

Collegio dei Geometri della Provincia di Modena

Aggiornamento della classificazione sismica e Norme tecniche per le costruzioni
*Adempimenti conseguenti a disposizioni nazionali e a indicazioni applicative della Regione Emilia-Romagna**Schema di appunti per intervento-1^a parte (di Giovanni Manieri) – 19 gennaio 2006***PERICOLOSITÀ E CLASSIFICAZIONE SISMICA IN EMILIA-ROMAGNA**

Va premessa la definizione di **RISCHIO** ®, quale prodotto/combinazione di più fattori (**PERICOLOSITÀ**, **EFFETTI DI SITO**, **ESPOSIZIONE** e **VULNERABILITÀ**), in relazione a:

◆ **Severità dell'azione:**

- **PERICOLOSITÀ (Pb)** = *frequenza ed intensità* probabilisticamente prevedibili *degli eventi* che interesseranno in futuro un territorio;
- **EFFETTI DI SITO (PI)** = *variazioni della pericolosità* all'interno di un territorio *per condizioni specifiche dei luoghi* (anche temporanee);

◆ **Severità delle conseguenze:**

- **ESPOSIZIONE (E)** = *distribuzione di persone*, anche in rapporto all'età, di *attività produttive, risorse e infrastrutture* di un territorio;
- **VULNERABILITÀ (V)** = *propensione al danneggiamento*, ovvero quantificazione probabile degli effetti, di distruzioni e/o di danni, associabili a un determinato evento di data intensità, per le attività produttive, gli insediamenti umani e le infrastrutture di un territorio.

I primi due parametri (**Pb** e **PI**) non possono in genere essere modificati dall'azione dell'uomo e possono essere solamente studiati e acquisiti come conoscenza, di cui è bene tenere conto nell'organizzazione degli insediamenti e nella qualità strutturale delle singole costruzioni.

L'incidenza dei parametri costituenti la severità delle conseguenze può invece essere modificata dall'azione dell'uomo, potendosi ad esempio agire per ridurre la *vulnerabilità (V)* di edifici e infrastrutture. Questo, peraltro, è quello che succede (o può succedere) anche solo nell'economia di singole iniziative di interventi edilizi assoggettati ad apposite norme tecniche che implicano il rispetto di regole costruttive specifiche per diverse zone, individuate sulla base degli studi di **Pb** (*pericolosità di base*), e possibilmente dettagliate anche per studi di **PI** (*pericolosità locale*).

Ne conseguono aspetti non formali di proprietà di linguaggio, perché se questa definizione viene condivisa, subito dopo c'è da chiedersi se può essere corretto continuare a parlare di “*zone a rischio sismico*” ovvero di “*calamità naturali*”.

Emblematicità dei tanti possibili confronti: es. Irpinia – Basilicata 1980 (M = 6.9) e Iran – Città di BAM 2003 (M = 6.6) ovvero queste due realtà assieme nel raffronto di conseguenze su altri insediamenti urbani (es. della California) interessati negli ultimi venti anni da terremoti con valori simili di magnitudo, ma con conseguenze decisamente più attenuate.

Vanno considerate:

- ◆ diverse condizioni di pericolosità sismica ovvero sia diverse caratteristiche energetiche degli eventi sismici: ad esempio parametrizzate con diversi valori di *magnitudo* M per determinate *profondità ipocentrali* (TERREMOTO)

- ◆ caratteristiche geomorfologiche, geotecniche: *risposta del terreno* (SITO)
- ◆ *caratteristiche strutturali* (COSTRUZIONE).

La conoscenza in un dato territorio delle interazioni tra terremoto, sito e costruzione costituisce la base imprescindibile per una effettiva opera di prevenzione. Ogni sito ha una risposta diversa a un dato terremoto, lo stesso sito risponde in modi diversi a terremoti diversi.

Non casualmente il prof. Piero Pozzati, in due Suoi mirabili interventi svolti nel 2004 (di introduzione e conclusione ad un corso dell'Ordine Ingegneri di Bologna, pubblicati sulla rivista *INARCOS*), a sviluppo del tema "*Il convenzionalismo nel calcolo strutturale sismico*", ha inteso soffermarsi sulle varie incertezze del problema, a partire dalla determinazione della stessa azione sismica.

In sostanza, come individuare un grado di affidabilità di quello che si sta maneggiando, attraverso convenzionali parametri quantitativi e relative formule, è problema primario.

Ed i livelli di incertezza (circa l'identificazione delle azioni sismiche più probabili) sono problema talmente primario da porsi in diretta sintonia con la *fondamentale esigenza di semplicità delle norme tecniche*, così sintetizzata in un intervento (sempre nel 2004) del prof. Camillo Nuti: "*Una norma deve essere semplice, se è complicata non viene applicata bene. Il calcolo troppo oneroso distoglie dal concentrarsi sul progetto. La sicurezza non può cambiare per differenze di qualche per cento sulle armature o sulle dimensioni, quando di contro le incertezze del problema trattato sono dell'ordine delle decine per cento*".

Per approcciare in modo elementare il tema della "*Pericolosità sismica*" può essere sufficiente riferirsi a qualche decina di pagine di testo con relative immagini che appartengono a documenti scaricabili dal sito www.regione.emilia-romagna.it/geologia (*HOME PAGE* del Servizio regionale Geologico Sismico e dei Suoli) dove è attivo il collegamento a un ipertesto didattico, su *Sismicità: cenni elementari e riflessi sul territorio dell'Emilia-Romagna*, attraverso una prima pagina relativa all'indice dei vari capitoli costituenti lo stesso ipertesto.

L'ipertesto è ovviamente sfogliabile secondo percorsi a piacere e quanto più vari; si è ritenuto comunque con la struttura dell'indice di partire dalle definizioni di *intensità e magnitudo* e di proseguire poi con la descrizione della *crisi sismica del 1997-1998 in Umbria e Marche* – le cui maggiori scosse presentano appunto significative analogie con i terremoti più forti che, nel corso dei secoli, hanno interessato anche l'Emilia-Romagna – e, quindi, di continuare con considerazioni e notizie relative alle *sequenze sismiche recenti nella pianura emiliana*, allo *sciame sismico del 2000 nel faentino-forlivese*, fino all'estratto da *Catalogo parametrico dei terremoti italiani* (CPTI, 1999) con alcune rappresentazioni cartografiche di effetti sul territorio (es. *piani quotati delle intensità macrosismiche* di alcuni eventi maggiori e *storie sismiche al sito* delle città capoluogo di provincia e di altri centri importanti). Il tutto con un approccio "non specialistico", senza dar nulla per scontato e cercando di portare una materia tecnicamente complessa alla portata anche di chi non ha grosse conoscenze e competenze scientifiche. Lo scopo iniziale (maggio 2002) è stato infatti quello di rendere facilmente disponibile un percorso utile sia per tecnici che possano avere l'esigenza di restituire con un certo ordine informazioni, in genere già verificate nelle opportune sedi tanto scientifiche (per i dati tecnici) che istituzionali (con attenzione quindi anche a *storie amministrative* del secolo appena trascorso su aspetti di classificazione di particolari aree della Regione, es. riminese), sia per le scuole secondo l'idea di poter trarre (dalle pagine del sito) materiale aggiornato e completo per sviluppare nuovi progetti didattici.

Si è conseguentemente ritenuto di dedicare molta attenzione non solo al testo, ma anche a immagini, tabelle e grafici che sono tutti scaricabili con un semplice clic di mouse.

Completano l'informazione una *bibliografia selezionata* e i collegamenti con *altri siti* di interesse.

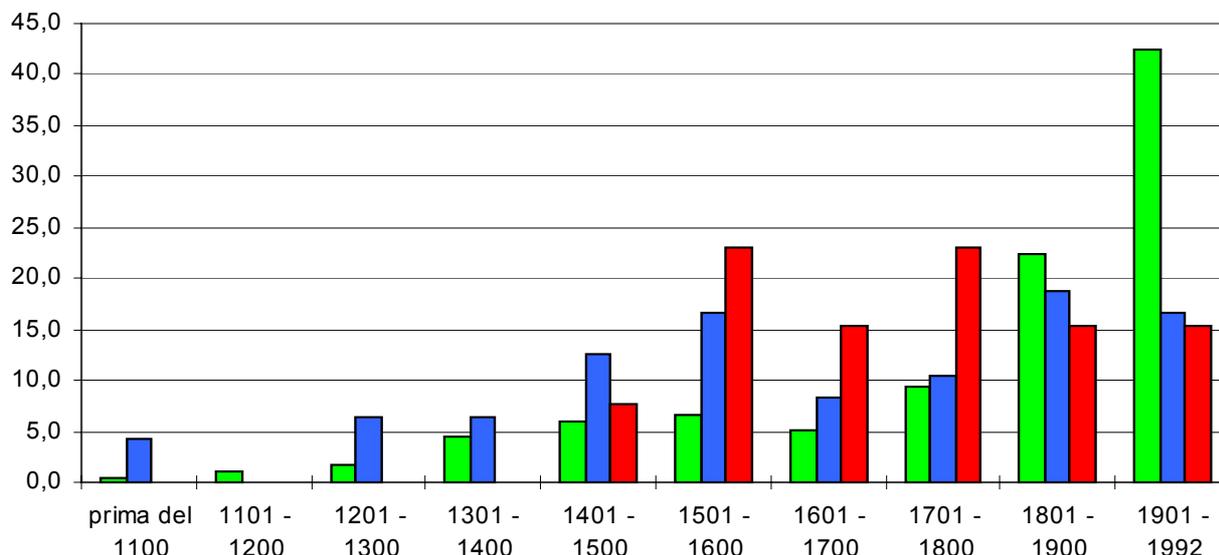
Il primo dato di riduzione del rischio sismico in Emilia-Romagna è, per fortuna naturale di questa Regione, un dato “oggettivo”: cioè, per il territorio dell’Emilia-Romagna non sono probabilisticamente attesi eventi con spropositati livelli energetici su base storica conosciuta (e quella del nostro Paese, e dell’Emilia-Romagna in particolare, è una base storica ampia come arco temporale, oltre che in genere ben documentata, molto più di tanti altri Paesi anche più sismici, come, ad esempio, la prima citata California).

Il tema richiede quindi innanzitutto di rendersi consapevoli di che natura (es. caratteristiche energetiche) sono i terremoti probabilisticamente attesi nelle diverse aree dell’Emilia-Romagna, perché – come noto – non solo la pericolosità sismica si differenzia profondamente da una regione all’altra dell’Italia (si pensi, ad esempio a una scala relativa da 0 a 100, con lo 0 sulla Sardegna e il 100 sull’arco calabro-siculo), ma anche all’interno di una stessa regione.

Senza altro, a tal fine, una prima valutazione può emergere con riferimento all’estrazione dal *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani* (CPTI, 1999) di tutti gli eventi sismici con epicentri ricadenti entro una certa poligonale che contenga (con buoni margini) l’intero territorio dell’Emilia-Romagna. Detta estrazione comprende ben 382 eventi (al di sopra della soglia del danno in area epicentrale): vale a dire il 15,4% circa del totale di 2480 eventi considerati nel CPTI per tutto il territorio nazionale, chiaro indizio della vivace attività sismica che interessa l’area.

