

# Caratterizzazione dinamica di un impalcato stradale militare risalente al 2° conflitto mondiale

G. Di Marco<sup>1</sup>, E. Lo Giudice<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Studio Lo Giudice- Di Marco, 92024 Canicattì (AG),

<sup>2</sup>Direttore del Laboratorio DISMAT s.r.l., Canicattì (AG),

tel. 0922 859406, fax 0922 853877,

[eliologiudice@dismat.it](mailto:eliologiudice@dismat.it)

## 1. INTRODUZIONE

Il presente lavoro si riferisce ad un'indagine dinamica di un ponte di piccola luce avente struttura in acciaio sito presso il comune di Santa Venerina (CT) lungo la SP 49.

Il manufatto, fu realizzato dalle truppe alleate al fine di ripristinare le vie di comunicazione danneggiate dalle truppe tedesche in ritirata. L'impalcato costituisce una soluzione singolare nel panorama delle tipologie dei ponti di tipo provvisorio impiegate dai corpi del Genio Militare, che generalmente impiegavano il classico schema Bailey.

Alcuni manufatti, finita la guerra, hanno mantenuto la loro funzione, questa volta in via definitiva, nell'ambito della rete stradale, assumendo, di fatto un ruolo strategico e di importanza rilevante. Questo ha reso sempre più attuale la necessità di conoscere lo stato di conservazione di tali manufatti al fine di garantire adeguati livelli di servizio della viabilità. L'Amministrazione Provinciale di Catania, spinta da tale esigenza, ha deciso di effettuare un collaudo statico del manufatto in oggetto e allo scopo ha previsto di effettuare a supporto una prova dinamica.

## 2. DESCRIZIONE DEL MANUFATTO

Il ponticello, a campata unica, scavalca in obliquo un corso d'acqua con carattere torrentizio; esso è costituito da due travi reticolari principali e da due traversi reticolari di testa; l'impalcato, che è completato da una serie di traversi aventi sezione composta chiodata ortogonali alle capriate principali, poggia su spalle in muratura.

Il corpo stradale è costituito da uno strato di base di circa 30 cm realizzato con materiale di in misto granulometrico non legato seguito da uno strato di binder di circa 5 cm e dallo strato di usura in conglomerato bituminoso di 4 cm.

Di seguito è mostrata una vista generale del ponte e la sua modellazione grafica (Fig.1):

