

# **Analisi e confronti verso la nuova mappa delle massime intensità macrosismiche osservate**

*R. Camassi<sup>1</sup>, E. Ercolani<sup>1</sup>, C. Mirto<sup>2</sup>, M. Stucchi<sup>3</sup>*

<sup>1</sup> *GNDT c/o DISTART, Università di Bologna (e-mail: romano.camassi@mail.ing.unibo.it)*

<sup>2</sup> *GNDT c/o Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico, Milano*

<sup>3</sup> *CNR, Istituto di Ricerca sul Rischio Sismico, Milano*

## **1 Introduzione**

Nel 1996 GNDT, ING e SSN, su richiesta del Dipartimento della Protezione Civile, hanno compilato la “Mappa delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani” nell’ultimo millennio.

Obiettivo di questa mappa era quello di fornire una suddivisione preliminare dei Comuni in zone omogenee ai fini delle misure di preparazione al terremoto da adottarsi da parte della popolazione.

La mappa del 1996 (Molin et al., 1996) si basava su dati ricavati dal Catalogo dei Forti Terremoti Italiani (Boschi et al., 1995) e dall’archivio dei dati macrosismici del GNDT (Monachesi e Stucchi, 1997), integrati da valori di intensità calcolati a partire dal catalogo parametrico del GNDT (versione NT3). Ragioni di urgenza avevano comportato alcune scelte di carattere speditivo, quali ad esempio quella di procedere per ‘somma’ dei due set di informazioni, assumendo per ogni comune il massimo valore di intensità osservato sulla base dei dati così ottenuti, e l’adozione di giudizio esperto in un numero significativo di casi, assegnando un valore ‘ponderato’ di intensità, stimato per estrapolazione dai valori osservati nei comuni limitrofi oppure calcolando un risentimento massimo a partire dal catalogo NT mediante opportune leggi di attenuazione.

La disponibilità delle versioni aggiornate dei due database macrosismici e l’avvio del progetto per la compilazione del Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani fino al 1992, ora disponibile sia in rete (<http://emidius.itim.mi.cnr.it/CPTI/home.html>) sia a stampa (Gruppo di Lavoro CPTI, 1999), ha suggerito nel 1998 l’opportunità di avviare la produzione di una nuova versione della mappa con procedure più rigorose, non condizionate da urgenze particolari.

Nel seguito si presentano i risultati delle elaborazioni prodotte per la ridefinizione dei valori osservati e alcune analisi che mettono a confronto gli esiti di queste elaborazioni con quelle analoghe della versione 1996 della carta di I<sub>max</sub>.

## **2 Il dataset di base**

Nel 1996 si era deciso di partire dalla semplice somma dei set di dati disponibili, scegliendo il valore osservato più alto su base comunale; era tuttavia già chiaro che sarebbe stato più opportuno procedere a una selezione degli studi di riferimento per ciascun terremoto, seguendo una delle possibili strategie, “fra le quali la più rigorosa avrebbero richiesto di effettuare confronti approfonditi sulla `qualità degli studi’ scegliendo il più affidabile caso per caso” (Molin et al., 1996). In una certa misura questo lavoro di selezione - pur con criteri generali ancora a carattere

speditivo - è stato effettuato fra il 1998 e il 1999 dal Gruppo di Lavoro Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani (Gdl CPTI, 1999), per cui nella predisposizione della nuova versione della carta delle massime intensità osservate si è deciso di compilare il dataset di riferimento utilizzando i dati di intensità degli studi su cui si basa il Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani.

Il dataset sul quale è costruita la carta di  $I_{max}$  è quindi sostanzialmente diverso dal precedente, in quanto oltre a includere una quantità piuttosto elevata di dati nuovi (nuovi studi forniti da CFTI97 e studi relativi a terremoti dal 1981 al 1992) non è la semplice somma dei due dataset (che comportava la coesistenza di studi doppi relativi al medesimo evento), ma è il risultato di una selezione dei diversi studi esistenti secondo alcuni criteri generali, per quanto speditivi. Questo comporta anche, in una certa misura, una possibile perdita di informazioni, in quanto studi diversi per uno stesso evento possono contenere informazioni su località diverse, non documentate dallo studio alternativo e viceversa. Tuttavia si è ritenuto preferibile utilizzare un dataset congruente con le scelte operate dal Gdl CPTI, in quanto tali scelte hanno selezionato caso per caso lo studio teoricamente migliore e più avanzato.