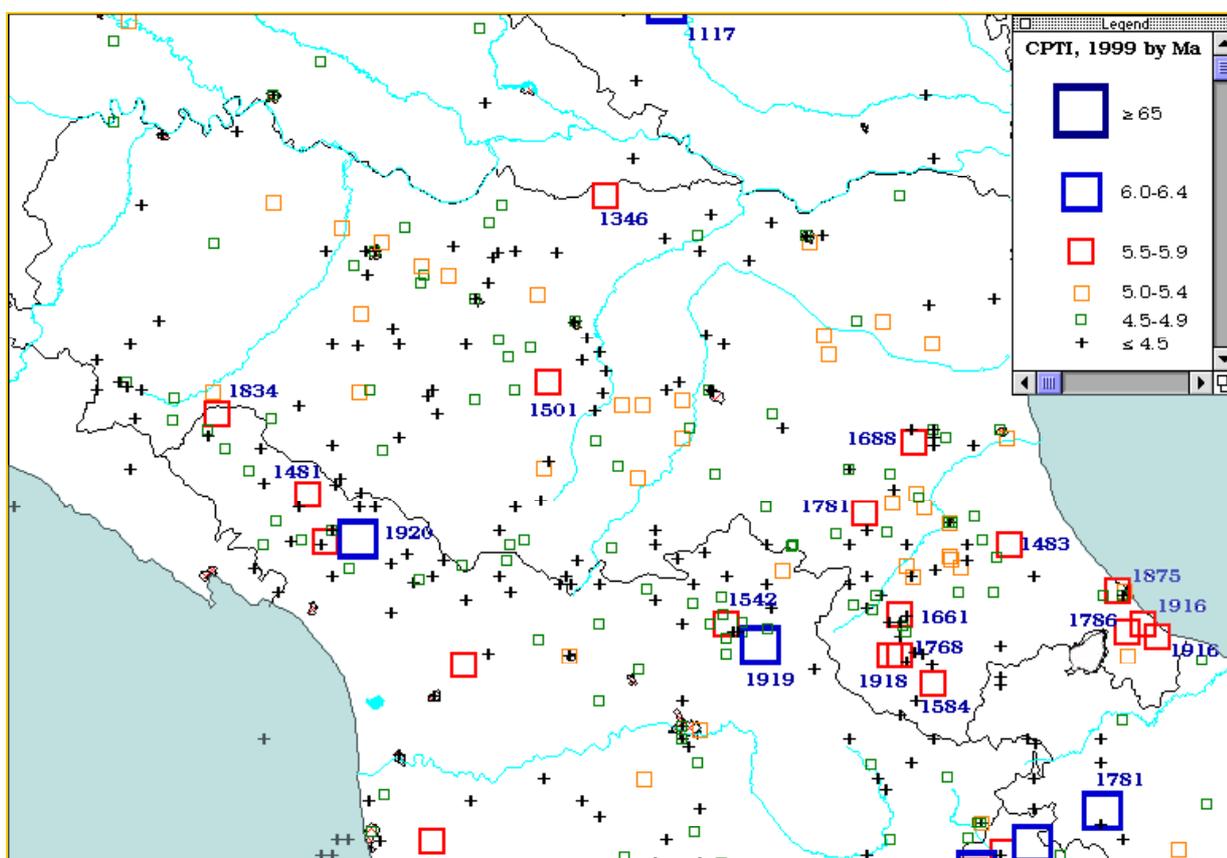
La distribuzione nel tempo dei 382 eventi considerati presenta comunque forti disomogeneità che in gran parte si attenuano se si considerano solo i terremoti più distruttivi, così come emerge dal seguente prospetto e relativo grafico dei pesi percentuali, per periodi secolari (rispetto al totale), dei terremoti con $I_{max} \geq VII-VIII$ grado MCS e dei terremoti con $I_0 \geq VIII-IX$ grado MCS:

Periodo secolare	N° e % di terremoti					
	Totale		di cui con $I_{max} \geq 7-8$		di cui con $I_0 \geq 8-9$	
	N°	%	N°	%	N°	%
prima del 1100	2	0,5	2	4,2	0	0
1101 – 1200	4	1,0	0	0,0	0	0
1201 – 1300	7	1,8	3	6,2	0	0
1301 – 1400	17	4,5	3	6,2	0	0
1401 – 1500	23	6,0	6	12,5	1	7,7
1501 – 1600	25	6,5	8	16,7	3	23,1
1601 – 1700	20	5,2	4	8,3	2	15,4
1701 – 1800	36	9,4	5	10,4	3	23,1
1801 – 1900	86	22,5	9	18,8	2	15,4
1901 – 1992	162	42,4	8	16,7	2	15,4
[- 91 – 1992]	382	100	48	100	13	100



La spiegazione sta nel fatto che le notizie sui terremoti storici sono influenzate dalla disponibilità e qualità delle fonti. Tenendo presente comunque una certa stabilità di rapporto tra il numero degli eventi deboli e quello degli eventi forti, l'incremento del numero di eventi con bassa energia che si osserva a partire dal 1800 è dovuto soprattutto alla disponibilità di fonti storiche più facilmente reperibili in quanto più recenti. Considerazioni di tipo storico e socio-demografico fanno però ritenere che il catalogo possa considerarsi pressoché completo per eventi con intensità epicentrali $I_0 \geq VII-VIII$ grado MCS, per gli ultimi 600 anni.

Ma, il numero di eventi da solo non è un'indicazione della pericolosità dell'area, in quanto occorre verificare quali sono le energie rilasciate dai singoli eventi: molto significativa diventa perciò la rappresentazione della successiva cartina dove gli stessi eventi sono evidenziati per classi di magnitudo stimata (*equivalente macrosismico della ...*), con eventuale riporto a fianco dell'anno di accadimento.

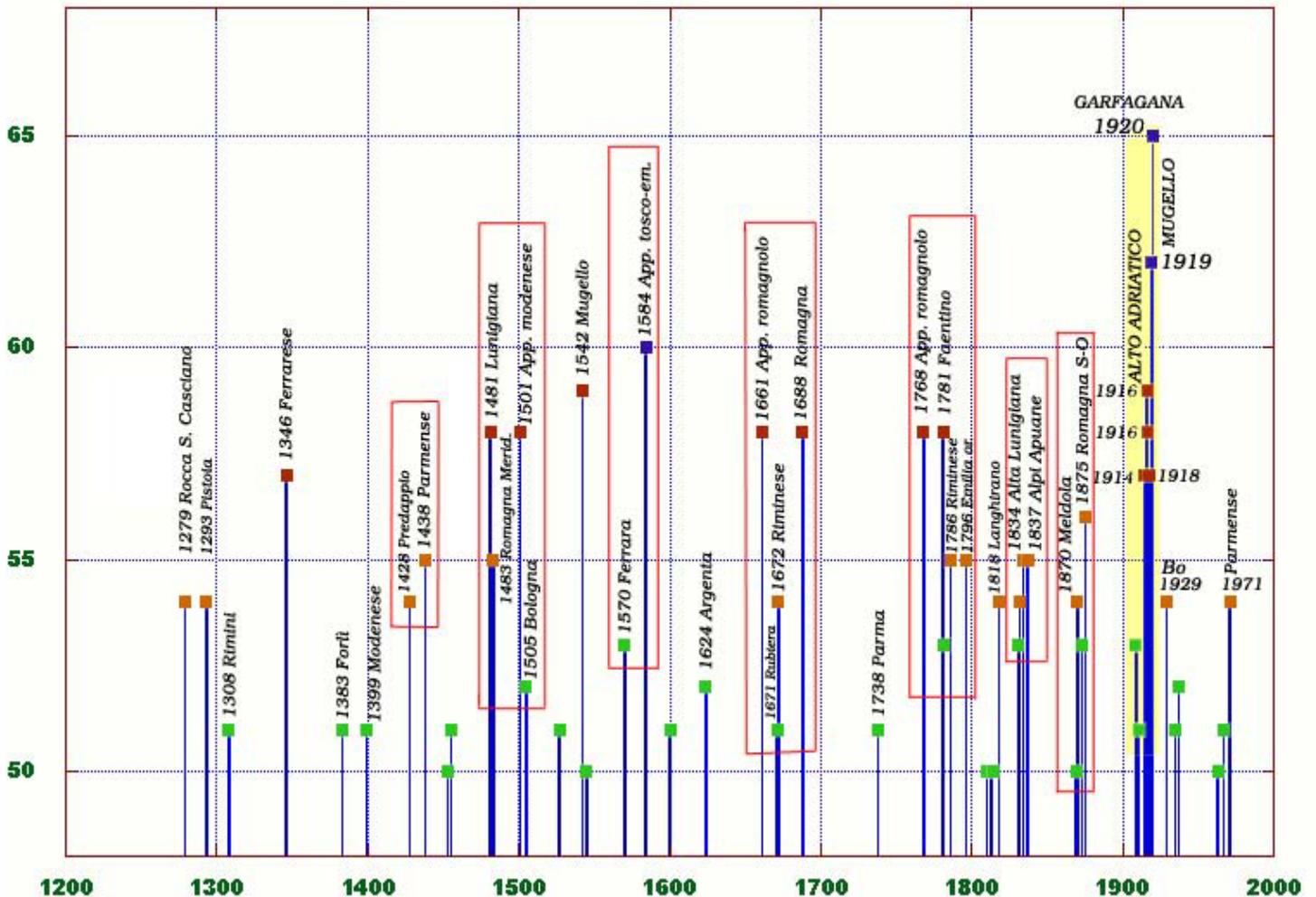


Carta degli epicentri dei terremoti storici della Regione Emilia-Romagna per classi di magnitudo (CPTI, 1999)

Si evidenzia, in tal modo, che la Regione Emilia-Romagna è interessata da una sismicità che potremmo definire “media” in relazione alla realtà nazionale. Dai cataloghi dei terremoti risulta cioè che negli ultimi 1000 anni questa Regione è stata interessata da terremoti frequenti ma mai paragonabili, per energia liberata (e, quindi, per valori di magnitudo), ai maggiori eventi di altre aree regionali quali, ad esempio, Sicilia orientale e Calabria, Irpinia-Basilicata o Friuli. La sismicità storica dell'Emilia-Romagna indica che i terremoti più forti si sono verificati soprattutto in Romagna con una magnitudo paragonabile a quella ($M_L = 5.8$) della scossa principale del 26 settembre 1997 riferita alla lunga crisi sismica del 1997-1998 in Umbria e nelle Marche. Terremoti con livelli energetici più alti (simili, ad esempio, al terremoto in Friuli del 1976, $M_L = 6.5$) e con aree epicentrali non molto distanti dal confine regionale hanno, comunque, significativi risentimenti con danni anche in Emilia-Romagna, come nel caso del terremoto nel Mugello del 1919 e del terremoto in Garfagnana del 1920; così come – pur essendo fuori carta, in pianura verso nord – vanno tenuti presenti due grandi terremoti del medioevo (“Veronese” 3 gennaio 1117, IX MCS, $M=6.5$; “Basso bresciano” 25 dicembre 1222, VIII-IX MCS, $M=6.2$).

Soprattutto con riferimento all'arco storico degli ultimi 6 secoli, si può anche leggere la significatività delle sequenze di eventi sismici, per un elenco selezionato di 56 terremoti con valori stimati di $M \geq 5.0$, che – pur nella disuniformità di distribuzione – fanno trasparire una possibile caratterizzazione “a grappoli” dei terremoti più forti: come già accaduto nei secoli passati, ad esempio ... nel 1500, nel 1600, nel 1700, nel 1800 e anche all'inizio dell'ultimo secolo appena trascorso ...

CPTI99 $M \geq 5.0$



Si conferma quindi l'esigenza di attuare politiche di prevenzione e, in tal senso, di non sprecare altro tempo al fine di procedere senza indugi ad aumentare i livelli di sicurezza in situazioni prioritarie con riconosciuta alta vulnerabilità, nell'ambito di insediamenti che possono essere colpiti da probabili terremoti con energie significative.