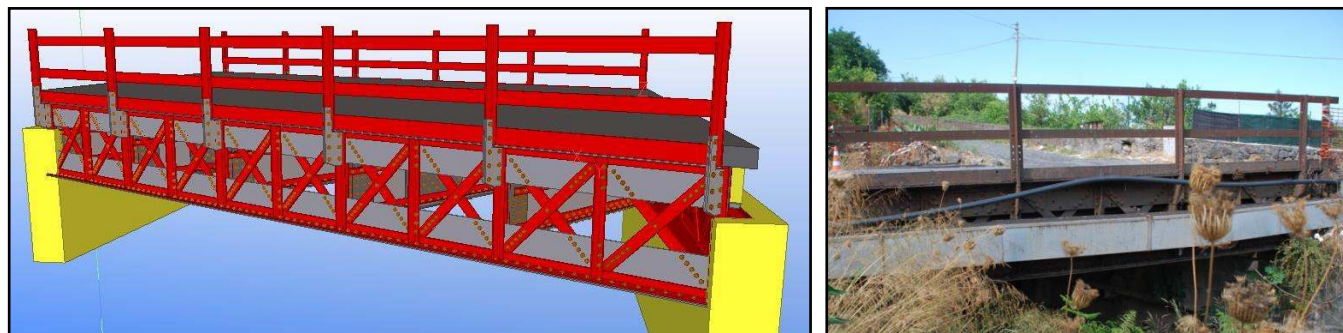


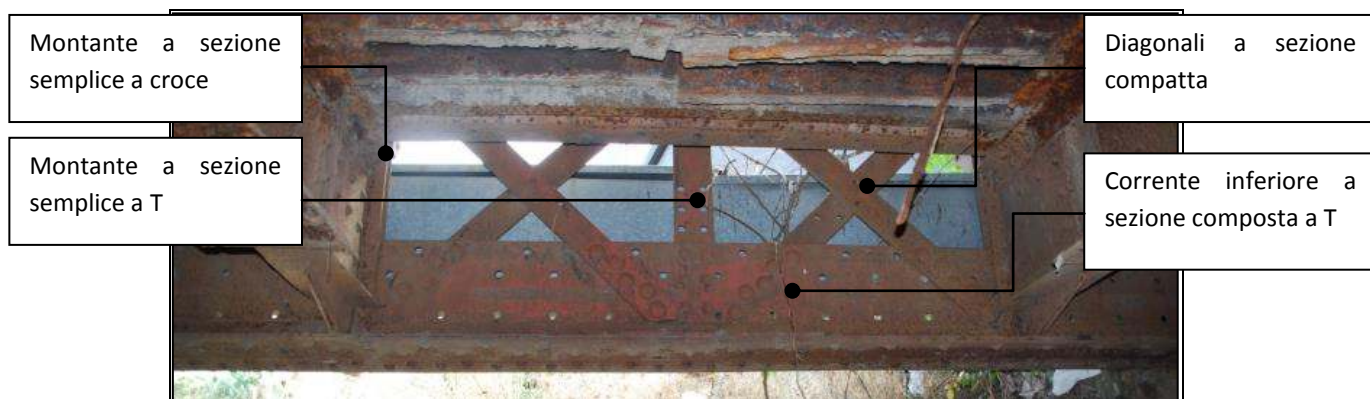
Figura 1 – Particolare della trave principale di bordo.



Come evidenziato tutte le componenti strutturali in acciaio sono assemblate mediante chiodatura.

La trave di bordo (Fig.2) è formata dai correnti a sezione composta a T, dai montanti a sezione composta a croce e a sezione semplice a T e dalle diagonali a croce di sant'Andrea realizzate con piatti.

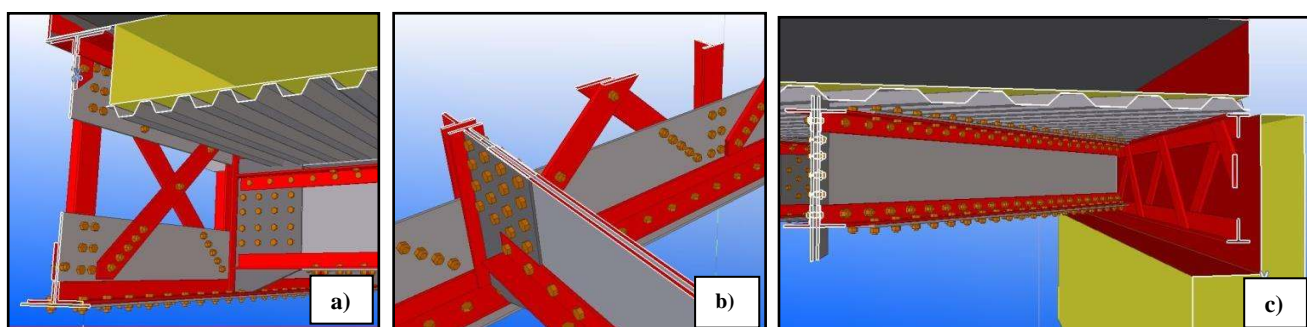
I traversi di testa sono alla Warren (Fig. 3 sx), formati dai correnti a sezione semplice a T e dagli elementi di parete costituiti da piatti. I traversi in campata (Fig.3 dx) sono realizzati mediante sezioni composte ad I.



**Figura 2 – Particolare della trave principale di bordo.**



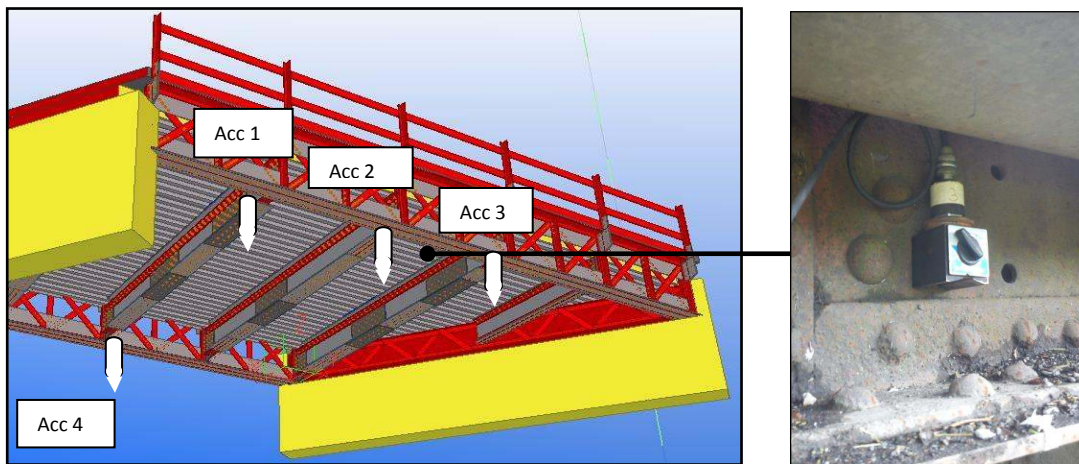
**Figura 3 – Particolare della trave di testa (sx) e del traverso (dx).**



