

**Il terremoto del 30 ottobre 1901 e
la sismicità del versante
occidentale del Garda**

Quaderni di Geofisica

88



Quaderni di Geofisica

Direttore

Enzo Boschi

Editorial Board

Raffaele Azzaro (CT)

Sara Barsotti (PI)

Mario Castellano (NA)

Viviana Castelli (BO)

Rosa Anna Corsaro (CT)

Luigi Cucci (RM1)

Mauro Di Vito (NA)

Marcello Liotta (PA)

Simona Masina (BO)

Mario Mattia (CT)

Nicola Pagliuca (RM1)

Umberto Sciacca (RM1)

Salvatore Stramondo (CNT)

Andrea Tertulliani - Editor in Chief (RM1)

Aldo Winkler (RM2)

Gaetano Zonno (MI)

Segreteria di Redazione

Francesca Di Stefano - coordinatore

Tel. +39 06 51860068

Fax +39 06 36915617

Rossella Celi

Tel. +39 06 51860055

Fax +39 06 36915617

redazionecen@ingv.it

Il terremoto del 30 ottobre 1901 e la sismicità del versante occidentale del Garda

The October 30, 1901 Earthquake and the Seismicity of the Western Side of the Lake Garda Area

Romano Camassi¹, Antonio Rossi³, Andrea Tertulliani⁴, Vera Pessina²,
Carlos Hector Caracciolo¹

¹INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Bologna)

²INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione di Milano-Pavia)

³INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Centro Nazionale Terremoti)

⁴INGV (Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Sezione Sismologia e Tettonofisica)

Il terremoto del 30 ottobre 1901 e la sismicità del versante occidentale del Garda

Il 24 novembre 2004 un forte terremoto (Ml 5.2), seguito da una modesta sequenza, colpì il versante occidentale del lago di Garda, producendo danni moderati, ma diffusi, nel principale centro dell'area (Salò) e danni più seri in alcuni piccoli centri della Val Sabbia (Clibbio, Pompegnino). Lo studio macrosismico del terremoto del 2004 ha rappresentato l'occasione per riesaminare la sismicità dell'area, il cui precedente più significativo è certamente il terremoto del 30 ottobre 1901, ben presente nella memoria storica locale. È stato quindi condotto uno studio approfondito su quest'ultimo evento, del quale è stato migliorato sensibilmente il quadro informativo, e allo stesso tempo sono state riesaminate e rivalutate le informazioni disponibili sui terremoti minori che hanno interessato l'area negli ultimi due secoli. La profonda revisione del terremoto del 1901 e l'insieme dei nuovi dati disponibili consentono una migliore definizione delle caratteristiche della sismicità locale e della relativa pericolosità sismica.

On November 24, 2004 a strong earthquake (Ml 5.2), followed by a small seismic sequence, hit the western side of Lake Garda area, producing moderate but widespread damage in the main locality of the area (Salò) and more serious damage in some small villages of the Val Sabbia (Clibbio, Pompegnino). The macroseismic study of the 2004 earthquake has been the opportunity to reappraise the seismicity of the area. The most significant historical earthquake of the area is certainly that occurred on October 30, 1901, well known by the local historical memory. We carried out a revision of the 1901 earthquake, which has significantly improved the informative background; at the same time we reviewed and reassessed the available information on minor earthquakes affecting the area over the past two centuries. The deep review of the 1901 earthquake together with the new data-set allow a better definition of the characteristics of local seismicity and its seismic hazard.

1. La sismicità dell'area del Garda occidentale

Nel settore prealpino, il verificarsi di terremoti da moderati a forti sembra essere collegato a faglie inverse localizzate al confine meridionale della catena alpina con la pianura padana [Galadini et al., 2001, 2005; Carulli e Slejko, 2009; Livio et al., 2009]. Questo è particolarmente evidente nella zona del Lago di Garda, dove la sismicità recente (1983-2005), anche se sporadica, si concentra soprattutto nella parte più meridionale della catena, e risulta quasi assente nella pianura padana (Figura 1).

I cataloghi storici mostrano che la sismicità della regione del Lago di Garda è piuttosto infrequente, e mettono in luce pochi terremoti con $M \geq 5$ durante l'ultimo millennio (Tabella 1, Gruppo di lavoro CPTI, 2004). Dalla mappa in Figura 1 si nota come la sismicità si distribuisca sia nella parte orientale del lago con una serie di eventi moderati, che nella parte occidentale, dove si verificarono gli eventi degli anni 1065, 1197, 1521, 1540, 1894. Questi ultimi vengono tutti localizzati dai cataloghi a ridosso della città di Brescia,

che costituisce un ovvio punto di attrazione delle notizie per ragioni di tipo storico. Altri eventi minori sono localizzati invece sulla sponda sud-occidentale del Lago di Garda, come quelli del 1826, 1879, 1892, 1898, 1901, 1970 (Figura 1).

Il più forte evento conosciuto è il terremoto del 1222 ($I = 8-9$, $M_w = 6.0$, Basso bresciano), che pur essendo attestato da un notevole numero di fonti, risulta definito nei parametri epicentrali, e in particolare nella localizzazione, con ampi margini di incertezza: esso infatti viene situato alternativamente a SE del Lago di Garda [Gruppo di lavoro CPTI, 2004] sulla base dello studio macrosismico di Boschi et al. [2000] o SW del lago [Guidoboni et al., 2007]. Entrambi i campi macrosismici sono stati sviluppati sulla stessa base di fonti documentarie, ma il secondo studio scarta alcune informazioni non coeve e assegna l'intensità massima ad un'area piuttosto estesa: il basso territorio di Brescia con intensità IX MCS e la parte alta del territorio bresciano con $I = VII-VIII$ MCS. Questa soluzione non è formalmente compatibile con la definizione di intensità, che per sua natura deve essere riferita ad un punto ben preciso (località), di conseguenza la

localizzazione epicentrale attribuita ad un'area estesa risulta essere arbitraria. Dall'esame delle fonti storiche si evince che l'area dei massimi effetti del terremoto del 1222 dovrebbe essere diversa da quelle degli eventi del 1901 e 2004, argomento del presente studio.

Per i terremoti sopramenzionati, tutti con magnitudo prossima a 5, non risulta che sia stato osservato alcun effetto di fagliazione superficiale e, più in generale, nessuna faglia sismogenetica attiva è stata riconosciuta in modo univoco nell'area interessata. Ciononostante alcuni autori sostengono di aver identificato faglie attive nella regione del Garda [Castaldini e Panizza, 1991] da evidenze geologiche, mentre altri identificano la sorgente sismogenetica responsabile dell'evento del 1901 da dati geofisici [DISS Working Group, 2009].

L'individuazione delle sorgenti sismogenetiche dei terremoti di quest'area resta una delle questioni principali sulla pericolosità sismica nella regione delle Alpi Centrali: le dimensioni limitate delle sorgenti ed i fattori geologici e climatici rendono difficile l'interpretazione delle deformazioni recenti [Galadini e Stucchi, 2007].

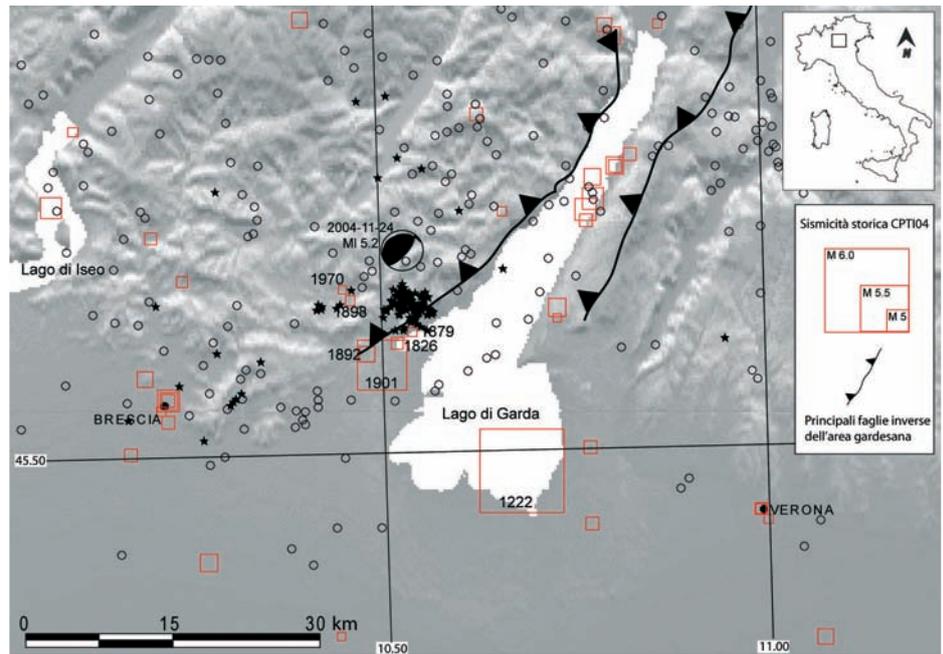


Figura 1 Distribuzione dei terremoti storici (quadrati rossi) e della sismicità recente (1983-2005; cerchi) [da Augliera et al., 2006]. Le stelle indicano gli eventi della sequenza del 2004.
Figure 1 Distribution of historical earthquakes (red squares) and the recent seismicity (1983-2005; circles) [from Augliera et al., 2006]. The stars represent the 2004 sequence.

Anno Me Gi	Or Mi	Area epicentrale	Cod	Lat	Lon	Maw
1065 03 27	06	Brescia	CFTI	45.550	10.220	5.1
1197		Brescia	CFTI	45.550	10.220	5.0
1222 12 25	11	Basso bresciano	CFTI	45.480	10.680	6.0
1471		Brescia	DOM	45.544	10.214	4.6
1521 01 26	10 30	Bresciano	DOM	45.550	10.217	4.8
1540 09 01		Brescia	POS85	45.533	10.217	4.8
1826 06 24	12 15	Salò	DOM	45.600	10.517	4.7
1868 02 20	20	Garda Or.	DOM	45.709	10.774	4.8
1879 02 14		Gargnano	DOM	45.607	10.536	4.6
1882 09 18	19 25	Monte Baldo	CFTI	45.720	10.770	5.2
1892 01 05		Garda Occ.	DOM	45.591	10.482	5.0
1894 11 27		Franciacorta	DOM	45.568	10.192	4.9
1898 11 16		Salò	DOM	45.636	10.458	4.6
1901 10 30	14 49	Salò	CFTI	45.580	10.500	5.7
1919 11 23	01 50	Bresciano	DOM	45.656	10.245	4.8
1932 02 19	12 57	Monte Baldo	CFTI	45.630	10.730	5.0
1947 12 25	20 42	Gardone Trompia	POS85	45.700	10.200	4.8
1960 02 19	2 30	Giudicarie	DOM	45.806	10.625	4.8
1970 04 19	18 16	Gavardo	POS85	45.650	10.450	4.6
1975 01 11	15 54	Garda Or.	DOM	45.621	10.733	4.6
1987 05 24	10 23	Garda	BMING	45.722	10.661	4.7

Tabella 1 Terremoti localizzati in un raggio di 25 Km dalle coordinate epicentrali (45.628, 10.492) dell'evento del 24 novembre 2004 [Gruppo di lavoro CPTI, 2004].

Table 1 Earthquakes located within a radius of 25 km from the epicenter (45.628, 10.492) of the November 24, 2004 earthquake [Gruppo di lavoro CPTI, 2004].

Le poche superfici di rottura riconosciute nelle Alpi Centrali non trovano corrispondenza con terremoti storici conosciuti [Sauro e Zampieri, 2001]; pertanto, in mancanza di inequivocabili evidenze superficiali, la distribuzione delle intensità macrosismiche è spesso l'unico strumento per investigare le sorgenti sismogenetiche.

Nel seguito si presenta una breve analisi degli eventi che hanno colpito la zona occidentale del Lago di Garda dal 1826 al 2004.

In particolare sono stati approfonditi gli studi sui terremoti del 1892, 1898 e soprattutto del 1901, reinterpretando le fonti storiche, esaminando materiali inediti, assegnando la nuove stime di intensità e determinando nuovi parametri di sorgente, in modo tale da fornire nuovi elementi di comprensione delle caratteristiche di sismicità e pericolosità della regione. Va segnalato che la zona in esame presenta una apparente incompletezza del record storico, così come appare, a titolo

di esempio, dalla storia sismica di Salò (Figura 2) che mostra tracce di effetti solo per gli ultimi 200 anni circa: ciò è probabilmente imputabile sia alle caratteristiche della sismicità di quest'area, che si manifesta con energie moderate, che per l'incompletezza della ricerca storica finalizzata che di contro, per un centro di maggior rilievo come la città di Brescia, fornisce un patrimonio di informazioni più rappresentativo della sismicità reale, pur con evidenti lacune (Figura 3).

2. Revisione dei terremoti minori del Garda occidentale

Come accennato, le conoscenze sulla sismicità dell'area del Garda occidentale sono limitate ad alcuni terremoti minori (con $M < 5$) otto-novecenteschi (Tabella 2), oltre all'evento del 30 ottobre 1901 che costituisce di gran lunga l'evento noto

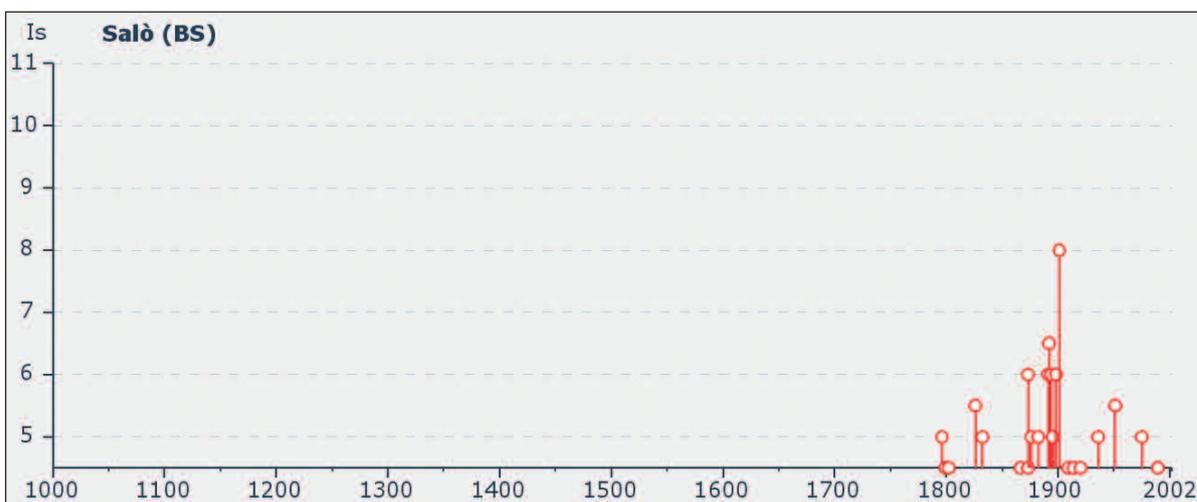


Figura 2 Storia sismica di Salò [DBMI04, Stucchi et al., 2007].
Figure 2 Seismic history of Salò [DBMI04, Stucchi et al., 2007].

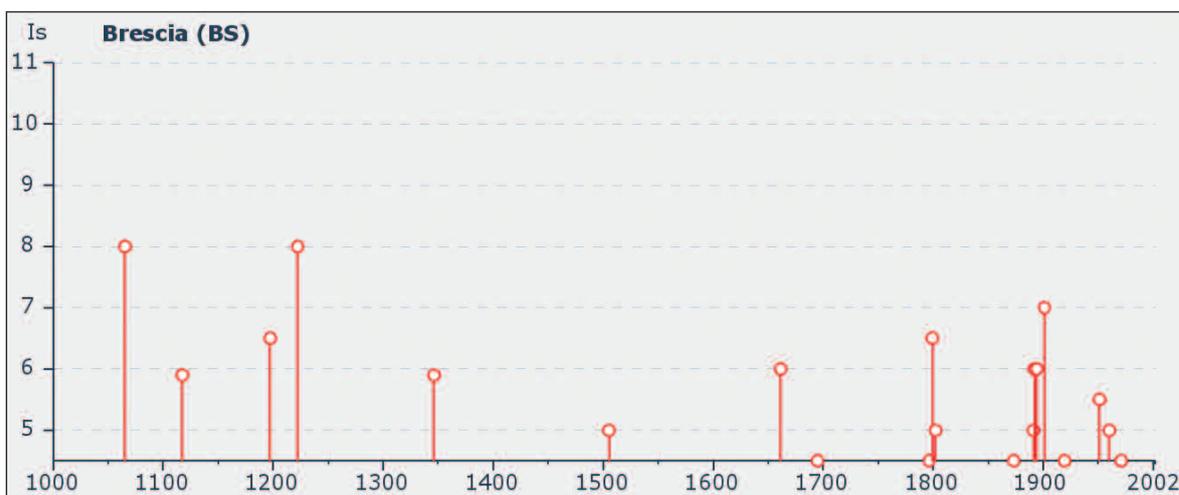


Figura 3 Storia sismica di Brescia [DBMI04, Stucchi et al., 2007].
Figure 3 Seismic history of Brescia [DBMI04, Stucchi et al., 2007].