[Si noti che nel precedente gruppo di 56 terremoti, ad esempio per il parmense mentre è compreso il terremoto del 1971, è escluso invece il terremoto del 1983 (che ha significativamente danneggiato parti del centro storico di Parma con effetti macrosismici stimati di VII grado MCS) in quanto la magnitudo con cui è catalogato nel CPTI è pari a 4.9]. [Risulta escluso anche il terremoto nella pianura reggiana e modenese del 15 ottobre 1996, che ha invece $M = 5.2$, in quanto troppo recente per la sopra citata versione di catalogo che considera eventi sismici (sopra la soglia di danno) ma fino alla fine degli anni '80: ovviamente, utilizzando la più aggiornata versione di detto catalogo (CPTI2, 2004), la stessa rappresentazione grafica, pur senza cambiare nella sostanza, può essere meglio precisata in qualche dettaglio].

I terremoti in/per l'Emilia-Romagna: rappresentazione sintetica della sismicità storica e piani quotati delle intensità macrosismiche dei principali eventi ($M \geq 5.1$). [da **CPTI2**]

Anno	Me	Gi	Or	Mi	Se	AE	Imx	Io	Mas
1117	1	3	13			Veronese	90	95	6,49
1194						GALEATA	70	70	4,80
1222	12	25	11			Basso bresciano	90	85	6,05
1279	4	30				ROCCA SAN CASCIANO	75	75	5,36
1293	7	11				PISTOIA	80	80	5,40
1308	1	25	16			Rimini	75	75	5,10
1346	2	22	11			Ferrara	75	75	5,75 (5,10)*
1383	8	4				FORLI'	75	75	5,10
1399	7	20	23			Modenese	70	70	5,15
1428	7	3	5			PREDAPPIO	80	80	5,41
1438	6	11	20			Parmense	80	80	5,47
1481	5	7				LUNIGIANA	85	85	5,80
1483	8	11	19	40		Romagna meridionale	85	80	5,54
1501	6	5	10			Appennino modenese	90	85	5,82
1505	1	3	2			Bologna	70	70	5,25
1542	6	13	2	15		Mugello	90	90	5,90
1545	6	9	15			BORGO VAL DI TARO	75	75	5,04
1570	11	17	19	10		Ferrara	80	75	5,27
1584	9	10	20	30		Appennino tosco-emiliano	90	90	5,99
1624	3	18	19	45		Argenta	85	75	5,19
1661	3	22	12	45		Appennino romagnolo	90	90	5,78
1671	6	20				RUBIERA	70	70	5,06
1672	4	14	15	45		Riminense	80	80	5,44
1688	4	11	11	30		ROMAGNA	90	90	5,85
1738	11	5	0	30		PARMA	70	70	5,15
1768	10	19	23			Appennino romagnolo	90	90	5,80
1781	4	4				FAENTINO	90	90	5,80
1781	6	3				CAGLIESE	100	95	6,23
1781	7	17	9	40		Romagna	80	80	5,34
1786	12	25	1			Riminense	80	80	5,54
1796	10	22	4			Emilia orientale	70	70	5,48
1818	12	9	18	52		LANGHIRANO	75	75	5,40
1832	3	13	3	30		Reggiano	75	75	5,43
1834	2	14	13	15		ALTA LUNIGIANA	85	85	5,50
1837	4	11	16	50		ALPI APUANE	100	95	5,51
1870	10	30				MELDOLA	80	80	5,43
1875	3	17	23	51		Romagna sud-orient.	80	80	5,65
1909	1	13	0	45		BASSA PADANA	65	65	5,33
1914	10	27	9	22		GARFAGNANA	70	70	5,73
1916	5	17	12	50		Alto Adriatico	80	80	5,82
1916	8	16	7	6	14	Alto Adriatico	80	80	5,91
1918	11	10	15	12	28	Appennino romagnolo	80	80	5,73
1919	6	29	15	6	13	Mugello	90	90	6,18
1920	9	7	5	55	40	Garfagnana	100	95	6,48
1929	4	20	1	9	46	Bolognese	80	70	5,36
1971	7	15	1	33	23	Parmense	80	75	5,45
1996	10	15	9	55	60	Correggio	70	70	5,09

* La stima di magnitudo in parentesi è quella desumibile da uno studio più recente contenuto in: Guidoboni E., Comastri A. *Catalogue of earthquakes and tsunamis in the Mediterranean area, from 11th to 15th century*, INGV, 2005

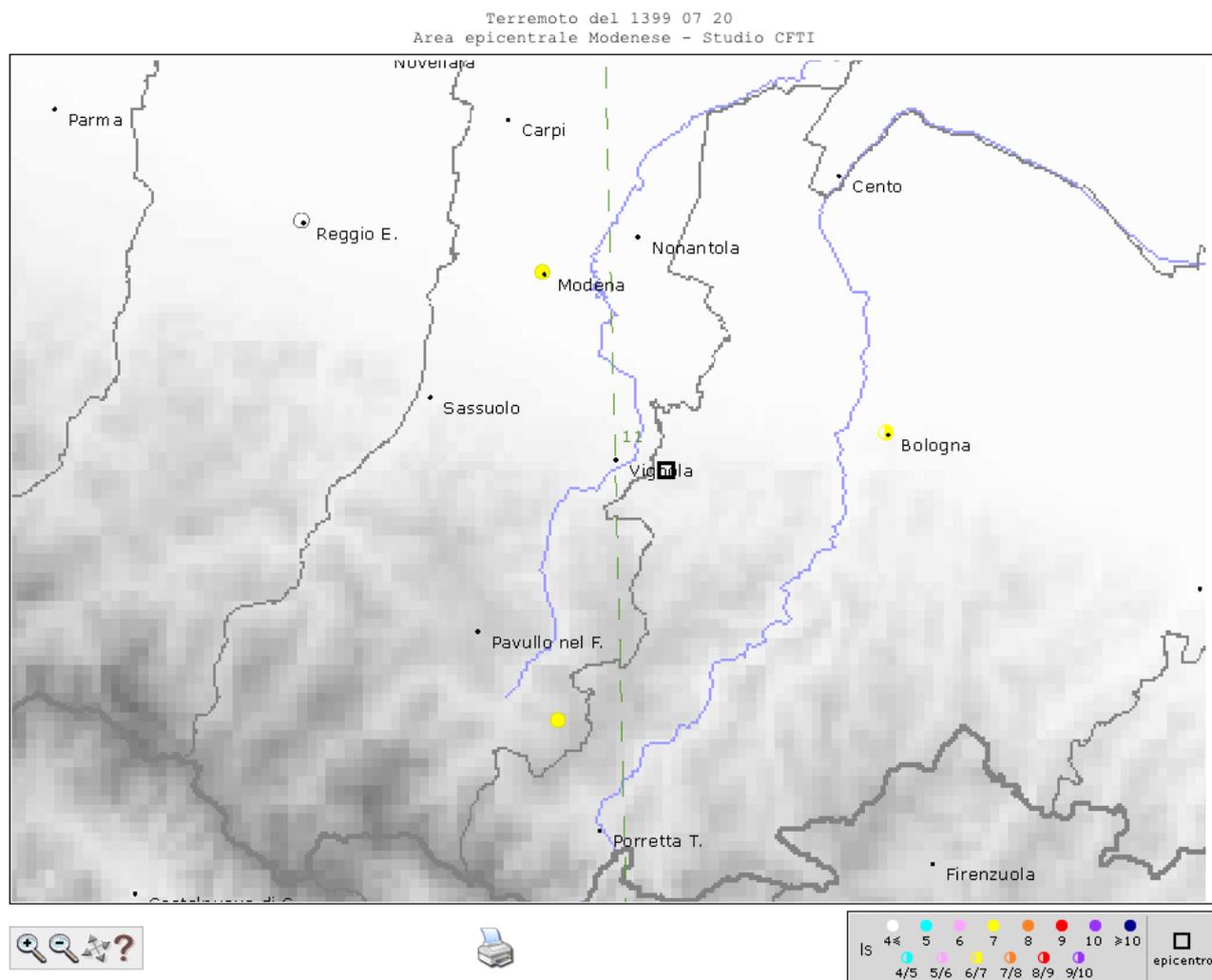
I terremoti dell'area modenese: richiami sintetici della sismicità storica.

Particolarmente importanti sono i **terremoti della Garfagnana** che possono superare magnitudo 6 (7 settembre 1920), mentre lungo l'Appennino tosco-emiliano, dal parmense fino al faentino, a parte un settore centrale meno attivo (appennino bolognese e pistoiese), si verificano terremoti di energia massima corrispondente a valori di magnitudo inferiori a 6. Tuttavia la vicinanza di queste aree a insediamenti di una certa rilevanza può produrre danni di rilievo, come è avvenuto in passato per i terremoti del 1983 per Parma, del 1501 per Modena, del 1505 e del 1779 per Bologna.

I terremoti più importanti per l'area modenese sono quelli che interessano l'area pedeappenninica; la storia sismica nota di quest'area è frammentaria e certamente incompleta. Molto incerte, ad esempio, sono le conoscenze relative all'evento del 1399, mentre decisamente più significative sono quelle relative all'evento principale di quest'area nel 1501.

Fra il **20 e il 21 luglio 1399** due forti scosse colpirono un'area non meglio definita, compresa fra Modena e Bologna. Secondo la descrizione dei danni in Bologna fornita dal cronista Ghirardacci, *“le mura dell'Orto del Palazzo per dieci pertiche si risentì, e in molti luoghi s'aperse, e cascarono di molti merli del detto Palazzo, con la ruina di molte case”*; una notizia molto simile è riportata dalla cronaca di Jacopino de' Bianchi per Modena: *“Del 1399 adì 21 luio trete uno altro terremoto in Modena per il qualo dixè la cronicha, la quale si è in santa Chiara de Modena che il rvinò granda quantità de case”*.

