

Osservazioni sul danneggiamento nella zona del Monte Amiata a seguito dell'evento del 1° Aprile 2000

Marco Mucciarelli

Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia applicata all'ingegneria, Università della Basilicata, Potenza, Italy

Mariarosaria Gallipoli

C.N.R.-I.M.A.A.A., Tito Scalo (PZ), Italy

Andrea Fiaschi, Giovanni Pratesi

Osservatorio Geofisico Toscano, Prato, Italy

SOMMARIO: Il 1° aprile 2000 un terremoto ha danneggiato numerosi edifici nei comuni di Piancastagnaio, Abbadia S. Salvatore, Castell'Azzara e Radicofani. Allo scopo di esaminare l'influenza degli effetti di sito e delle caratteristiche strutturali sulla distribuzione dei danneggiamenti, sono state effettuate 54 misure con la tecnica HVSR. I danni sono distribuiti in modo piuttosto eccentrico rispetto alle localizzazioni strumentali. Molti edifici danneggiati appartengono ad una particolare tipologia strutturale, essendo stati edificati a seguito del terremoto del 1920. Per 21 strutture è stato possibile misurare i rapporti spettrali orizzontali/verticali in *free-field* e ad uno o più piani interni alla struttura determinando successivamente l'indice di spostamento interpiano atteso (IDI). Il problema principale emerso dall'esame dei dati raccolti appare la localizzazione dell'epicentro. Non si sono osservate amplificazioni di sito molto forti ed i danni sono principalmente da attribuirsi al normale scarso comportamento antisismico delle vecchie strutture in pietra.

ABSTRACT: On April 1st, 2000, an earthquake damaged several buildings in the municipalities of Piancastagnaio, Abbadia S. Salvatore, Castell'Azzara e Radicofani. In order to examine the influence of site effects and the structural characteristics on damage pattern, 54 HVSR measurements were performed. The damage is rather eccentric with respect to instrumental localisation. Several damaged buildings pertain to the same typology, having been built after the 1920 quake. In 21 buildings it was possible to undertake HVSR measurements in free-field as well as at one or more floors, thus determining the Interstory Displacement Index. The main problem resulting from the information gathered is the correct epicentral localisation. The site amplification observed was moderate, and damage should be attributed mainly to the poor antiseismic behaviour of old stone masonry houses.

1 INTRODUZIONE

Nel mese di novembre 2000 è stata eseguita una ispezione ai siti danneggiati dal terremoto del 1° aprile 2000 nei comuni di Piancastagnaio, Abbadia S. Salvatore, Castell'Azzara e Radicofani. Gli edifici visitati provengono principalmente dalla lista di interventi previsti dalla Regione Toscana, con l'inclusione di alcuni siti non danneggiati allo scopo di avere un controllo di riferimento.

Allo scopo di esaminare l'influenza degli effetti di sito e delle caratteristiche strutturali sulla distribuzione dei danneggiamenti, nonché l'eventuale presenza di risonanze terreno-struttura, sono state effettuate 54 misure con la tecnica di Nakamura. I dettagli delle localizzazioni di misura sono riportate in appendice.

Le strutture osservate sono tutte in muratura di pietrame, con la sola eccezione di quella ubicata in Via delle Felci a Piancastagnaio che è un telaio in cemento armato con tamponature di mattoni. Alcune strutture presentavano uno stato di manutenzione molto scarso, mentre su altre

erano stati effettuati lavori di ripristino con il rifacimento di solai, fasciatura pilastri, cordolature sottotetto in C.A. (per esempio i Poderi Sugherelle e S. Vittoria). Infine, molti edifici danneggiati appartengono ad una particolare tipologia strutturale, essendo stati edificati a seguito del terremoto del 1920 su identico progetto: stalla e magazzini al piano terra, abitazioni al piano superiore, con pianta rettangolare avente rapporto lunghezza/larghezza > 2.

Nelle figure 1 e 2 sono riportati alcuni esempi di danni osservati.



