



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

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.

3 Fase 1

L'elenco dei test effettuati in data 27 marzo 2007 è riportato nella tabella 3. I test da *b01* a *b05* sono relativi alla fase 1, il test *b06* è relativo alla fase 2 e i test *b07* a *b08* sono relativi alla fase 3. Ogni test ha la durata di circa 25 secondi, di cui poi verranno analizzati i 20 secondi centrali.

prova	descrizione
b01	telaio 9 - acceso con ammortizzatore (altri telai spenti))
b02:	telaio 9 - prova a vuoto (altri telai spenti))
b03:	telaio 9 - acceso senza ammortizzatore (altri telai spenti))
b04:	telaio 9 - spento (altri telai accesi))
b05:	ripetizione b04)
b06:	angolo tessitura - tutti i telai accesi)
b07:	ufficio - tutti i telai accesi)
b08:	ufficio - tutti i telai accesi (cambio posizione sensori))

Tabella 1: Elenco delle prove effettuate

Come brevemente descritto nell'introduzione, durante la fase 1 si provveduto a:

1. misurare il livello di vibrazione indotto dalla macchina n⁰ 9 durante il suo funzionamento e **con** i dispositivi antivibranti inseriti (**fase 1 A**, test *b01*): le vibrazioni sono misurate in corrispondenza dei 4 appoggi della macchina e mentre tutte le altre macchine sono tenute spente;
2. misurare la vibrazione di fondo presente nella tessitura nonostante tutte le macchine siano spente (test *b02*);
3. misurare il livello di vibrazione indotto dalla macchina n⁰ 9 durante il suo funzionamento e **senza** i dispositivi antivibranti inseriti (**fase 1 B**, test *b03*): anche in questo caso le vibrazioni sono misurate in corrispondenza dei 4 appoggi della macchina e mentre tutte le altre macchine sono tenute spente;

Le prove hanno sempre la durata di circa 25 secondi. L'acquisizione comincia qualche secondo dopo l'avvio del telaio per essere sicuri che le vibrazioni siano a regime.

I sensori sono stati posizionati in corrispondenza dei 4 appoggi della macchina, come mostrato nella figura 3.

I sensori sono stati posti in modo da misurare sempre la componente verticale dell'accelerazione in quanto tale componente è quella che interessava maggiormente studiare. Per quanto riguarda le due direzioni nel piano del pavimento, si è scelto di misurare alternativamente in x_t e in y_t come mostrato dalle frecce sulla figura 3.



(a) posizione 1



(b) posizione 2



(c) posizione 3



(d) posizione 4

Figura 2: Disposizione degli accelerometri durante la fase 1

3.1 Confronto dei segnali nel dominio del tempo

I segnali misurati sono stati confrontati nel dominio del tempo. La figura 4 mostra il confronto dell'andamento della vibrazione misurata con dispositivi di appoggio antivibranti (test *b01*) e senza (test *b03*).

Appare evidente come la riduzione della vibrazione sia, anche solo da un primo sguardo, molto marcata: la curva rossa indica infatti le vibrazioni indotte sul pavimento quando la macchina appoggia direttamente su di esso e la curva verde indica le vibrazioni che si trasmettono al pavimento in presenza degli appoggi antivibranti.

Andando poi ad estrarre opportune norme dei segnali registrati su un periodo di 20 secondi, si ottiene la tabella 2.

Dalla tabella 2 si evince come la riduzione del livello di vibrazioni trasmesse al terreno sia molto consistente qualunque norma si prenda in considerazione e qualunque posizione si vada ad osservare (per alcune brevi considerazioni riguardo alle norme di un segnale si rimanda all'appendice al paragrafo 7 e alla bibliografia specifica sull'argomento). La riduzione è infatti sempre almeno del 70% e spesso anche superiore all'80%. In particolare i valori più bassi di riduzione, comunque sempre almeno del 70%, si hanno in posizione 1, dove l'entità delle vibrazioni trasmesse al pavimento è, già prima di inserire i dispositivi antivibranti, pari a circa la metà di quella misurata in posizione 3 o 4.