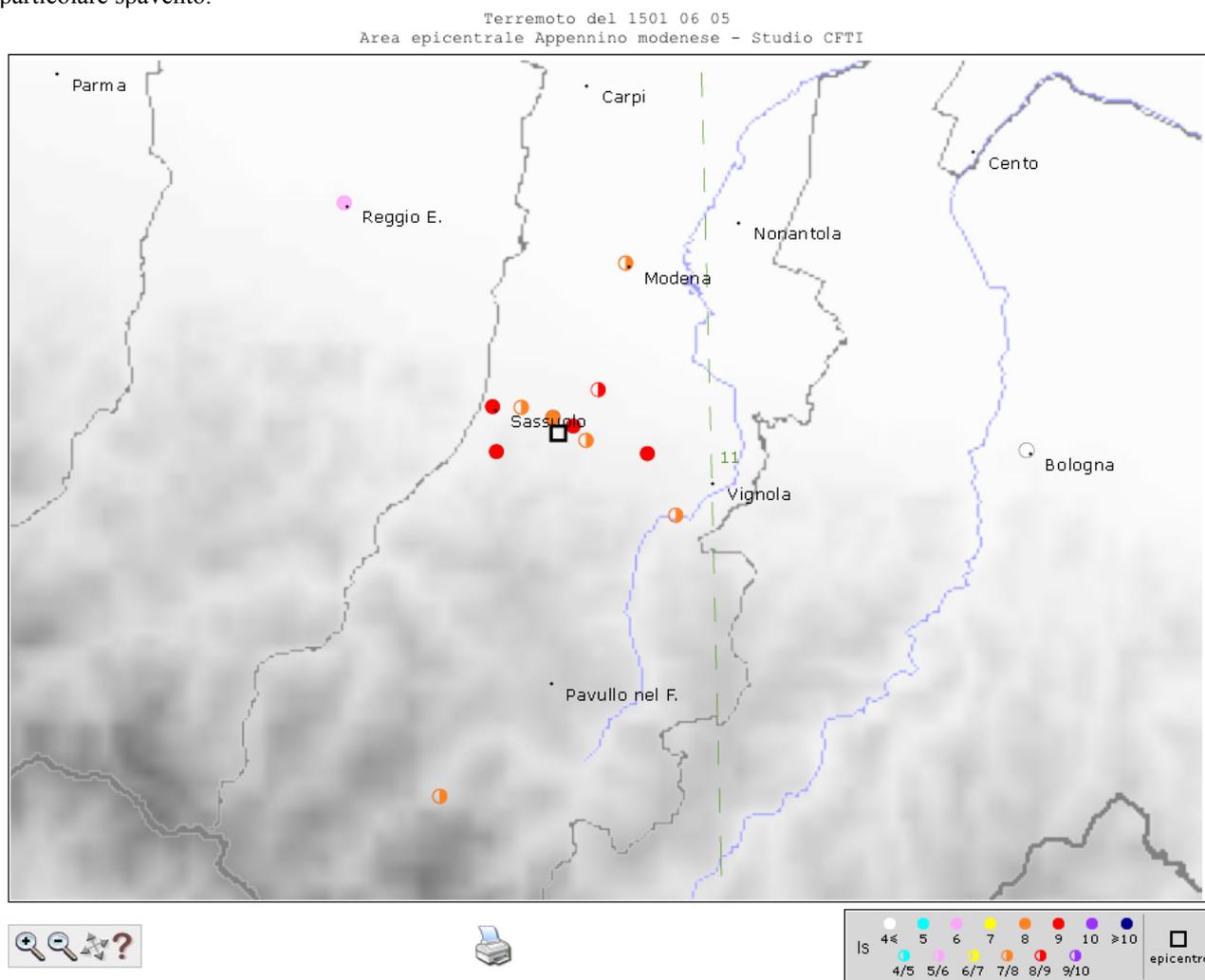
“Anno Domini MCCCCLXXXIX die dominico post horam quintam noctis veniente ad diem lune, silicet vigesimam mensis Julii, fuit maximus terremotus sicuti forte numquam fuit in civitati Mutine, in tantum quod multa hediaficia ceciderunt tam in civitate quam extra civitatem. Et duravit per maximum spatium. Et immediate post illud maximum venit aliud parvum et modicum duravit” (Leggendario del monastero di S. Chiara in Modena, XVI)



I danni furono probabilmente contenuti alla “rovina” (lesioni estese) di case, e il terremoto fu probabilmente avvertito a Ferrara, Reggio Emilia e Pistoia, come attestato da fonti tarde. Decisamente discutibile è la verosimiglianza della notizia, riportata da storiografia recente, su presunti danni all'abitato di Dismano (Maserno-Montese), sull'alto appennino modenese. La localizzazione e il dimensionamento di questo evento risulta di conseguenza molto incerta.

Ben più accurate sono le informazioni sull'evento del **5 giugno 1501**: questo terremoto colpì alcune località del territorio modenese (Castelvetro, Sassuolo, Maranello, Montegibbio), ove si ebbero danni gravi a molti edifici; alcuni danni si ebbero anche nella città di Modena e a Reggio Emilia, e fu avvertito fino a Bologna, Forlì, Ferrara, Verona e Vicenza. Secondo un cronista modenese a Modena il terremoto produsse danni quali la caduta di merli del Palazzo del Vescovado e lesioni ad alcune chiese: il Duomo, S. Francesco e S. Agostino. Caddero anche alcune case e si ebbero alcune vittime. A Bologna, come testimonia la cronaca coeva di Nadi (*“Rechordo chome adì 5 de zugnio 1501 a ore 14*

o zircha sono li taramoto nun sono grandi sono onesti”), i terremoti modenesi furono avvertiti, senza però destare particolare spavento.



"Mutinae in Sabbato in tertia decima & quarta decima hora fuit magnus terraemotus, ita quod non fuit domus, quae non passa sit aliquod detrimentum; & omnes camini, & merli ruerunt, & occiderunt octo personas in civitate Mutinae, videlicet in Platea, & alibi". Tassoni, Ann. Vet. Mutinensium, XV-XVI

"Modena in sabado ad hore 15 teramoto grande e meraveioso. Crolli di molte case, camini, e campanili, con la morte di 8 persone". De' Lancellotti J., XV-XVI

"Et castra Diocesis Mutinensis, & praecipuè montana corruerunt quasi funditus, ut Castelvetro, Maranellum, & Montezibium, & alia quae ego non vidi". Tassoni, Ann. Vet. Mutinensium, XV-XVI

"in Modenese, circa le quattordici hore tirò uno grande terremoto. ..& come in lo Castello di Castelvetro del Modenese erano ruinati tutti gli Edificij praeter due Case, etiam lo Castello di Sassuolo era rovinato per dicta causa anche assai Edificij". Diarium Ferrariense, XV-XVI

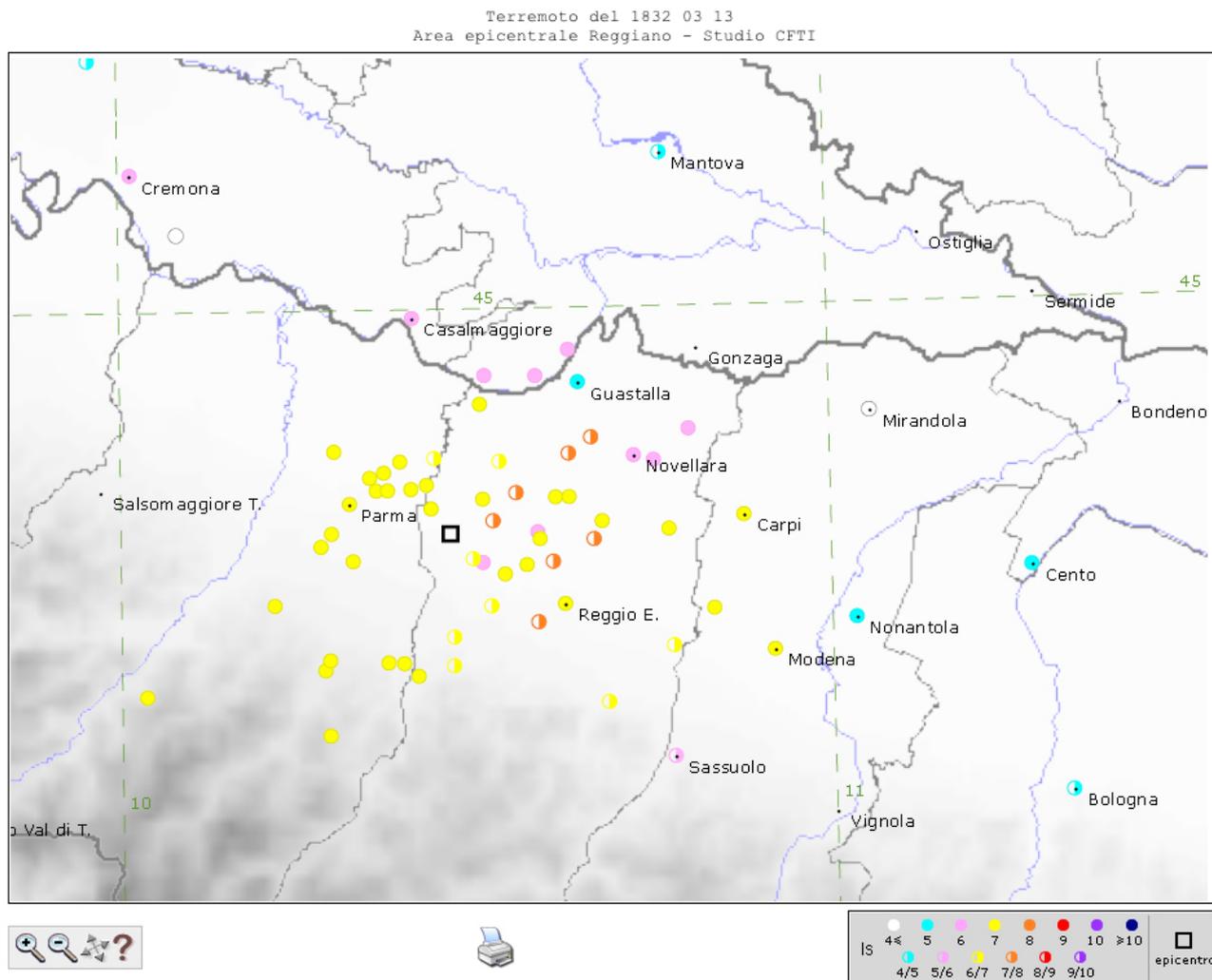
"Castelvedro, castel de Modena, Sasolo per il teramoto grande e di grande terore" De' Lancellotti J., XV-XVI

Il territorio modenese è interessato anche dagli effetti di terremoti di aree sismogenetiche adiacenti, quali le sequenze che interessano il Reggiano (si ricordino, ad esempio, quelle recenti del 1987, del 1996 e del 2000) e del pedeappennino reggiano-parmense.

Il **20 giugno 1671** un forte terremoto fu avvertito a Modena e dintorni; in città crollarono numerosi camini e furono danneggiati alcuni edifici, fra i quali il Palazzo Comunale: la torre dell'orologio crollò parzialmente e si ebbero alcune vittime. Qualche danno si ebbe anche a Reggio Emilia. Il terremoto fu molto forte a Carpi, Correggio e Nonantola e fu avvertito fino a Bologna e Verona.

"Eccoli di nuovo in Bologna nell'anno 1671 a' 20 di Giugno sù le 15 hore Italiane; fà mentione di tal'evento Flamin. de Mezavach. Libell. de Terraemot. cap. 6 formando vago sistema dell'aspetto de' Pianeti a' segni del Zodiaco, nel punto istesso del successo, situandolo al giorno 19 di Giugno hore 22 min. 41 dopo il mezzo giorno" (Bonito M., Terra tremante, Napoli 1691).

Uno dei terremoti fra i più significativi è quello del **marzo 1832**: la scossa più forte si verificò il giorno 13 e produsse danni a numerosi edifici di molte località del reggiano e del parmense; danni più leggeri si ebbero anche nel modenese e in provincia di Cremona. L'evento principale fu avvertito sensibilmente in un'area molto vasta, fra Veneto e Lombardia. Danni leggeri si ebbero a Sassuolo, e più sensibili a Modena, a Campogalliano e a Carpi, ove caddero 200 camini e furono lesionate la cattedrale, il teatro e le carceri (*La Voce della Verità, 1832; Arch. Comun. di Carpi, 1832*).



Effetti significativi in alcune località dell'Appennino modenese furono prodotti anche dal terremoto del **7 settembre 1920**. L'evento, preceduto da alcune scosse minori, colpì la Garfagnana e la Lunigiana, con danni gravissimi a molte località dell'alta Garfagnana, dove vi furono circa 300 vittime. In molte località emiliane si ebbero danni significativi e l'evento principale fu avvertito in tutta l'Italia centro-settentrionale.

Danni molto gravi si ebbero in alcune località dell'alto Appennino modenese, in particolare a Pievepelago e in alcune frazioni (Sant'Anna Pelago); danni minori, ma significativi si ebbero anche a Fiumalbo, Montecreto e più leggeri nella zona di Pavullo e a Vignola.

CONFRONTI TRA PIANI QUOTATI DI INTENSITÀ MACROSISMICHE DI TERREMOTI DISTRUTTIVI CON DIVERSA MAGNITUDO.

Con la stessa scala grafica vengono raffrontati i due campi macrosismici relativi al terremoto nell'appennino forlivese del 22 marzo 1661 [$M = 5.8$] e al terremoto in Irpinia-Basilicata del 23 novembre 1980 [$M = 6.9$].