Fig.1 Podere Sugherelle, inagibile. Lesioni a X sul lato lungo, distacco della cordolatura del tetto



Fig. 2 Podere Polidoro, inagibile. Senza l'intonaco, si può notare meglio la struttura di questi solari costruiti dopo il terremoto del 1920

2 TECNICA DI MISURA

Le misure di microtremori sono state eseguite con un apparecchio portatile compatto ISMES BNA v.2 che alloggia in un unico contenitore rigido metallico o un sensore Lennartz 3D-Lite (frequenza propria 1 Hz), un digitalizzatore PRAXS (24 bit), un Pentium per la elaborazione in situ dei risultati, oltre alla unità di alimentazione. Per tutti i punti di misura si è acquisito in totale un insieme di 5 registrazioni di rumore ambientale della durata di 1 minuto ciascuna, campionate ad una frequenza di 125 Hz.

I segnali acquisiti sono stati quindi:

- corretti per la linea di base (sottraendo a ciascun punto la media effettuata sull'intera traccia);
- corretti da andamenti (*detrend*) anomali (sottraendo la retta della regressione lineare effettuata su tutti i punti della traccia);
- finestrati (*tapering*) con una funzione di tipo coseno al 5 % degli estremi;
- filtrati con un passa banda tra 0.08 e 20 Hz, con frequenze di taglio pari a 0.05 e 25 Hz rispettivamente.

Per ogni segnale si è calcolata quindi la trasformata di Fourier per predefiniti valori di frequenza, compresi tra 0.1 e 20 Hz; successivamente si è effettuato il rapporto spettrale fra le componenti orizzontale e verticale. I valori di frequenza per i quali si è effettuata l'analisi, scelti per rendere più veloci i calcoli, e quindi più spedite le operazioni in campagna, forniscono spettri di Fourier a banda larga: il campionamento è comunque effettuato in modo tale che si conservi l'energia ed i rapporti spettrali non perdano di significatività. Tutti i rapporti tra gli spettri H/V sono stati opportunamente mediati sull'intero campione ed il risultato di tale operazione è stato assunto come stima delle funzioni di amplificazione locale di Nakamura.

Tutte le operazioni descritte sono state fatte prevalentemente in campagna, mediante un programma applicativo appositamente implementato. Questo ha permesso di avere già al sito la possibilità di verificare le misure effettuate ed eventualmente ripeterle. La misura di microtremori è infatti soggetta ad influenze ambientali (vento, pioggia, copertura artificiale dei terreni, ecc.): per una descrizione dettagliata dei problemi legati alla corretta effettuazione delle misure si veda Mucciarelli (1998). Per una descrizione della applicazione del metodo HVSR alle strutture si rimanda a Mucciarelli e Monachesi, 1998 e Mucciarelli, Monachesi e Gallipoli, 1999. In ultima analisi i valori di HVSR sono stati analizzati mediante un test proposto da Albarello

(2001) in modo da attribuire ad ogni picco una significatività statistica e poter eventualmente distinguere possibili picchi spuri, spesso presenti nelle misure sperimentali, derivanti da rumore strumentale.

3 DATI E LORO ANALISI

La mappa di figura 3 riporta in coordinate chilometriche i siti visitati, con quadrati di dimensioni crescenti a seconda del danno classificato secondo la tipologia EMS-98: 1=danni assenti, lievi crepe non passanti; 2=danno non strutturale medio, crepe passanti.; 3=danno non strutturale grave ed inizio del danno strutturale. Gli asterischi sono gli aftershocks localizzati dalla rete ENEL-ERGA (piccoli) ed la scossa principale secondo i dati accelerometrici del SSN (grande). Il quadrato con asterisco bianco indica il baricentro dei danni. L'epicentro ING non viene riportato considerato che per questa zona la copertura delle rete nazionale consente una determinazione dell'epicentro a meno di un errore di alcuni chilometri (ovvero, potrebbe ricadere in qualunque punto nella mappa sopra riportata).