Il dataset così ottenuto è costituito da 53.488 dati di intensità relativi a più di mille terremoti dal 1000 fino al 1992. Al momento si è ritenuto di non includere nel dataset i dati di intensità relativi ad eventi accaduti prima dell'anno 1000 in quanto tali dati sono, in qualche caso, espressi in modo non convenzionale (per alcuni degli eventi più rilevanti sono disponibili informazioni relative ad aree estese e non a località), oppure presentano problemi di formalizzazione del dato in termini di intensità, problemi chiaramente enunciati dagli stessi studi CFTI (Boschi et al., 1995). Un controllo puntuale ha però confermato che l'inclusione di questi dati non influenzerebbe le intensità massime dei comuni interessati.

### 3 Analisi del dataset di base (1999)

La distribuzione dei dati secondo i dataset di provenienza è la seguente:

<b>Dataset</b>	<b>1000 - 1980 punti di intensità</b>	<b>1981 - 1992 punti di intensità</b>
DOM 4.1.1	19815	
CFTI97	22692	2176
DOM post 80		3696
Bollettino ING		5109
<i>totale</i>	42507	10981
<b>Totale</b>	<b>53488</b>	

*Tab. 1 - Distribuzione dei dati per dataset di provenienza.*

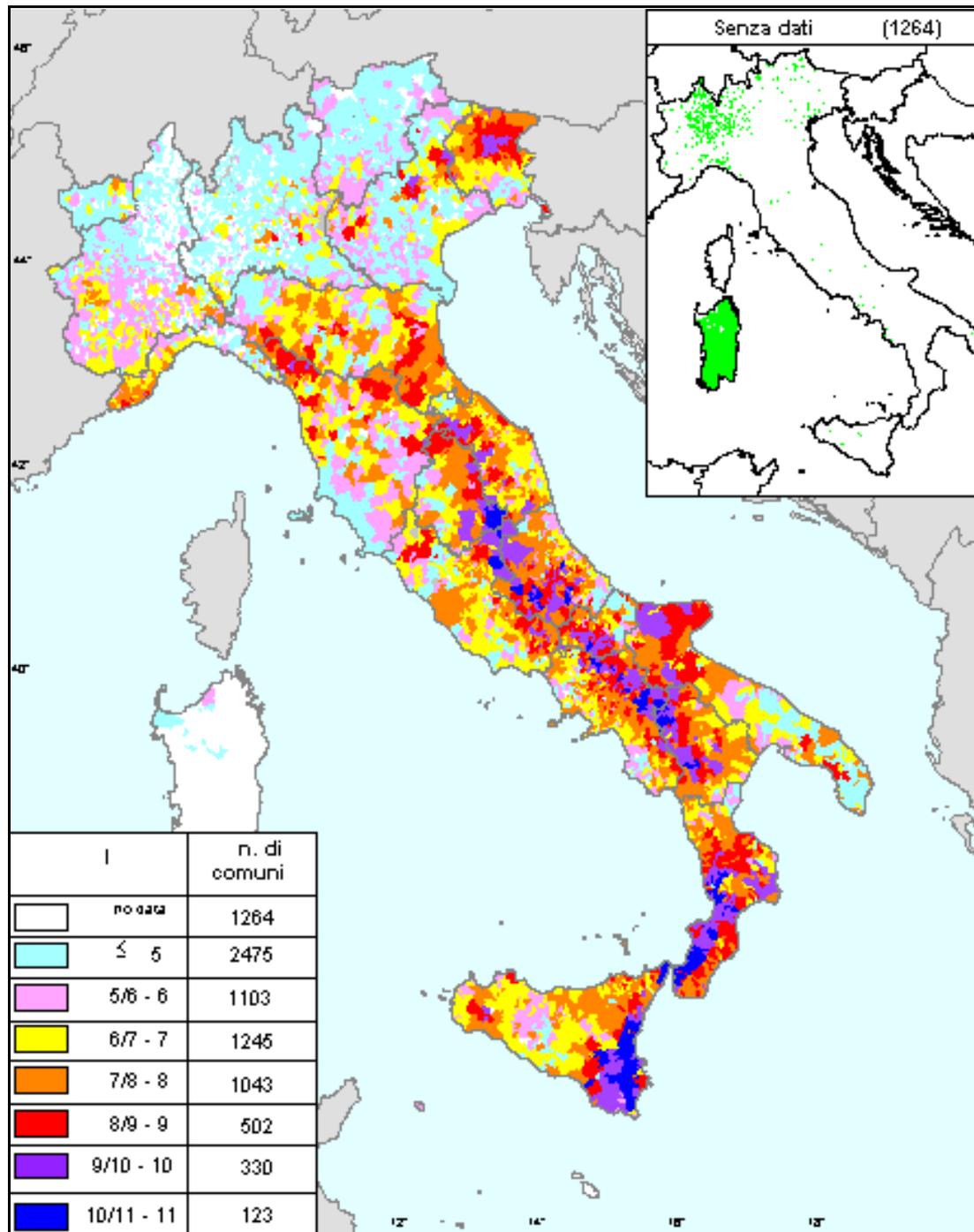


Fig. 1 - Intensità massime osservate, eventi dal 1000 al 1992.