Ovviamente, per entrambi questi terremoti non è da escludere in futuro un ulteriore affinamento della loro immagine macrosismica a seguito di ultimi aggiornamenti di catalogo: ciò nonostante il rapporto tra superfici di aree territoriali inglobanti gli abitati interessati da effetti non inferiori all'VIII grado MCS (circa 3.000 kmq, per l'Irpinia-Basilicata, rispetto a circa 500 kmq, per l'Appennino forlivese), ha un tale peso quantitativo che diventa difficile ipotizzarne in futuro una sua variazione significativa.

3.000 kmq rappresentano ad esempio l'intera superficie territoriale delle due province di Forlì-Cesena e Rimini, dove però - per fortuna di queste aree - i più forti terremoti probabilisticamente attesi (su basi di sismicità storica), pur con potenziali distruzioni (se nel frattempo oculate politiche di prevenzione non avranno affrontato e risolto problemi di particolari vulnerabilità sismiche che possono essere presenti nel patrimonio edilizio e infrastrutturale degli insediamenti urbani), sono comunque tali da coinvolgere aree più ristrette: ciò che dovrebbe facilitare l'affermarsi di una strategia di difesa dai terremoti.

ENERGIA e MAGNITUDO

Per meglio comprendere il concetto di energia associata a un terremoto e, quindi, il confronto tra livelli energetici di diversi terremoti, può tornare utile una rappresentazione che si può fare discendere dalla relazione tra l'energia (in *erg*) liberata da un terremoto e la sua grandezza relativa espressa come magnitudo. Trattasi ovviamente di una relazione empirica, attraverso cui si può arrivare a una valutazione solamente indicativa della stessa energia liberata, ma ciò nonostante utile per ragionamenti che aiutino a fissare gli ordini di grandezza dei fenomeni.

$$\log E = 11,8 + 1,5M$$

Infatti, da questa, l'altra relazione che consegue e che permette un immediato confronto tra due eventi sismici, **1** e **2**, inteso quale rapporto tra le corrispondenti energie in gioco, E_1 ed E_2 , in funzione delle rispettive magnitudo, M_1 ed M_2 , è:

(ponendo $M_1 - M_2 = \Delta M$)

$$E_1/E_2 = 10^{1.5 \Delta M}$$

vale a dire che, ad esempio: se $\Delta M = 1$, $E_1/E_2 = 10^{1.5} \cong 31.6$
se $\Delta M = 2$, $E_1/E_2 = 10^3 = 1.000$ ecc.

Con questi riferimenti concettuali si può considerare la seguente tabella, ripresa sempre da "Bolt, *I terremoti*, Ed. Zanichelli 1986", di "frequenza annuale dei terremoti nel mondo":

Magnitudo M_s	Numero medio di eventi al di sopra di M_s
8	2
7	20
6	100
5	3.000
4	15.000
3	oltre 100.000

ossia, la stima (così come desumibile dalle registrazioni delle reti sismografiche presenti nelle diverse aree geografiche del pianeta) della produzione media annua di terremoti che ha - come noto - distribuzione preferenziale lungo i margini di contatto delle principali zolle tettoniche.

Ma si possono anche evidenziare i seguenti confronti fra terremoti italiani di questo secolo, scelti casualmente a livello esemplificativo (considerando come unità di misura l'energia associata al terremoto nel Parmense del 9.11.1983):

- 0** - Terremoto nel Parmense
(9.11.1983 - h. 16.29 GMT) $M = 4.9 = \mathbf{M}_0$
- 1** - Terremoto nel Reggiano-Modenese
(15.10.1996 - h. 9.56 GMT) $M = 5.2 = \mathbf{M}_1$
- 2** - Terremoto nell'appennino umbro-marchigiano *[12 morti]*
 - a** (26.9.1997 - h. 0.33 GMT) $M = 5.5 = \mathbf{M}_{2a}$
 - b** (26.9.1997 - h. 9.40 GMT) $M = 5.8 = \mathbf{M}_{2b}$
 - c** (6.10.1997 - h. 23.24 GMT) $M = 5.3 = \mathbf{M}_{2c}$
 - d** (14.10.1997 - h. 15.23 GMT) $M = 5.4 = \mathbf{M}_{2d}$
 - e** (26.3.1998 - h. 16.26 GMT) $M = 5.5 = \mathbf{M}_{2e}$ *h > 40 km*
- 3** - Terremoto nel Friuli *[≈ 1.000 morti]*
 - a** (6.5.1976 - h. 20 GMT) $M = 6.5 = \mathbf{M}_{3a}$
 - b** (15.9.1976 - h. 9.21 GMT) $M = 5.9 = \mathbf{M}_{3b}$
- 4** - Terremoto in Irpinia-Basilicata *[≈ 3.000 morti]*
(23.11.1980 - h. 18.34 GMT) $M = 6.9 = \mathbf{M}_4$
- 5** - Terremoto di Avezzano *[≈ 33.000 morti]*
(13.1.1915 - h. 6.52 GMT) $M = 7.0 = \mathbf{M}_5$
- 6** - Terremoto calabro-messinese *[≈ 80.000 morti]*
(28.12.1908 - h. 4.20 GMT) $M = 7.3 = \mathbf{M}_6$

rappresentando inoltre i rapporti tra le ENERGIE con VOLUMI DI SFERE:

Parmense 1983

$M_0 = 4.9$ $E_0 = 1,41 \cdot 10^{19}$ erg



Reggiano-Modenese 1996

$M_1 - M_0 = 0,3$ $E_1 / E_0 = 10^{0,45} = 2,82$



Umbria - Marche 1997/1998

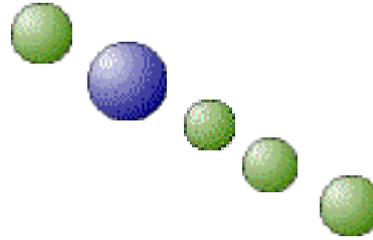
$M_{2a} - M_0 = 0,6$ $E_{2a} / E_0 = 10^{0,90} = 7,94$

$M_{2b} - M_0 = 0,9$ $E_{2b} / E_0 = 10^{1,35} = 22,39$

$M_{2c} - M_0 = 0,4$ $E_{2c} / E_0 = 10^{0,60} = 3,98$

$M_{2d} - M_0 = 0,5$ $E_{2d} / E_0 = 10^{0,75} = 5,62$

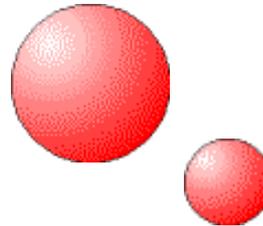
$M_{2e} - M_0 = 0,6$ $E_{2e} / E_0 = 10^{0,90} = 7,94$



Friuli 1976

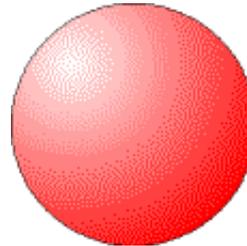
$M_{3a} - M_0 = 1,6$ $E_{3a} / E_0 = 10^{2,40} = 251,19$