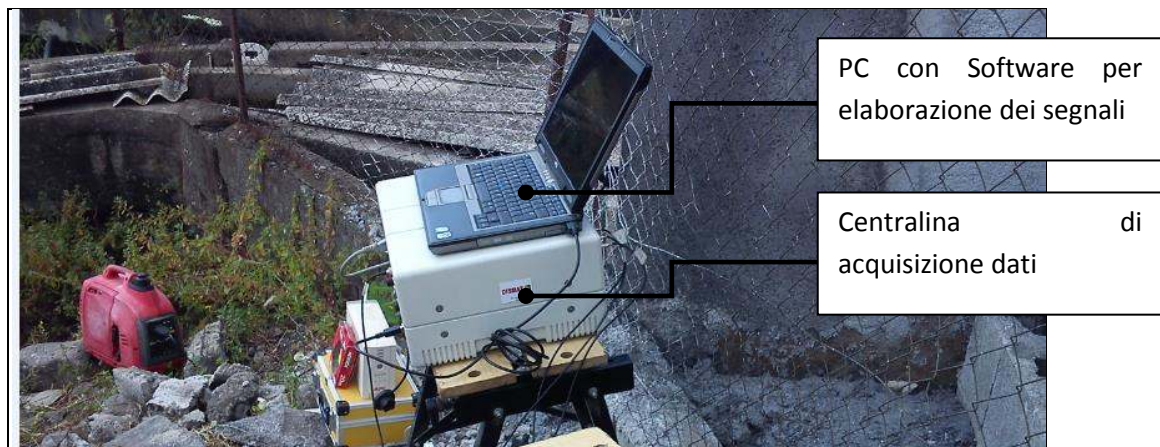
**Figura 4 – Particolare delle sezioni delle membrature: a)Capriata principale di bordo; b) Montanti e diagonali; c)Travata e travatura di testa.**

### 3. DESCRIZIONE DELLA PROVA

La prova dinamica è stata eseguita posizionando 4 accelerometri verticali sulla trave principale di bordo in punti prestabiliti (Fig. 5). La scelta di tale posizionamento è stata effettuata in modo da cogliere i soli modi di vibrare che interessano il comportamento globale del manufatto. Gli accelerometri, modello PCB 393A03 del tipo sismico a basse frequenze, sono stati fissati alla struttura mediante basi magnetiche. Essi sono stati collegati, mediante cavi, ad una centralina, con convertitore analogico-digitale e scheda di acquisizione NI a 24 bit. Le accelerazioni registrate nel dominio del tempo sono state, in seguito, studiate attraverso un software di analisi vibrazionale della Wintek, il quale ha permesso di rielaborare i dati nel dominio delle frequenze mediante l'uso della trasformata veloce di Fourier (FFT).