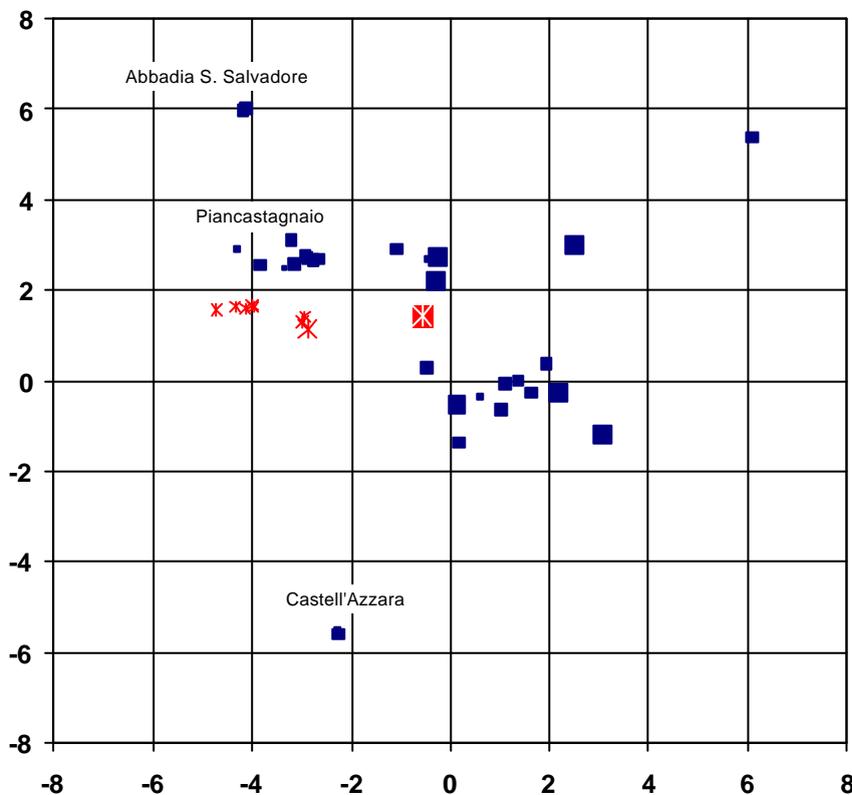


Fig. 3 Distribuzione dei danni osservati. Le dimensioni dei quadrati sono proporzionali alla classificazione della scala EMS-98.

I danni sono distribuiti in un'area di 12 km N-S per 10 km E-W. Si può notare come la distribuzione dei danni sia piuttosto eccentrica rispetto alle localizzazioni strumentali, con una distanza tra l'epicentro SSN ed il baricentro dei danni di circa 2.5 km (ovvero circa ¼ dell'estensione dell'area colpita).

Le ipotesi che si possono fare sono:

1. La localizzazione strumentale è errata, ovvero l'errore sulla medesima è dell'ordine di grandezza dei 2-3 km.
2. I danni sono eccentrici per una forte direzionalità del terremoto.
3. I danni sono dovuti ad una distribuzione asimmetrica di effetti di sito.

4. I danni sono dovuti alla particolare distribuzione delle strutture, con una prevalenza di edifici particolarmente vulnerabili a Est dell'epicentro

Per escludere o meno l'ipotesi 1 e 2 sarebbe necessario procedere ad una rilocalizzazione e determinazione del meccanismo focale con i dati della rete ERGA S.p.A.. L'unica stazione resa al momento disponibile appare completamente saturata, e quindi difficilmente si potranno ricavare informazioni utili. Vi è da dire che a favore dell'ipotesi 2 vi è la distribuzione degli eventi che, se correttamente localizzati con piccoli errori, potrebbero indicare un allineamento lungo un piano di faglia in direzione E-W sul quale un meccanismo trascorrente con propagazione della rottura da W a E può aver prodotto forti effetti di direttività e conseguente maggior ampiezza della radiazione sismica verso E.

Riguardo all'ipotesi 3, questa può essere confrontata con le misurazioni di amplificazione di sito in free-field. La figura 4 riporta le 27 misure al livello del terreno, con una scala in funzione del massimo valore di amplificazione misurato nella banda di frequenza tra 1 e 10 Hz, ovvero quella di maggiore interesse per le strutture abitative. Alcuni autori non sono d'accordo nell'attribuire valori assoluti alle amplificazioni misurate con il metodo Nakamura. Tuttavia in questo caso si tratta di un confronto relativo e quindi comunque ammissibile.