$M_{3b} - M_0 = 1$ $E_{3b} / E_0 = 10^{1,50} = 31,62$



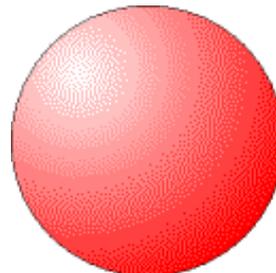
Irpinia-Basilicata 1980

$M_4 - M_0 = 2$ $E_4 / E_0 = 10^3 = 1000$



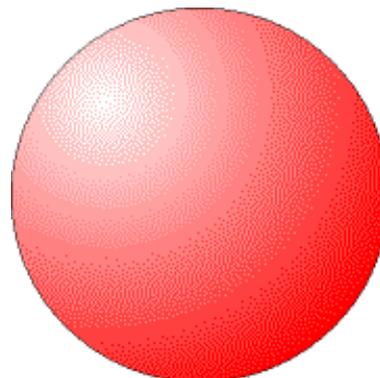
Avezzano 1915

$M_5 - M_0 = 2,1$ $E_5 / E_0 = 10^{3,15} = 1412,54$



Messina - Reggio Calabria 1908

$M_6 - M_0 = 2,4$ $E_5 / E_0 = 10^{3,60} = 3981,07$

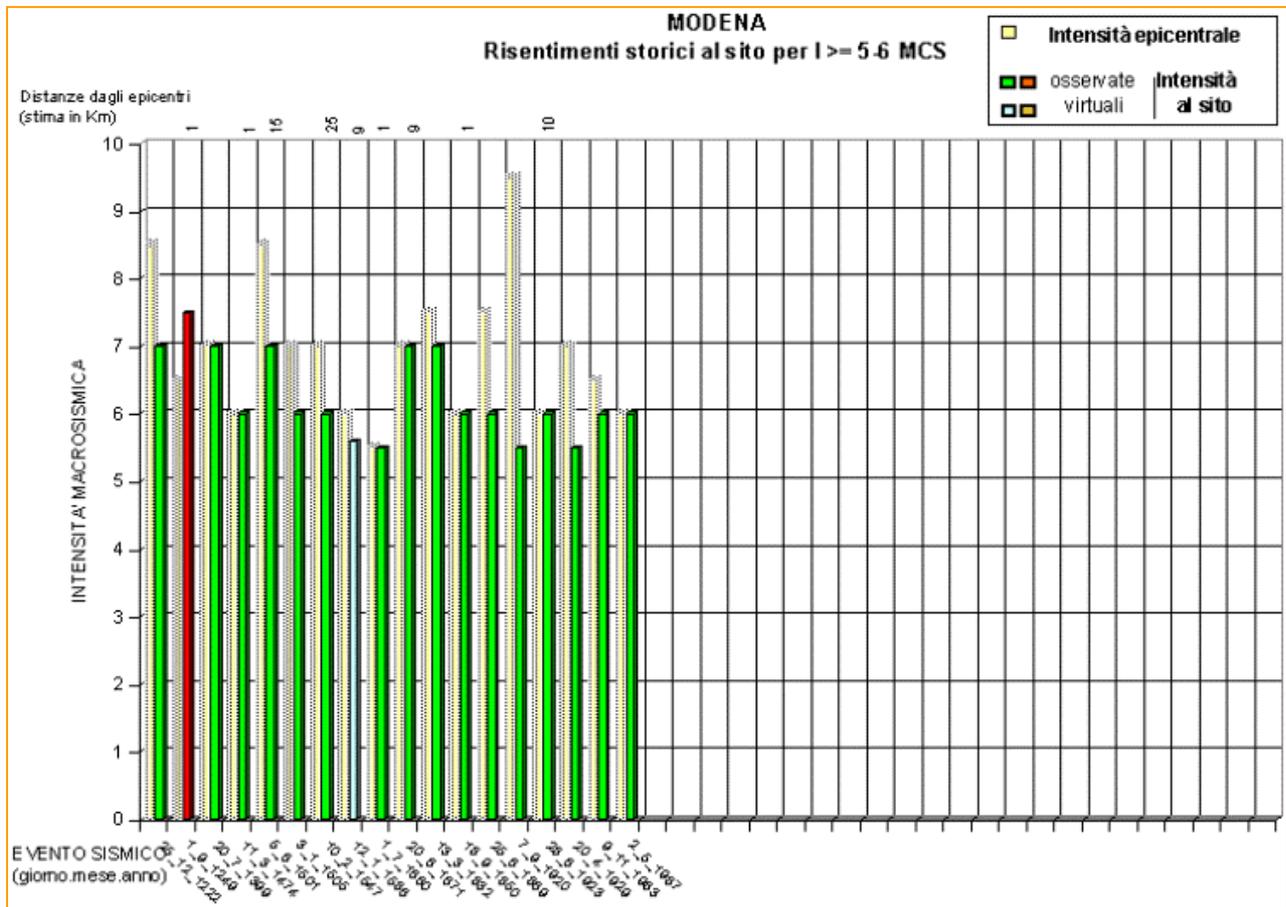


STORIE SISMICHE AL SITO

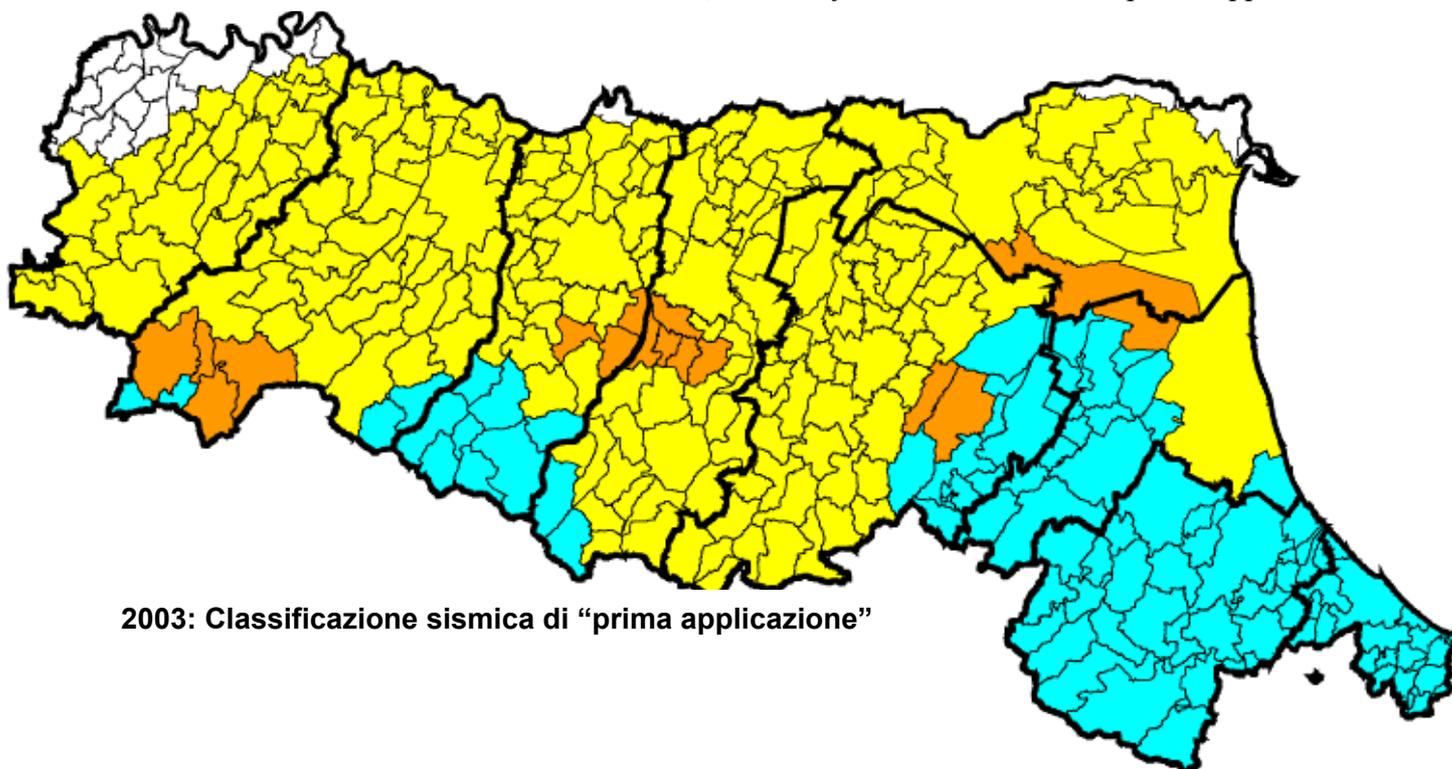
Rimanendo ancorati al concetto di distribuzione nel tempo dei terremoti è anche possibile, da tutti gli eventi con dati di base, selezionare le notizie in modo da definire “*storie sismiche*” dei singoli siti, identificanti cioè la successione temporale delle intensità risentite (in una definita località) rispetto alle intensità epicentrali dei vari eventi nel corso dei secoli, con epicentri più o meno lontani dal sito considerato.

Laddove però, soprattutto per le località più piccole o meno note, ci fosse scarsità di osservazioni macrosismiche (collegabili quindi a verificate documentazioni storiche tramandate da testimoni privilegiati dei vari eventi nelle diverse epoche) può essere comunque opportuno considerare “*storie sismiche virtuali*” dei siti composte da risentimenti presunti dedotti attraverso opportuna *legge di attenuazione*.

A titolo esemplificativo di quanto può essere evidenziato per qualsiasi comune, ad esempio per tutti i capoluoghi provinciali (ma non solo), sono state predisposte tabelle e relativi grafici - con prefissata soglia di intensità risentita $I \geq V-VI$ grado MCS [*inizio del danno*] e ulteriore evidenziazione (in rosso) laddove $I \geq VII-VIII$ grado MCS [*presenza di crolli*] - che rappresentano appunto le “*storie sismiche*” di quei siti. L’illuminante confronto tra detti grafici è di per sé sufficiente ad evidenziare il quadro differenziato di sismicità tra città (es. Faenza, Forlì, Rimini ...) della “zona 2” e città (es. Bologna, Modena, Parma, Ferrara...) della “zona 3” o addirittura della “zona 4” (es. Piacenza).



Questa cartina e il sottostante corrispondente prospetto richiamano la decisione nazionale, attraverso l'ordinanza del PCM n. 3274/2003, di *classificazione sismica* in "prima applicazione"

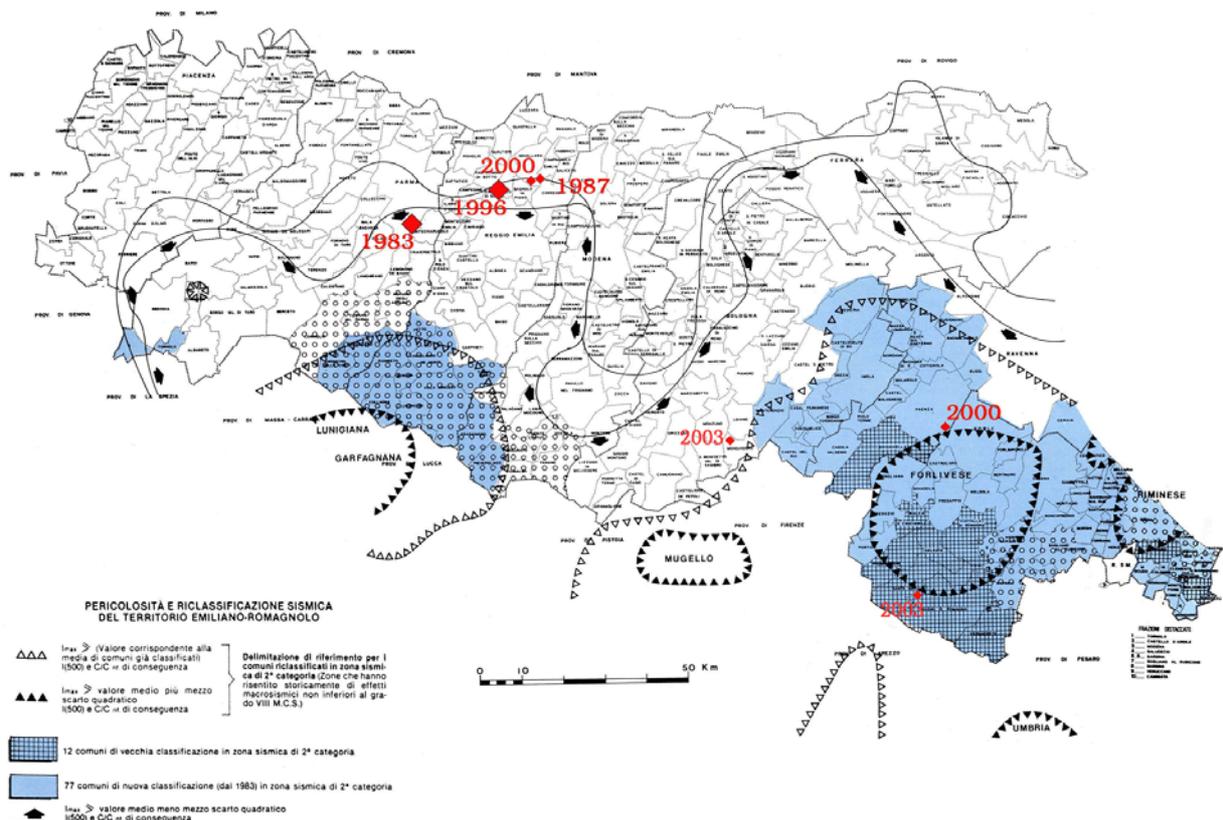


2003: Classificazione sismica di "prima applicazione"

(punto 3 dell'allegato 1), della quale – con deliberazione n. 1435/2003 – la Giunta regionale "ha preso atto" (che è cosa diversa da formale approvazione!), secondo un'immagine ormai ben nota, con relativa identificazione di: n. 105 (= 89 + 16) Comuni in "zona 2", n. 214 Comuni in "zona 3" e n. 22 Comuni in "zona 4".

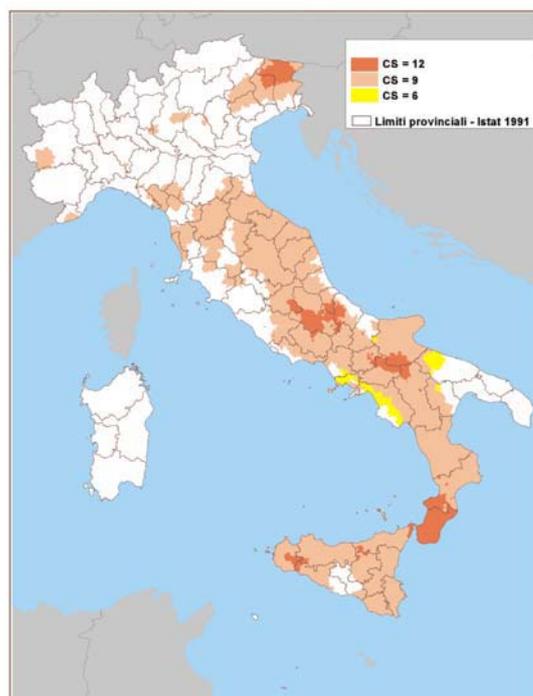
		Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20 marzo 2003 - Allegato 1, punto 3				Totali
		zona 1	zona 2	zona 3	zona 4	
CLASSIFICAZIONE definita con D.M. 23 luglio 1983 (G.U. n. 231 del 24 agosto 1983) D.M. 29 febbraio 1984 (G.U. n. 89 del 29 marzo 1984)	I cat.	0	0	0	0	0
	II cat.	0	PR3-RE8-MO2-BO10- RA16-FC30-RN20 89		0	PR3-RE8-MO2-BO10- RA16-FC30-RN20 89
	III cat.	0	0	0	0	0
	N.C.	0	PR4-RE3-MO5-BO2-FE1- RA1 16	PC30-PR40-RE33-MO40- BO48-FE22-RA1 214	PC18-RE1-FE3 22	PC48-PR44-RE37-MO45- BO50-FE26-RA2 252
Totali		0	PR7-RE11-MO7-BO12- FE1-RA17-FC30-RN20 105	PC30-PR40-RE33-MO40- BO48-FE22-RA1 214	PC18-RE1-FE3 22	PC48-PR47-RE45-MO47- BO60-FE26-RA18-FC30- RN20 341

La cartina che segue evidenzia invece gli 89 comuni classificati sismici (di seconda categoria) in Emilia-Romagna, di cui 76 in Romagna (inclusivi dei 12 di precedente classificazione), così come individuati dal D.M. 23 luglio 1983 "Aggiornamento delle zone sismiche dell'Emilia-Romagna" (G.U. n. 231 del 24 agosto 1983), successivamente integrato con D.M. 29 febbraio 1984 "Dichiarazione di zona sismica del Comune di Tornolo" (G.U. n. 89 del 29 marzo 1984), con sovrapposti epicentri di terremoti recenti (come quelli del: 9 novembre 1983 – nel parmense; 24 aprile e 2 maggio 1987, 15 ottobre 1996, 18 giugno 2000 – nel reggiano e modenese, del 14 settembre 2003 nell'appennino bolognese) che hanno interessato con danni soprattutto aree emiliane non classificate sismiche nel 1983: quindi una cartina da "scandalo", ma solo apparente.



