

prova	gruppo	descrizione	ammortizzatori
c01:	1	a terra 1 - prova a vuoto (macchine spente)	no
c02:	1	a terra 1 - macchina 119 accesa	no
c03:	1	a terra 1 - macchina 119 accesa - ripet. c02	no
c04:	1	a terra 1 - macchina 119 accesa, poi spenta	no
c05:	1	a terra 1 - macchine 119 e 120 accese	no
c06:	1	a terra 1 - macchine da 118 a 121 accese	no
c07:	1	a terra 1 - macchine 118-121,128-131 accese	no
c08:	1	a terra 1 - macchine appena spente	no
c09:	2	su pilastri - prova a vuoto (macchine spente)	no
c10:	2	su pilastri - macchina 119 accesa	no
c11:	2	su pilastri - macchina 119 accesa, poi spenta	no
c12:	3	su jaquart 1 - prova a vuoto (macchine spente)	no
c13:	3	su jaquart 1 - ripet. c12 ma a 1000 Hz	no
c14:	3	su jaquart 1 - macchina 119 accesa	no
c15:	3	su jaquart 1 - macchina 119 accesa, poi spenta	no
c16:	3	su jaquart 1 - ripet. c15	no

Tabella 1: Elenco delle prove effettuate il 20 gennaio 2007

2 Strumentazione utilizzata

Le prove di vibrazione sono state condotte misurando il livello di vibrazione indotto dai telai durante il loro funzionamento su alcuni componenti strutturali dell'edificio (pavimento, pilastri ecc.). I trasduttori di accelerazione sono di tipo capacitivo e ad elevata sensibilità e permettono di misurare l'accelerazione in due direzioni. Gli accelerometri, sviluppati presso il laboratorio ELSA (European Laboratory for Structural Assessment - Laboratorio Europeo per le Verifiche Strutturali) del Centro Comune di Ricerca della Commissione Europea a Ispra (VA), presentano un bassissimo consumo di energia ed una elevata sensibilità.

L'apparato di misura sperimentale consiste in alcuni sensori accelerometrici bidirezionali (fino a 8 se si utilizzano entrambe le direzioni di misura, 16 se ne viene utilizzata soltanto una) collegati ad una scatola di interconnessione ed alimentazione. Tale scatola è alimentata da un apposito alimentatore stabilizzato collegato alla rete elettrica. Dalla scatola fuoriesce un cavo piatto che si interfaccia con la scheda di acquisizione collegata al computer portatile. Un software di acquisizione sviluppato ad hoc per questo tipo di indagini dinamiche permette di registrare i segnali rilevati dai sensori.

Per ogni prova effettuata viene compilata una apposita scheda contenente tutte le caratteristiche salienti. I dati vengono memorizzati in una base di dati strutturata in modo analogo alle basi dati dei migliori laboratori di ricerca (per esempio l'ELSA). Tali dati vengono poi analizzati mediante procedure di calcolo dedicate.

Tramite opportune elaborazioni dei dati registrati è possibile risalire alle frequenze maggiormente eccitate dai macchinari e al livello di vibrazione da essi indotto. Tali valori possono essere poi confrontati prima e dopo il posizionamento dei dispositivi antivibranti per valutare il grado di efficacia dell'intervento.

prova	gruppo	descrizione	ammortizzatori
c17:	4	su jaquart 2 - prova a vuoto (macchine spente)	sì
c18:	4	su jaquart 2 - colpi a mano alla jacquart a sin.	sì
c19:	4	su jaquart 2 - salti sul ponte a sin.	sì
c20:	4	su jaquart 2 - salti sul ponte a dx.	sì
c21:	4	su jaquart 2 - macchina 119 accesa	sì
c22:	4	su jaquart 2 - ripet. c21	sì
c23:	5	su isol. jaq. - prova a vuoto (macchine spente)	sì
c24:	5	su isol. jaq. - macchina 119 accesa	sì
c25:	6	a terra 2 - prova a vuoto (macchine spente)	sì
c26:	6	a terra 2 - salti sul pavimento a sin.	sì
c27:	6	a terra 2 - salti sul pavimento a dx.	sì
c28:	6	a terra 2 - macchina 119 accesa	sì
c29:	6	a terra 2 - macchina 118 accesa	sì
c30:	7	su isol. terra - prova a vuoto (macchine spente)	sì
c31:	7	su isol. terra - macchina 119 accesa	sì

Tabella 2: Elenco delle prove effettuate il 13 ottobre 2007



Figura 1: Catena di misura (sistema di acquisizione, scatola di interconnessione, alimentatore)

3 Schema dei sensori adottato

Come brevemente descritto nell'introduzione, durante le varie fasi di misura si è provveduto a misurare il livello di vibrazione indotto da diversi telai concentrandosi in particolare, su suggerimento della committenza, sulla macchina n. 119. Tale macchina è stata scelta in quanto si trova in una posizione rispetto al solaio di calpestio che dovrebbe essere la più critica.