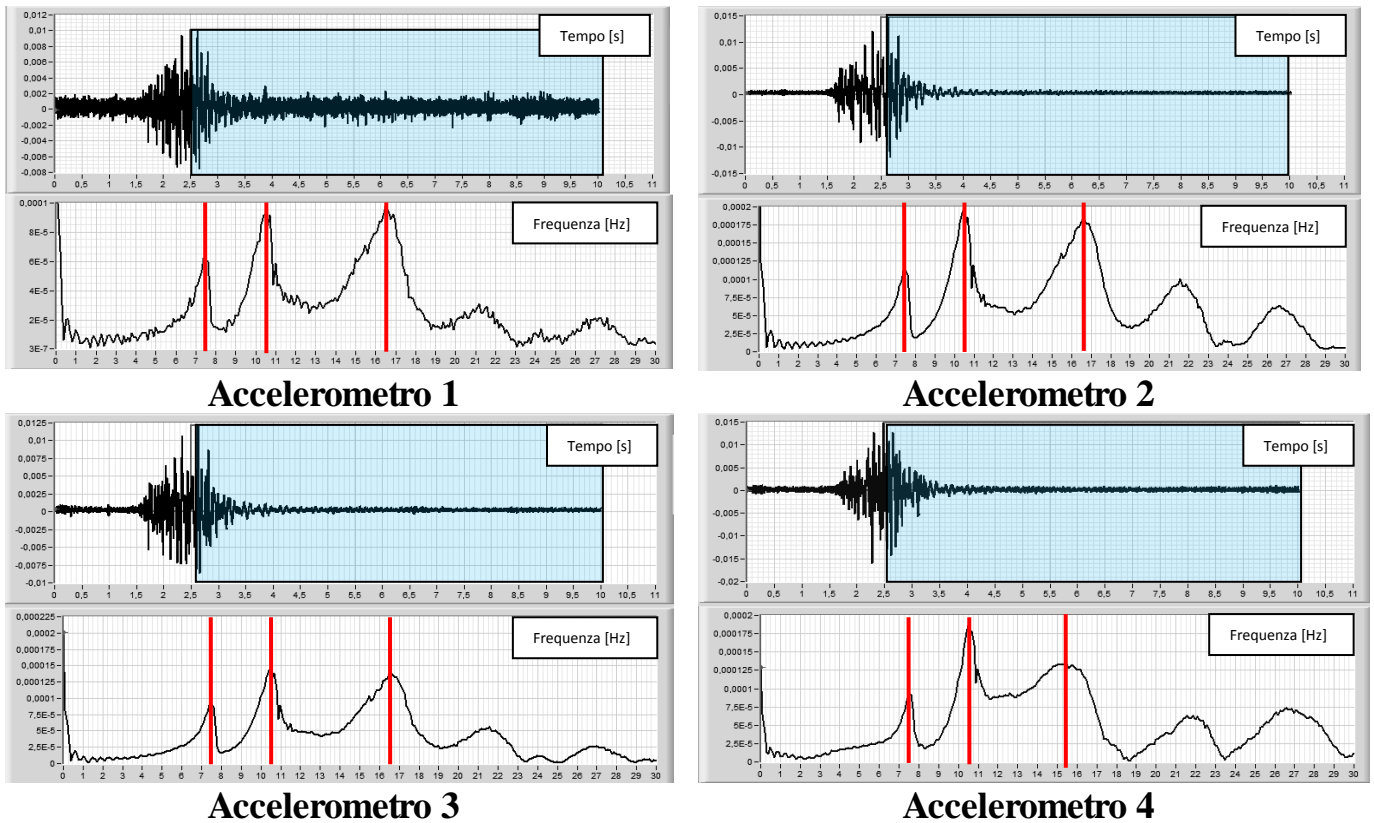
**Figura 5 – Schema di posizionamento degli accelerometri.**



**Figura 6 – Collegamento della strumentazione per l'acquisizione e studio dei segnali.**

Il metodo utilizzato per l'identificazione delle frequenze proprie della struttura è il Basic Frequency Domain che consente di determinare le frequenze relative ai singoli modi di vibrare basandosi sull'individuazione dei picchi nello spettro di risposta.

Di seguito si riportano le FFT dei segnali registrati subito dopo il passaggio dei veicoli, con evidenziati i picchi che si sono ritenuti rappresentativi dei modi di vibrare della struttura. Gli spettri sono stati calcolati finestrando il segnale dopo l'eccitazione in modo da cogliere le accelerazioni in condizioni di oscillazione libera.



**Figura 7 – Segnali registrati dagli accelerometri nel dominio del tempo e nel dominio delle frequenze.**

In tabella si riassumono le frequenze relative ai primi tre modi di vibrare della struttura individuati dall'analisi dei segnali di ciascun accelerometro.