La distribuzione per comuni dei valori di intensità massima nel nuovo dataset è mostrata in tabella 2, mentre in Figura 1 sono rappresentati i valori massimi osservati su base comunale.

<b>Imax</b>	<b>n. Comuni</b>	<b>n. località sede di capoluogo comunale</b>	<b>frazioni</b>	<b>% fraz. sul tot.</b>
≤ 5	2475	2191	284	11,5
5/5 - 6	1103	930	173	16
6/7 - 7	1245	1040	205	16,5
7/8 - 8	1043	803	240	23
8/9 - 9	502	343	159	32
9/10 - 10	330	247	83	25
> 10	123	91	32	26
totale comuni con Imax	6821	5645 (84.4%)	1176 (15.6%)	
comuni privi di oss.	1264			

Tab. 2 - Distribuzione dei comuni, delle località sede di capoluogo comunale e delle frazioni per le diverse classi di intensità.

Nelle Figure 1a, b, c sono rappresentati in sequenza i dati in finestre temporali dal 1000 al 1690, fino al 1886 e fino al 1914. Questo modo di rappresentare i dati di intensità massima consente di visualizzare abbastanza bene quale è il contributo di singoli eventi e sequenze alla carta delle massime intensità osservate per determinate aree.

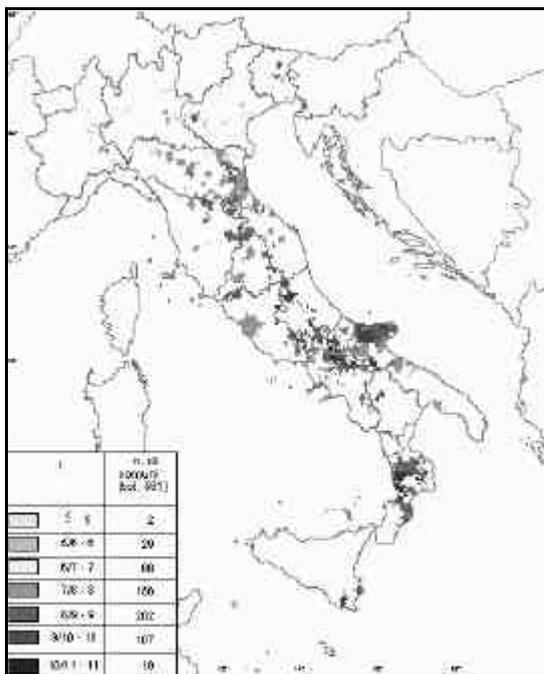


Fig. 1a - Intensità massime osservate, eventi fino al 1690.

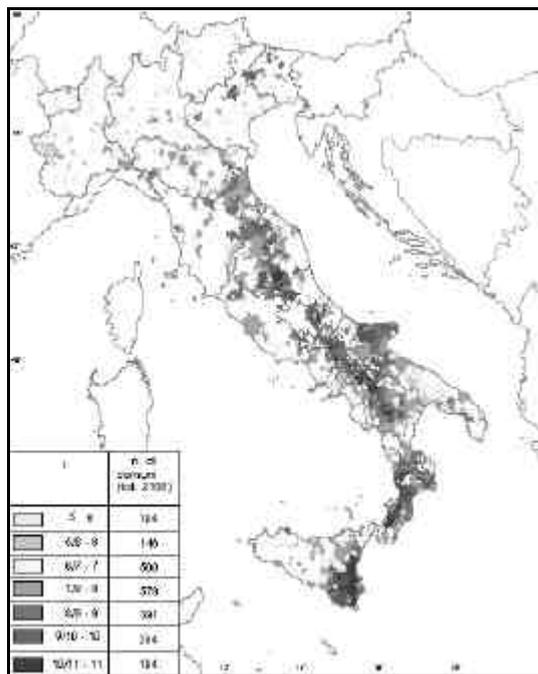


Fig. 1b - Intensità massime osservate, eventi fino al 1886.