Pericolosità e riclassificazione sismica E-R (1983-1984), con epicentri di eventi recenti fuori zone sismiche

Infatti, quei recenti eventi sismici - caratterizzati in tutti i casi da energia più ridotta (rispetto ai terremoti considerati per la riclassificazione sismica del 1983) - hanno in genere provocato danni a strutture molto vulnerabili. Una possibile contraddizione andava eventualmente colta a scala nazionale, dovendosi registrare la scelta governativa del "dopo Irpinia 1980" di aver limitato l'introduzione della terza categoria solo a 99 Comuni in prevalenza dell'area napoletana, laddove invece aree con pericolosità sismica non inferiore a quella dell'area napoletana erano ben più estese con riferimento ad altre Regioni. Per l'Emilia-Romagna una tale circostanza è evidenziata nella suddetta cartina dove la curva più esterna verso nord-ovest delimitava (sulla base del catalogo ENEL di fine anni '70) proprio quel livello di "pericolosità inferiore".



Classificazione sismica post - 1980

La classificazione sismica del territorio italiano ha avuto inizio dopo il disastroso terremoto di Reggio Calabria e Messina del 1908 che causò circa 85.000 vittime. Il Regio Decreto 193 del 1909 stabiliva le norme tecniche obbligatorie per le riparazioni, ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati e l'elenco dei Comuni sottoposti all'osservanza di dette norme. Negli anni successivi furono effettuati numerosi aggiornamenti della classificazione ma solo in base ai terremoti che progressivamente si susseguivano sul territorio nazionale. La mappa sismica d'Italia non era altro, quindi, che la mappa dei territori colpiti dai forti terremoti avvenuti dopo il 1908. Tutti i territori colpiti dai terremoti distruttivi avvenuti prima del 1908 non erano classificati come sismici e, pertanto, non vi era alcun obbligo di costruire nel rispetto della normativa antisismica; in questo modo si è accumulato un enorme deficit di protezione antisismica.

Per di più un simile "imperfetto" impianto è stato aggravato da "eccezioni" (o meglio: "scelte sciagurate") concretizzate attraverso *decreti di declassificazione* che soprattutto negli anni '30 (sempre dello scorso secolo) hanno significativamente interessato anche aree dell'Emilia-Romagna.

Solo in seguito al terremoto dell'Irpinia-Basilicata del 1980, di fronte a una tragedia ormai consumata (e 4 anni prima c'era stata quella del Friuli!) venne finalmente avvertita la necessità di razionalizzare la classificazione sismica. Il Progetto Finalizzato Geodinamica del CNR aveva nel frattempo realizzato una serie di carte di "scuotibilità" che resero evidente l'esigenza di classificare tutti i comuni con una pericolosità sismica non inferiore a quella dei comuni già classificati. E, proprio utilizzando tali carte del CNR, il Ministero dei lavori pubblici, tra il 1981 e il 1984, ha emanato una serie di decreti con i quali sono stati ridisegnati i limiti della classificazione sismica in vigore fino al 9 maggio 2003 (ovvero fino al 23 ottobre 2005, a seconda delle possibili interpretazioni applicative nell'ambito del "regime transitorio" introdotto con l'art. 2, comma 2 della Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003 e s.m.i.).

Il 21 luglio 2003 (con delibera 1435), così come il 24 ottobre 2005 (con delibera 1677), la Giunta regionale si è, quindi, limitata "a prendere atto" e **non** "ad approvare" le zone sismiche di "prima applicazione" di cui alla lettera *i* dell'allegato 1 all'ordinanza del PCM n. 3274/2003, dichiarando contestualmente l'impossibilità di "addivenire alla rideterminazione della classificazione" secondo la possibilità e la tolleranza, previste alla successiva lettera *l*, stante la concreta impraticabilità di utilizzo dei "criteri generali" di cui al punto 2 dello stesso allegato 1 per riuscire a giustificare eventuali variazioni da apportare in un quadro di coerenze.

Le motivazioni di tale decisione sono puntualmente documentate e illustrate nella lettera "interna" del 17 luglio 2003, espressamente richiamata nelle premesse della deliberazione della Giunta regionale n. 1435/2003.

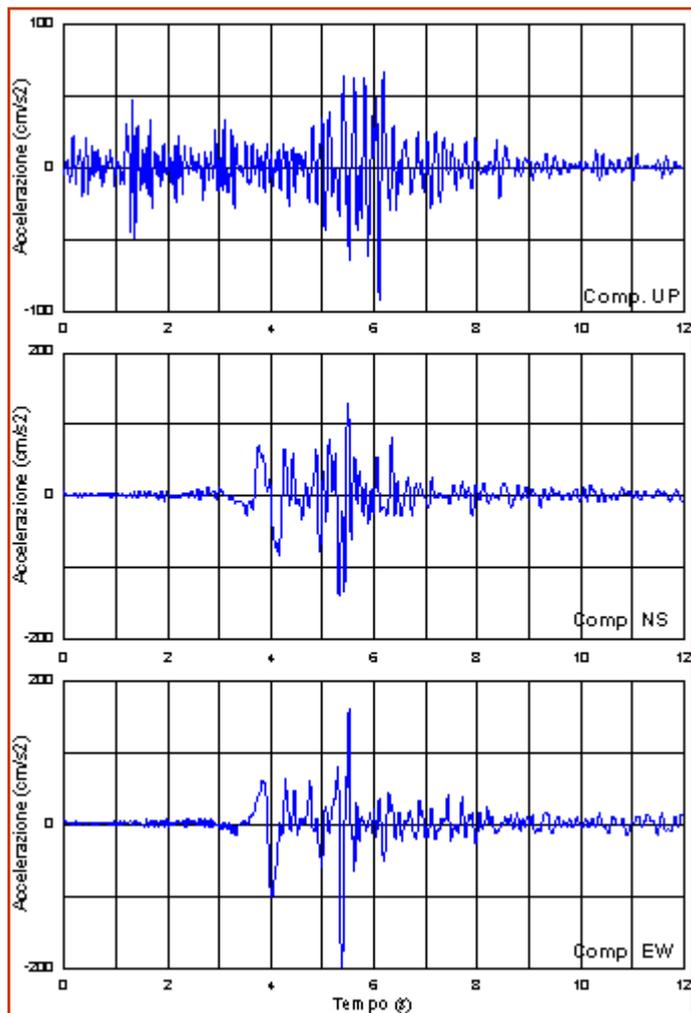
Al fine di favorire altre possibili impostazioni per la definizione dei "criteri generali", attraverso opportuna concertazione in un "tavolo tecnico" rappresentativo della *Conferenza unificata*, da parte di alcune Regioni ci si era mossi per tempo, così come del resto dimostra anche la lettera congiunta, con allegati tecnici, del 10 ottobre 2002 (cioè in data precedente rispetto a quella del terremoto in Molise), su iniziativa delle due Regioni Emilia-Romagna e Lombardia. Ma proprio simili impostazioni aveva inteso escludere il "*documento esplicativo*", dell'ordinanza e dei suoi allegati, nell'affermare categoricamente (e senza alcuna possibilità o sede di confronto) che "i pochi elaborati alternativi esistenti non soddisfino i criteri" prescelti.¹

¹ Tutti i documenti sopra richiamati sono scaricabili come file.pdf, assieme ad eventuali altri, dal sopra citato indirizzo di pagina web.

Per superare l'attuale impasse, oltre a ripristinare un ordinario percorso istituzionale (artt. 93-94 del D.Lgs. n. 112/1998 e art. 83 del D.P.R. n. 380/2001), al quale anche i vertici del Dipartimento della Protezione civile sembra che vogliano finalmente aderire, sarà inevitabile ridiscutere anche il merito, evidenziandosi la necessità di correggere sostanzialmente l'allegato 1 all'ordinanza del PCM n. 3274/2003, essendo fuori da ogni logica che uno stesso provvedimento normativo possa dare legittimità a due mappe di fatto antitetiche nei criteri di formazione e, nel caso specifico, a tal punto antitetiche che considerazioni scientifiche da parte degli autori, di quella "*Proposta di riclassificazione sismica del territorio nazionale*" (indicata nel punto 3 dell'allegato 1), abbiano sottolineato anche l'importanza di non basarsi, per finalità di classificazione sismica, su parametri (quale l'accelerazione di picco al suolo) che rappresenterebbero male il danno subito dagli edifici durante un terremoto². Cioè, venne a suo tempo vivamente sconsigliato l'utilizzo di quello stesso parametro che oggi dovrebbe invece essere accettato come unico parametro (per di più in relazione a terremoti con un solo predefinito tempo di ritorno), secondo quanto rigidamente disposto nel punto 2 del medesimo allegato 1 all'ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri n. 3274/2003.

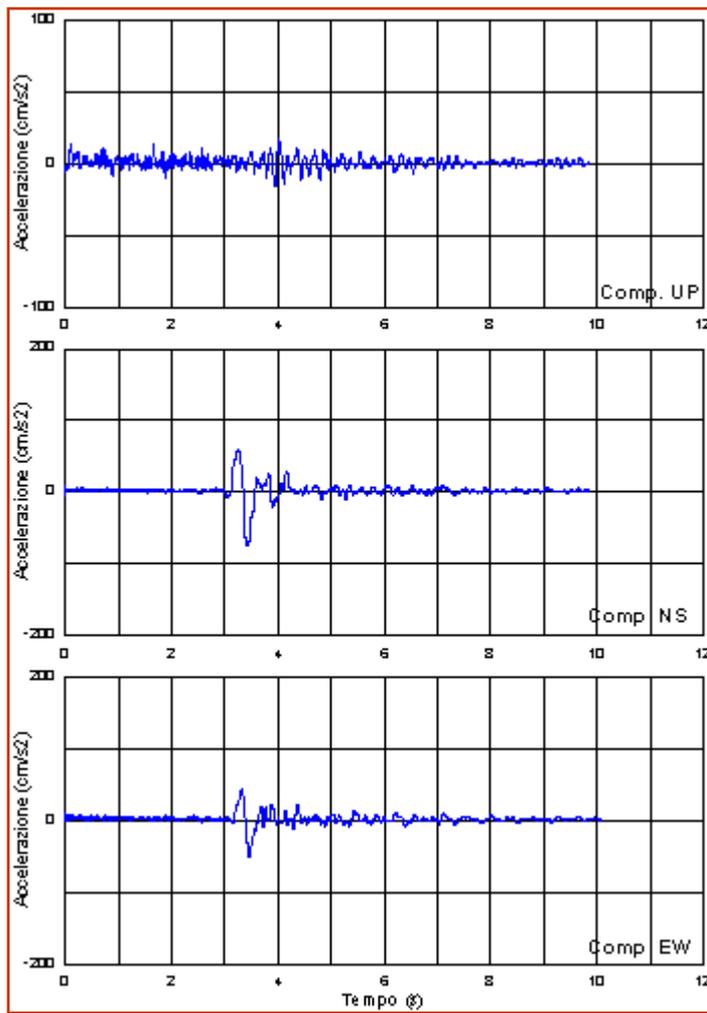
² Cfr: A. Lucantoni, V. Bosi, F. Brammerini, R. De Marco, T. Lo Presti, G. Naso e F. Sabetta IL RISCHIO SISMICO IN ITALIA, *Ingegneria Sismica*, I, 5 - 35 (2001).