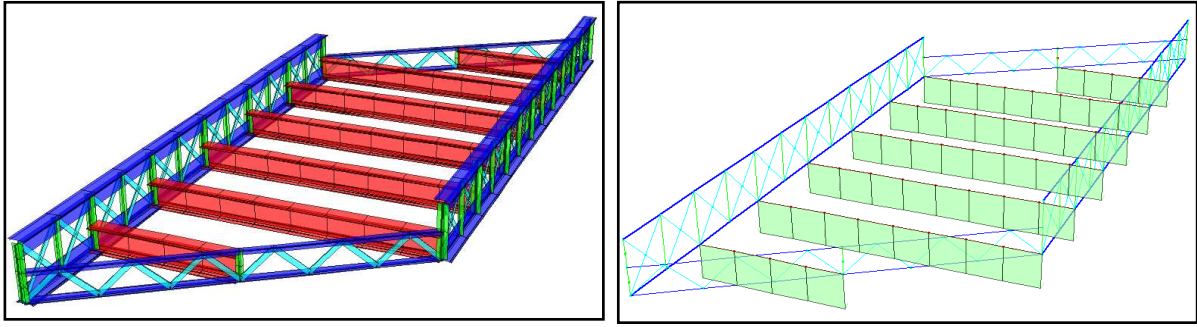
**Tabella 1: Frequenze stimate**

Modo	Frequenza
Primo	7,5
Secondo	10,5
Terzo	16,5

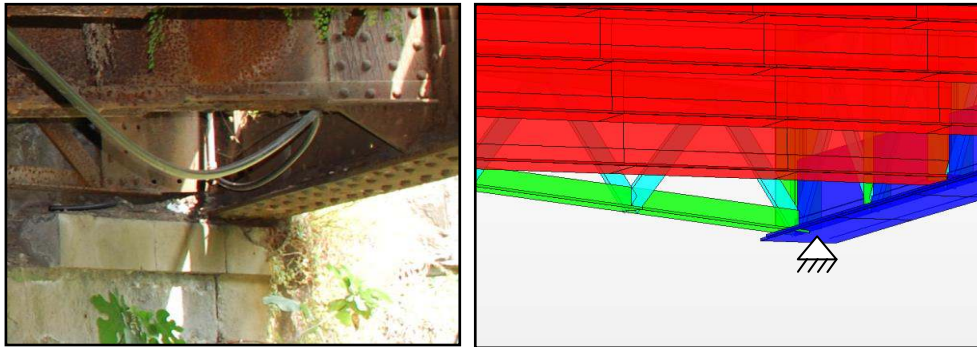
#### 4. TARATURA DEL MODELLO

La struttura è stata schematizzata come un insieme costituito da: travi principali di bordo, travi di testa, e traversi. Gli elementi costituenti le travature di bordo sono stati modellati con elementi asta. I traversi in campata sono stati modellati mediante elementi BEAM. L'impalcato del ponte e i carichi trasmessi sono stati inseriti nel modello sotto forma di carichi verticali distribuiti lungo i traversi. Il contributo di rigidità offerto dagli elementi costituenti il piano viario non è stato preso in considerazione in quanto ritenuti privi di rigidità.

I vincoli interni tra le membratura sono state modellate con cerniere, i vincoli esterni sono stati riprodotti mediante cerniere e carrelli.