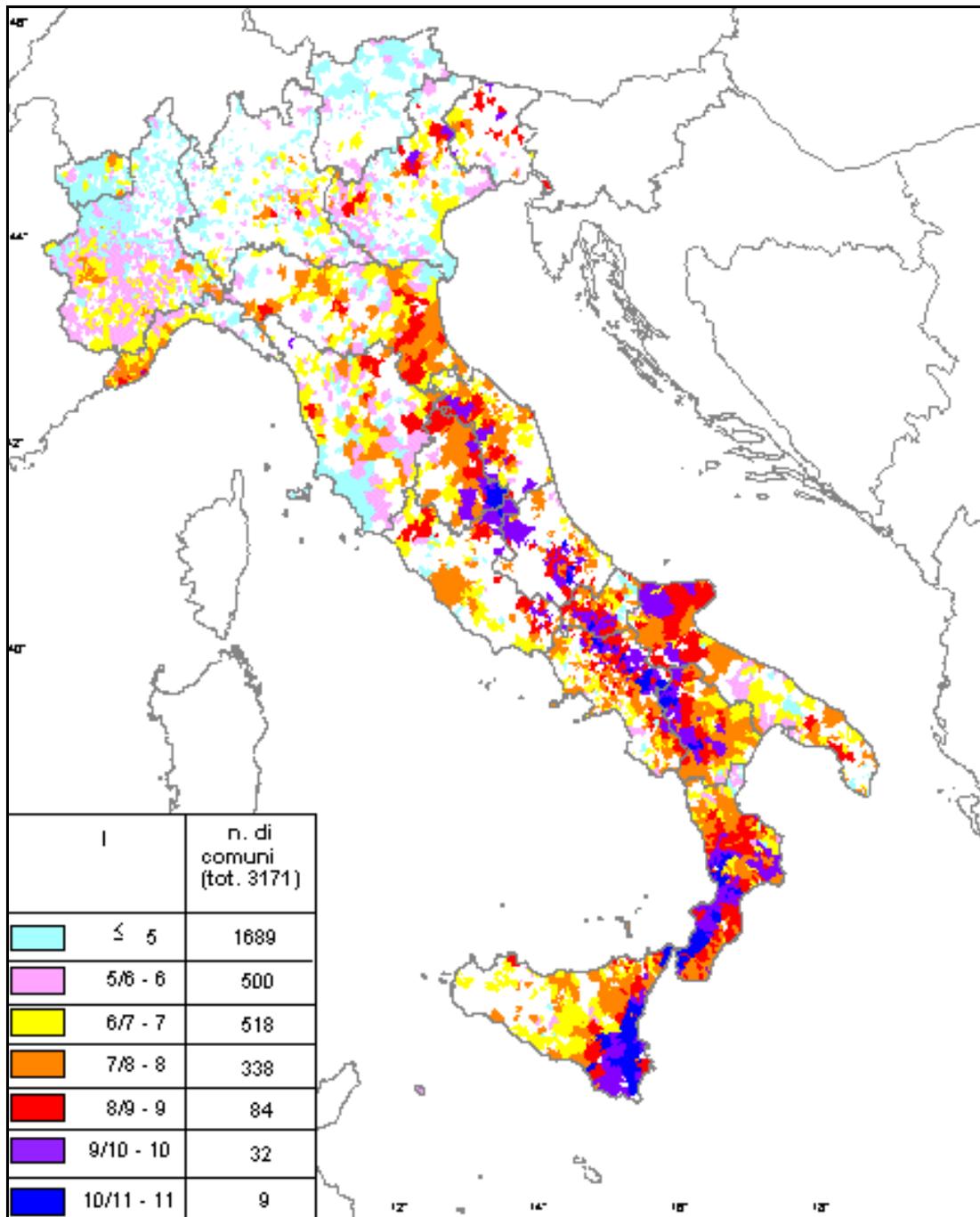


Fig. 1c – Intensità massime osservate, eventi fino al 1914.

