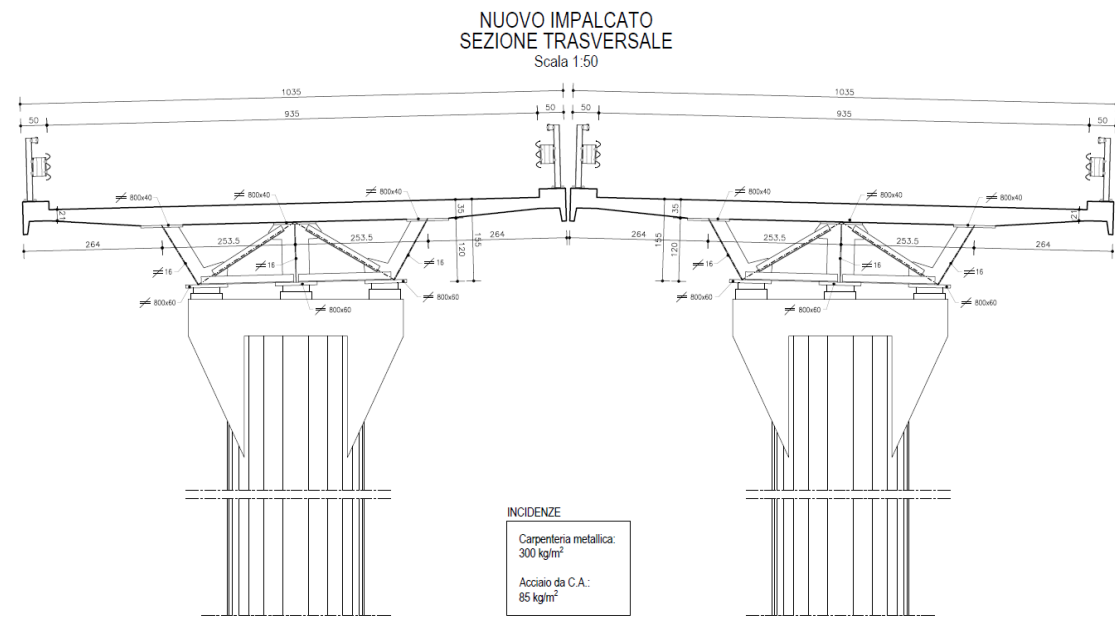


Figura 2 - Sezione tipo nuovo impalcato acciaio-calcestruzzo

I lavori dovranno interessare una carreggiata per volta e, per le attività da eseguirsi in assenza di traffico, dovrà prevedersi il doppio senso sull'altra carreggiata.

## 5 INTERVENTO SULLA PAVIMENTAZIONE

A completamento degli interventi precedenti, il progetto prevede, per tutta la larghezza dell'impalcato nel tratto interessato, il rifacimento dell'impermeabilizzazione della soletta degli impalcati e la realizzazione di nuovi strati di binder ed usura di spessori rispettivamente di cm 5 e cm 4, ottenuti con bitume modificato, mediante le seguenti operazioni e con le seguenti caratteristiche:

- demolizione dell'intero spessore della pavimentazione, fino a raggiungere l'estradosso della soletta. Lo spessore medio degli strati della pavimentazione in conglomerato bituminoso è di cm 16;
- rimozione dell'impermeabilizzazione con idonee attrezzature. Se necessario anche mediante bocciardatura dell'estradosso della soletta;



- esecuzione di nuova impermeabilizzazione della soletta dei viadotti, mediante la realizzazione di un manto continuo ed impermeabile di natura sintetica, costituito da copolimero bicomponente epossipoliuretano chimicamente reattivo con elastomeri compatibili ed additivato con catrame da distillazione di idrocarburi con le specifiche e modalità esecutive previste nelle Norme Tecniche;
- esecuzione di strato di conglomerato bituminoso modificato con elastomeri e da inerti “normali” per strato di binder per uno spessore di cm 5;
- esecuzione di mano d’attacco costituita da emulsione bituminosa per una quantità di 1,0 kg/mq;
- stesa in opera di conglomerato bituminoso modificato con elastomeri e da inerti “normali” per tappeto di usura per centimetri di spessore 4;
- sigillatura, eseguita a caldo, lungo i cordoli laterali dell’impalcato, la ripresa centrale carreggiata, le spalle e trasversalmente tra pavimentazione esistente e nuova;
- esecuzione di segnaletica orizzontale spruzzata.

## **6 PREZZI**

I prezzi adottati per la redazione del computo metrico estimativo sono i prezzi derivati da:

- Elenco Prezzi ANAS Torino 2018.
- Elenco Prezzi Regione Piemonte 2018.

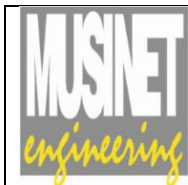
In mancanza di riscontri sono state effettuate delle apposite analisi, adottando come prezzi di riferimento quelli compresi nei suddetti elenchi.

## **7 IMPORTO DEI LAVORI E CATEGORIE**

L’importo complessivo dei lavori a base d’appalto ammonta a € 18 118 553.95 suddivisi in:

€ 16 868 553.95, per lavori;

€ 1 250 000.00, per oneri della sicurezza (non soggetti a ribasso).



**INTERVENTI DI ADEGUAMENTO SISMICO**  
**PROGETTO ESECUTIVO**  
**VIADOTTO GAD**  
**ABSTRACT RELAZIONE GENERALE**

L'importo a base d'asta è suddivisibile secondo le seguenti categorie:

Categorie (art. 84 D. Lgs n. 50/2016 e s.m.i.)		Importo		Classifica
		totale	di cui oneri per la sicurezza	
OG3	Strade, autostrade, ponti, viadotti, ferrovie, metropolitane ...	€ 9 046 940.86	€ 624 148.93	VI
OS18-A	Componenti strutturali in acciaio	€ 5 391 704.80	€ 371 974.00	V
OS11	Apparecchiature strutturali speciali	€ 2 541 456.71	€ 175 335.23	IV
<b>Categorie d'importo inferiore 10% base d'asta</b>				
OS12-A	Barriere stradali di sicurezza	€ 395 580.65	€ 27 291.13	II
OS23	Demolizione opere	€ 606 933.49	€ 41 872.37	II
OS30	Impianti elettrici, telefonici, radiotelefonici e televisivi	€ 135 937.43	€ 9 378.33	I
	<b>TOTALE</b>	<b>€ 18 118 553.95</b>	<b>€ 1 250 000.00</b>	

## 8 DURATA DEI LAVORI

La durata dei lavori di che trattasi è stata stimata in 750 (settecentocinquanta) giorni naturali e consecutivi.