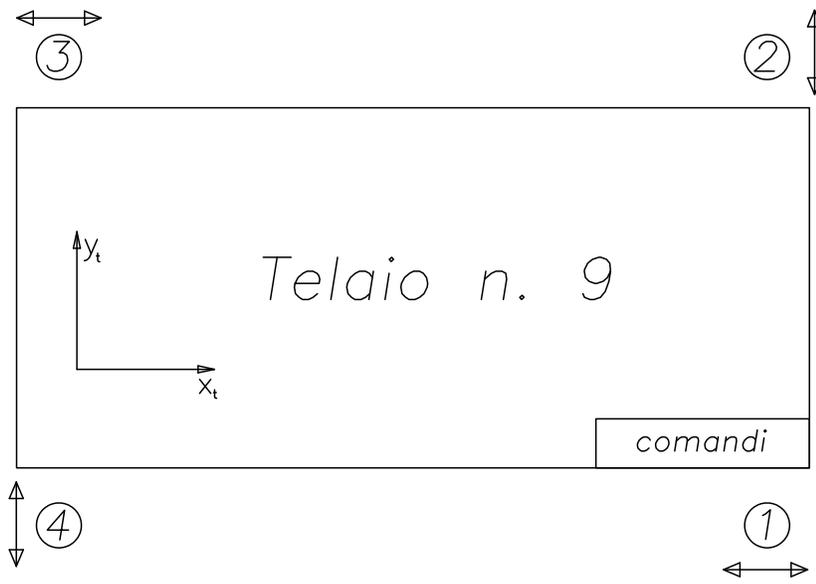


Figura 3: Punti di misura durante la fase 1

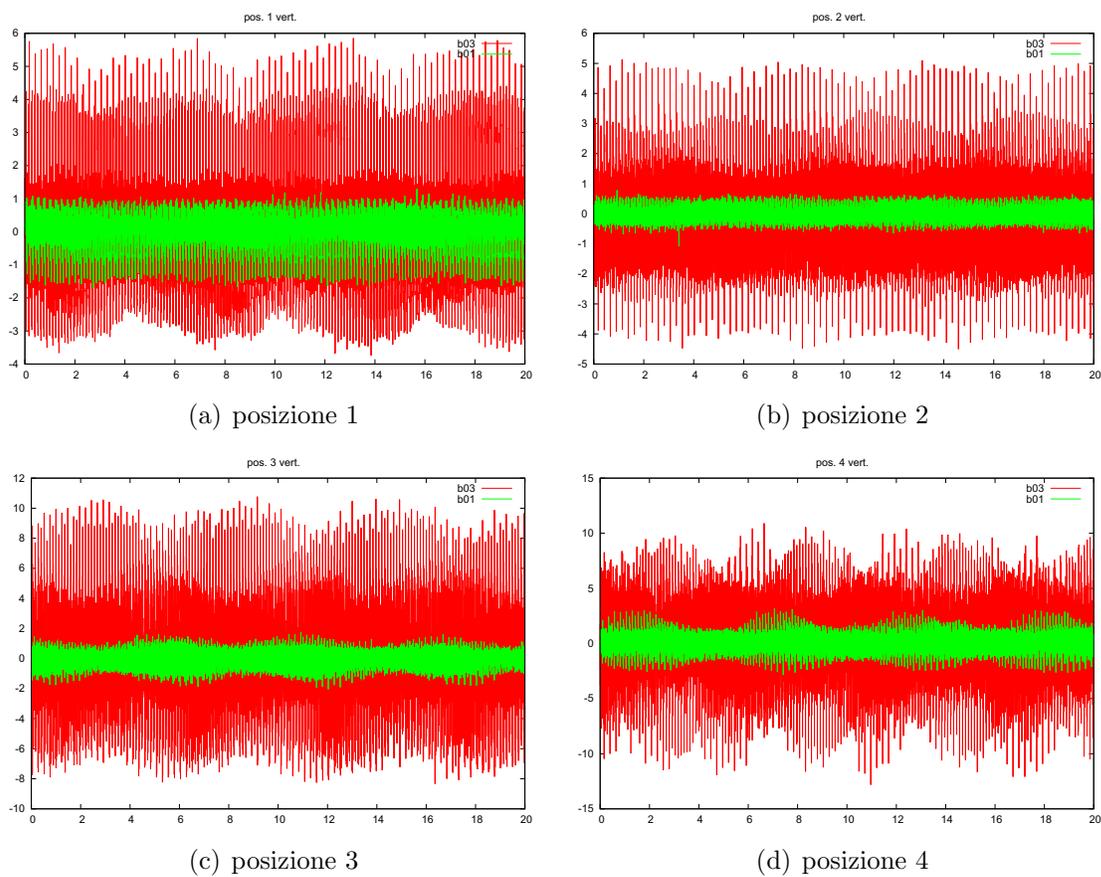


Figura 4: Confronto del livello di vibrazione nel tempo

3.2 Confronto dei segnali nel dominio della frequenza

Il passo seguente è stato analizzare i segnali di vibrazione registrati nel dominio della frequenza. Si è provveduto quindi al calcolo della densità spettrale di potenza del segnale (Power Spectral Density o PSD in inglese) in modo da poter determinare quale è il