Le vibrazioni sono misurate a terra in corrispondenza dei 4 appoggi della macchina e sulla jaquart in corrispondenza dei 4 appoggi sul ponteggio. Le misure vengono effettuate sia mentre la macchina è spenta che mentre è in funzione ripetendo le misure senza e con dispositivi antivibranti. Tutte le altre macchine sono nel frattempo tenute spente, per questo motivo le campagne di misura sono sempre state effettuate di sabato pomeriggio, quando cioè la tessitura è ferma.

Le prove hanno sempre la durata di almeno 20 secondi. L'acquisizione comincia qualche secondo dopo l'avvio del telaio affinché le vibrazioni siano a regime.

La figura 2 mostra i 4 sensori posizionati a terra, la figura 3 mostra invece i sensori posizionati sulla jaquart.



(a) posizione A



(b) posizione B



(c) posizione C



(d) posizione D

Figura 2: Disposizione degli accelerometri nei pressi degli appoggi a terra della macchina n. 119.

I sensori sono stati posizionati in corrispondenza dei 4 appoggi della macchina



Figura 4: Punti di misura a terra

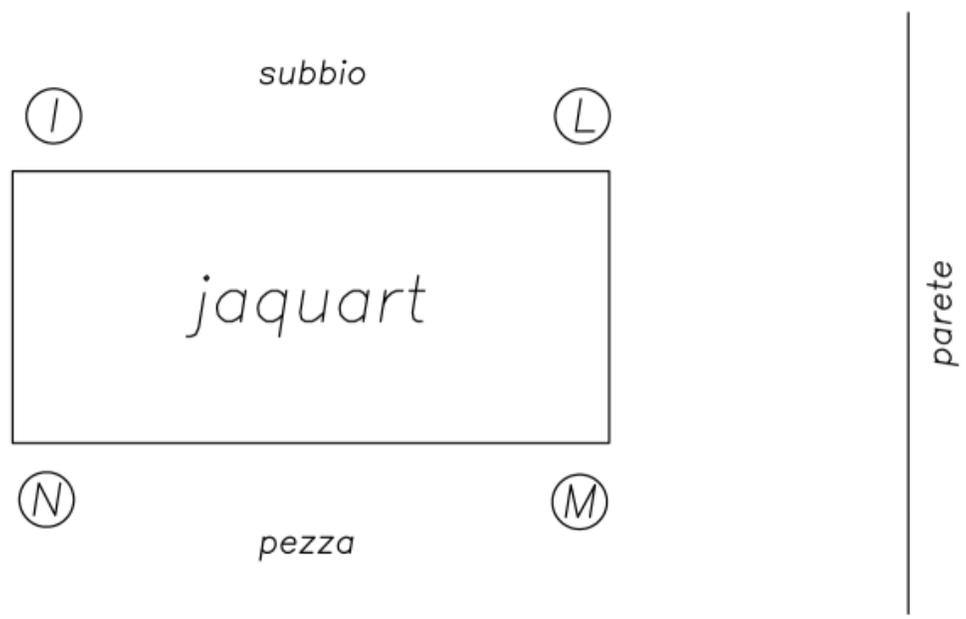


Figura 5: Punti di misura sulla jaquart

4 Confronto dei livelli di vibrazione sulla jaquart

Tra le molte prove effettuate ed analizzate, si riportano qui di seguito i risultati relativi alla situazione finale di prova e cioè con gli ammortizzatori ottimizzati in base ai risultati ottenuti dalle prove precedenti. Tali ultime misure sono svolte con una procedura ottimale per una valutazione dell'efficienza degli ammortizzatori in quanto la prova è stata ripetuta con e senza dispositivi antivibranti lasciando i sensori nella medesima posizione e con il telaio nelle stesse condizioni di funzionamento.

4.1 Confronto dei segnali nel dominio del tempo

I segnali misurati sono stati confrontati nel dominio del tempo. La figura 6 mostra il confronto dell'andamento della vibrazione misurata senza dispositivi di appoggio antivibranti (test *c46*, gli ammortizzatori erano bloccati) e con gli ammortizzatori operativi (test *c48*, il blocco è stato rimosso).