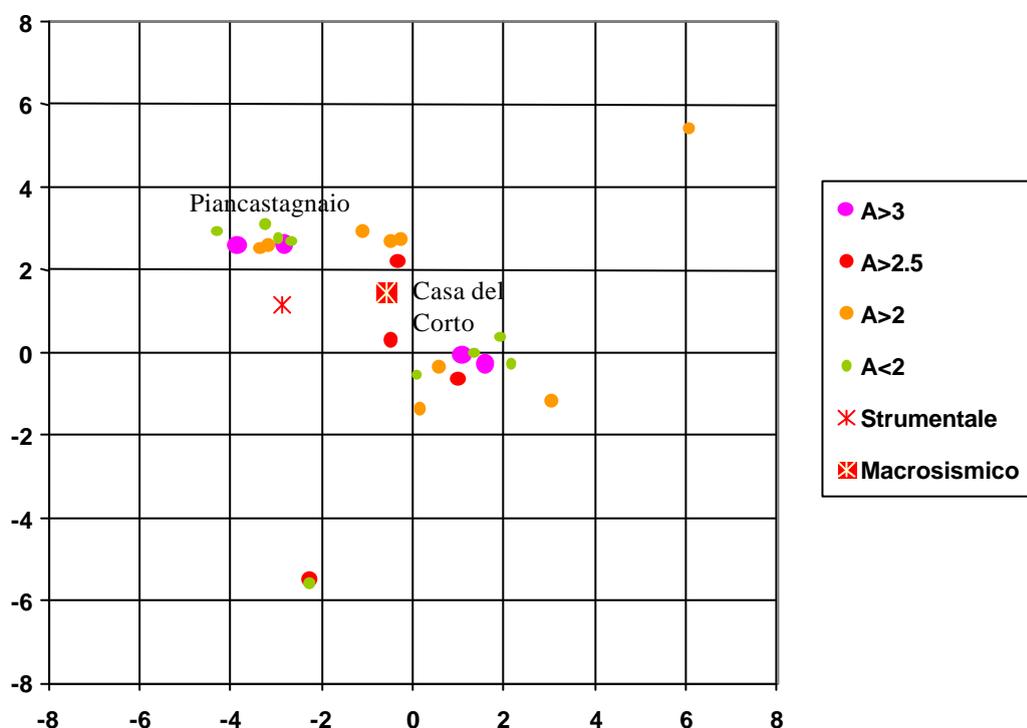


Figura 4 Mappa delle amplificazioni massime misurate nella banda 1-10 Hz

Dall'esame della mappa delle amplificazioni al sito si evidenzia una distribuzione disomogenea, in cui emergono pochi elementi caratterizzanti:

- L'allineamento di valori al di sotto di 2 (ovvero assenza di amplificazioni) attorno a 3 N corrisponde ai siti free-field di Piancastagnaio nel centro storico, su affioramento roccioso. Subito a S di questi appaiono alte amplificazioni legate probabilmente a detriti di falda.
- La zona di poderi a E di Piancastagnaio mostra una lieve amplificazione di sito tra 2 e 3.
- La zona attorno a Casa del Corto presenta la maggiore variabilità degli effetti di sito.

Dall'esame dei soli effetti di sito non si possono trarre conclusioni riguardo al danno osservato. E' necessario considerare anche il comportamento delle strutture, e prendere quindi in considerazione anche l'ipotesi 4, ovvero una variabilità nella vulnerabilità degli edifici, eventualmente accompagnata da fenomeni di risonanza terreno-struttura.

Per 21 strutture è stato possibile misurare i rapporti spettrali orizzontali/verticali in free-field e ad uno o più piani interni alla struttura. Si è così potuta applicare la formulazione proposta da Mucciarelli et al.(2000) per la determinazione dell'indice di spostamento interpiano:

$$IDI(\omega) = [1/\omega^{2*} (F_n - F_{n-1}) * i_s * i_E] / h$$

Dove ω è la frequenza, F_n è la funzione di trasferimento stimata dalle misure HVSR al piano n-esimo, i_s è l'amplificazione di sito (valutata con la stessa tecnica HVSR misurando al free field del sito), i_E è l'accelerazione al free-field del sito supposto in roccia (usualmente calcolata da leggi di attenuazione standard o sulla base di altre considerazioni), h è l'altezza di interpiano (più generalmente l'altezza tra i punti F_n e F_{n-1} , di solito suolo e primo piano).