Nella carta che rappresenta le massime intensità osservate fino al 1690 (1a), ad es., sono riconoscibili i terremoti del 1456, del 1627, del 1638 e quelli del 1688; nella carta che include i dati disponibili fino al 1886 (1b) è particolarmente evidente l'effetto delle sequenze settecentesche fra Umbria e Marche; nella successiva

immagine (1c), infine, è vistoso l'effetto del terremoto ligure del 1887 su tutta l'area nord-occidentale. E nella carta finale (Fig. 1) il terremoto di Avezzano del 1915 e quello friulano del 1976 contribuiscono a 'colmare' le principali aree non ancora sufficientemente definite.

Nella maggior parte dei casi, per ovvie ragioni di rappresentatività storica, culturale ed economica, i valori di intensità massima sono riferiti a località sede di capoluogo comunale (84,4% dei casi); in tutti gli altri casi il valore di intensità massimo è fornito da altre località presenti sul territorio comunale.

Nella tabella 2 è riportata anche la distribuzione dei valori di intensità massime osservate, riferite alle località sede di capoluogo comunale e quelle riferite a frazioni (Fig. 2 e 3).

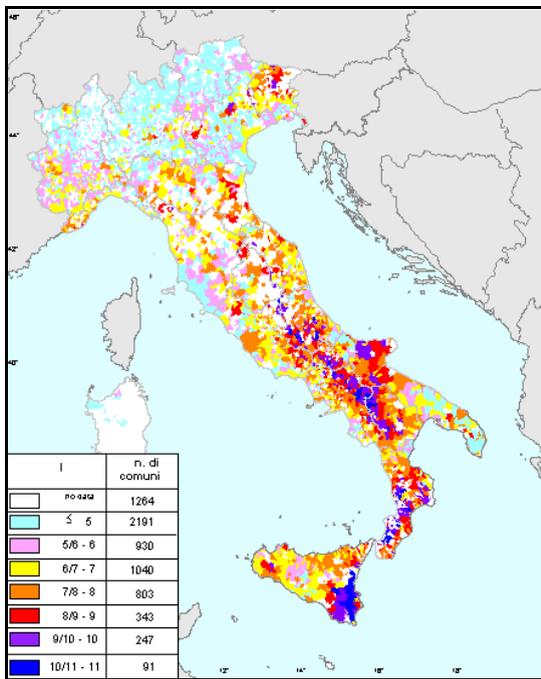


Fig. 2 - Intensità massime osservate per le località sede di capoluogo comunale.

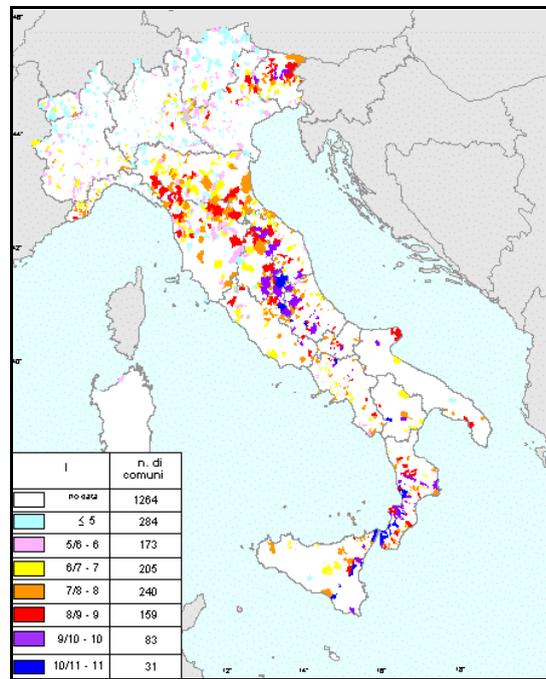


Fig. 3 - Intensità' massime osservate per le frazioni di comune.