contenuto in frequenza del segnale e di conseguenza quali sono le frequenze maggiormente presenti nel segnale.

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 al massimo a 100 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.

Dalle figure 6, 7, 8, 9 e poi dalle figure 10, 11 e 12 si vede chiaramente come tutti i picchi di tutti i sensori nelle varie posizioni siano stati tagliati in misura molto considerevole.

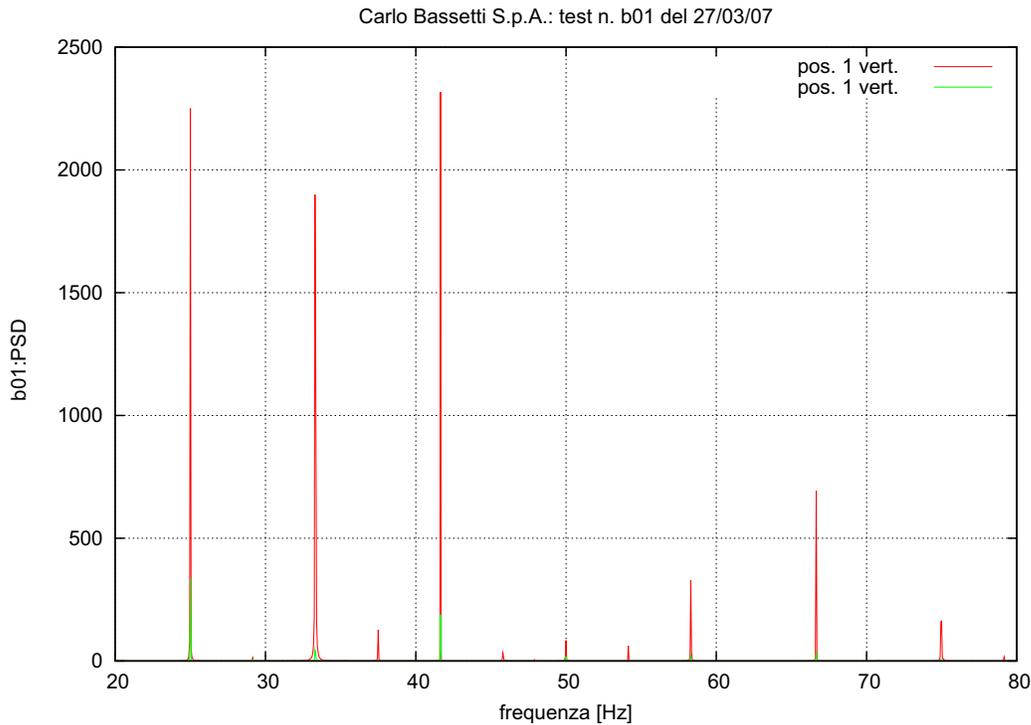
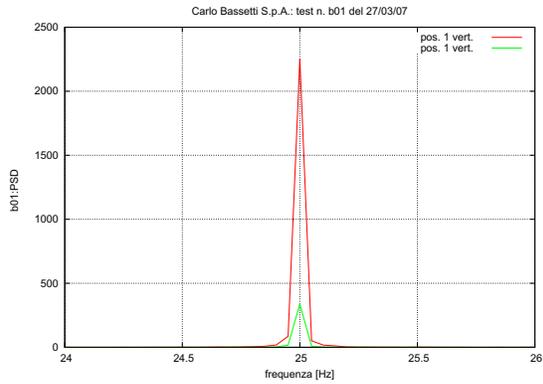