Anno	Me	Gi	Or	Mi	Area epicentrale	Rt	Np	Imx	Io	Lat	Lon	Maw
1826	06	24	12	15	SALÒ	DOM	19	55	55	45.600	10.517	4.7
1879	02	14			GARGNANO	DOM	6	55	55	45.607	10.536	4.6
1892	01	05			GARDA OCC.	DOM	100	75	65	45.591	10.482	5.0
1898	11	16			SALÒ	DOM	23	60	55	45.636	10.458	4.6
1901	10	30	14	49	SALÒ	CFTI	191	80	80	45.580	10.500	5.7
1970	04	19	18	16	GAVARDO	POS85			60	45.650	10.450	4.6

Tabella 2 Terremoti del Garda occidentale nel catalogo CPTI04 [Gruppo di lavoro CPTI, 2004].
Table 2 Earthquakes of the western Garda area as quoted by the CPTI04 catalog [Gruppo di lavoro CPTI, 2004].

più significativo nella storia sismica dell'area. Se si esclude l'evento del 1901, per il quale è disponibile uno studio relativamente recente [Boschi et al., 1995; Boschi et al., 1997; Boschi et al., 2000; Guidoboni et al., 2007] tutti gli altri eventi dispongono di un patrimonio informativo limitato derivante, per gli eventi dal 1826 al 1898, da studi realizzati a metà degli anni '80 nell'ambito delle ricerche sviluppate per il piano energetico nazionale. Il terremoto del 1970, presente nel catalogo CPTI04 con i parametri ereditati dal catalogo PFG [Postpischl, 1985] è stato invece studiato di recente [Molin et al., 2008]. Nell'ambito della presente ricerca si è ritenuto interessante riconsiderare le informazioni relative ai terremoti minori

otto-novecenteschi, accaduti nella stessa area di quello del 2004, approfondendo la ricerca e rivalutando complessivamente le relative stime di intensità.

2.1 Il terremoto del 24 giugno 1826

Questo terremoto, verificatosi alle ore 12.15 GMT del 24 giugno 1826, è noto alla tradizione sismologica attraverso le compilazioni di Mercalli [1897] e di Baratta [1901a], dalle quali il catalogo PFG [Postpischl, 1985] deriva i parametri epicentrali. Nel catalogo CPTI04 [Gruppo di lavoro CPTI, 2004] i parametri sono derivati da uno studio ENEL che fornisce informazioni su 17 località: quelle con intensità più elevate sono rispettivamente Salò (BS) V-VI MCS e Vicenza V-

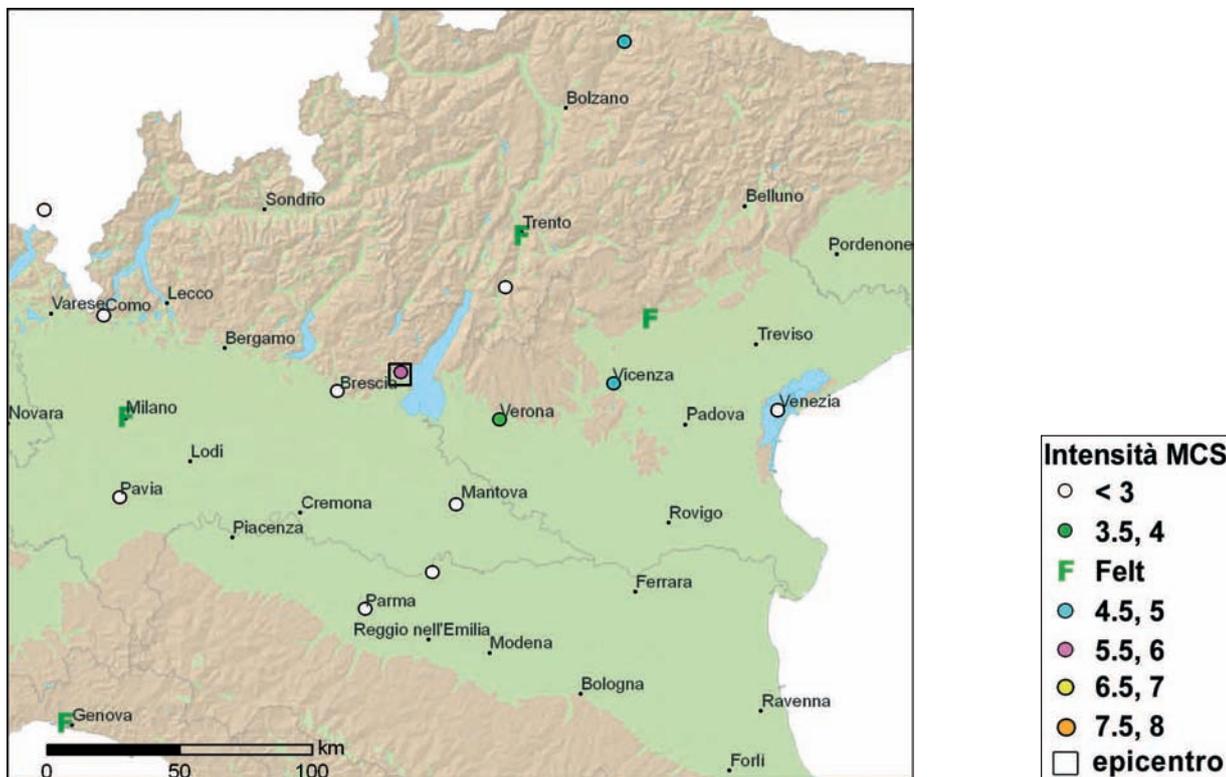


Figura 4 Distribuzione degli effetti per il terremoto della Val Sabbia del 24 giugno 1826. Epicentro da CPTI04.
Figure 4 Intensity map of the Val Sabbia June 24, 1826 earthquake. The epicentre is from CPTI04.

VI MCS. Di un certo interesse, anche se non utilizzabili per la determinazione dei parametri, sono i riferimenti a possibili effetti di danno in due aree estese, rispettivamente “Area del Garda” e Val Sabbia.

Località	Prov	SC(*)	Lat	Lon	Imcs
Salò	BS		45.606	10.522	6
Area del Garda		TE			D
Val Sabbia		TE			D
Vicenza	VI		45.549	11.549	5
Bressanone	BZ		46.715	11.657	4-5
Verona	VR		45.438	10.994	4
Bassano del Grappa	VI		45.767	11.734	F
Genova	GE		44.419	08.898	F
Innsbruck			47.266	11.404	F
Milano	MI		45.464	09.190	F
Trento	TN		46.064	11.124	F
Brescia	BS		45.544	10.214	3
Como	CO		45.810	09.084	3
Locarno			46.170	08.793	3
Mantova	MN		45.152	10.775	3
Parma	PR		44.801	10.329	3
Rovereto	TN		45.888	11.037	3
Venezia	VE		45.438	12.335	3
Guastalla	RE		44.921	10.654	2-3
Pavia	PV		45.189	09.160	2-3

Tabella 3 Stima delle intensità macrosismiche per il terremoto del 24 giugno 1826 (*) SC: Casi Particolari. TE = Territorio esteso.

Table 3 Macro seismic intensities for the earthquake of June 24, 1826 (*) SC: Special Cases. TE = Large area containing several localities.

Le informazioni di base disponibili sono, in gran parte, quelle sintetizzate da Baratta [1901a], basate a loro volta su una precedente compilazione su fonti giornalistiche [Baratta, 1897] e sulle compilazioni sui terremoti dell’area del Garda [Bettoni, 1888], del veronese [Goiran, 1880] e del vicentino [Piovene, 1888]. Secondo queste informazioni la scossa del 24 giugno a Vicenza “fu sensibile. Dal palazzo Salvi fece cadere un pezzo di ornato di un finestrone” e “fu particolarmente gagliarda” nella Val Sabbia (senza ulteriori dettagli) e fu avvertita in varie località, dalla Liguria [Mercalli, 1897] al Trentino. Il testo di Baratta [1901a] non cita esplicitamente Salò ma genericamente la zona benacense. Nella sua compilazione Bettoni [1907] esplicita, pur in modo sintetico, che la scossa fu forte a “Salò e nella regione del Benaco, e anche in valle Sabbia”. In nota aggiunge: “risulta che a Salò alcune case furono così danneggiate, che ne parve gravemente

minacciata la stabilità”: informazione generica, che non può tuttavia essere ignorata. Le notizie di avvertimento di questo terremoto in Italia Settentrionale si confondono inestricabilmente, sia nelle fonti giornalistiche che nelle compilazioni successive, con i possibili effetti di terremoti avvenuti in area alpina fra il 23 e il 24 giugno [Perrey, 1846].

La verifica accurata di alcune gazzette del tempo (Gazzetta di Mantova; Gazzetta Piemontese), di altre compilazioni [Perrey, 1848; Mercalli, 1883] e di una compilazione da fonti giornalistiche [Comandini, 1902-1907] ha fornito informazioni in parte già note alla compilazione del Baratta e non ha contribuito a risolvere le forti incertezze sulla definizione di questo evento. In Tabella 3 si riportano le stime aggiornate degli effetti, ed in Figura 4 la distribuzione delle nuove intensità macrosismiche.

2.2 Il terremoto del 14 febbraio 1879

Una breve sequenza di scosse che interessarono il versante occidentale del Garda è segnalata nel catalogo PFG [Postpischl, 1985], che riporta 5 scosse datate fra il 7 e il 26 gennaio 1879, sulla base della compilazione di Baratta [1901a] e di un catalogo parametrico per l’Italia nord-orientale [Bernardis et al., 1977] (Tabella 4). Alcune altre scosse isolate sono segnalate nei mesi successivi.

Le informazioni parametrizzate dai cataloghi PFG [Postpischl, 1985] e Bernardis et al. [1977] derivano di fatto tutte dalla compilazione del Baratta [1901a] che segnala due scosse nell’area del Garda, datandole erroneamente nei giorni 7 e 26 gennaio (invece di febbraio), e tre successive in data 14 febbraio.

L’analisi dell’insieme delle informazioni parametrizzate dal catalogo PFG evidenzia immediatamente l’erronea datazione al 14 gennaio delle scosse riferite dal Baratta [1901a] al mese successivo.

La datazione delle scosse principali al 14 febbraio è correttamente riportata invece dallo studio ENEL [1985] che costituisce la base dei parametri proposti dal catalogo CPTI04 [Gruppo di lavoro CPTI, 2004]; tale studio riporta informazioni relative a sei località, con intensità massima V-VI MCS a Gargnano, intensità V MCS a Prevalle (Goglione di Sopra) e avvertimento leggero a Belluno, Brescia, Milano e Vicenza.

La compilazione di Baratta segnala l’avvertimento del terre-

Anno Me Gi	Or Mi	Lat	Lon	Io	M	Ref	Area
1879 01 07	--	45 42	10 40	V	36	504	GARGNANO
1879 01 14	06 45	45 42	10 40	VII	47	504	GARGNANO
1879 01 14	06 50	45 42	10 40	V - VI	39	75	GARGNANO
1879 01 14	06 55	45 42	10 40	VII	47	75	GARGNANO
1879 01 26	--	45 42	10 40	V	36	504	GARGNANO

Tabella 4 I terremoti del 1879 nel catalogo PFG [Postpischl, 1985].

Table 4 The 1879 earthquakes in the PFG catalog [Postpischl, 1985].

moto anche nelle località di Collio, Verona, Como, Tirano, Sondrio, Oderzo e Riva Valdobbia. Una conferma inequivocabile della correttezza della datazione al 14 febbraio viene da una notizia relativa all'avvertimento a Brescia, pubblicata dal numero del 14-15 febbraio del quotidiano bresciano *Il Cittadino di Brescia* (1879.02.14-15). Quanto al numero di scosse verificatesi nella giornata del 14 febbraio, Baratta [1901a] segnala esplicitamente che a Gargnano furono avvertite tre scosse (la principale alle ore 6.45 GMT), ma senza fornire elementi cronografici precisi in merito. Il *Bullettino del Vulcanismo Italiano* (1879) compilato dal De Rossi, che è la fonte principale del Baratta, riporta numerose informazioni con indicazioni orarie molto varie che rendono comunque impossibile distinguere gli effetti delle singole scosse nelle diverse località. La soluzione proposta dal catalogo Postpischl [1985] che assembla insieme l'unico record proveniente dal catalogo di Bernardis et al. [1977] con due derivati dalla compilazione del Baratta [1901a] appare arbitraria e poco efficace. Si ritiene pertanto più ragionevole identificare un unico evento alle ore 06.45 GMT. La verifica di ulteriori compilazioni sismologiche non ha

Località	Prov	SC	Lat	Lon	Imcs
Gargnano	BS		45.681	10.655	5
Prevalle [Goglione di Sopra]	AL		45.533	10.416	5
Collio	BS		45.81	10.334	4
Como	CO		45.81	9.084	4
Sondrio	SO		46.171	9.872	3-5
Tirano	SO		46.216	10.169	3-4
Belluno	BL		46.146	12.222	3
Brescia	BS		45.544	10.214	3
Milano	MI		45.464	9.19	3
Oderzo	TV		45.781	12.494	3
Verona	VR		45.438	10.994	3
Vicenza	VI		45.549	11.549	3
Riva Valdobbia	VC		45.832	7.955	F

Tabella 5 Stima delle intensità macrosismiche per il terremoto del 14 febbraio 1879.

Table 5 Macroseismic intensities of the February 14, 1879 earthquake.

fornito nuove informazioni, così come non ha confermato gli effetti di danneggiamento leggero a Gargnano. Pertanto la nuova stima delle intensità osservate è riportata in Tabella 5 e illustrata in Figura 5.

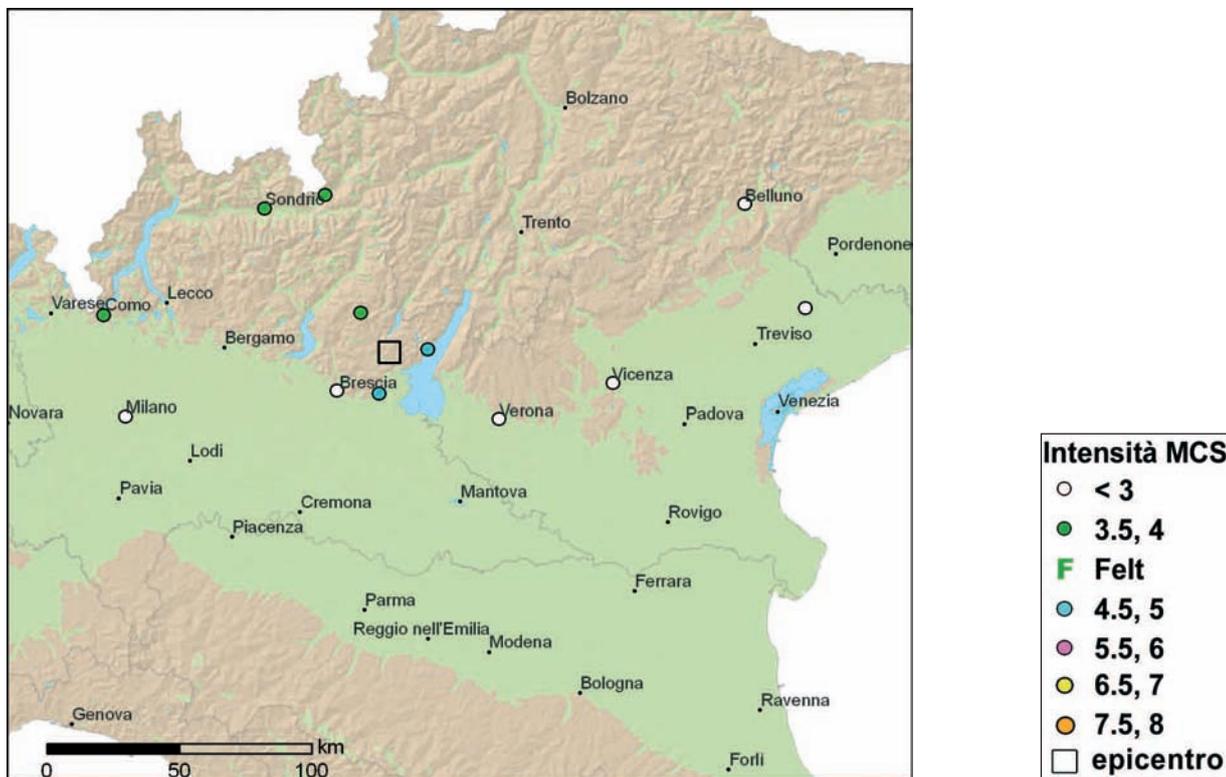


Figura 5 Distribuzione degli effetti per il terremoto del Garda occidentale del 14 febbraio 1879. Epicentro ricalcolato con il programma Boxer 4.0 [Gasparini et al., 2010].

