

OBIETTIVI

L’obiettivo del progetto è quello di aprire a noi alunni una finestra sul mondo professionale, portando-
ci alla conoscenza e alla sperimentazione sul campo di una delle tecniche di indagine geofisica che
viene attualmente utilizzata negli studi di microzonazione sismica. In altre parole, abbiamo avuto un
approccio “concreto” alla realtà geologica, contraddistinto da un certo numero di ore laboratoriali e di
terreno, in diretto contatto con la pratica dei metodi e dei modelli numerici.

PRIMA FASE

In data 08 e 23 Marzo 2018, è stata eseguita una indagine geofisica, mediante lun’indagine di sismica
superficiale mediante il metodo di analisi spettrale delle onde di superficie (Rayleigh) con **tecnica**
M.A.S.W. e la **tecnica dei rapporti spettrali o HVSR**, per la caratterizzazione dinamica della strut-
tura e dei terreni siti e presso il Liceo delle Scienze Umane “Baldi” nel Comune di Urbino (PU).

TECNICA M.A.S.W.

SCOPO: ELABORARE PROFILO VERTICALE
DELLE VELOCITÀ DELLE ONDE S.

Il metodo M.A.S.W. (Multichannel Analy-
sis of Surface Waves) è una tecnica di inda-
gine non invasiva che permette di indivi-
duare il profilo di velocità delle onde di ta-
glio VS, sulla base della misura delle onde
superficiali eseguita in corrispondenza di
diversi sensori (geofoni nel caso specifico)
posti sulla superficie del suolo.



STRUMENTAZIONE:

- L’attrezzatura e la strumentazione utiliz-
zata è costituita da:
- un sistema di energizzazione per le onde P
 - un sistema di ricezione
 - sistema di acquisizione dati
 - un sistema di trigger

TECNICA HVSR

SCOPO: PER EVITARE L'EFFETTO DI "DOPPIA
RISONANZA" ESTREMAMENTE PERICOLOSI PER
LA STABILITÀ DEGLI STESSI IN CASO DI SISMA.

L'indagine geofisica proposta si avvale
della metodologia basata sulla tecnica di
Nakamura e sul rapporto spettrale H/V. La
tecnica dei rapporti spettrali o HVSR
(Horizontal to Vertical Spectral Ratio) è
totalmente non invasiva e si avvale del ru-
more ambientale che in natura esiste ovun-
que.
Tale registrazione è stata utilizzata per la
determinazione della frequenza caratteristi-
ca di risonanza che rappresenta un parame-
tro fondamentale per il corretto dimensio-
namento degli edifici in termini di risposta
sismica locale

STRUMENTAZIONE:

Le misure di microtremore ambientale
sono state eseguite per mezzo di un tromo-
grafo digitale portatile progettato specifica-
mente per l’acquisizione del rumore sismi-
co.

Per tale scopo viene utilizzato un sismo-
grafo 24 bit GEOBOX prodotto dalla ditta
Sara Instruments Srl (frequenza di risonan-
za 0.45 Hz).

Dalla registrazione del rumore sismico ambientale in campo libero si ricava la curva
H/V . La curva H/V viene riprodotta creando una serie di modelli sintetici (che contem-
plano la propagazione delle onde di *Rayleigh* e di *Love* nel modo fondamentale e supe-
riori in sistemi multistrato), fino a considerare per buono il modello teorico più vicino
alle curve sperimentali.

Spessore (m)	Profondi- tà (m)	VP (m/ sec)	VS (m/ sec)	Density (kg/m³)
3,9	3,9	578,4	345,1	1991,0
17,6	21,4	839,9	450,6	2011,0
12,2	33,6	1104,0	570,1	2166,0
21,3	55,0	1722,0	739,7	2098,0
semispa-	-	2056,0	1048,0	2106,0

E' stato quindi possibile stimare la Vseq, trami-
te la formula:

$$V_s = \frac{H}{\sum_{i=1}^n \frac{h_i}{v_i}}$$

HV1 **VS30 (HVSR)** = **459 m/s**

Dati i risultati ottenuti, si evince che il suolo di fondazione in oggetto può essere
assimilato ad una categoria di suolo di tipo “B”.

SECONDA FASE:

Per poter verificare l’eventuale presenza di fenomeni di risonanza terreno/struttura sono state
eseguite n°3 verticali di microtremore ambientale distribuite all’interno della struttura. Per ogni verti-
cale sono state acquisite n°3 registrazioni della durata di 10 min, una al piano più basso ed una a
quello più alto della struttura esaminata, come in figura 13.