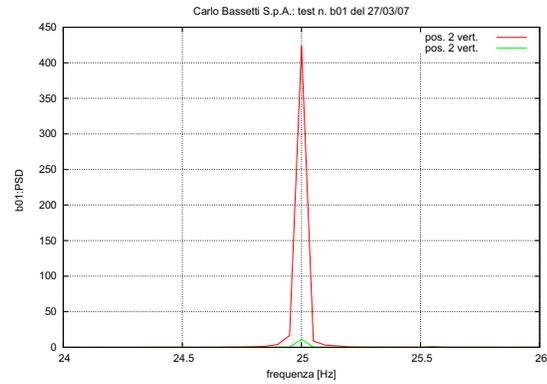
Figura 6: Confronto delle frequenze misurate in posizione 1 (rosso = test *b03*, verde = test *b01*)

Per quanto riguarda le vibrazioni nel piano orizzontale, anche nel dominio della frequenza si nota una sensibile riduzione dei picchi, come mostrato dalle figure 13, 14, 15 e 16.

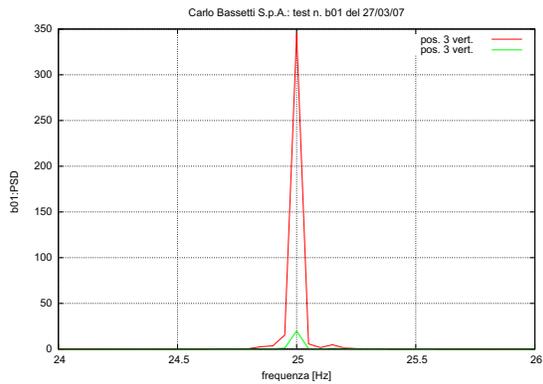
Dal momento che le curve ottenute sono state tutte ricavate utilizzando un intervallo temporale di misura di 20 secondi, l'altezza del picco può essere correlata direttamente all'energia che la vibrazione possiede in corrispondenza di tale frequenza. Si potrebbe quindi calcolare la riduzione percentuale ottenuta dall'introduzione dei



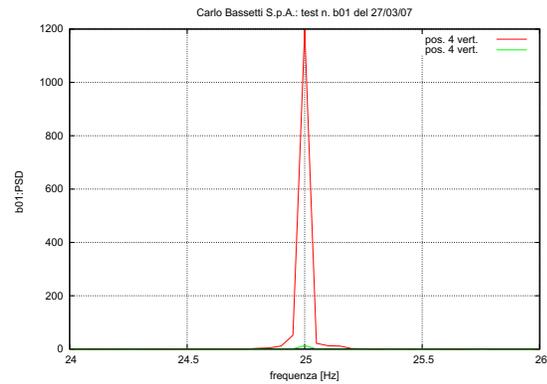
(a) posizione 1



(b) posizione 2



(c) posizione 3



(d) posizione 4

Figura 10: Particolare della prima frequenza significativa rilevata (rosso = test $b03$, verde = test $b01$)