La tabella 2 mostra un incremento significativo della rappresentatività dei dati di intensità massima riferiti a località frazione di comune per le classi di intensità più elevate; questo dato, relativamente ovvio, è giustificato dal fatto che tendenzialmente un maggior dettaglio delle informazioni è disponibile per i terremoti più forti e per gli effetti più elevati, mentre allo stesso tempo informazioni di danneggiamento moderato sono disponibili solo per i centri più significativi. La distribuzione cronologica dei terremoti che producono valori di intensità massima su località frazione di comune mostra una decisa prevalenza di eventi novecenteschi (con particolare rilievo per il terremoto della Garfagnana del 1920 e per il terremoto del Friuli del maggio 1976), con la rilevante eccezione dell'evento della Liguria

occidentale del 1887 (162 valori di intensità massima riferiti a frazioni: circa il 14% del totale), che influenza in modo molto marcato l'area ligure e piemontese.

La distribuzione geografica di questi dati (Fig. 3) mostra una prevalenza di queste situazioni nell'area appenninica centro-settentrionale e, in misura minore, la Calabria meridionale e l'Italia nord orientale; questo fatto è indice certamente della disponibilità di studi di elevato dettaglio per alcuni terremoti di grande rilievo - nel caso specifico per l'evento del 1976 in Friuli, per i grandi terremoti della Garfagnana, del Mugello e del Forlivese, dei terremoti del 1703 e del 1915 per l'Italia centrale e dei terremoti del 1638, 1783, 1905 e 1908 per la Calabria meridionale -, ma potrebbe anche significare che alcuni dati di danneggiamento grave potrebbero essere riferiti a località poco significative dal punto di vista della rappresentatività territoriale (in termini di dimensione dell'insediamento), con caratteristiche urbanistiche particolari (insediamenti montani, con edilizia rurale povera, ad es.).

#### 4 Confronti con il dataset 1996

Nella tabella 3 viene presentato il confronto della distribuzione delle intensità massime su base comunale, e per dataset di provenienza, nelle elaborazioni prodotte per la realizzazione della carta di I<sub>max</sub> del 1996 e nelle elaborazioni 1999, evidenziando il contributo di ciascun dataset in numero di terremoti che contribuiscono a generare valori di I<sub>max</sub>. Questi dati sono solamente indicativi dell'andamento generale, in quanto in alcuni casi gli stessi valori di intensità su un comune sono forniti anche da altri terremoti, e quindi questi stessi dati andrebbero ulteriormente filtrati.

<b>1996</b>	<b>n. comuni</b>	<b>n. di terremoti</b>
CFTI95	1872	118
DOM4.1	2038	322
CFTI95&DOM4.1	1750	235
assenza di dati	2425	

<b>1999</b>	<b>n. comuni</b>	<b>n. di terremoti</b>
CFTI97	3839	173
DOM4.1	1910	234
Bollettino ING	779	18
GNDT post80	293	8
assenza di dati	1264	

Tab. 3 - Distribuzione delle intensità massime sui comuni e per terremoti che le generano a seconda del dataset di provenienza.

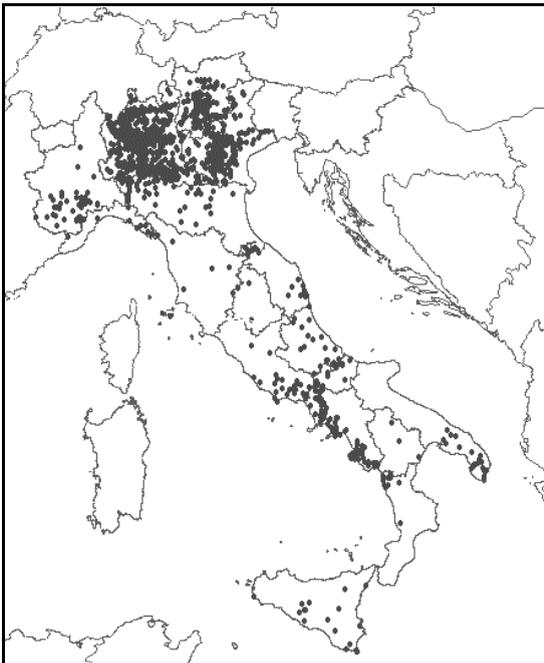
Il maggior rilievo numerico complessivo di CFTI è dovuto semplicemente al fatto che CFTI ha prodotto studi solo relativamente a terremoti distruttivi, per i quali è disponibile quindi un numero elevato di punti; nella versione del 1996 un numero

rilevante di comuni avevano un valore di intensità massima fornito da entrambi i dataset, mentre nella versione 1999 questa situazione si riduce drasticamente per effetto della selezione degli studi per i singoli terremoti, che peraltro ha seguito anche un criterio areale che fa sì che i due dataset coprano in modo prevalente aree omogenee.