Figure 5 Intensity map of the western Lake Garda area February 14, 1879. The epicentre is calculated by the Boxer 4.0 code [Gasparini et al., 2010].

2.3 Il terremoto del 5 gennaio 1892

Nel catalogo CPTI04 [Gruppo di lavoro CPTI, 2004] questo terremoto è localizzato sul versante occidentale del Garda, con $I_0 = VI-VII$ MCS ($Maw = 4.96$), sulla base di uno studio risalente alla seconda metà degli anni '80, basato in buona parte su fonti sismologiche e giornalistiche. Il quadro informativo appare piuttosto ampio, e l'intensità massima (VII-VIII MCS) risulta localizzata nella frazione di Campazzi.

Al fine di migliorare il quadro informativo e le stime di intensità sono state riesaminate tutte le informazioni disponibili ed è stata estesa la ricerca ad ulteriori fonti. In particolare sono state consultate direttamente le cartoline macrosimiche che costituiscono la fonte di riferimento più diretta dei lavori sismologici successivi.

La rivalutazione delle informazioni disponibili, quantitativamente coincidenti con quelle precedenti (incluse una decina di segnalazioni strumentali) ha consentito una stima più accurata delle intensità: in particolare sono sensibilmente rivalutati gli effetti sulla località di Gavardo (da V MCS a VI-VII) e drasticamente ridimensionati gli effetti sulla località di Campazzi (da VII-VIII a V-VI) per la quale l'unica informazione di danno è riferita a un singolo porticato rurale, di scarso significato macrosismico (*"Nella località Campazzi, a circa 1 Km a SE del paese cadde un porticato"*, [Goiran, 1892]). Gli effetti massimi risultano pertanto localizzati a Salò (VII MCS), ove si ebbe il crollo di camini e diverse abitazioni furono lesionate (Tabella 6). In Figura 6 si riporta la distribuzione delle nuove osservazioni macrosimiche.

Località	Prov	SC(*)	Lat	Lon	Imcs
Salò	BS		45.606	10.522	7
Gavardo	BS		45.583	10.439	6-5
Soprazocco (Gavardo)	BS		45.583	10.467	6-5
Vobarno	BS		45.644	10.5	6-5
Barbarano Gardone Riviera	BS		45.615	10.553	6
Brescia	BS		45.544	10.214	6
Cisano (Bardolino)	BS		45.595	10.537	6
Fasano del Garda (Gardone Riviera)	BS		45.617	10.567	6
Muscoline (Chiesa)	BS		45.563	10.461	6
Nuvolento	BS		45.546	10.387	6
Provaglio Val Sabbia (Cedessano) [1]	BS	MS	45.689	10.431	6
Vallio Terme	BS		45.61	10.393	6
Badia Calavena	VR		45.565	11.154	5-6
Bagnolo Mella	BS		45.43	10.184	5-6
Campazzi	VR		45.533	10.733	5-6
Nozza	BS		45.703	10.387	5-6
Bardolino	VR		45.542	10.726	5
Belluno Veronese (Brentino Belluno)	VR		45.686	10.9	5
Caprino Veronese	VR		45.605	10.795	5
Chiampo	VI		45.544	11.283	5
Colà (Lazise)	VR		45.472	10.743	5
Collebeato	BS		45.582	10.214	5
Desenzano del Garda	BS		45.464	10.547	5
Ferrara di Monte Baldo	VR		45.676	10.854	5
Garda	VR		45.576	10.709	5
Gardone Riviera	BS		45.622	10.566	5
Gargnano	BS		45.681	10.655	5
Iseo	BS		45.659	10.054	5
Isola del Garda (Gardone Riviera)	BS		45.593	10.586	5
Manerba del Garda	BS	MS	45.55	10.557	5
Peschiera del Garda	VR		45.438	10.694	5
Pesina	VR		45.599	10.756	5
Preseglie (Sottocastello)	BS	MS	45.667	10.395	5
Ronchi	BS		45.803	10.116	5
Sirmione	BS		45.489	10.609	5
Torri del Benaco	VR		45.612	10.691	5
Villa (Salò)	BS		45.592	10.508	5
Ala	TN		45.757	11.001	4-5
Bedizzole	BS	MS	45.51	10.421	4-5
Brentino	VR		45.642	10.873	4-5

Località	Prov	SC(*)	Lat	Lon	Imcs
Castel d'Azzano	VR	MS	45.353	10.945	4-5
Castiglione delle Stiviere	MN		45.387	10.493	4-5
Cerea	VR		45.194	11.213	4-5
Guastalla Nuova [2]	VR		45.404	10.793	4-5
Mezzane di Sotto	VR		45.481	11.128	4-5
Montichiari	BS		45.413	10.393	4-5
Riva del Garda	TN		45.887	10.844	4-5
Toscolano Maderno	BS		45.639	10.610	4-5
Valdagno	VI		45.651	11.304	4-5
Verona	VR		45.438	10.994	4-5
Vicenza	VI		45.549	11.549	4-5
Arsiero	VI		45.803	11.354	4
Barbarano Vicentino	VI		45.409	11.54	4
Brenzono (Magugnano-Marniga)	VR	MS	45.705	10.766	4
Este	PD		45.228	11.656	4
Livigno	SO		46.539	10.135	4
Pavia	PV		45.189	9.16	4
Pisogne	BS		45.806	10.109	4
Posina	VI		45.79	11.262	4
Recoaro Terme	VI		45.703	11.221	4
Trento	TN		46.064	11.124	4
Valli del Pasubio	VI		45.739	11.261	4
Cavalese	TN		46.291	11.46	3-4
Cazzano di Tramigna	VR		45.472	11.204	3-4
Cologna Veneta	VR		45.309	11.385	3-4
Darfo Boario Terme	BS	MS	45.88	10.183	3-4
Ponti sul Mincio	MN		45.411	10.686	3-4
Rovereto	TN		45.888	11.037	3-4
San Giovanni Ilarione	VR		45.523	11.236	3-4
Soave	VR		45.418	11.248	3-4
Spinea (Orgnano)	VE	MS	45.49	12.165	3-4
Treviso	TV		45.669	12.244	3-4
Bolca	VR		45.594	11.208	3
Castelvero (Vestenanova)	VR		45.562	11.207	3
Cerro Veronese	VR		45.574	11.042	3
Chiavenna	SO		46.322	9.402	3
Fimon	VI		45.469	11.509	3
Illasi	VR		45.466	11.183	3
Lonigo	VI		45.387	11.388	3
Miane	TV		45.942	12.091	3
Milano	MI		45.464	9.19	3
Modena	MO		44.647	10.925	3
Monteforte d'Alpone	VR		45.42	11.285	3
Padova	PD		45.407	11.876	3
Parma	PR		44.801	10.329	3
Poiano (Verona)	VR		45.472	11.016	3
Sant'Anna d'Alfaedo	VR		45.627	10.952	3
Sondrio	SO		46.171	9.872	3
Tregnago	VR		45.512	11.166	3
Velo Veronese	VR		45.605	11.096	3
Vestenanova	VR		45.573	11.228	3
Fontaniva	PD		45.636	11.756	2
Piacenza	PC		45.052	9.693	NF

Tabella 6 Stima delle intensità macrosismiche per il terremoto del 5 gennaio 1892. (*) SC: Casi Particolari. MS = Insediamento multiplo.

Table 6 Macro seismic intensities of the January 5, 1892 earthquake. (*) SC: Special Cases. MS = Multiple settlement.

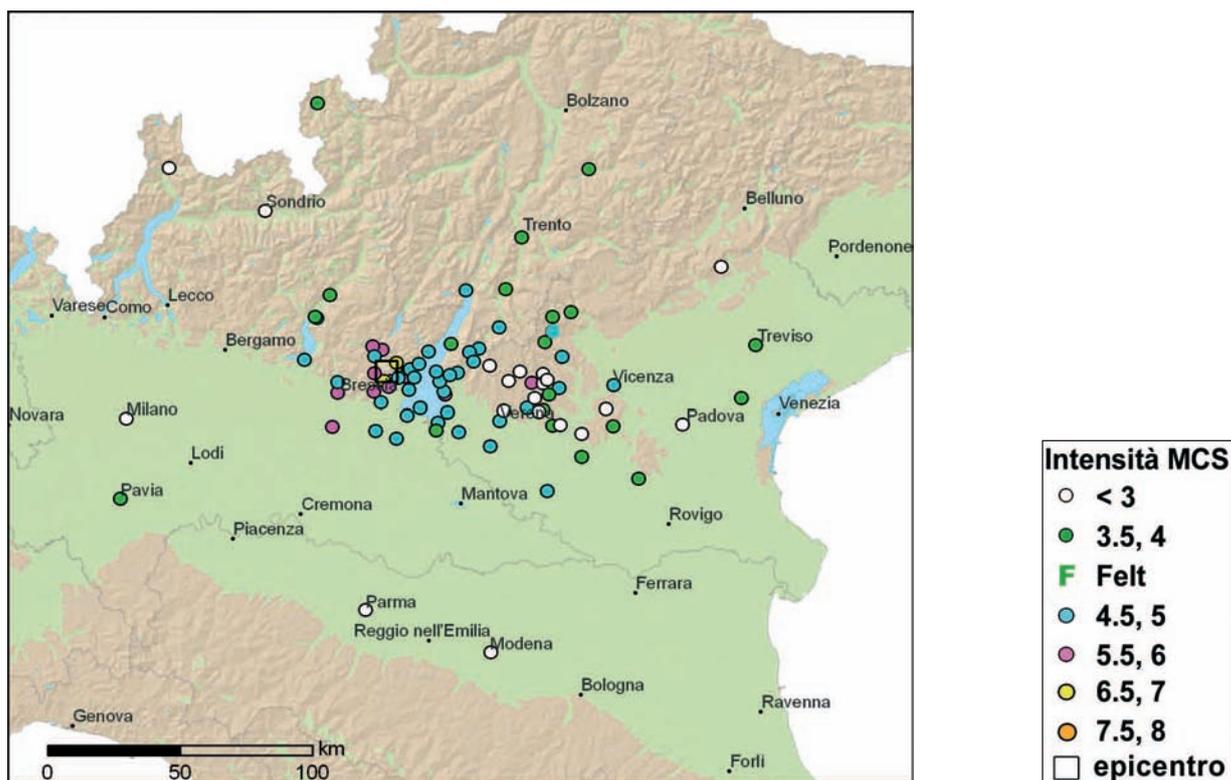


Figura 6 Distribuzione degli effetti per il terremoto del 5 gennaio 1892. Epicentro ricalcolato con i nuovi dati attraverso il programma Boxer 4.0 [Gasperini et al., 2010].

Figure 6 Intensity map of the January 5, 1892 earthquake. The epicentre is calculated by the Boxer 4.0 code [Gasperini et al., 2010] from the revised macroseismic intensities.

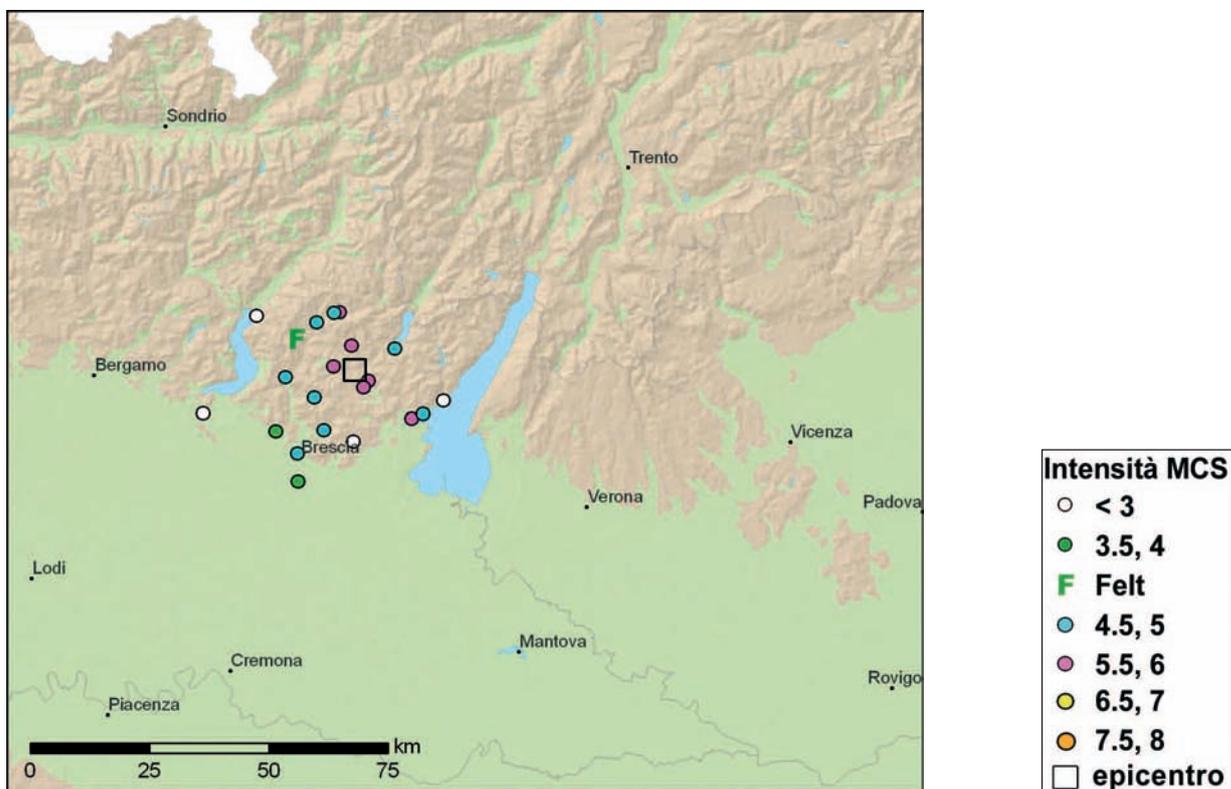


Figura 7 Distribuzione degli effetti per il terremoto del 16 novembre 1898. Epicentro ricalcolato con i nuovi dati attraverso il programma Boxer 4.0 [Gasperini et al., 2010].

Figure 7 Intensity map of the November 16, 1898 earthquake. The epicentre is calculated by the Boxer 4.0 code [Gasperini et al., 2010] from the revised macroseismic intensities.

2.4 Il terremoto del 16 Novembre 1898

Il terremoto del 16 novembre 1898 è localizzato nel catalogo CPTI04 [Gruppo di lavoro CPTI, 2004] nella zona di Salò, con $I_0 = V-VI$ MCS ($Maw = 4.63$), sulla base di uno studio analogo al precedente e basato sulla stessa base di dati. Nel corso della presente ricerca sono state acquisite alcune informazioni aggiuntive, derivate in gran parte dalle cartoline macrosismiche pervenute all'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica e utilizzate da Agamennone [UCMG, 1898], che da una parte hanno incrementato il numero di informazioni negative (utili per la delimitazione

dell'area di avvertimento), dall'altra hanno fornito anche alcuni nuovi dati su effetti di danneggiamento. Ulteriori informazioni originali sono fornite da una corrispondenza pubblicata dal quotidiano bresciano *Il Cittadino di Brescia* (1898.11.18). In totale il numero di località dotate di intensità sale, dopo la corrente revisione, da 22 a 43. (Tabella 7).

Il terremoto produsse danni moderati a Salò e nella Val Sabbia, a Barghe, Comero e Preseglie, e fu avvertito in un'area ristretta in territorio bresciano. Le testimonianze disponibili segnalano anche alcune frane di crollo (*“si determinò qualche smottamento di rocce”*) (Figura 7).