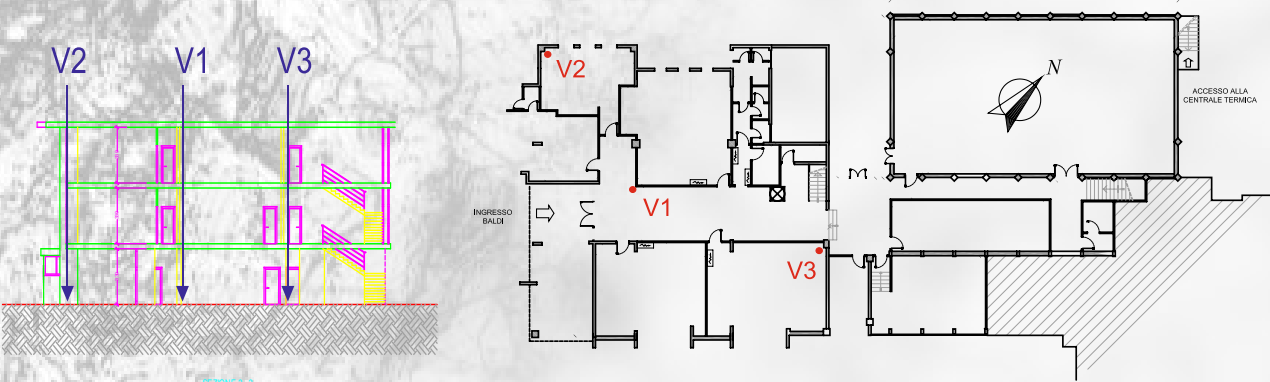


Fig13: Sezione dell’edificio con ubicazione verticali SSR e punti di misura e Pianta dell’edificio con ubicazione verticali SSR.

Per determinare le frequenze dei modi vibrazionali della struttura, le misurazioni sono state effet-
tuate al piano terreno e all'ultimo piano, rigorosamente sulla stessa verticale e con l'orientazione de-
gli assi dello strumento coincidenti con quelli (longitudinale e trasversale) dell'edificio.

TERZA FASE

Dall'analisi dell'ampiezza e amplificazione dei picchi, la struttura non risulta soggetta a deformazioni molto marcate.

Per evitare fenomeni di doppia risonanza tra struttura e terreno si assume un intervallo sensibile ottenuto considerando una riduzione del 40% del valore della frequenza del primo modo di vibrare della struttura sia in senso longitudinale che trasversale.

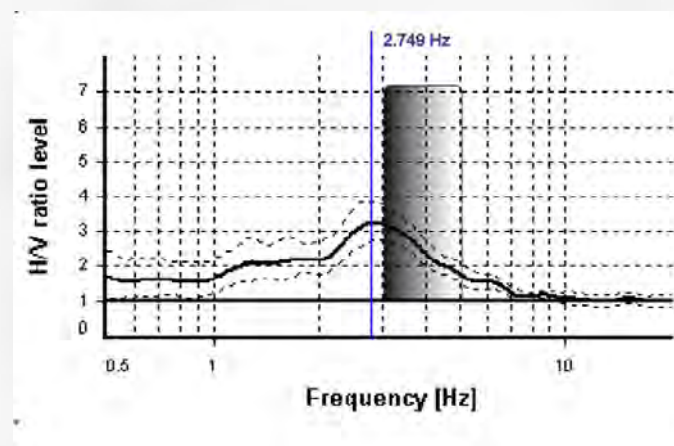
Questo perché, una struttura soggetta ad un terremoto che subisse dei danni, avrebbe come conseguenza la diminuzione delle sue caratteristiche fisiche e di conseguenza una diminuzione delle frequenze proprie di risonanza, potendo così entrare in doppia risonanza con il terreno nella fase terminale del terremoto.

CONCLUSIONI

Sovrapponendo tale *range* al grafico del rapporto spettrale H/V del terreno (fig 24), si evince che allo stato attuale, per l'edificio in esame, non sussistono fenomeni di doppia risonanza terreno/struttura in quanto alle frequenze di risonanza della struttura persiste un fattore di amplificazione del terreno di circa 1,6.

Va comunque sottolineato che in caso di danneggiamento e/o deterioramento della struttura, la frequenza fondamentale della stessa potrebbe spostarsi verso valori di frequenza di risonanza prossimi a quelli del terreno.

Si sottolinea come al momento, tale valutazione di sicurezza necessita di un più ampio studio e calcolo dei parametri fondamentali, in particolare per la caratterizzazione qualitativa e quantitativa della struttura. L'approccio metodologico si propone comunque come valido strumento per una prima analisi speditiva delle caratteristiche dinamiche di edifici sia in muratura che in cemento armato.



Liceo Scientifico e delle Scienze Umane “Laurana - Baldi”

V. L. Pacioli 61029 URBINO - Telefono e Fax 0722/4430 - www.liceolaurana.it - psps050002@istruzione.it

MICRO-ZONIAMOCI

Indagine sismica passiva a stazione singola mediante tecnica dei rapporti spettrali o HVSR per l'a

preliminare relativa alla caratterizzazione del comportamento

dinamico di strutture e terreni eseguita presso il Liceo delle Scienze Umane "Baldi",

sito nel Comune di Urbino (PU)