Misure effettuate in passato in Umbria-Marche, Grecia, Turchia, Basilicata e Slovenia hanno mostrato come vi sia un buon accordo tra i valori ottenuti ed il danno osservato, giungendo sperimentalmente a conclusioni analoghe a quelle proposte per via teorica da Calvi (1999): il danno non strutturale (1° EMS) inizia per $IDI=0.003$, ovvero 1 cm per una altezza di interpiano pari a 3 metri. Il danno strutturale (3° EMS) inizia per $IDI=0.030$. Supponendo che al 2° livello di danno EMS si giunga per $IDI=0.016$, è possibile stimare per gli edifici allo studio quale sia stata l'accelerazione necessaria per produrre il livello di danno osservato, come dalla tabella seguente:

Nome	Danno	IDI min	Quota (m)	Freq (Hz)	F.F.	Piano n	Piano n+1	IDI-Input	Acceler. Attesa (cm/s ²)
Cerretale	3	0.030	3	5.0	1.76	1.76	2.74	0.000228	131
Floramiata	3	0.030	3	6.3	1.16	1.16	2.58	0.000138	217
S. Vittoria	3	0.030	3	6.3	2.02	2.02	2.88	0.000146	206
Querciole	3	0.030	3	6.3	2.36	2.36	3.41	0.000208	144
Sugherelle	3	0.030	3	5.0	1.36	1.36	2.86	0.000270	111
Petreto	3	0.030	3	6.3	2.41	2.41	5.28	0.000579	52
Roma	2	0.016	3	7.9	1.48	1.48	2.28	0.000062	256
Repubblica	2	0.016	3	10.0	1.00	1.00	3.99	0.000100	160
Casalicchio	2	0.016	3	7.9	0.94	0.94	3.33	0.000119	135
Strette	2	0.016	2.5	7.9	1.50	1.50	2.80	0.000123	130
S. Francesco	2	0.016	3	5.0	0.89	0.89	2.83	0.000229	70
Polidoro	2	0.016	3	6.3	1.57	1.57	3.27	0.000224	71
Carlo Alberto	2	0.016	3	6.3	1.00	1.00	3.88	0.000241	66
Casalino	2	0.016	0.5	6.3	1.65	1.65	1.98	0.000274	58
Sargiunta	2	0.016	3	5.0	1.58	1.58	3.16	0.000332	48
Pellacci	2	0.016	4	5.0	0.91	1.00	4.79	0.000342	47
Carli	2	0.016	8	3.2	1.00	1.00	8.10	0.000887	18
Mugnellino	2	0.016	3	5.0	1.94	1.94	5.55	0.000928	17
Felci	1	0.003	6	5.0	1.08	1.08	2.93	0.000133	23
Scuola Cs. Az.	1	0.003	10	5.0	2.57	2.57	4.30	0.000177	17
Bellavista	1	0.003	3	10.0	2.27	2.27	4.25	0.000150	20

Per i due edifici di Abbadia si è supposto un free-field privo di amplificazioni (roccia). Il dato di Via Roma a Piancastagnaio appare distaccarsi da tutti gli altri. Trattandosi di un edificio addossato alla parte in affioramento ma appoggiato su probabili riporti potrebbe essere stato affetto da fenomeni non lineari del terreno che esulano dalle possibilità del metodo Nakamura (un cedimento differenziale, ad esempio, potrebbe aver prodotto danni molto più gravi di quelli causati dal semplice scuotimento e pertanto l'accelerazione attesa come necessaria per provocare i danni osservati sulla base del solo moto in campo elastico lineare risulta sovrastimata).

Se si escludono questi tre edifici, si può ottenere la mappa delle minime accelerazioni orizzontali attese al suolo in cm/s², riportata nella figura 6.

L'area di massima accelerazione si situa nella zona dei poderi ad Est e Sud di Piancastagnaio.

A verifica della accelerazione attesa si è studiata la registrazione accelerometrica al sito PCN del Servizio Sismico. La registrazione mostra una forte amplificazione del moto nelle componenti orizzontali. Il rapporto HVSR per lo *strong motion* di questa stazione indica un valore di amplificazione di oltre 4 alle medie frequenze, in accordo con le misure di microtremori. Se si considera la registrazione della componente verticale come meglio rappresentativa di un moto al bedrock non amplificato si osserva come il valore misurato di accelerazione è di 90 cm/s², quindi in accordo con i valori dedotti dall'analisi del rapporto danni/IDI.