Confronto di **accelerogrammi** e **magnitudo** dei terremoti del 15 ottobre 1996 e del 2 maggio 1987 nella pianura emiliana delle province di Reggio Emilia e Modena.



Registrazione ENEL - stazione di Novellara
- data 15/10/1996 - ora 11.56.16

M = 5.2

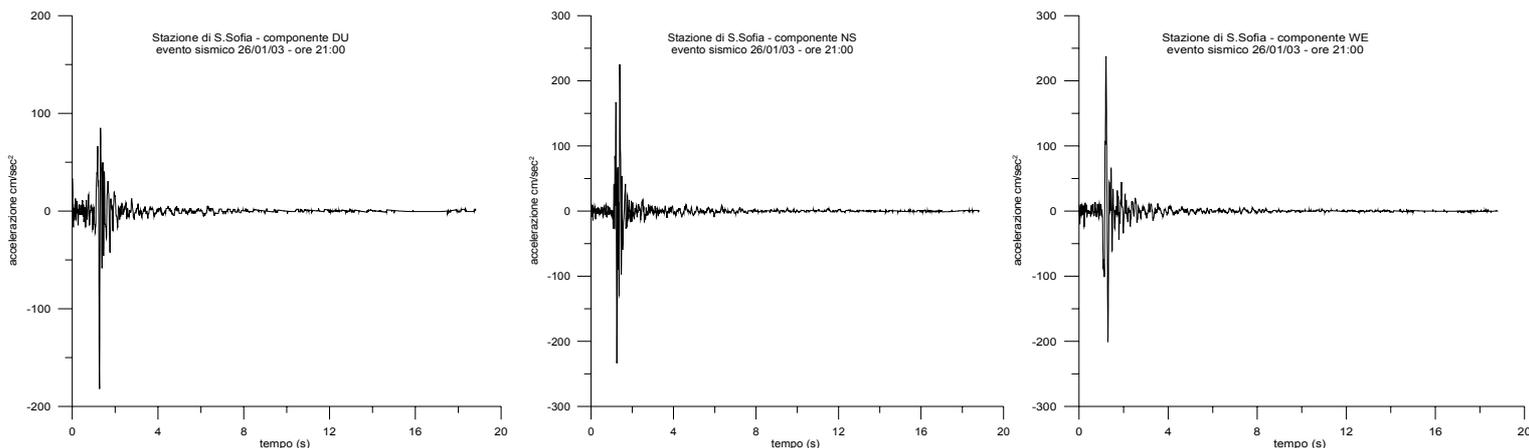


Registrazione ENEL - stazione di Novellara
- data 2/5/1987 - ora 20.43.54

M = 4.7

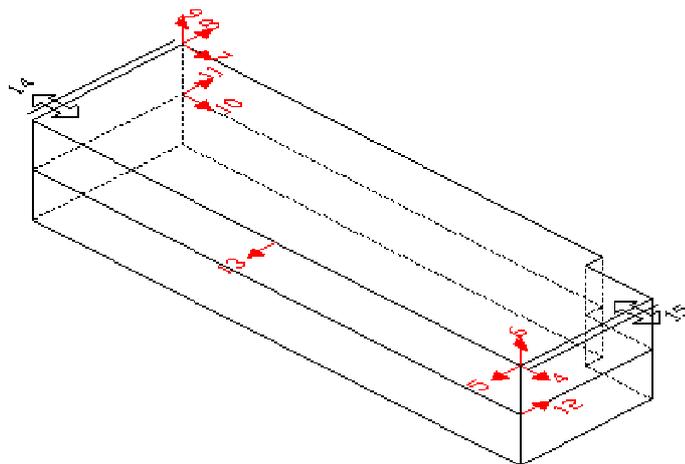
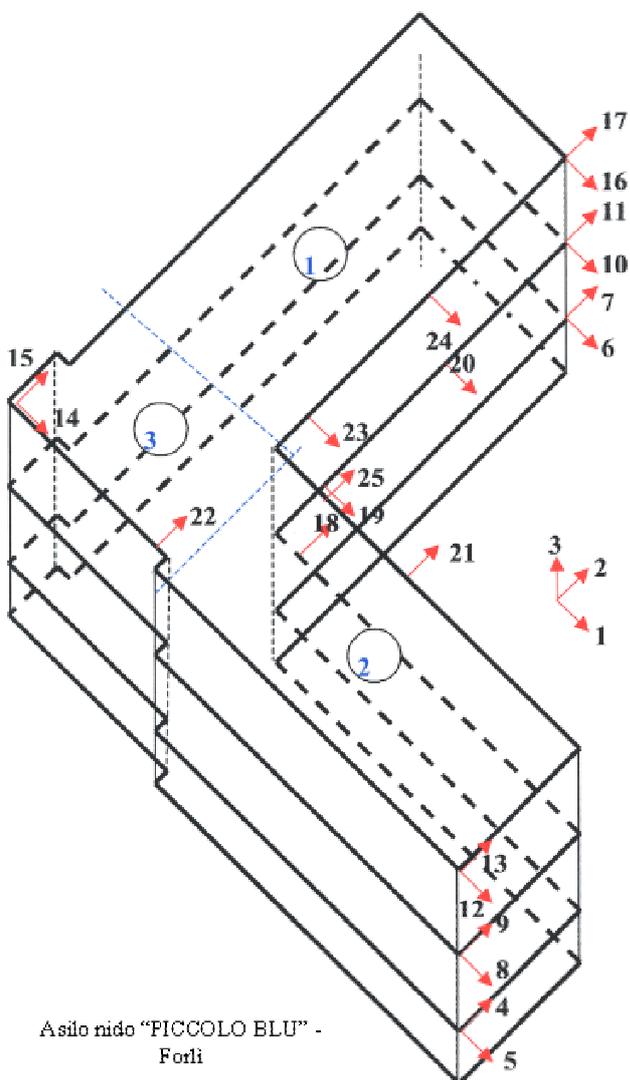
Confronti singoli tra **magnitudo** e **accelerazioni di picco al suolo** per la SEQUENZA SISMICA INIZIATA IL 26 GENNAIO 2003 NELL'APPENNINO FORLIVESE.

Stazione accelerometrica	Picco acc. (g)	Picco acc. (g)	Picco acc. (g)	Data Evento	Ora locale	Magnitudo	
	Comp. Vert	Comp. NS	Comp. EW			Md	MI
S. SOFIA	0,02	0,02	0,02	26/01/2003	20.40	3,4	3,5
S. SOFIA	0,069	0,091	0,128	26/01/2003	20.57	3,9	4,3
CIVITELLA DI ROMAGNA	0,03	0,05	0,06				
S. SOFIA	0,182	0,233	0,238	26/01/2003	21.00	3,3	4,0
CIVITELLA DI ROMAGNA	0,033	0,076	0,076				
PREMILCUORE	0,02	0,05	0,02				
S. SOFIA	0,02	0,05	0,03	26/01/2003	21.15	3,7	4,3
CIVITELLA DI ROMAGNA	0,02	0,04	0,03				
S. SOFIA	0,02	0,03	0,02	26/01/2003	23.20	2,9	3,3
S. SOFIA	0,02	0,08	0,06	30/01/2003	0.50	3,8	3,8
CIVITELLA DI ROMAGNA	0,02	0,02	0,02	30/01/2003	1.50		



Considerazioni relative a *Rapporti preliminari su registrazioni di eventi sismici recenti da parte di sistemi di monitoraggio (con accelerometri e trasduttori) su strutture pubbliche nel forlivese: Asilo Nido "Piccolo Blu" Forlì e ITIS "G. Marconi" Forlì* (per l'evento di magnitudo $M = 4.5$ nell'appennino forlivese delle ore locali 18:52 in data 10-05-00). Risultano anche inseriti (nella medesima tabella) gli ultimi *Rapporti preliminari* per tali due strutture (in relazione all'evento di magnitudo $M = 4.0$ nell'appennino forlivese delle ore locali 11:20 in data 07-12-03): sono pertanto possibili alcuni confronti di valori registrati nelle due circostanze dai sensori installati sia a livello del terreno che nelle diverse posizioni e quote delle due strutture, entrambe in c.a. e con altezze poco diverse, ma molto diverse invece quanto a "regolarità strutturale", sia in pianta che in alzata.

OSSERVATORIO SISMICO DELLE STRUTTURE DISPOSIZIONE DEI SENSORI





 trasduttore di spostamento al giunto

Asilo nido "PICCOLO BLU" - Forlì

Evento sismico: 10-5-2000 18,52 (ore locali), **MI = 4.5**, lat.N 44,31 long.E 12,01

Asilo Nido "Piccolo Blu" - rli		Fo rli		Ampliamento I.T.I. - Forli		
PGA (a/g)	Durata moto forte (s)	Canale	Fattore ampl.din.	PGA (a/g)	Durata moto forte (s)	Canale

X	0,1264	4,60	1	X	0,1277	6,39	1
Y	0,0979	7,12	2	Y	0,0908	5,81	2
Z	0,0538	6,90	3	Z	0,0725	6,39	3

X	piano seminterrato	5	1,59
Y		4	1,97
X	piano seminterrato	6	0,73
Y		7	1,07

X	piano rialzato	8	1,88
Y		9	2,42
X	piano rialzato	10	0,88
Y		11	1,28

X	piano rialzato	19	0,97
Y		18	1,04
X	piano rialzato	20	1,04

X	piano primo	12	3,83
Y		13	2,99
X	piano primo	14	1,66
Y		15	2,15
X	piano primo	16	1,47
Y		17	2,41
Y	piano primo	21	1,47
Y	piano primo	22	1,45
X	piano primo	23	1,52
X	piano primo	24	1,92
Y	Piano primo	25	1,23

Moto del suolo

Risposta strutturale

Evento sismico: 7-12-2003 11,20 (ore locali), **Md = 4.0**, lat.N 44,04 long.E 12,10

Asilo Nido "Piccolo Blu" - rli		Fo rli		Ampliamento I.T.I. - Forli		
PGA (a/g)	Durata efficace De(s)	Canale	Fattore ampl.din.	PGA (a/g)	Durata efficace De(s)	Canale

X	0,045	9,77	1	X	0,076	7,68	1
Y	0,067	25,70	2	Y	0,036	9,90	2
Z	0,064	6,34	3	Z	0,065	5,83	3

X	piano seminterrato	5	3,57
Y		4	n.d.
X	piano seminterrato	6	1,25
Y		7	0,36

X	piano rialzato	8	3,28
Y		9	2,67
X	piano rialzato	10	2,02
Y		11	0,55

X	piano rialzato	19	0,82
Y		18	1,52
X	piano rialzato	20	1,00

X	piano primo	12	5,41
Y		13	2,87
X	piano primo	14	2,42
Y		15	3,08
X	piano primo	16	1,40
Y		17	3,21
Y	piano primo	21	1,38
Y	piano primo	22	2,20
X	piano primo	23	1,45
X	piano primo	24	1,57
Y	piano primo	25	2,09

Moto del suolo

Risposta strutturale

X	piano terra	10	1,27
Y		11	2,02
Y	piano terra	12	2,59

X	piano primo	4	1,03
Y		5	3,36
Z		6	0,99
X	piano primo	7	1,32
Y		8	2,46
Z		9	1,29
Y	piano primo	13	3,07