Località	Prov	SC(*)	Lat	Lon	Imcs
Barghe	BS		45.679	10.408	6
Comero	BS		45.707	10.315	6
Preseglie (Sottocastello)	BS	MS	45.667	10.395	6
Salò	BS		45.606	10.522	6
Avenone Villa e Spessio	BS		45.747	10.365	5-6
Collio	BS		45.81	10.334	5-6
Barbarano Gardone Riviera	BS		45.615	10.553	5
Lumezzane (San Sebastiano)	BS	MS	45.649	10.262	5
Memmo	BS		45.81	10.319	5
Bovegno	BS		45.792	10.271	4-5
Brescia	BS		45.544	10.214	4-5
Gardone Val Trompia	BS		45.688	10.184	4-5
Idro	BS	MS	45.739	10.481	4-5
Nave	BS		45.587	10.286	4-5
San Zeno Naviglio	BS		45.49	10.215	4
Gussago	BS	MS	45.587	10.156	3-4
Adro	BS		45.622	9.961	3
Pisogne	BS		45.806	10.109	3
Serle	BS		45.565	10.365	3
Toscolano Maderno	BS		45.639	10.610	3
Pezzoreo	BS		45.761	10.217	F
Bagnolo Mella	BS		45.43	10.184	NF
Bardolino	VR		45.542	10.726	NF
Castelletto di Brenzone	VR		45.686	10.75	NF
Castenedolo	BS		45.47	10.3	NF
Castione della Presolana	BG		45.908	10.036	NF
Chiari	BS		45.538	9.931	NF
Darfo Boario Terme	BS	MS	45.88	10.183	NF
Frontignano	BS		45.419	10.039	NF
Leno	BS		45.366	10.219	NF
Limone sul Garda	BS		45.813	10.792	NF
Lovenò	BS		46.064	10.249	NF
Lozio	BS	MS	45.986	10.261	NF
Martinengo	BG		45.57	9.768	NF
Ospitaletto	BS		45.555	10.075	NF
Parzanica	BG		45.738	10.035	NF
Prestine	BS		45.93	10.313	NF
Rezzato	BS		45.512	10.318	NF
Tignale (Gardola)	BS		45.738	10.721	NF
Torri del Benaco	VR		45.612	10.691	NF
Travagliato	BS		45.523	10.08	NF
Trescore Balneario	BG		45.693	9.843	NF
Trieste	TS		45.656	13.784	NF

Tabella 7 Stima delle intensità macrosismiche per il terremoto del 16 novembre 1898. (*) SC: Casi Particolari. MS = Insediamento multiplo.

Table 7 Macroseismic intensities of the November 16, 1898 earthquake. (*) SC: Special Cases. MS = Multiple settlement.

2.5 Il terremoto del 19 aprile 1970

Questo terremoto, inserito nel catalogo CPTI04 [Gruppo di lavoro CPTI, 2004] a partire dal catalogo PFG [Postpischl, 1985] senza dotazione di punti di intensità, è stato studiato di recente da Molin et al. [2008], cui si rimanda per i dettagli, che forniscono stime di intensità per 65 località. Le fonti giornalistiche consultate (Il Giornale di Brescia, L’Arena di Verona, L’Adige di Trento, il Corriere della Sera e Il Resto del Carlino) non confermano le ipotesi di danni attestate da fonti sismologiche [Gasparini e Giovani, 1973; ING, 1970; UCMEA, 1948-1975]. Secondo Il Giornale di Brescia (1970.04.20) in città, nella zona del Garda e in Val Sabbia la scossa fu forte, avvertita con allarme dalla popolazione (nella stessa Brescia molte persone si riversarono all’aperto), ma non causò danni. Non trovano perciò conferma le osservazioni di VI grado segnalate da fonti sismologiche prive di elementi descrittivi quali il Bollettino Sismico mensile dell’ING e il Protocollo delle cartoline macrosismiche pervenute all’UCMEA per alcuni centri situati proprio nella Val Sabbia e nella zona del Garda, come Gavardo, Vobarno e Villanuova sul Clisi. Gli effetti più rilevanti documentati (V MCS) interessano le località di Garda, Gardone Riviera, Gavardo, Serle, Salò, Toscolano Maderno e Vobarno. (Figura 8). Per il dettaglio delle intensità osservate si rinvia a Molin et al. [2008].

3. Il terremoto del 30 ottobre 1901

3.1 Stato delle conoscenze

Nel catalogo parametrico di partenza [Postpischl, 1985] i terremoti del 1901 sono rappresentati da due scosse principali datate 30 ottobre e da una sequenza di alcune repliche di modesta entità in giornata e nei giorni successivi (Tabella 8). La scossa principale delle ore 14.49 è attestata da due studi [Bettoni, 1901; Cancani, 1902], mentre l’evento delle ore 14.51 deriva direttamente dal catalogo parametrico di Bernardis et al. [1977]. Il testo di Bettoni [1901] ha un carattere descrittivo e riporta informazioni anche sulla sequenza di repliche, che continuarono sporadicamente per un paio di mesi; il testo di Cancani [1902], invece, si limita a riportare una lista di località colpite, con il relativo valore di intensità.

Un primo esame sommario delle voci bibliografiche consente di verificare che il catalogo parametrico di Bernardis et al. [1977] riporta un unico evento principale alle ore 14.51: la differenza di orario rispetto al catalogo ENEL (che costituisce l’ossatura originaria del catalogo PFG) ha generato un erroneo raddoppio della scossa, che non trova riscontro né nella descrizione di Bettoni [1901] né negli studi successive e deve pertanto essere cancellata.

Un primo studio moderno su questo terremoto è quello

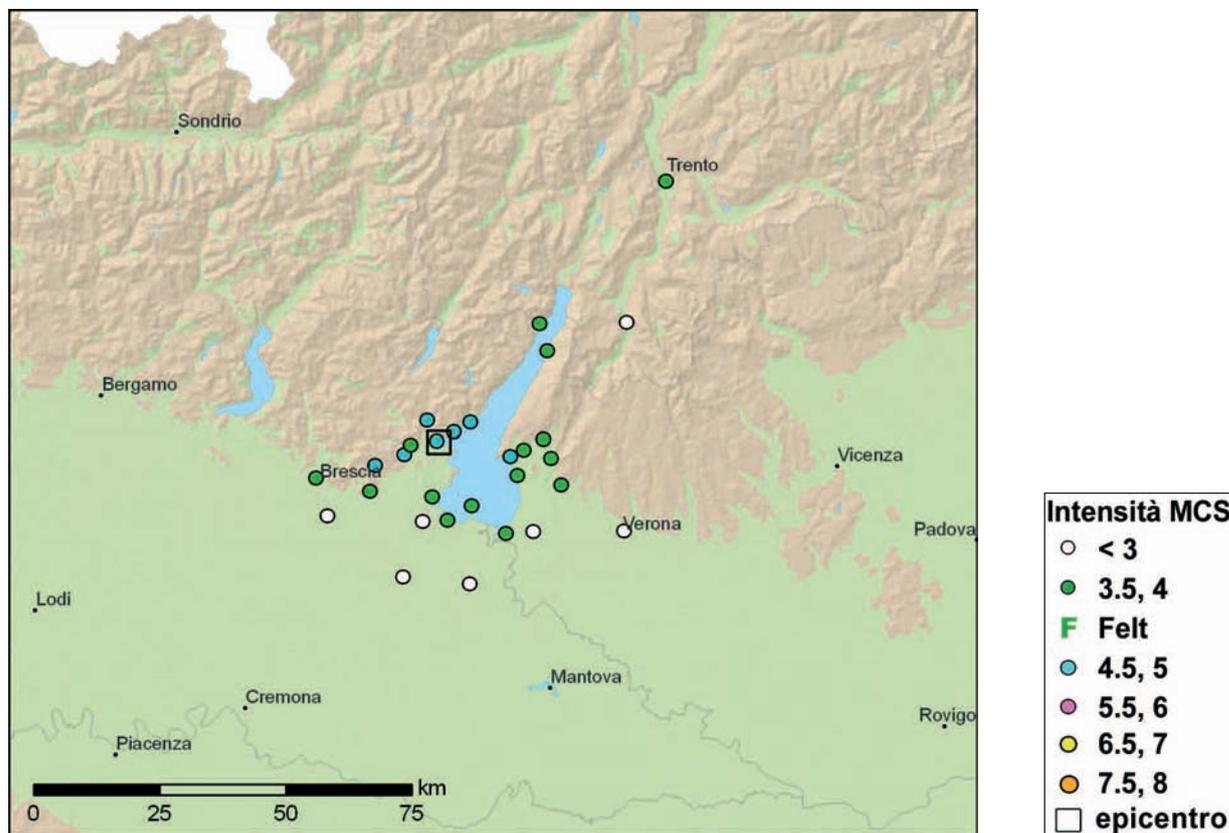


Figura 8 Distribuzione degli effetti per il terremoto del 19 aprile 1970. Dati da Molin et al. [2008].
 Figure 8 Intensity map of the April 19, 1970 earthquake. Data from Molin et al. [2008].

Anno Me Gi	Or Mi	Lat	Lon	Io	M	Ref	Area
1901 10 30	14 49	45 36	10 31	VII-VIII	49	86 116	SALÒ
1901 10 30	14 51	45 36	10 30	VII-VIII	49	504	SALÒ
1901 10 30	15 02	45 36	10 31	III	25	116	SALÒ
1901 10 30	16 02	45 36	10 31	III	25	504	SALÒ
1901 10 31	14 57	45 29	10 36	IV	31	116	SIRMIONE
1901 11 05	17 17	45 29	10 36	IV	31	141	PESCHIERA
1901 11 08	16 40	45 36	10 25	IV-V	33	116 141	GAVARDO
1901 11 08	18 25	45 36	10 25	IV	31	116	GAVARDO
1901 11 08	23 15	45 36	10 31	III	25	504	SALÒ

Tabella 8 I terremoti del 1901 nel catalogo PFG [Postpischl, 1985].
Table 8 The 1901 earthquakes in the PFG catalog [Postpischl, 1985].

realizzato da ENEL [1985], basato su alcune fonti giornalistiche e soprattutto sulla lista di osservazioni riprodotte da Cancani [1902], che a sua volta si basa sulle cartoline macrosismiche inviate da vari corrispondenti all’Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica (Figura 9). Lo studio storico-sismologico più recente disponibile è rappresentato dal lavoro di Boschi et al., [1995], che amplia il numero di fonti consultate (fonti giornalistiche e sismologiche), e fornisce informazioni su 191 località. Le successive versioni di CFTI [Boschi et al., 1997; Boschi et al.,

2000; Guidoboni et al., 2007] riflettono sostanzialmente lo studio del 1995. Il *background* informativo su questo terremoto è quindi rappresentato da fonti sismologiche (bollettini e registri delle stazioni meteorologiche di Salò, Chiavari, Cremona, Parma, Brera e Moncalieri), studi sismologici coevi e compilazioni [Baratta 1901b; Cancani 1902; Cavasino 1935], oltre che da fonti giornalistiche. Le fonti giornalistiche (principalmente di area lombarda, veneta ed emiliana) costituiscono il riferimento bibliografico

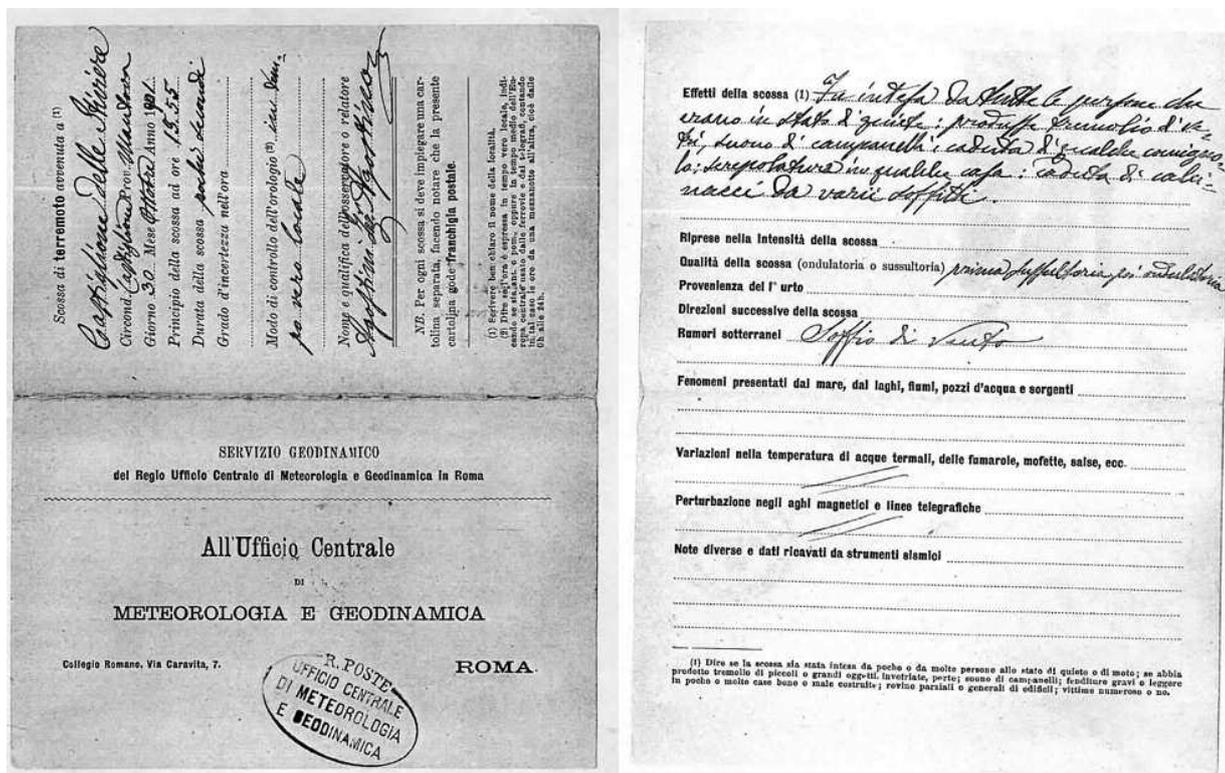


Figura 9 Cartolina macrosismica utilizzata per segnalare le osservazioni di effetti sismici. La cartolina in questione è relativa a Castiglione delle Stiviere.
Figure 9 Macroseismic postcard used to collect the observations of seismic effects after earthquakes. This postcard is related to the locality of Castiglione delle Stiviere.

co principale per le località danneggiate (44 osservazioni sulle 57 con intensità al sito $I_s \geq V-VI$ MCS); l'analisi puntuale delle informazioni sulle località danneggiate evidenzia inoltre alcune incongruenze, quali ad esempio il fatto che tre località (Calvagese della Riviera, Sermerio e Bolladore) siano incluse in tabella senza alcun riferimento bibliografico a sostegno e che per due località (Soiano del Lago e Portese) sia attribuita una intensità macrosismica (VI-VII MCS) solo in quanto elencate in una lista di comuni colpiti, senza alcun elemento descrittivo.

3.2 La ricerca di nuove fonti

La ricerca sviluppata nel corso del presente lavoro sul terremoto del 30 ottobre 1901 si è posta diversi obiettivi:

- riesaminare criticamente il vasto patrimonio di informazioni rese disponibili dalla tradizione sismologica e dagli studi recenti;
- estendere la ricerca, approfondendo l'esplorazione di diverse tipologie di fonti (fonti sismologiche, archivistiche locali, fonti giornalistiche, storiografia locale recente, ecc.) (Figura 10);
- stimare accuratamente le intensità tenendo conto anche di alcuni spunti interpretativi e di elementi di confronto emersi con la più recente esperienza del terremoto del 2004.

La tradizione sismologica fornisce un patrimonio di informazioni davvero rilevante, frutto del grande sviluppo del servizio meteorologico e geodinamico italiano, basato su una rete di osservatori, stazioni e corrispondenti, che è nel momento di massima espansione.

Gli studi sismologici coevi più importanti su questo terremoto sono quelli di Baratta [1901b], Bettoni [1901; 1908] e Cacciamali [1902], mentre il Cancani [1902] riproduce le informazioni pervenute all'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica in forma di cartoline macrosismiche.

I lavori nelle intenzioni più organici su questo terremoto sono quelli avviati da Pio Bettoni, fondatore e direttore dell'Osservatorio meteorologico di Salò. Nella sua prima pubblicazione, che è dedicata principalmente a illustrare la storia sismica dell'area del Garda, Bettoni [1901] rinvia ad un lavoro di dettaglio in corso di redazione per incarico del Ministero dell'Agricoltura. In un successivo lavoro Bettoni [1907] fa riferimento ad un ipotetico studio monografico sul terremoto del 1901, che non risulta sia mai stato pubblicato e che non è stato individuato nemmeno a seguito di una specifica ricerca archivistica. Per questa ragione il testo di riferimento più importante resta la compilazione annuale di Cancani [1902] mentre i testi di Baratta [1901b], Cacciamali [1902], la compilazione regionale di Zanon [1937] e quella nazionale del Cavasino [1935] forniscono solo informazioni accessorie.