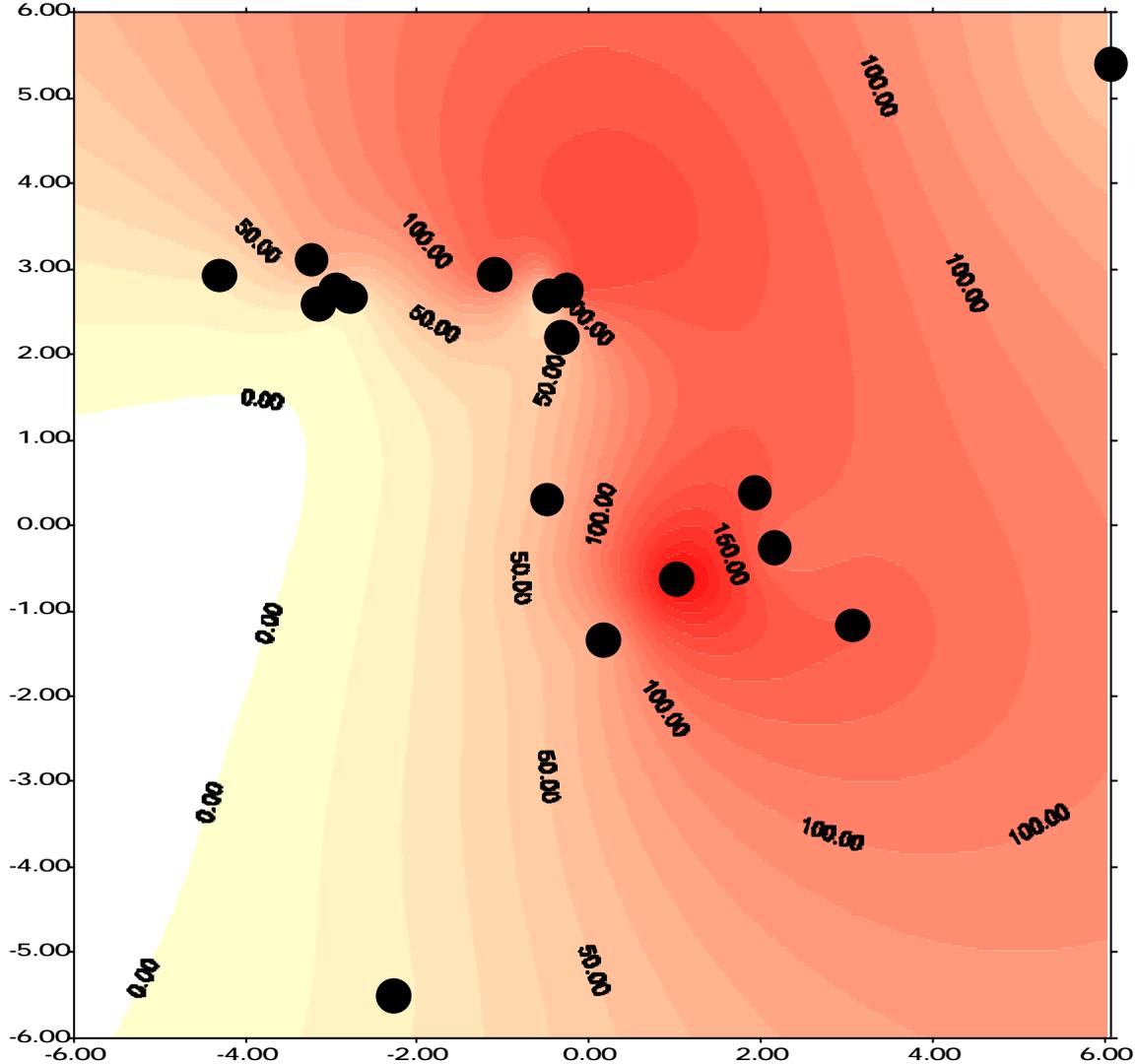


Figura 6 Mappa delle accelerazioni stimate

Da segnalare anche che nella zona dei massimi danni e massime accelerazioni attese la stazione CRRT dell'ERGA è andata in saturazione, e che i valori attesi sono in discreto accordo con la fascia di accelerazioni stimabili dalla relazione standard per l'Italia di Sabetta e Pugliese per un terremoto di M=4 tra 1 e 10 km di distanza dall'epicentro.

4 CONCLUSIONI

Il problema principale emerso dall'esame dei dati raccolti nella zona colpita dal terremoto del 01/04/00 appare la localizzazione dell'epicentro. Non sembra che una localizzazione nelle immediate vicinanze di Piancastagnaio sia compatibile con la distribuzione dei danni nonché delle accelerazioni stimate dal metodo IDI, a meno di forti effetti di direttività della sorgente.