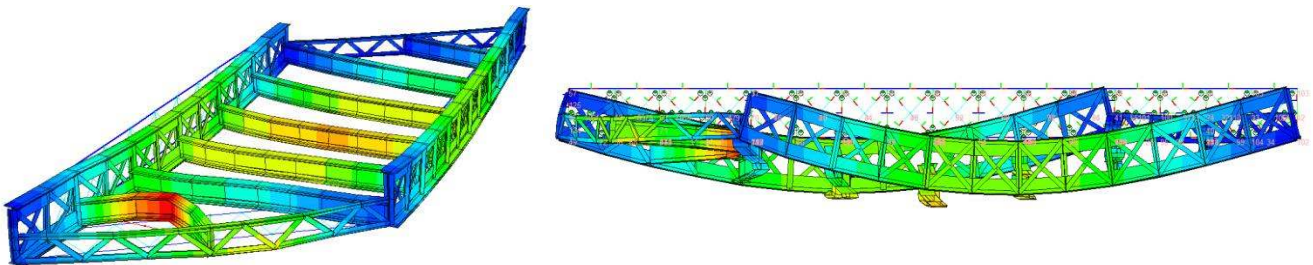


**Figura 8 – Modello FEM e applicazione dei carichi trasmessi dall'impalcato.**

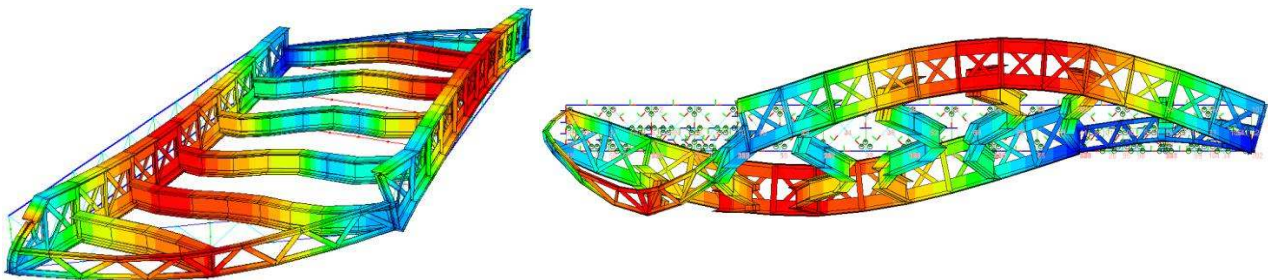


**Figura 9 – Appoggio su spalla.**

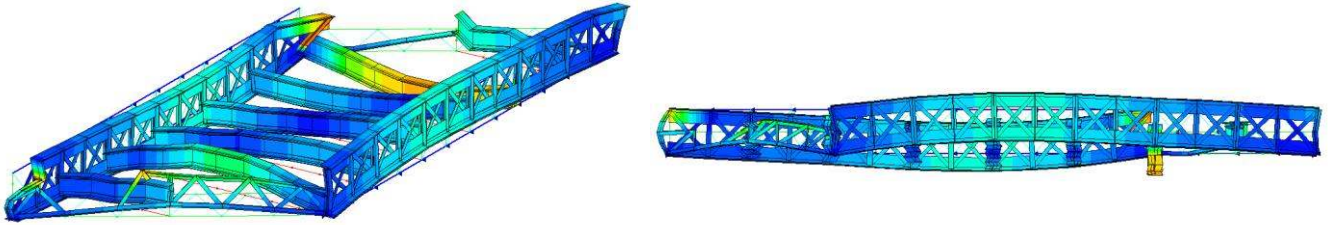
I modi di vibrare complanari all'impalcato non sono stati tenuti in considerazione al fine della caratterizzazione dinamica in quanto non sono rappresentativi della risposta dell'intera struttura. Di seguito si riportano i primi tre modi globali della struttura.



**Figura 10 – Primo modo di vibrare Flessionale 8,02 Hz.**



**Figura 11 – Secondo modo di vibrare Torsionale 10,2 Hz.**



**Figura 12 – Terzo modo di vibrare Flessionale 18,04 Hz.**

In Tabella 1 sono riportate le frequenze rilevate sperimentalmente e quelle riscontrate dal modello agli elementi finiti e il calcolo del relativo scarto percentuale in funzione delle frequenze sperimentali.

**Tabella 2: Frequenze stimate.**

	$f_1$	$f_2$	$f_3$
<b>Modello FEM</b>	8,02	10,2	18,04
<b>Sperimentale</b>	7,5	10,5	16,5
<b>Scarto [%]</b>	6,7	2,8	8,5

## 5. CONCLUSIONI

Si è illustrata una procedura di identificazione del modello di un piccolo impalcato da ponte con struttura in acciaio il cui periodo di costruzione si fa risalire al 1943. L'identificazione ha permesso, al collaudatore, di valutarne il comportamento statico sotto i carichi di servizio e di prescrivere gli opportuni interventi di adeguamento.

Nello svolgimento delle indagini dinamiche è stato prezioso l'aiuto del Geom. C. Pappalardo dell'Ufficio Tecnico della Provincia di Catania e dell'Ingegnere Agostino Curtopelle dello Studio Lo Giudice-DiMarco che cogliamo l'occasione di ringraziare.

## BIBLIOGRAFIA

D.J. Ewins, Modal Testing: Theory and Practice. John Wiley & Sons Inc, USA, 1984.

Anil K. Chopra: Dynamics of Structures. Prentice-Hall, New Jersey, 2001.

G.Ballio C.Bernuzzi:Progettare costruzioni in acciaio. Hoepli, 2010

L.F. Donato: Lezioni di Costruzioni – Parte II Costruzioni Metalliche. Colombo Corsi Pisa 1956.