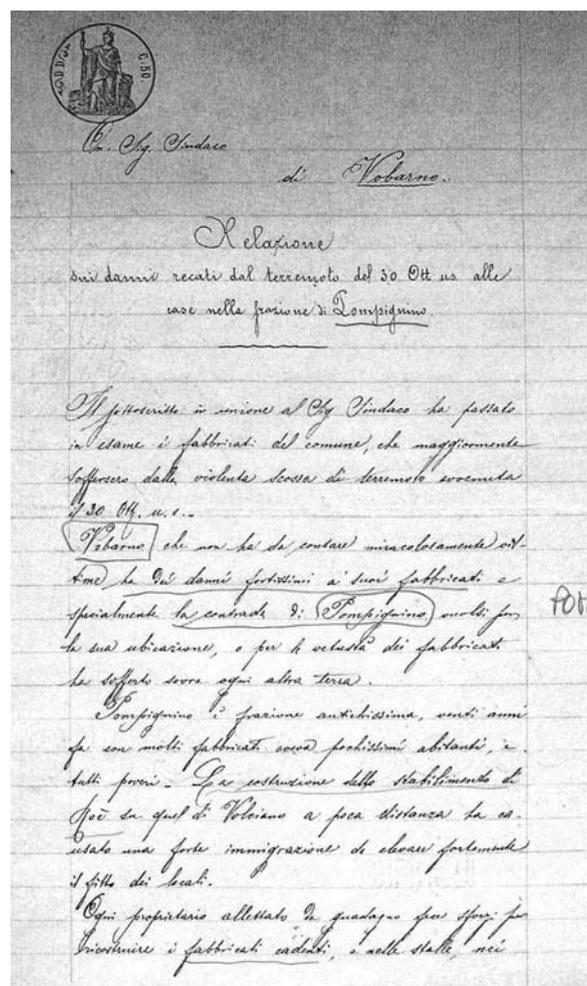


Figura 10 Stralcio da un documento dell'Archivio Comunale di Vobarno che riporta la relazione sui danni dovuti al terremoto del 30 ottobre 1901.

Figure 10 Excerpt of a document from the Municipal Archive of Vobarno that reports a relation about the damage provoked by the 1901 earthquake.

Il lavoro di ricerca è stato avviato con l'esame delle cartoline macrosismiche originali, pervenute all'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica e conservate presso l'Archivio dell'INGV: questo fondo archivistico si è rilevato di notevole interesse per la possibilità di verificare direttamente le informazioni fornite dalla compilazione annuale di Cancani [1902] e di utilizzare le informazioni descrittive allegate (piccole relazioni, ritagli di giornali, ecc.) per una stima più accurata delle intensità.

È stata inoltre sviluppata una ricerca archivistica in ambito locale, con l'obiettivo di verificare e migliorare il quadro informativo relativo, soprattutto alla Val Sabbia: questa ricerca ha prodotto risultati interessanti ma limitati, per la scarsità o la dispersione di fondi archivistici comunali nell'area. Anche la verifica sistematica della storiografia locale recente sull'area [Anni e Galvagni, 1999; Biati, 1980; Donni, 1998; Ghidinelli e Ghezzi, 2002; Pelizzari, 1972; 1992;

Quotidiani locali e nazionali	
Corriere della Sera [Milano]	L'Adige [Verona]
Fanfulla di Lodi	L'Arena [Verona]
Gazzetta d'Asti	L'Avvenire [Bologna]
Gazzetta dell'Emilia [Bologna]	L'Eco del Popolo, Gazzetta di Crema
Gazzetta di Mantova	L'Eco del Popolo [Cremona]
Gazzetta di Venezia	L'Eco di Bergamo
Gazzetta Ferrarese	L'Osservatore Romano [Città del Vaticano]
Gazzetta Provinciale di Bergamo	La Gazzetta del Popolo [Torino]
Il Campanile [Treviglio]	La Gazzetta ferrarese
Il Cittadino di Brescia	La Lega Lombarda [Milano]
Il Cittadino di Mantova	La Lombardia [Milano]
Il Corriere del Polesine [Rovigo]	La Nazione [Firenze]
Il Corriere del Verbano [Luino]	La Provincia di Brescia
Il Corriere delle Valli Stura e Orba [Ovada]	La Provincia di Mantova
Il Fieramosca [Firenze]	La Provincia di Padova
Il Resto del Carlino [Bologna]	La Provincia Pavese
Il Secolo XIX [Genova]	La Sentinella Bresciana
Il Secolo, Gazzetta di Milano	La Tribuna [Roma]
Il Torrazzo di Crema	Libertà [Piacenza]
Il Veneto di Padova	Verona Fedele
Fonti sismologiche, bollettini	Fondi archivistici
Baratta, 1901b; 1902	Archivio dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, Roma
Bettoni, 1901; 1907; 1908; 1915ab; 1917; 1934	Archivio dell'Osservatorio di Chiavari
Briosi, 1902	Archivio dell'Osservatorio Meteorologico di Cremona
Cacciamali, 1902	Archivio dell'Osservatorio Meteorologico di Parma
Cancani, 1902;	Archivio Storico del comune di Vobarno
Cavasino, 1935	Archivio Centrale dello Stato, Roma
Terremoto del 30 ottobre..., Bollettino Mensuale, 1901	Archivio Diocesano, Mantova

Tabella 9 Prospetto sintetico delle principali categorie di fonti coeve utilizzate nel presente studio.
Table 9 List of the main coeval sources used by the present study.

Tonni, 1998; Vaglia, 1955; 1970; Valdini, 1909], sviluppata per le medesime finalità, non ha dato risultati di rilievo. La raccolta sistematica di corrispondenze giornalistiche, notevolmente ampliata a livello locale e regionale (Tabella 9), ha invece fornito un elevato numero di informazioni, che sono state analizzate criticamente con molta cura e confrontate con le informazioni derivate da fonti sismologiche e archivistiche.

3.3 I risultati

Complessivamente sono stati documentati effetti per quasi 300 località, di cui si fornisce il dettaglio in Tabella 10.

I danni più gravi si verificarono a Campoverde, frazione di Salò denominata al tempo Caccavero, ove si ebbero numerosi danni ad un patrimonio edilizio di qualità modesta (“la scossa [...] ha causato molti danni a quelle case che in maggior

parte essendo vecchie si trovavano in condizioni di statica poco felici”, La Provincia di Brescia, 1901.10.31). Alcune case subirono crolli parziali, risultando completamente inagibili, la chiesa subì un crollo parziale così come il campanile (“tutte le abitazioni sono in pessimo stato: quattro completamente inabitabili. La Chiesa parrocchiale pure è molto danneggiata. Un terzo del volto reale verso la facciata è caduto, e l'altra parte minaccia di cadere. Le muraglie maestre segnano [...] crepature; per cui la Chiesa resta chiusa al pubblico fino a compiute riparazioni. Parte della torre al di sopra della campana è caduto”, Il Cittadino di Brescia, 1901.11.02): nel crollo di un solaio rimase vittima un bambino e si ebbero diversi feriti.

Danni riferiti ad un contesto edilizio del tutto analogo (non molto diverso da quello riscontrato in occasione del terremoto del 2004, come si può vedere dalle foto 1-10) si ebbero a Pompegnino, frazione di Vobarno: una casa abitata da

quattro famiglie rimase danneggiata in modo gravissimo, la chiesa risultò pericolante e fu chiusa e si ebbero alcuni feriti. La situazione di questa frazione poverissima è bene riassunta da un documento dell'Archivio Storico Comunale di Vobarno: "[...] la scossa avvenuta il giorno [30] ottobre 1901 ha

grandemente danneggiato i fabbricati tutti del comune di Vobarno, specialmente quelli della frazione di Pompignino, alcuni dei quali furono o abbattuti dal terremoto stesso o resi assolutamente inabitabili, [...] diverse famiglie rimasero senza tetto [...]"

Danni generalmente moderati, ma molto diffusi sul patri-

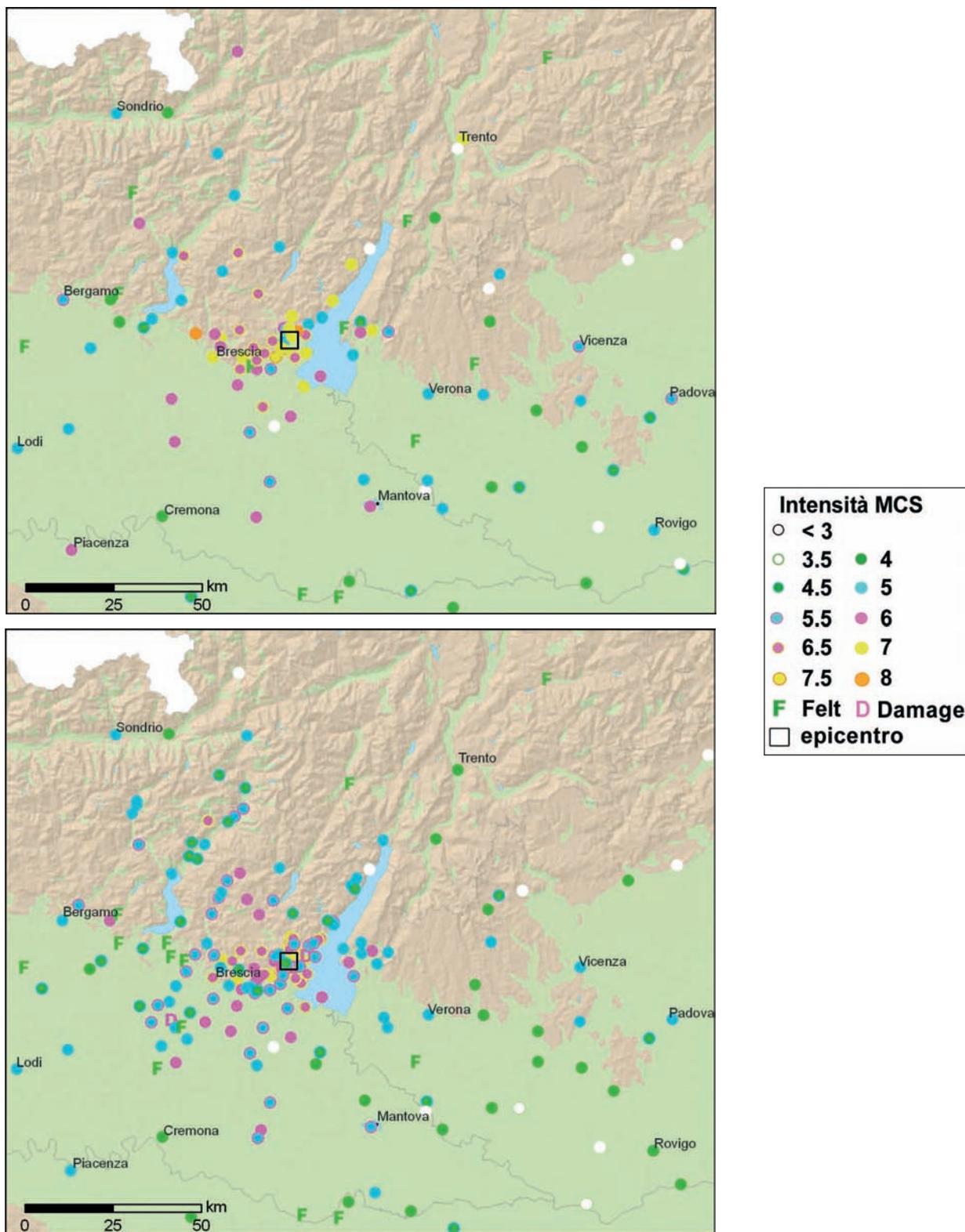


Figura 11 Piano quotato del terremoto del 30 ottobre 1901 proposto da Boschi et al. [1995] con relativo epicentro (sopra). Distribuzione degli effetti secondo il presente studio con epicentro ricalcolato dai nuovi dati attraverso il programma Boxer 4.0 [Gasparini et al., 2010] (sotto). **Figure 11** Intensity map of the October 30, 1901 earthquake according to Boschi et al. [1995] and related epicentre (above). Distribution of the effects according to the present study with the epicentre calculated by the Boxer 4.0 code [Gasparini et al., 2010] (below).

monio edilizio, si ebbero a Salò e in alcune località degli immediati dintorni (Gazzane, San Felice del Benaco e Villa), a Vobarno, all’imboccatura della Val Sabbia, in alcune località a Sud-Ovest (Calvagese della Riviera, Castello, Fontanelle, Polpenazze del Garda, Prevalle e Soprazocco), oltre che in un paio di località bresciane più a Ovest (Botticino e Bovezzo).

Rispetto ai dati forniti dagli studi precedenti, oltre ad un incremento consistente di informazioni, il presente studio modifica sensibilmente alcune stime di intensità: fra queste da segnalare il forte ridimensionamento degli effetti per le località di Navezze e Gargnano (entrambe ridimensionate a Is MCS V-VI rispettivamente da intensità VIII e VII). A Navezze l’unico danno segnalato da una fonte giornalistica è una lesione e il distacco di un fregio della Chiesa parrocchiale, mentre per Gargnano sono disponibili numerose corri-

spondenze giornalistiche contraddittorie, che includono la località fra quelle danneggiate in modo diffuso e quelle in cui il terremoto fu molto sensibile, ma senza produrre danni.

Purtroppo non è stato possibile reperire alcuna immagine significativa di danni dovuti a quest’evento, tuttavia per avere un’idea delle tipologie edilizie diffuse all’epoca rimandiamo alle foto relative agli effetti del terremoto del 2004 che colpì le stesse località danneggiando soprattutto i vecchi edifici.

La stima degli effetti ridimensiona in modo sensibile anche i valori di intensità per Caprino Veronese e Nuvolento (da VII a VI) e soprattutto di Sermerio (da VII MCS a V), ove una accurata corrispondenza de Il Cittadino di Brescia (1901.11.02) specifica chiaramente che non vi si verificarono danni.

La revisione e rivalutazione del quadro degli effetti (vedi Figura 11) ha permesso la riparametrizzazione dell’evento usando il codice Boxer 4.0 [Gasparini et al., 2010] (Tabella 13).

Località	Prov	SC*	Lat	Lon	Imcs
Campoverde	BS		45.606	10.506	7-8
Pompegnino	BS		45.631	10.498	7-8
Agneto	BS	SS	45.613	10.508	7
Botticino [Mattina]	BS		45.536	10.302	7
Bovezzo	BS		45.592	10.244	7
Calvagese della Riviera	BS		45.541	10.447	7
Castello	BS		45.560	10.464	7
Fontanelle	BS		45.553	10.500	7
Gazzane	BS		45.621	10.504	7
Polpenazze del Garda	BS		45.551	10.507	7
Prevalle	BS		45.548	10.419	7
Salò	BS		45.606	10.522	7
San Felice del Benaco	BS		45.584	10.548	7
Soprazocco	BS		45.583	10.467	7
Villa	BS		45.592	10.508	7
Vobarno	BS		45.644	10.500	7
Borno	BS		45.947	10.206	6-7
Brescia	BS		45.544	10.214	6-7
Caino	BS		45.612	10.317	6-7
Collio	BS		45.639	10.509	6-7
Desenzano del Garda	BS		45.464	10.547	6-7
Liano	BS		45.619	10.493	6-7
Longavina	BS		45.559	10.454	6-7
Maderno	BS		45.636	10.600	6-7
Manerba del Garda (Solarolo)	BS	MS	45.550	10.557	6-7
Moniga del Garda	BS		45.527	10.535	6-7
Morsone	BS		45.558	10.470	6-7
Muscoline (Chiesa)	BS	MS	45.563	10.461	6-7
Nave	BS		45.587	10.286	6-7
Paitone	BS		45.551	10.402	6-7
Soiano del Lago	BS		45.539	10.514	6-7
Tormini	BS		45.610	10.482	6-7
Toscolano Maderno	BS		45.639	10.610	6-7
Trobiolo	BS		45.614	10.504	6-7
Vallio Terme	BS		45.610	10.393	6-7
Volciano	BS		45.613	10.495	6-7
Bagnolo Mella	BS		45.430	10.184	6
Canneto sull'Oglio	MN		45.150	10.379	6
Caprino Veronese	VR		45.605	10.795	6
Castenedolo	BS		45.470	10.300	6

Località	Prov	SC*	Lat	Lon	Imcs
Castiglione delle Stiviere	MN		45.387	10.493	6
Garda	VR		45.576	10.709	6
Gavardo	BS		45.583	10.439	6
Ghedi	BS		45.405	10.276	6
Livemmo	BS		45.742	10.344	6
Memmo	BS		45.810	10.319	6
Nozza	BS		45.703	10.387	6
Nuvolento	BS		45.546	10.387	6
Nuvolera	BS		45.533	10.373	6
Rezzato	BS		45.512	10.318	6
Serle	BS		45.565	10.365	6
Sirmione	BS		45.489	10.609	6
Trescore Balneario	BG		45.693	9.843	6
Verolanuova	BS		45.326	10.076	6
Longhena	BS		45.437	10.060	D
Portese	BS		45.596	10.553	D
Puegnago sul Garda (Castello)	BS	MS	45.567	10.510	D
Abbiategrasso	MI		45.398	8.916	5-6
Alzano Lombardo	BG		45.734	9.730	5-6
Asola	MN		45.221	10.413	5-6
Bardolino	VR		45.542	10.726	5-6
Bedizzole (Piazza)	BS	MS	45.510	10.421	5-6
Bovegno	BS		45.792	10.271	5-6
Breno	BS		45.957	10.303	5-6
Calvisano	BS		45.348	10.344	5-6
Carzago Riviera	BS		45.525	10.459	5-6
Castegnato	BS		45.561	10.117	5-6
Castrezzone	BS		45.548	10.469	5-6
Clusone	BG		45.888	9.950	5-6
Concesio	BS		45.601	10.220	5-6
Fasano del Garda	BS		45.628	10.582	5-6
Gardone Riviera	BS		45.622	10.566	5-6
Gargnano	BS		45.681	10.655	5-6
Isola del Garda	BS		45.593	10.586	5-6
Lavenone	BS		45.739	10.438	5-6
Lonato	BS		45.462	10.484	5-6
Mantova	MN		45.152	10.775	5-6
Marcheno	BS		45.707	10.214	5-6
Melegnano	MI		45.358	9.323	5-6
Molinetto	BS		45.503	10.366	5-6
Montichiari	BS		45.413	10.393	5-6
Navezze	BS		45.604	10.151	5-6
Niardo	BS		45.976	10.336	5-6
Piadena	CR		45.130	10.368	5-6
Pompiano	BS		45.431	9.989	5-6
Raffa	BS		45.569	10.531	5-6
Ronchi	BS		45.627	10.511	5-6
San Zeno Naviglio	BS		45.490	10.215	5-6
Sopraponte	BS		45.597	10.440	5-6
Tavernole sul Mella	BS		45.748	10.240	5-6
Trenzano	BS		45.475	10.013	5-6
Albese con Cassano	CO		45.797	9.164	5
Crema	CR		45.362	9.686	5
Bagolino	BS		45.822	10.465	5
Barbarano Vicentino	VI		45.409	11.540	5
Bergamo	BG		45.694	9.670	5
Bogliaco	BS		45.673	10.657	5
Brusatasso	MN		44.983	10.785	5
Cascina Camerona	NO		45.384	8.755	5