I dati disponibili (2 registrazioni accelerometriche e valutazioni delle accelerazioni attese) potrebbero essere verificati con un modello a sorgente estesa.

Non si sono osservate amplificazioni di sito molto forti, raggiungendo al massimo un fattore 4 in alcune località. I danni sono principalmente da attribuirsi al normale scarso comportamento antisismico delle vecchie strutture in pietra. Ai fini della ricostruzione, l'applicazione della normativa dovrebbe essere sufficiente, a meno di voler introdurre un fattore cautelativo per la scarsa profondità degli ipocentri.

BIBLIOGRAFIA

- Albarelo, D. (2001). Detection of spurious maxima in the site transfer function estimated by the HVSR technique. Bull.Seism.Soc.Am. in press.
- Atakan, K., (1995). A review of the type of data and the technique used in empirical estimation of local site response. Proc. of Fifth International Conference on Seismic Zonation, Nice, Vol. 2: 1451-1459.
- Bodin, P. and Horton, S. (1999). Broadband microtremor observation of basin resonance in the Mississippi embayment, Central US. Geophys. Res. Lett., Vol. 26, NO. 7: 903-906.
- Calvi, G. M., (1999); A displacement-based approach for vulnerability evaluation of classes of buildings, Journal of Earthquake Engineering, Vol. 3, No. 3 411-438
- Ibs – von Seht, M. and J. Wohlenberg (1999): Microtremor measurements used to map thickness of soft sediments. Bull. Seism. Soc. Am., 89 (1): 250-259.
- Mucciarelli, M., G. Monachesi and M.R. Gallipoli (1999). In situ measurements of site effects and building dynamic behaviour related to damage observed during the 9/9/1998 earthquake in Southern Italy, ERES99 Conference, Catania, Italy.
- Mucciarelli, M. (1998). Reliability and applicability range of Nakamura's technique using microtremors: an experimental approach, J. Earthquake Engin., Vol. 2, n. 4, 1-14.
- Mucciarelli, M. and G. Monachesi (1998). A quick survey of local amplifications and their correlation with damage observed during the Umbro-Marchesan (Italy) earthquake of September 26, 1997, J. of Earthquake Engineering, Vol. 2, N. 2.
- Mucciarelli, M., P. Contri, G. Monachesi, G. Calvano and M.R. Gallipoli (2001). An empirical method to assess the seismic vulnerability of existing buildings using the HVSR technique. PAGEOPH (in press).
- Nakamura, Y. (1989). A method for dynamic characteristics estimation of subsurface using microtremor on the ground surface. QR Railway Tech. Res. Inst. 30, 1.

5 APPENDICE

Misura	Posizione	Note
1; podere Sugherelle	free field	
1bis; podere Sugherelle,.	1° piano abitazione, circa 3 m dal piano campagna	Abitazione al piano superiore e stalla al piano terra con cordolo in cemento armato sul tetto; l'edificio presenta danni da taglio solo sui lati lunghi dell'edificio ma non sui lati corti.
2; podere S. Enrico.	free field	Piccole crepe su abitazione 1 piano e parziale rialzo
3; podere S. Virgilio	free field	Lievi danni esterni
4; podere S. Giuseppe	free field	Lievi danni esterni
5; Piancastagnaio Via Cavour	free field	
5 bis; Piancastagnaio. Via Cavour	casa Pellacci 1° piano, quota 4m	
5 ter; Piancastagnaio. Via Cavour	casa Pellacci 2° piano, quota 7m	
6; Piancastagnaio	Piazzetta vicino bar Nazionale	
6bis; Piancastagnaio	Palazzo Carli 7m dal p.t.	
7; Piancastagnaio.	Via delle Felci, seminterrato	
7 bis; Piancastagnaio.	Via delle Felci 1° piano	Villetta di testa con lievi danni ad una tamponatura.. Quota 6 m sopra mis.7.