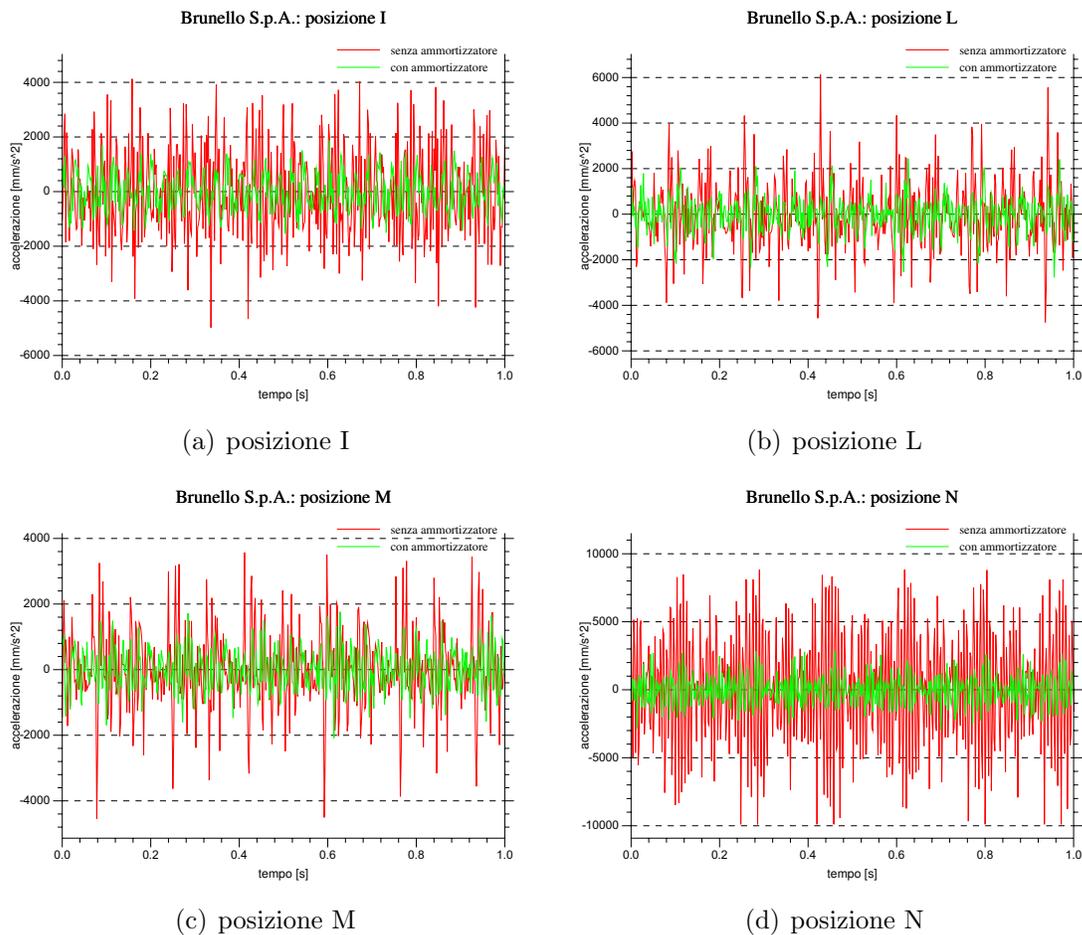


Figura 6: Confronto del livello di vibrazione nel tempo per la jaquart

Appare evidente come la riduzione della vibrazione sia marcata: la curva rossa indica infatti le vibrazioni indotte sul ponteggio dalla jaquart quando la macchina appoggia direttamente su di esso e la curva verde indica le vibrazioni che si trasmettono in presenza degli appoggi antivibranti.

	pos. I	pos. N	pos. M	pos. L
senza ammortizzatori	38	100	29	34
con ammortizzatori	17	26	15	19

Tabella 8: Valori normalizzati a 100 della norma 2 dell'accelerazione sotto gli appoggi della jaquart

4.2 Confronto dei segnali nel dominio della frequenza

I segnali sono poi stati analizzati nel dominio della frequenza calcolandone la densità spettrale di potenza (PSD - Power Spectral Density). In questo modo è possibile individuare quali sono le frequenze con maggiore energia che il segnale contiene, cioè qual è il contenuto in frequenza.