Località	Prov	SC*	Lat	Lon	Imcs
Crespadoro	VI		45.619	11.227	5
Dello	BS		45.417	10.076	5
Dolcè	VR		45.600	10.853	5
Erba	CO		45.810	9.226	5
Gallarate	VA		45.659	8.793	5
Gandellino	BG		45.990	9.945	5
Gromo	BG		45.968	9.928	5
Gromo San Marino	BG		46.000	9.946	5
Lavone	BS		45.762	10.250	5
Lecco	LC		45.856	9.408	5
Lodi	LO		45.314	9.501	5
Lograto	BS		45.483	10.056	5
Lovere	BG		45.812	10.070	5
Lumini	VR		45.627	10.755	5
Mazzano	BS		45.518	10.351	5
Milano	MI		45.464	9.190	5
Mompiano	BS		45.569	10.243	5
Montecchio	BS		45.885	10.193	5
Offlaga	BS		45.386	10.118	5
Padova	PD		45.407	11.876	5
Parma	PR		44.801	10.329	5
Pavia	PV		45.189	9.160	5
Pesina	VR		45.599	10.756	5
Piacenza	PC		45.052	9.693	5
Riva del Garda	TN		45.887	10.844	5
Rivoli Veronese	VR		45.571	10.812	5
San Eufemia della Fonte	BS		45.522	10.273	5
San Paolo (Pedernaga-Oriano)	BS	MS	45.370	10.024	5
Sermerio	BS		45.774	10.725	5
Sommacampagna	VR		45.407	10.844	5
Sona	VR		45.433	10.832	5
Sondrio	SO		46.171	9.872	5
Sonico	BS		46.164	10.354	5
Torri del Benaco	VR		45.612	10.691	5
Travagliato	BS		45.523	10.080	5
Tremosine (Vesio)	BS	MS	45.792	10.745	5
Verona	VR		45.438	10.994	5
Vicenza	VC		45.549	11.549	5
Villa Carcina	BS		45.632	10.195	5
Villanuova sul Clisi	BS		45.600	10.456	5
Virle	BS		45.516	10.337	5
Visano	BS		45.316	10.368	5
Abano Terme	PD		45.360	11.790	4-5
Adro	BS		45.622	9.961	4-5
Angolo	BS		45.892	10.145	4-5
Artogne	BS		45.849	10.165	4-5
Cadignano	BS		45.765	10.735	4-5
Capo di Ponte	BS		46.030	10.344	4-5
Capriano del Colle	BS		45.455	10.129	4-5
Carate Brianza	MI		45.676	9.239	4-5
Casello	BS		45.509	10.376	4-5
Cavriana	MN		45.348	10.599	4-5
Cividate Camuno	BS		45.944	10.278	4-5
Colombaro	BS		45.578	10.479	4-5
Comezzano Cizzago (Cizzago)	BS	MS	45.473	9.948	4-5
Eno	BS		45.705	10.508	4-5
Garlasco	PV		45.196	8.922	4-5
Loveno	BS		46.064	10.249	4-5
Mirandola	MO		44.887	11.065	4-5

Località	Prov	SC*	Lat	Lon	Imcs
Monza	MI		45.584	9.274	4-5
Mornico al Serio	BG		45.591	9.809	4-5
Navazzo	BS		45.684	10.635	4-5
Olgiate Comasco	CO		45.785	8.968	4-5
Rogno	BG		45.857	10.133	4-5
San Gallo	BS		45.564	10.309	4-5
Sorgà	VR		45.214	10.980	4-5
Sulzano	BS		45.688	10.100	4-5
Treviglio	BG		45.521	9.593	4-5
Valli del Pasubio	VI		45.739	11.261	4-5
Barlassina	MI		45.656	9.129	4
Bassano del Grappa	VI		45.767	11.734	4
Cassine	AL		44.750	8.527	4
Cavezzo	MO		44.838	11.028	4
Cerea	VR		45.194	11.213	4
Certenoli	GE		44.379	9.296	4
Chiavari	GE		44.317	9.322	4
Chiavenna	SO		46.322	9.402	4
Cologna Veneta	VR		45.309	11.385	4
Cognola ai Colli	VR		45.432	11.193	4
Como	CO		45.810	9.084	4
Cremona	CR		45.136	10.024	4
Crespino	RO		44.982	11.885	4
Domodossola	VB		46.117	8.292	4
Este	PD		45.228	11.656	4
Ferrara	FE		44.836	11.618	4
Genova	GE		44.419	8.898	4
Gropello Cairoli	PV		45.177	8.991	4
Guidizzolo	MN		45.317	10.582	4
Lanzo d'Intelvi	CO		45.980	9.020	4
La Spezia	SP		44.105	9.819	4
Lonigo	VI		45.387	11.388	4
Luzzara	RE		44.960	10.690	4
Marmirolo	MN		45.220	10.756	4
Martinengo	BG		45.570	9.768	4
Moglia	MN		44.933	10.912	4
Nonantola	MO		44.678	11.041	4
Novara	NO		45.446	8.623	4
Novellara	RE		44.845	10.731	4
Noventa Vicentina	VC		45.290	11.542	4
Pavullo nel Frignano	MO		44.334	10.834	4
Pieve del Cairo	PV		45.048	8.803	4
Recoaro Terme	VC		45.703	11.221	4
Rosasco	PV		45.250	8.580	4
Rovereto	TN		45.888	11.037	4
Rovigo	RO		45.070	11.790	4
Santuario di Oropa	BI	SS	45.627	7.981	4
Savona	SV		44.307	8.480	4
Sestri Levante	GE		44.270	9.394	4
Soragna	PR		44.928	10.124	4
Spinea (Orgnano)	VE	MS	45.490	12.165	4
Teglio	SO		46.172	10.067	4
Torino	TO		45.070	7.674	4
Tortona	AL		44.897	8.864	4
Tregnago	VR		45.512	11.166	4
Trento	TN		46.064	11.124	4
Treviso	TV		45.669	12.244	4
Trieste	TS		45.656	13.784	4
Varese	VA		45.818	8.825	4

Località	Prov	SC*	Lat	Lon	Imcs
Vigevano	PV		45.317	8.856	4
Villimpenta	MN		45.141	11.034	4
Asso	CO		45.861	9.269	3-4
Legnago	VR		45.192	11.311	3-4
Lucca	LU		43.843	10.505	3-4
Modena	MO		44.647	10.925	3-4
Oneglia	IM	AL	43.888	8.052	3-4
Rovellasca	CO		45.667	9.052	3-4
Stienta	RO		44.940	11.544	3-4
Vercelli	VC		45.322	8.418	3-4
Vimercate	MI		45.614	9.370	3-4
Asolo	TV		45.801	11.914	3
Asti	AT		44.899	8.206	3
Belluno	BL		46.146	12.222	3
Bolladore	SO		46.326	10.326	3
Bologna	BO		44.498	11.340	3
Carpenedolo	BS		45.363	10.430	3
Castel d'Ario	MN		45.188	10.975	3
Crevalcore	BO		44.722	11.147	3
Fossano	CN		44.550	7.721	3
Ispra	CO		45.816	8.617	3
Lendinara	RO		45.084	11.598	3
Luino	VA		45.997	8.747	3
Montespluga	SO		46.490	9.336	3
Ovada	AL		44.637	8.642	3
Pisa	PI		43.716	10.401	3
Ponzone	AL		44.588	8.459	3
Retinella	RO		45.047	12.178	3
San Donà di Piave	VE		45.633	12.572	3
Santa Giustina	BL		46.081	12.042	3
Sant'Ulderico	VC		45.749	11.347	3
Sarzana	SP		44.111	9.961	3
Spotorno	SV		44.226	8.417	3
Varzo	VB		46.207	8.249	3
Bormio	SO		46.468	10.372	2-3
Limone sul Garda	BS		45.813	10.792	2-3
Bra	CN		44.698	7.849	2
Comacchio	FE		44.694	12.183	2
Imperia	IM		43.885	8.027	2
Pistoia	PT		43.932	10.913	2
Baveno	VB		45.909	8.503	F
Belgioioso	PV		45.160	9.313	F
Brunate	CO		45.820	9.095	F
Cantù	CO		45.739	9.131	F
Carpesino	CO		45.820	9.226	F
Cavalese	TN		46.291	11.460	F
Corenno Plinio	CO		46.090	9.310	F
Cremella	LC		45.739	9.303	F
Grumello del Monte	BG		45.635	9.873	F
Guastalla	RE		44.921	10.654	F
Massa Marittima	GR		43.050	10.889	F
Merate	LC		45.698	9.420	F
Novi Ligure	AL		44.764	8.788	F
Passirano	BS		45.599	10.063	F
Paullo	MI		45.417	9.398	F
Pordenone	PN		45.964	12.660	F
Presa Ticino	MI		45.668	8.684	F
Provaglio d'Iseo (Fontane-Zurane-Gresine)	BS	MS	45.635	10.048	F
Quinzanello	BS		45.419	10.098	F

Località	Prov	SC(*)	Lat	Lon	Imcs
Quinzano d'Oglio	BS		45.313	10.008	F
Redona	BG		45.709	09.873	F
Reggio nell'Emilia	RE		44.697	10.631	F
Rodengo-Saiano	BS		45.59	10.111	F
Salsomaggiore Terme	PR		44.816	09.979	F
San Salvatore Monferrato	AL		44.995	08.566	F
Tione di Trento	TN		46.035	10.725	F
Valletti	SP		44.377	09.526	F
Vaprio d'Adda	MI		45.576	09.528	F
Varano	VA		45.774	08.704	F
Venezia	VE		45.438	12.335	F
Viadana	MN		44.929	10.522	F
Vigasio	VR		45.317	10.942	F
Sestola	MO		44.229	10.771	NF
Siena	SI		43.321	11.328	NF

Tabella 10 Stima delle intensità macrosismiche per il terremoto del 30 ottobre 1901. (*) SC: Casi Particolari. MS = Inseediamento multiplo. SS = Inseediamento piccolo. AL = Località assorbita.

Table 10 Macroseismic intensities for the October 30, 1901 earthquake. (*) SC: Special Cases. MS = Multiple settlement. SS = Small settlement. AL = Absorbed locality.

4. Il terremoto del 24 novembre 2004

4.1 L'evento del 24 novembre 2004

Il 24 novembre 2004 alle 23.59 ora locale (22.59 GMT), una scossa di magnitudo locale 5.2 colpì l'area della provincia di

Brescia sul versante occidentale del Lago di Garda compresa fra i comuni di Vobarno, Salò, Gardone Riviera e Toscolano Maderno. La profondità dell'evento venne stimata fra gli 5 e i 10 km [Augliera et al., 2007]. Alla scossa principale seguì nelle ore e nei giorni successivi una

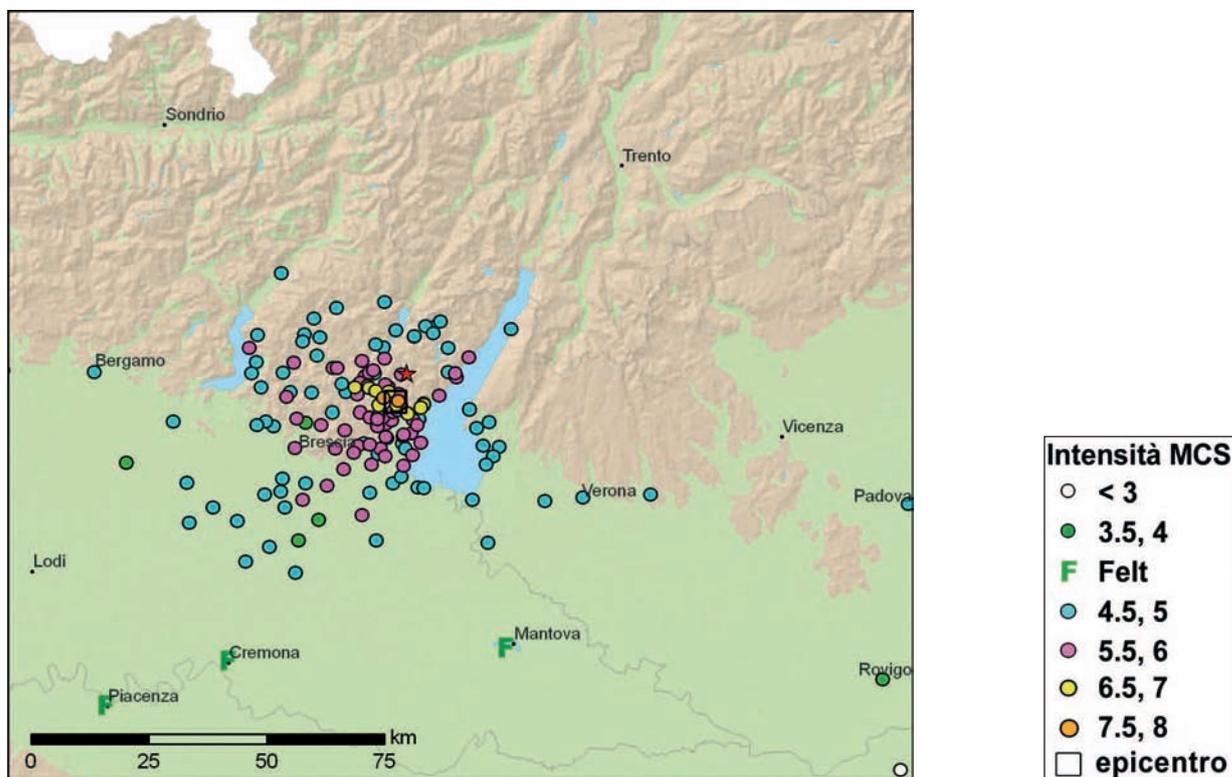


Figura 12 Distribuzione degli effetti del terremoto del 24 novembre 2004 [dati da Bernardini et al., 2005]. La stella è l'epicentro strumentale. L'epicentro macrosismico è calcolato attraverso il programma Boxer 4.0 [Gasperini et al., 2010].

Figure 12 Intensity map of the November 24, 2004 earthquake [data from Bernardini et al., 2005]. The star is the instrumental epicentre. The macroseismic epicentre is calculated by the Boxer 4.0 code [Gasperini et al., 2010].

sequenza costituita da una dozzina di repliche di energia modesta, generalmente non avvertite dalla popolazione (Tabella 11). L'evento fu avvertito in un'area molto vasta, dalla Lombardia al Veneto, in Piemonte, Liguria, Trentino, Emilia-Romagna e Toscana, ma anche in Svizzera, Austria e Slovenia (Figura 12).

4.2 La distribuzione del danno

L'area colpita è caratterizzata da località di dimensioni molto variabili, in cui coesistono centri storici costituiti generalmente da edifici di 2-3 piani in muratura di qualità decisamente modesta e cattivo stato di manutenzione, con zone di espansione relativamente recenti, costituite da edifici in muratura generalmente di buona qualità, in qualche caso con telaio in cemento armato.

Nei centri storici di molte località la vulnerabilità sismica di diversi edifici apparve particolarmente elevata per una serie complessa di fattori: materiali da costruzione di pessima qualità (una elevata presenza di ciottoli di fiume fu osservata, ad esempio, a Pompegnino), forti irregolarità costruttive in edifici in muratura (irregolarità strutturali, aperture sovradimensionate in muri portanti, scarsi collegamenti orizzontali, ecc.) esito probabile di numerosi rimaneggiamenti nel tempo, modestissime condizioni di manutenzione.