		Nord lato lungo villetta, E lato lungo schiera.
8; Piancastagnaio	Via Garibaldi, 2 piano, 8m da piano campagna.	Lesioni al primo piano attorno e sopra una porta murata.
9; Piancastagnaio	Free field Chiesa del monastero di S. Francesco o del SS Sacramento	
9bis; Piancastagnaio	Chiesa del monastero di S. Francesco o del SS Sacramento	Misura nello spessore della muratura, all'accesso della cantoria di sx. Danno visibile: parziale distacco bilaterale della facciata (parte alta).
10; Piancastagnaio	Pieve S. Maria Assunta, piano finto terra su corpo aggettante separato	Parziale distacco parete di fondo e crepe nella cupola. La parte più antica con archi ogivali non mostra danni.
11; podere Bellavista.	free field,	rocce fratturate in affioramento
11bis; podere Bellavista,	1° piano	casa in pietra con lievissime crepe
12; Podere Il Petreto	free field	
12bis; Podere Il Petreto	1° piano	danni elevati nella parte centrale della casa.
13; podere Querciole	free-field	
13 bis; podere Querciole	1° piano	edificio molto danneggiato che già era non in buone condizioni perché in scarso stato di manutenzione
14; Podere Le Strette	free-field	
14 bis; Podere Le Strette,.	1° piano, 2.5 m	Casa con lesioni passanti al primo piano, in tutte le stanze.
15; Abbadia S.Salvatore	dentro casa P.za Repubblica 4	
16; Abbadia S.Salvatore	1°piano Via Carlo Alberto di fronte chiesa S.Leonardo	lesione verticale apparente non passante
17; Podere Casalicchio	free-field	
17bis; Podere Casalicchio	1°piano	danni lungo gli spigoli della casa
18; Podere Cerretale, Questa casa come quella di Sugherelle	1° piano della casa,	struttura identica al podere Sugherelle costruita dopo il terremoto di Piancastagnaio del 1920 con tetto non rifatto con il cordolo, p.t. uso stalla con piloni centrali, lesioni passanti decimetriche e piccolo crollo lato interno di muro a sacco al piano terreno
18bis; Podere Cerretale	free-field,	vicino alla staz.Enel CRRT
19; Podere S.Vittoria	1°piano	edificio che presenta elevati danni, casa costruita nel 44 e simile tipologicamente a Cerretale e Sugherelle
19bis; Podere S.Vittoria	free-field	
20; Piancastagnaio v. Mugnellino	1°piano	casa in ristrutturazione
20bis; Piancastagnaio v. Mugnellino	free-field	
21; Piancastagnaio, Via Ro-	su parte sopraelevata	villino ingresso a raso retro 1 piano rial-

ma,	(3m).	zato con lesioni alle murature portanti e distacco del tetto
21bis; Piancastagnaio, Via Roma,	free-field	giardino su retro villino
22; Piancastagnaio, viale F. Guerrini,	vicino ingresso primo piano cabina ENEL 272	sede stazione accelerometrica PCN
23; Piancastagnaio, Fonte Natali,	vicino ingresso cabina ENEL 992,	sede stazione accelerometrica PCS
24: Piancastagnaio, Podere la Chiusa.	free field	
24; Piancastagnaio, Podere la Chiusa.	piano ammezzato, 2 m dal p.c.	Edificio in pietra ben tenuto. Distacco corpo separato (rimessa) con tetto spingente ad una falda, lesioni nella muratura orizzontalmente a partire dal portone. All'interno, lesione di un architrave dovuta allo scarico del trave principale sovrastante l'apertura a lato di pochi cm
25; Podere Casalini	p.t. (su di uno zoccolo)	edificio Ristorante che presenta danni ad un angolo e crepe in vari punti
25bis; Podere Casalini	free-field.	
26; Floramiata	1° piano	edificio Direzione con elevati danni
26bis; Floramiata	free-field	
27; Casa del Corto	free-field	L'edificio pur essendo simile a Sugherelle presenta molto meno danni, perché un corpo di C.A. funge da sperone. Accanto all'abitazione, fienile con crollo del tetto.
28; Podere Polidoro	1° piano	crepe passanti alle murature portanti, tutti gli edifici intorno hanno crepe passanti
28bis; Podere Polidoro	free-field	
29; Castell'Azzara	3° piano	edificio scolastico, danni lievissimi
29bis; Castell'Azzara	free-field	
30; Castell'Azzara	2° piano palazzina dietro distributore	crepe passanti al secondo piano, lievi distacchi del soffitto e scivolamenti nel tetto.
30bis; Castell'Azzara,.	pianterreno palazzina dietro distributore	
30; Podere Poggiovitello,	1° piano	Precarie condizioni di manutenzione
31; Podere Sargiunta,	pianerottolo 1° piano,	pessime condizioni di manutenzione, crepe passanti
31 bis; Podere Sargiunta	free-field	