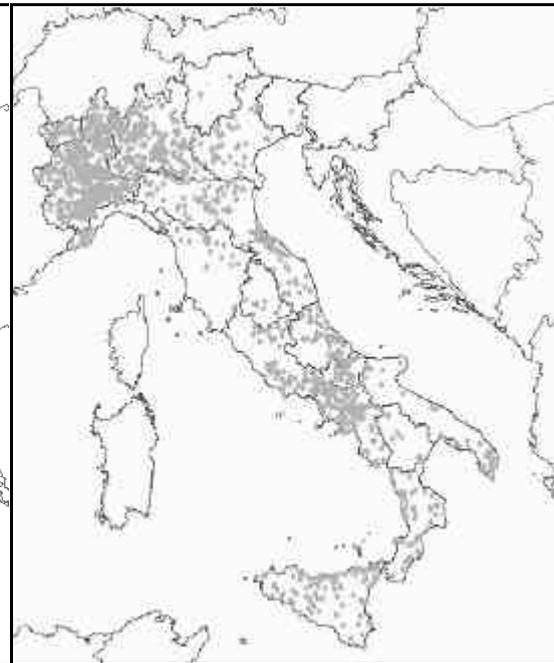
Il maggior contributo quantitativo alla carta 1999 viene dalla disponibilità di un certo numero di studi CFTI97, nuovi rispetto alla versione 1995 - che pur non andando a 'riempire' terremoti sprovvisti di dati forniscono però un numero di osservazioni piuttosto elevato -, e da studi relativi a terremoti successivi al 1980.

Questo secondo blocco di studi (su terremoti generalmente poco energetici) fornisce un numero elevato di osservazioni, che va a contribuire in modo sostanzioso al 'riempimento' di aree a sismicità moderata (Lombardia, Veneto e Trentino soprattutto; in misura minore Lazio meridionale, aree costiere della Campania e Salento (Fig. 4).

Gli studi CFTI97, che nei meccanismi di selezione degli studi di CPTI99 vanno a prendere il posto di studi DOM, forniscono valori di intensità massima soprattutto su Piemonte e Lombardia (trattandosi di riedizioni di studi ENEL relativi alle aree sulle quali era previsto l'insediamento di centrali nucleari), e in misura più modesta su Lazio Meridionale, Campania settentrionale e Molise (Fig. 5).



*Fig. 4 - Intensità massime osservate prodotte da eventi posteriori al 1980.*



*Fig. 5 - Intensità massime osservate derivate da studi CFTI97.*

Gli "effetti" sulla distribuzione delle intensità massime del nuovo dataset rispetto al precedente sono fondamentalmente di due tipi: da una parte il nuovo dataset, quantitativamente più rilevante del precedente, consente di fornire valori

osservati relativamente a un numero maggiore di comuni, per cui solo il 15,6% dei comuni (1264) risultano privi di valori osservati; dall'altro il nuovo dataset introduce alcune variazioni dei valori di intensità massima - limitate generalmente a un grado - su aree ristrette, riconducibili caso per caso alla diversa influenza dello studio di riferimento selezionato per terremoti che determinano localmente i valori di intensità massima.

Le situazioni più ricorrenti sono le seguenti:

- a. variazioni interne a studi CFTI (fra le versioni 1995 e 1997) che producono solitamente un abbassamento del valore di intensità osservato su alcune località. E' il caso, ad esempio, di alcuni abbassamenti introdotti sul terremoto del 1703 (vedi Visso, da 11 a 10), oppure sul terremoto del 1169 (Piazza Armerina, da 9 a 7/8) che fanno sì che l'intensità massima osservata sul comune sia quella, più modesta, fornita dal terremoto del 1693.
- b. superamento del criterio conservativo 1996 che fra due valori per lo stesso evento forniti da studi diversi sceglieva quello più elevato; nel caso della carta attuale la scelta di uno studio univoco di riferimento ridimensiona alcuni valori di intensità massima. E' il caso di alcune località friulane interessate dall'evento del 1976 per le quali lo studio selezionato per CPTI (DOM) fornisce valori più bassi rispetto a quelli di CFTI95 (Moggio Udinese, ad es., passa da 9/10 a 9), oppure, viceversa, del valore assegnato a Belluno dallo studio DOM per il terremoto del 1873 (10, ridotto a 8/9 in CFTI); situazioni analoghe si ritrovano per il terremoto della Garfagnana del 1920 (Fivizzano 10 in DOM, 9 in CFTI), per il terremoto molisano del 1456 (Ariano Irpino, 10/11 in CFTI, 10 in DOM), per quello garganico del 1731 (Foggia, 10 in DOM, 9 in CFTI), per quello della Calabria settentrionale del 1836 (Rossano, 9/10 in DOM, 9 in CFTI) e per il terremoto del Belice del 1968 (Santa Ninfa, 10 in DOM, 9 in CFTI).
- c. in pochi casi studi CFTI97 hanno generato un intensità più elevata su comuni per i quali erano già disponibili informazioni; è il caso di Orzinuovi, che per il terremoto del 1802 ha un valore osservato pari a 8/9, mentre lo studio DOM aveva un valore leggermente più basso.