I danni più gravi rilevati riguardarono le località sul versante occidentale del Lago di Garda, tra Salò e la Val Sabbia, e in particolare due località minori della Val Sabbia, Clibbio e Pompegnino, per le quali l'intensità stimata è risultata incerta tra il VII e l'VIII grado [Bernardini et al., 2005].

A una prima analisi, la distribuzione degli effetti terremoto del 24 novembre 2004 ha mostrato notevoli analogie con quelle dei terremoti del 30 ottobre 1901 e del 5 gennaio 1892, determinate anche da analoghe caratteristiche di vulnerabilità sismica di parte del patrimonio edilizio colpito, come si evince dall'elenco che segue, sintesi del rilievo diretto effettuato da Bernardini et al. [2005]:

Anno Me Gi	Or Mi	Lat	Lon	Ml
2004 11 24	22 59	45.685	10.521	5.2
2004 11 24	23 48	45.694	10.507	2.1
2004 11 24	23 53	45.687	10.567	2.1
2004 11 24	23 55	45.693	10.525	2.1
2004 11 25	15 38	45.640	10.600	2.2
2004 11 25	21 28	45.687	10.504	2.2
2004 11 26	05 39	45.706	10.554	2.7
2004 11 27	08 44	45.712	10.494	2.7
2004 11 27	20 49	45.693	10.520	2.7
2004 11 27	21 19	45.701	10.530	2.4
2004 11 28	12 26	45.668	10.559	2.3
2004 12 12	17 09	45.908	10.672	1.6
2004 12 31	02 13	45.672	10.725	1.8

Tabella 11 La sequenza dell'area del Garda del novembre-dicembre 2004 [INGV, 2010].

Table 11 The November-December, 2004 seismic sequence in the Lake Garda area [INGV, 2010].

- a **Clibbio** (BS), piccola frazione di Sabbio Chiese, si sono verificati un paio di crolli parziali di edifici in precarie condizioni e diversi casi di gravi danni strutturali (lesioni passanti delle mura perimetrali, distacchi di solai). Questi ultimi si verificarono in presenza di un diffuso stato di degrado degli edifici in muratura e di interventi recenti che hanno diminuito la resistenza degli edifici alla sollecitazione sismica (installazione di coperture in cemento armato, con conseguente appesantimento del carico, non accompagnata da adeguati interventi sulla struttura portante). Caddero numerosi camini e tegole; la chiesa, il suo campanile e la canonica, in precarie condizioni di manutenzione, furono seriamente lesionate, presentando anche un distacco della facciata;



Foto 1-2 Danni gravi alla Chiesa di Clibbio e alla scuola di Pompegnino.
Photos 1-2 Serious cracks to the church of Clibbio and the school of Pompegnino.



Foto 3-4 Lesioni diffuse a edifici in muratura a Salò e Pavone.
Photos 3-4 Extensive cracks on masonry buildings in Salò and Pavone.

- a **Pompegnino** (BS), frazione del Comune di Vobarno situata a est-sud/est di Clibbio si ebbe un analogo livello di danneggiamento. Crolli parziali si ebbero in edifici fatiscenti o in parziale stato di abbandono; numerosi altri edifici subirono lesioni interne anche gravi. Ci furono crolli diffusi di camini e lesioni gravi alla chiesa, sia alla facciata che al campanile. Alcuni edifici recenti in cemento armato (l'area è classificata sismica dal 1986) presentarono lesioni leggere, salvo un caso, di lesioni abbastanza gravi a livello del solaio;
- a **Salò** (BS) il quadro dei danni apparve nel complesso moderato: un paio di crolli parziali interessarono edifici fatiscenti in abbandono situati nella zona del lungolago; si registrarono inoltre la caduta di camini, di tegole, il distacco di intonaci e lesioni diffuse di varia gravità. Il danno più appariscente fu il crollo della cupola della cella campanaria alla sommità del campanile della chiesa di San Bernardino;
- a **Pavone** (BS), frazione di Sabbio Chiese, furono rilevati il crollo di camini e lesioni gravi in diversi edifici del centro storico, tra cui la chiesa di San Giovanni Battista; lesioni meno gravi interessarono anche alcuni edifici relativamente recenti;
- **Morgnaga** (BS), frazione di Gardone Riviera costruita su un pendio, subì danni abbastanza significativi a numerosi edifici, con lesioni passanti e diffusa inagibilità, particolarmente negli edifici della parte bassa dell'insediamento: misure di amplificazione [Augliera et al., 2007] fatte ad hoc nell'area sembrano escludere problemi dovuti ad effetti di sito;
- a **Roè** (Roè Volciano) si ebbero danni significativi a due palazzine INA-Casa e inoltre caduta di tegole e camini e lesioni a diversi edifici. Gravemente danneggiata la chiesa parrocchiale di San Pietro in Vinculis dove parti delle arcate caddero distruggendo l'organo;
- a **Sabbio Chiese** (BS) la scuola elementare fu dichiarata



Foto 5-6 Morgnaga e Roè Volciano: lesioni diffuse.
Photos 5-6 Morgnaga and Roè Volciano: extensive cracks.



Foto 7-8 Distacco di intonaci nella scuola di Sabbio Chiese e lesioni a un edificio di Gazzane.
Photos 7-8 Fall of plaster in the school of Sabbio Chiese and cracks in a poor masonry building at Gazzane.



Foto 9-10 Lesioni a edifici di Gardone Riviera e San Felice del Benaco.
Photos 9-10 Gardone Riviera e San Felice del Benaco: cracks.



Foto 11-12 Crollo di massi lungo la strada Vobarno-Moglie e per Clibbio.
Photos 11-12 Rock-fall along the way Vobarno-Moglie and near Clibbio.

inagibile per la caduta di calcinacci e alcuni camini sono crollati. A **Gazzane**, frazione del comune di Preseglie, danni dello stesso tipo furono riscontrati soprattutto su edifici maltenuti. A **Prandaglio**, piccolo nucleo comprendente diverse frazioni di Villanuova sul Clisi, il quadro di danneggiamento risultò contenuto, con casi di fessurazioni talvolta passanti ma episodici come alla canonica e al teatro parrocchiale e alcuni edifici civili; subirono invece danni molto gravi la chiesa parrocchiale e quella della Madonna della Neve, situata all'esterno del paese;

- a **Gardone Riviera** (BS) vennero rilevati lievi danni come la caduta di alcuni camini e di porzioni di cornicioni, lesioni leggere abbastanza diffuse, ed occasionalmente qualche danno più grave come lo scoppio di tamponature interne e il taglio di un pilastro in un edificio sul lungolago. La pavimentazione stradale dello stesso lungolago di Gardone subì un'evidente fessurazione. Diffusi danni anche ne Il Vittoriale, frazione di Gardone Riviera, dove diversi edifici presentarono lesioni anche significative. Danneggiata la chiesa, dove si osservò la rotazione di pesanti elementi architettonici e la caduta di fregi dalla facciata. Danni significativi anche a **Carpeneda**, frazione di Vobarno;
- altre località subirono danni per lo più lievi e solo sporadicamente più significativi, come a **San Felice del Benaco**, nelle frazioni **Gazzane** e **Volciano** del comune di Roè Volciano, e nei comuni di **Toscolano Maderno** e **Gavardo**;
- in numerose altre località (ad es. **Barghe**, **Bedizzole**, **Gargnano** e la stessa **Brescia**) la scossa venne fortemente avvertita, con spostamento o caduta di oggetti anche pesanti e spavento generalizzato, e in qualche caso isolati lievi danni ad edifici;

- in alcuni casi sono ipotizzabili effetti di amplificazione di sito, particolarmente in Val Sabbia per la presenza di terreni di fondazione soffici. Lungo la strada statale che attraversa la Val Sabbia, tra Carpeneda di Vobarno e Clibbio, in una zona soggetta a franamenti di distacco molto frequenti, caddero numerosi massi, anche di rilevanti dimensioni, uno dei quali colpì una casa all'ingresso dell'abitato di Clibbio.

Conclusioni

La distribuzione degli effetti prodotti dal terremoto del 24 novembre 2004 ha evidenziato immediatamente alcune caratteristiche che sono apparse simili a quelle del terremoto del 30 ottobre 1901, il più significativo precedente storico della storia sismica dell'area già scarsamente conosciuta. Questo fatto ha suggerito la necessità di approfondire lo studio sul terremoto del 1901 e successivamente di alcuni terremoti minori localizzati nella medesima area del versante occidentale del Lago di Garda.

Grazie alla revisione fatta nel presente lavoro sono state migliorate le conoscenze di base di alcuni terremoti, sia dal punto di vista del numero di località che nella qualità dell'informazione. In particolare gli eventi del 1892, 1898 e 1901 hanno beneficiato della rilettura critica delle fonti, che ha permesso la correzione di alcuni errori e di valutazioni approssimative presenti nei vecchi studi.

Nelle Tabelle 12 e 13 sono riportati i parametri epicentrali precedenti e successivi al presente studio. Come si può vedere sia le localizzazioni che le stime di energia non cam-

Data	Coordinate	IDP [punti intensità]	Int. epicentrale	Int. massima	Mag.
1826.06.24	45.600 - 10.517	19	V -VI	V -VI	4.7
1879.02.14	45.607 - 10.536	6	V -VI	V -VI	4.6
1892.01.05	45.591 - 10.482	92	VI-VII	VII-VIII	5.0
1898.11.16	45.636 - 10.458	23	V -VI	VI	4.6
1901.10.30	45.580 - 10.500	191	VIII	VIII	5.7

Tabella 12 Terremoti dell'area secondo il catalogo CPTI04 [Gruppo di lavoro CPTI, 2004].

Table 12 Earthquakes of the area as formerly quoted in the catalogue CPTI04 [Gruppo di lavoro CPTI, 2004].

Data	Coordinate	IDP [punti intensità]	Int. epicentrale	Int. massima	Mag.
1826.06.24	45.600 - 10.517	20	VI	VI	4.3
1879.02.14	45.675 - 10.468	13	V	V	4.7
1892.01.05	45.616 - 10.451	93	VI-VII	VII	5.0
1898.11.16	45.701 - 10.372	43	VI	VI	4.6
1901.10.30	45.584 - 10.490	291	VII-VIII	VII-VIII	5.5

Tabella 13 Nuovi parametri dei terremoti oggetto del presente studio.

Table 13 New epicentral parameters of the revised earthquakes.

biano in modo sostanziale, tuttavia il quadro conoscitivo, soprattutto per l'evento del 1901, è decisamente più solido. Come accennato sopra, gli effetti più gravi per il terremoto del 2004 sono stati osservati in alcune località minori della Val Sabbia (Clibbio e Pompegnino); tali effetti sono probabilmente influenzati da condizioni di sito, ma sono certamente imputabili anche, se non soprattutto, alle particolari condizioni di vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio, condizioni che sono emerse in modo significativo anche dalla documentazione disponibile per il terremoto del 1901, in particolare per la località di Pompegnino, ove i danni furono rilevanti.

Danni alle località della Val Sabbia sono attestati anche per i terremoti minori del 1826, 1892 e 1898, anche se in questi casi non è stato possibile acquisire informazioni di maggiore dettaglio. Da sottolineare infine come, sempre nella stessa Val Sabbia, vengano riportati con ricorrenza effetti franosi dovuti ai terremoti studiati in questo lavoro.

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare tutti i colleghi del gruppo operativo QUEST (Quick Earthquake Survey Team) con i quali abbiamo discusso e condiviso molti problemi interpretativi e in particolare Filippo Bernardini, Viviana Castelli, Sergio Del Mese, Emanuela Ercolani, Angelo Massucci e Maurizio Vecchi che hanno contribuito al rilievo degli effetti del terremoto del 2004. Un ricordo speciale va all'amico Luciano Giovani, prematuramente scomparso, che proprio in occasione del terremoto del 2004 aveva ritrovato il piacere di condividere con noi la sua lunga esperienza nel rilievo diretto degli effetti di terremoti.

Bibliografia

Augliera P., Cimini G., Colasanti G., Chiarabba C., Vallocchia M., Marzorati S., D'Alema E., Massa M., De Gori P., Marchetti A., (2006). *Data set Garda 2004*, INGV, only CD Rom.

Augliera P., V. Pessina, L. Luzi, S. Lovati, S. Marzorati, M. Massa, E. Dalema, Di Giacomo D., Mulargia F., Castellano S. (2007). *Task 4 – Garda - Deliverables D14-D15: Scenari di scuotimento al sito Convenzione INGV - DPC 2004-06, Project S3 – Scenari di scuotimento in aree di interesse prioritario e/o strategico*, pp. 48.

Bernardini F., Camassi R., Castelli V., Del Mese., Ercolani E., Giovani L., Massucci A., Milana G., Rossi A., Tertulliani A., Vecchi M., (2005). *Rilievo macrosismico del terremoto del Garda del 24 novembre 2004*, *Ingegneria Sismica*, 2, 44-59.

Boschi E., Ferrari G., Gasperini P., Guidoboni E., Smriglio

G., Valensise G. (a cura di), (1995). *Catalogo dei forti terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1980*. Istituto Nazionale di Geofisica e SGA Storia Geofisica Ambiente. Bologna, SGA, pp. 973.

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Mariotti D., Valensise G., Gasperini P. (eds.), (2000). *Catalogue of strong Italian earthquakes from 461 B.C. to 1997*. *Ann. Geofis.*, vol. 43 (4), 609-868.

Boschi E., Guidoboni E., Ferrari G., Valensise G., Gasperini P., (1997). *Catalogo dei Forti Terremoti in Italia dal 461 a.C. al 1990*, ING/SGA Bologna, pp. 644.

Carulli G.B., Slejko D., (2009). *Seismotectonic characteristics of the Italian central Alps and implications for the seismic hazard*, *Boll. Soc. Geol. It.*, 128, 201-215.

Castaldini D., Panizza M., (1991). *Inventario delle faglie attive tra i fiumi Po e Piave e il lago di Como (Italia Settentrionale)*. *Il Quaternario*, 4(2), 333-410

DISS Working Group, (2009). *Database of Individual Seismogenic Sources (DISS), Version 3.1.0: A compilation of potential sources for earthquakes larger than M5.5 in Italy and surrounding areas*. <http://diss.rm.ingv.it/diss/>, © INGV 2009

Galadini F., Galli P., Cittadini A., Giaccio B., (2001). *Late Quaternary fault movements in the Mt. Baldo-Lessini Mts. sector of the Southalpine area (northern Italy)*, *Geologie en Mijnbouw (Nether. J. Geosc.)* 80, 187-208.

Galadini F., Poli M.E., Zanferrari A. (2005). *Seismogenic sources potentially responsible for earthquakes with M >= 6 in the eastern Southern Alps (Thiene-Udine sector, NE Italy)*. *Geoph. J. Int.*, 161, 3, 739-762.

Galadini F., Stucchi M., (2007). *La sismicità del settore atesino delle Alpi centrali (Italia settentrionale): alcuni problemi aperti, limiti ed implicazioni dell'approccio multidisciplinare (geologico, storico-sismologico, archeosismologico e archeologico-architettonico)*. *Geographica Historica*, Band 24, 82-98.

Gasperini P., Vannucci G., Tripone D., Boschi E., (2010). *The Location and Sizing of Historical Earthquakes Using the Attenuation of Macro seismic Intensity with Distance*. *Bull. Seism. Soc. Am.*, 100, 2035-2066.

Gruppo di lavoro CPTI, (2004). *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani, versione 2004 (CPTI04)*, INGV, Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI/>.

Guidoboni E., G. Ferrari, D. Mariotti, A. Comastri, G. Tarabusi, G. Valensise, (2007). *CFTI4Med, Catalogue of Strong Earthquakes in Italy (461 B.C.-1997) and Mediterranean Area (760 B.C.-1500)*. INGV-SGA. Available from <http://storing.ingv.it/cfti4med/>.

INGV, (2010). *ISIDe Working Group: Italian Seismological Instrumental and parametric database*. <http://iside.rm.ingv.it>.