Senza entrare nel dettaglio di considerazioni tecniche, basti qui ricordare che la frequenza di acquisizione utilizzata è stata di 500 Hz, di conseguenza la massima frequenza teoricamente individuabile è di 250 Hz, mentre dal punto di vista pratico si era interessati a frequenze che arrivassero circa fino a 90 Hz.

La massima risoluzione in frequenza è invece data dalla formula $\Delta f = 1/T_{tot}$, quindi considerando una durata dell'acquisizione di 20 secondi si ottiene $\Delta f = 0,05$ Hz, una risoluzione ben al di sopra della precisione necessaria per gli scopi preposti.

In figura 8 sono mostrati i confronti. Le curve rosse rappresentano la situazione senza ammortizzatori e quelle verdi con gli ammortizzatori. La scala sull'asse delle ordinate è scelta in modo da visualizzare al meglio la differenza tra prima e dopo l'istallazione degli ammortizzatori.

Anche in questo caso è utile visualizzare le PSD in modo che la scala sull'asse delle ordinate rimanga costante: si trova allora che le vibrazioni residue dopo il posizionamento degli ammortizzatori sono paragonabili per ogni appoggio e sensibilmente ridotte rispetto alla situazione di partenza (figura 9). Unica eccezione è la frequenza a 35 Hz in posizione I, cioè in una posizione alquanto sfavorevole perché vicino al cardano. Inoltre potrebbe anche essere che tale frequenza provenga in realtà dal telaio: sarebbero necessarie ulteriori misure ed analisi per poter concludere qualcosa con certezza a tale riguardo.

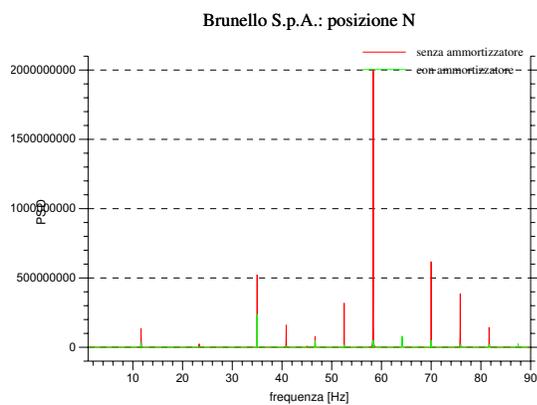
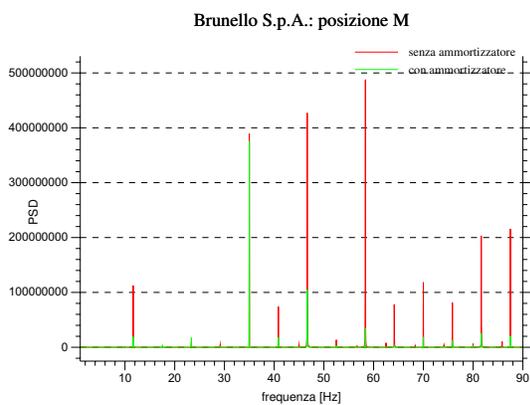
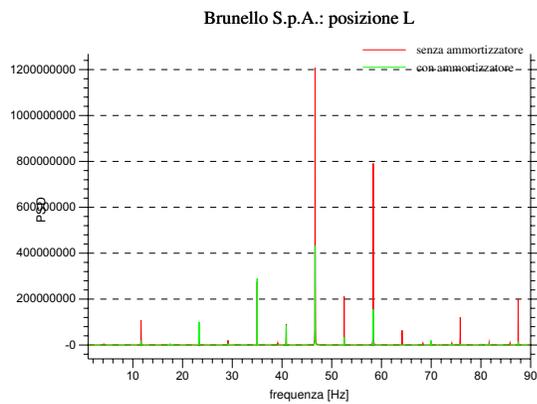
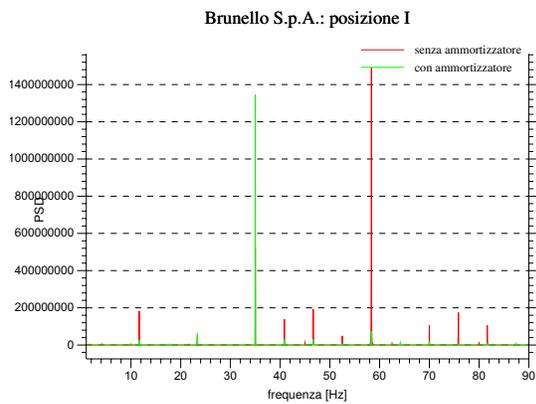


Figura 8: Confronto del livello di vibrazione in frequenza per la jaquart