In generale, quindi, i valori osservati 1999 tendono a fornire un quadro generale più organico (i comuni che risultano privi di un valore di intensità si riducono al 15,6% rispetto al 30% del 1996), e una migliore calibrazione delle intensità massime, in direzione di una visione più realistica della pericolosità al sito.

## **5 Il superamento della incompletezza dei dati**

La distribuzione e la rappresentatività dei dati realmente osservati può considerarsi eccellente, specie se comparata ad altre situazioni europee, e potrà essere ulteriormente migliorata.

Per il completamento della carta delle massime intensità occorre tuttavia "riempire" i 1264 Comuni privi di dati e tener conto che per alcuni Comuni, piccoli o di formazione recente, i dati disponibili non sono completamente rappresentativi degli effetti massimi che possono aver sperimentato nel corso del millennio, per



semiautomatica che ‘attenui’ i dati di intensità massima osservata considerati attendibili. Sono tutte soluzioni possibili i cui diversi risultati potranno essere messi a confronto, per capire meglio il significato vero e quale rappresentatività ha il formidabile patrimonio di dati osservati oggi disponibile.

## **Bibliografia**

- Boschi E., Ferrari G., Gasperini P., Guidoboni E., Smriglio G., Valensise G. (eds.) (1995): Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980. *ING-SGA*, Bologna, 970 pp.
- Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G., Gasperini P., (eds.) (1997): Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990. *ING-SGA*, Bologna, 644 pp.
- Camassi R., Stucchi M. (1997): NT4.1, un catalogo parametrico di terremoti di area italiana al di sopra della soglia di danno (versione NT4.1.1). *GNDT*, Milano, 66 + XXVII pp. Internet: <http://emidius.itim.mi.cnr.it/NT/home.html>.
- Camassi R., Ercolani E., Stucchi M., Zerga A. (1998): Verso un catalogo unificato dei terremoti e una nuova mappa delle massime intensità osservate. *Assemblea Generale GNDT*, Roma, 19-21 ottobre 1998 (poster).
- Ercolani E., Molin D., Peruzza L., Valensise G., Stucchi M. (1998): Verso la nuova mappa delle massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani. International School of Geophysics, 14th Workshop: From Belice (1968) to Colfiorito (1997): *Thirty Years of Earthquakes in Italy*, Erice - Sicily, 13-19 July 1998 (poster).
- Gruppo di Lavoro CPTI (1999): Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, *ING, GNDT, SGA, SSN*, Bologna, 92 pp.
- Molin D., Stucchi M., Valensise G. (1996): Massime intensità macrosismiche osservate nei comuni italiani. *Rapporto tecnico per il Dipartimento della Protezione Civile*, GNDT/ING/SSN, Milano-Roma, 203 pp. Internet: <http://emidius.itim.mi.cnr.it/GNDT/home.html>.
- Monachesi G., Stucchi M. (1997): DOM4.1, un database di osservazioni macrosismiche di terremoti di area italiana al di sopra della soglia del danno. *Rapporto tecnico, GNDT*, 1052 pp. Internet, <http://www.emidius.itim.mi.cnr.it/DOM/home.html>.
- Peruzza L. (1996): Attenuating intensities. *Annali di Geofisica*, **39**(5), 1079-1093.
- Stucchi M., Ercolani E., Molin D., G. Valensise, Peruzza L. (1998): The new release of the "Map of the maximum observed intensities in Italy". *XXVI ESC General Assembly*, Tel Aviv, 23-28 August 1998, Abstracts, 53.