Livio F. A., Berlusconi A., Michetti A. M., Sileo G., Zerboni A., Trombino L., Cremaschi M., Mueller K., Vittori

- E., Carcano C., Rogledi S., (2009). *Active fault-related folding in the epicentral area of the December 25, 1222 (Io=IX MCS) Brescia earthquake (Northern Italy): Seismotectonic implications*. *Tectonophysics* 476 320–335, doi:10.1016/j.tecto.2009.03.019.
- Molin D., Bernardini F., Camassi R., Caracciolo C. H., Castelli V., Ercolani E., Postpischl L., (2008). *Materiali per un catalogo dei terremoti italiani: revisione della sismicità minore del territorio nazionale*. *Quaderni di Geofisica*, 57, pp. 75 + CD-Rom.
- Postpischl D., (1985). *Catalogo dei terremoti italiani dall'anno 1000 al 1980*. *Quaderni della Ricerca Scientifica*, 114 2B, Bologna.
- Sauro U. and Zampieri D., (2001). *Evidence of recent surface faulting and surface rupture in the Fore-Alps of Veneto and Trentino NE Italy*. *Geomorphology* 40, 169-184.
- Stucchi et al., (2007). *DBMI04, il database delle osservazioni macrosismiche dei terremoti italiani utilizzate per la compilazione del catalogo parametrico CPTI04*. <http://emidius.mi.ingv.it/DBMI04/>, *Quaderni di Geofisica*, 49, pp. 38.
- Zanon F S., (1937). *Storia sismica della provincia di Venezia*. *Annuario Osservatorio Geofisico del Seminario Patriarcale di Venezia*, s. 2a, 10, 53-89.
- Meteor. E Geodin., serie II, vol. XI, 1889, parte III, 341-346.
- Baratta M., (1897). *Materiali per un catalogo dei fenomeni sismici avvenuti in Italia (1800-1872)*. *Mem. della Soc. Geogr. Ital.*, 2, 81-64.
- Baratta M., (1901a). *I terremoti d'Italia*. Torino.
- Baratta M., (1901b). *I recenti terremoti di Salò*. *Bollettino della Società Geografica Italiana*, s. IV, vol. 2, a. 35, vol. 38, 973-975, Roma.
- Baratta M., (1902). *Sui recenti terremoti di Salò*. *Bollettino della Società Geografica Italiana*, s. IV, vol. 3, a. 36, vol. 39, Roma.
- Bernardis G., Giorgetti F., Nieto D., Slejko D., (1977). *Earthquakes catalogue for Eastern Alps Region*. OGS, Trieste.
- Bettoni P., (1888). *Note storiche su terremoti [dell'area del Lago di Garda]*. *Ann. Uff. Meteorologico e geodinamico It.*, s. 2a, 8, p. 4a, 1886.
- Bettoni P., (1892). *Il terremoto del 5 gennaio 1892 sul lago di Garda*. *Boll. Mens. Osserv. Moncalieri*, vol. XII, 60-62.
- Bettoni P., (1901). *Il terremoto di Salò del 30 ottobre 1901*. *Bollettino mensile dell'osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri*. S. II, vol. 21, Torino, pp. 45.
- Bettoni P., (1907). *I terremoti della regione benacense*. *Bollettino bimensuale dell'osservatorio del R. Collegio Carlo Alberto in Moncalieri*. S. III, vol. 26, Torino, 29-34; 45-53; 64-67.
- Bettoni P., (1908). *Cronistoria sismica della regione benacense*. *Commentari dell'Ateneo di Brescia per l'anno 1908*, Brescia.
- Bettoni P., (1915a). *Osservazioni sulla previsione dei terremoti*. *Commentari dell'Ateneo di Brescia per l'anno 1914*, Brescia.
- Bettoni P., (1915b). *Note del R. Osservatorio Meteorologico-Geodinamico di Salò*. Anno 1908-1909, Brescia.
- Bettoni P., (1917). *Notizie geodinamiche*. *Commentari dell'Ateneo di Brescia per l'anno 1916*, Brescia.
- Bettoni P., (1934). *Osservazioni geosismiche*. *Commentari dell'Ateneo di Brescia per l'anno 1933*, Brescia.
- Biati G., (1980). *Atlante Valsabbino: uomini, vicende e paesi*, Brescia.
- Bollettino Mensuale dell'Osservatorio Centrale del Real Collegio in Moncalieri, Terremoto del 30 ottobre 1901, appunti de' giornali*, S. 2, vol. 21, Torino 1901, 45-46.
- Brioso T., (1902). *Meteorologia, Osservatorio di Brescia*, *Commentari dell'Ateneo di Brescia per l'anno 1902*. Brescia, pp. 418.
- Bullettino del Vulcanismo Italiano*, 1879.
- Cacciamali G.B., (1902). *Bradisismi e terremoti nella regione benacense*. *Commentari dell'Ateneo di Brescia per l'anno 1902*, Brescia.

Fonti e studi utilizzati per la revisione dei terremoti

- Anni R. e Galvagni F., (1999). *Chiesa e popolo a Carpeneda. Una storia del novecento*, Brescia.
- Archivio Centrale dello Stato, Verbali di deliberazione della Giunta Municipale di Caccavero, anni 1898-1907. Verbali di deliberazione del Consiglio Comunale di Caccavero, dal 20-05-1900 al 17-04-1904.
- Archivio dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia, UCMG, (1901), *Cartoline sismiche*. Uff. Centr. di Meteorologia e Geodinamica. Mss. dell'Archivio dell'Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia.
- Archivio dell'Osservatorio Meteorologico di Parma, *Osservazioni giornaliere dell'anno 1901*, 1901.
- Archivio dell'Osservatorio Meteorologico e Sismico del Seminario vescovile di Chiavari, *Cartoline sismiche sul terremoto del 30 ottobre 1901*, 1901.
- Archivio dell'Osservatorio Meteorologico di Cremona, *Osservazioni meteoriche, 30 ottobre 1901*, 1901.
- Archivio Diocesano di Mantova, *Stato delle anime della parrocchia di Brusatasso per gli anni dal S. Michele 1900 al S. Michele 1905*.
- Archivio Storico del comune di Vobarno, Fascicolo di documenti vari sul terremoto del 30 ottobre 1901, Busta 43, fasc. 4.1, 1901.
- Baratta M., (1892). *Il terremoto della riviera bresciano-veronese del lago di Garda del 5 gennaio 1892*. *Annali Uff. Centr.*

- Cancani A., (1899). *Notizie sismiche compilate dal Prof. Adolfo Cancani*. In "Notizie sui terremoti osservati in Italia durante l'anno 1898". R. Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica. Supplemento al Bollettino della Società Sismologica Italiana (BSSI), vol. V, Roma.
- Cancani A., (1902). *Notizie sui terremoti osservati in Italia durante l'anno 1901*. R. Uff. Centr. Meteor. Geod. Suppl. al Boll. Soc. Sism. It., 8 (1902-1903).
- Cavasino A., (1935). I terremoti d'Italia nel trentacinquennio 1899-1933. Mem. R. Uff. Centr. di Meteor. e Geof. Appendice al vol. IV, s. III, pp. 266. Roma
- Comandini A., (1902-07). L'Italia nei Cento Anni del Secolo XIX (1801-1900) giorno per giorno illustrata (1826-1849). Vol. 2. Milano.
- Corriere della sera, Milano, 1892.01.07-08, n. 7.
- Corriere della sera, Milano, 1892.01.12-13, n. 12.
- Corriere della sera, Milano, 1901.10.31-11.01.
- Corriere della sera, Milano, 1901.11.1-2.
- Corriere della sera, Milano, 1901.11.7-8.
- Cruciani Foffa M. T. e Foffa Mazzola M., (1977). *L'Osservatorio ieri ed oggi, 1877-1977*, Osservatorio Meteorologico e Stazione Sismica "Pio Bettoni" Salò, Salò.
- Donni G., (1998). *Provaglio e i provagliesi*, Provaglio d'Iseo.
- ENEL, (1985). *Studi e indagini per l'accertamento della idoneità tecnica delle aree suscettibili di insediamento di impianti nucleari per le Regioni Piemonte, Lombardia e Puglia: indagini di sismica storica*. Rapporti tecnici predisposti da ISMES-SGA, Roma. [riservato]
- Fanfulla di Lodi. Giornale settimanale, 1901.11.02.
- Gasparini C., Giovani L., (1973). *Attività sismica in Italia nell'anno 1970*. Ann. Geof., 26 (2-3), 445-482.
- Gazzetta d'Asti, 1901.11.02, n. 44.
- Gazzetta dell'Emilia, Bologna, 1901.11.01.
- Gazzetta di Mantova, 1826.07.08.
- Gazzetta di Mantova, 1901.10.30-31, n. 297.
- Gazzetta di Venezia, Venezia, 1901.10.31, n. 302.
- Gazzetta di Venezia, Venezia, 1901.11.1, n. 303.
- Gazzetta di Venezia, Venezia, 1901.11.2, n. 304.
- Gazzetta di Venezia, Venezia, 1901.11.8, n. 310.
- Gazzetta Ferrarese, 1901.10.31, n. 300.
- Gazzetta Piemontese, 1826.07.08.
- Gazzetta Piemontese, 1879.02.15.
- Gazzetta Piemontese, 1879.02.22.
- Gazzetta Piemontese, 1892.01.06-07.
- Gazzetta Piemontese, 1892.01.07-08.
- Gazzetta provinciale di Bergamo, 1901.11.01.
- Ghidinelli L. e Ghezzi V., (2002). *La Rocca di Sabbio Chiese. Da fortezza a santuario*, Nuvolera (BS).
- Goiran A., (1880). *Storia sismica della Provincia di Verona*. pp. 153. Verona.
- Goiran A., (1892). *Sul terremoto bresciano-veronese del 5 gennaio 1892*. Boll. Mens. Osserv. Moncalieri, vol. XII, 58-60.
- Il Campanile. Giornale della città e del circondario di Treviglio, 1901.11.02.
- Il Cittadino di Brescia, 1879.02.14-15.
- Il Cittadino di Brescia, 1898.11.18.
- Il Cittadino di Brescia, 1901.10.31.
- Il Cittadino di Brescia, 1901.11.02.
- Il Cittadino di Brescia, 1901.11.06.
- Il Cittadino di Brescia, 1901.11.11.
- Il Cittadino di Mantova, 1901.10.30-31.
- Il Corriere del Polesine, Rovigo, 1901.10.31-11.01.
- Il Corriere del Verbano, Luino, 1901.11.06.
- Il Corriere delle Valli Stura e Orba, Ovada, 1901.11.03, n. 355.
- Il Fieramosca, Firenze, 1901.10.31.
- Il Giornale di Brescia, 1970.04.20.
- Il Resto del Carlino, 1901.10.31-11.01.
- Il Resto del Carlino, 1970.04.20.
- Il Secolo XIX, 1901.11.01-02, n. 303.
- Il Secolo, Gazzetta di Milano, 1901.10.31-11.01.
- Il Secolo, Gazzetta di Milano, 1901.11.01-02.
- Il Torrazzo di Crema, 1901.11.02.
- Il Veneto di Padova, 1901.10.31.
- ING, (1970). *Bollettino sismico*, Istituto Nazionale di Geofisica, Roma.
- Il Corriere della Sera, 1970.04.20.
- L'Adige di Trento, 1970.04.20.
- L'Adige, Verona, 1901.11.01.
- L'Adige, Verona, 1901.10.31.
- L'Arena di Verona, 1970.04.20.
- L'Arena, Verona, 1901.10.31-11.01.
- L'Avvenire, Bologna, 1901.10.31-11.01, n. 131.
- L'Eco del Popolo, Gazzetta di Crema, 1901.11.02.
- L'Eco del Popolo. Giornale dei socialisti della provincia di Cremona, 1901.11.02-03.
- L'Eco di Bergamo, 1901.11.30-31.
- L'Osservatore Romano, Città del Vaticano, 1901 1901.10.31, n. 252.
- L'Osservatore Romano, Città del Vaticano, 1901 1901.11.1, n. 253.
- L'Osservatore Romano, Città del Vaticano, 1901 1901.11.3, n. 254.
- La Gazzetta del Popolo, Torino, 1901.10.31, n. 302.
- La Gazzetta del Popolo, Torino, 1901.11.1, n. 303.
- La Gazzetta del Popolo, Torino, 1901.11.2, n. 304.
- La Gazzetta ferrarese, 1901.10.31, n. 300.
- La Lega Lombarda, Milano, 1892.01.7-8, n. 6.
- La Lega lombarda, Milano, 1901.11.01-02.
- La Lega lombarda, Milano, 1901.11.06-07.
- La Lombardia, Milano, 1901.10.31.
- La Lombardia, Milano, 1901.11.1.
- La Lombardia, Milano, 1901.11.30, s.n..
- La Lombardia, Milano, 1901.11.7.
- La Nazione, 1901.10.31-11.01.
- La Nazione, Firenze, 1892.01.05, n. 5.
- La Nazione, Firenze, 1892.01.06, n. 6.
- La Nazione, Firenze, 1892.01.07, n. 7.

- La Nazione, Firenze, 1892.01.08, n. 8.
- La Provincia di Brescia, 1901.10.31, n. 301.
- La Provincia di Brescia, 1901.11.01, n. 302.
- La Provincia di Brescia, 1901.11.03, n. 303.
- La Provincia di Brescia, 1901.11.10, n. 310.
- La Provincia di Brescia, 1901.11.20, n. 320.
- La Provincia di Mantova, 1901.11.01.
- La Provincia di Padova, 1901.10.31-11.01.
- La Provincia Pavese, 1901.11.01/02, n. 131.
- La Sentinella Bresciana, 1901.10.31, n. 301.
- La Sentinella Bresciana, 1901.11.01, n. 302.
- La Stampa, Torino, 1898.11.18.
- La Tribuna, Roma, 1901.10.31, n. 303.
- La Tribuna, Roma, 1901.11.8, n. 310.
- Libertà, 1901.10.31.
- Mercalli G., (1883). *Vulcani e fenomeni vulcanici in Italia*. In: G. Negri, Stoppani, A., Mercalli, G., *Geologia d'Italia*, parte 3, Milano, 1883.
- Mercalli G., (1897). *I terremoti della Liguria e del Piemonte*, pp. 147, Napoli.
- Ministero di Agricoltura, Industria e Commercio, (1905). *Annali del credito e della previdenza*, a. 1905, Provvedimenti a favore dei danneggiati dai terremoti, dalle alluvioni e dalle frane. Leggi, Decreti, Regolamenti Circolari e Norme, Roma.
- Pelizzari L., (1972). *Sabbio Chiese attraverso i secoli*, Brescia.
- Pelizzari L., (1992). *Sabbio Chiese: un paese nella storia*, Verona.
- Perrey A., (1846). *Mémoire sur les tremblements de terre dans le bassin du Danube*. Annales des Science Physiques et Naturelles, d'Agriculture et d'Industrie, 9, Société Royale d'Agriculture etc. de Lyon, Lyon, 333-414.
- Perrey A., (1848). *Mémoire sur les tremblements de terre de la péninsule italique*. Mémoires couronnés et mémoires des savant étrangers, 22, Académie Royale de Belgique, Bruxelles, 1-144.
- Piovene G., (1888). *Cronaca dei terremoti a Vicenza*. Ann. Uff. Meteorologico e Geodinamico It., s. 2a, 8, p. 4a, 47-57.
- Tonni A., (1998). *Diario storico sopra la chiesa parrocchiale di S. Michele Provaglio Sopra*, Cavagnolo (TO).
- UCMEA, (1948-1975). *Protocollo delle Cartoline Sismiche*. Mss. dell'Ufficio Centrale di Meteorologia ed Ecologia Agraria, Roma.
- UCMG, (1892). *Bollettino Meteorico*. Supplemento II, continuazione e appendice per l'anno 1891, n. 32/1 febbraio.
- UCMG, (1892). *Cartoline sismiche pervenute all'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica*.
- UCMG, (1898). *Cartoline sismiche pervenute all'Ufficio Centrale di Meteorologia e Geodinamica*.
- Vaglia U., (1955). *Vicende storiche della Valsabbia dal 1580 al 1915*, Brescia. *Commentari dell'Ateneo di Brescia per il 1955*.
- Vaglia U., (1970). *Storia della Vallesabbia*, Brescia.
- Valdini A., (1909). *Vobarno e il suo territorio a traverso i tempi*. Brescia. *Illustrazione Bresciana*, 1909, n. 160.
- Venturini D., Dusi V. (1994), *Il secolo XX. Il terremoto del 1901*, in: *Roè Volciano nella storia*, Roè Volciano (BS), 101-102.
- Verona Fedele, 1901.10.31.

Indice

1. La sismicità dell'area del Garda occidentale	4
2. Revisione dei terremoti minori del Garda occidentale	6
2.1 Il terremoto del 24 giugno 1826	7
2.2 Il terremoto del 14 febbraio 1879	8
2.3 Il terremoto del 5 gennaio 1892	10
2.4 Il terremoto del 16 Novembre 1898	13
2.5 Il terremoto del 19 aprile 1970	14
3. Il terremoto del 30 ottobre 1901	14
3.1 Stato delle conoscenze	14
3.2 La ricerca di nuove fonti	16
3.3 I risultati	17
4. Il terremoto del 24 novembre 2004	24
4.1 L'evento del 24 novembre 2004	24
4.2 La distribuzione del danno	25
Conclusioni	28
Ringraziamenti	29
Bibliografia	29
Fonti e studi utilizzati per la revisione dei terremoti	30

Coordinamento editoriale e impaginazione

Centro Editoriale Nazionale | INGV

Progetto grafico e redazionale

Daniela Riposati | Laboratorio Grafica e Immagini | INGV

© 2011 INGV Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia

Via di Vigna Murata, 605

00143 Roma

Tel. +39 06518601 Fax +39 065041181

<http://www.ingv.it>



Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia