

## CARTE TEMATICHE “STORICHE” DA ELABORAZIONI GIS DI DATI TECNICO-AMMINISTRATIVI RELATIVI A TERREMOTI DEL PASSATO

Fabrizio Terenzio GIZZI, Maria Rosaria POTENZA, Cinzia ZOTTA

Istituto per i Beni Archeologici e Monumentali (IBAM)-CNR-  
C.da S. Loja – 85050 Tito Scalo (PZ) –Tel.: +39 (0) 971 427 329– Fax: +39 (0) 971 427 333  
e-mail: f.gizzi@ibam.cnr.it

### Riassunto

Il contributo analizza le funzionalità del GIS per archiviare ed esaminare informazione tecnico-amministrativa riguardante forti terremoti storici. In particolare, è discusso l'uso del GIS per valutare la qualità dell'informazione ed analizzare specifici aspetti connessi all'evento naturale. Il terremoto considerato è quello irpino del 23 luglio 1930 ( $I_0=X$  MCS;  $M_e=6.7$ ), l'area indagata è quella situata a nord-est della Basilicata (area del Vulture).

### Abstract

This paper analyses the use of Geographic Information System (GIS) in storing and managing data concerning strong historical earthquakes. In detail, it is discussed the use of GIS for to evaluate the quality of the information and to analyse some aspects of the natural event. The event analysed is the 1930 Irpinia earthquake ( $I_0=X$  MCS;  $M_e=6.7$ ), whereas the area investigated is the northeast portion of Basilicata (Southern Italy).

### 1-Introduzione

La raccolta e l'analisi correlata dell'informazione associata a terremoti storici può essere utile in duplice prospettiva: valutare l'affidabilità dell'informazione reperita ed elaborare output funzionali ad analizzare specifici aspetti connessi all'evento naturale. Entrambi questi obiettivi possono essere raggiunti attraverso le funzionalità di gestione territoriale dei dati proprie dei GIS.

La letteratura evidenzia pochi casi di studio condotti con queste finalità. Infatti, mentre il primo aspetto non ha ancora trovato applicazioni, il secondo è di norma orientato alla sola analisi dei livelli territoriali di danno che, integrati e correlati con livelli informativi a carattere geologico-geofisico, contribuiscono ad identificare le aree a maggiore pericolosità sismica (es.: Cubellis et al., 2004; Giammarinaro et al., 2005).

In questo contributo sono brevemente esposti i risultati dell'uso di un GIS per la redazione di mappe tematiche “storiche” utili sia per effettuare test di affidabilità dell'informazione disponibile (es.: del danno) sia per analizzare specifici aspetti (es.: risposta istituzionale all'evento, caratteri tecnici degli interventi di ricostruzione/riparazione).

Il terremoto esaminato è quello irpino del 23 luglio 1930, l'area indagata è quella gravitante attorno all'ex vulcano Vulture (Basilicata), fortemente colpita dall'evento.

I dati sono stati implementati e gestiti con il software GE.NE.SYS.shp. (Geoprogetti S.r.l.).

### 2-Il terremoto del 1930: la documentazione digitalizzata nel GIS

Il terremoto del 23 luglio 1930 ( $I_0=X$  MCS;  $M_e=6.7$ ) può considerarsi per estensione e distruttività dell'area colpita uno dei più disastrosi eventi sismici del XX secolo. L'evento colpì, alle ore 00:08 GMT, un'area estesa circa 6.500 kmq e causò i maggiori effetti su di un territorio compreso tra Melfi ed Ariano Irpino (Fig. 1).



Figura 1 – Localizzazione dell'area di studio e dell'epicentro del terremoto del 23 luglio 1930

I morti furono 1404, quasi tutti nella provincia di Avellino, dove perirono 1.052 persone, mentre nella provincia di Potenza vi furono 214 morti. I centri del Vulture subirono considerevoli danni, mentre il capoluogo di regione subì lievi effetti (Gizzi, 2004; Gizzi and Masini, 2004; Gizzi and Masini, 2006; Gizzi and Masini, 2007).

Per analizzare tutti gli aspetti connessi al terremoto nell'area del Vulture è stata esaminata la copiosa ed inedita documentazione a suo tempo prodotta dall'Ufficio del Genio Civile di Melfi.

Le fonti consultate sono suddivise in due serie: Serie Generale e Serie Specifica.

La prima serie, costituita da oltre 100 unità archivistiche, riguarda principalmente aspetti amministrativi legati alla ricostruzione post-sisma.

La seconda serie è costituita, invece, da oltre 200 unità archivistiche. Per ogni comune (8) e per ogni fabbricato, è disponibile un fascicolo predisposto dal Genio Civile comprendente le perizie dei danni e la documentazione amministrativo-contabile riguardante la ricostruzione. I documenti conservati in questa Serie consentono di ottenere informazioni generali sull'immobile (es.: proprietario, dati catastali, confinanti) e dati tecnico-amministrativi (es.: descrizione diretta od indiretta del danno, costi e tempi della ricostruzione, reddito del proprietario).

Per ogni comune è anche disponibile lo stralcio catastale urbano storico (scala 1:1.000) risalente alla fine del XIX secolo, indispensabile sia per la localizzazione dell'immobile sia per una rappresentazione dei tematismi.

### 3-Struttura dei dati, analisi e mappe tematiche

Le mappe catastali storiche di ciascun comune, una volta georeferenziate, sono state importate nel progetto GIS adoperando il *tool* "Gestore Cartografie". Altre cartografie recenti utili sia per localizzare alcuni edifici posti nell'area esterna al centro abitato sia per individuare l'evoluzione urbana, costituiscono l'altra porzione del database dei riferimenti territoriali adottati (es.: carta tecnica regionale in scala 1:5.000, foglio IGM scala 1:25.000, foto aeree alla scala 1:3.000).

Mediante il *tool* di modifica grafica associato al menù "Gestore Piani" le cartografie catastali di ogni comune danneggiato sono state vettorializzate. Ciò ha consentito l'identificazione delle unità elementari (particelle) alle quali associare, in modo univoco tramite database MSAccess, i dati disponibili per gli edifici censiti dal Genio Civile. Quindi, per ogni paese esaminato sono state predisposte altrettante tabelle, formate da *campi primari* e *campi secondari* (Fig.2). Mentre i primi (14) derivano da digitalizzazione di dati originali inediti (testuali o numerici), i secondi (4) derivano da *elaborazioni* analitiche dei campi primari, ottenute con funzioni proprie del GIS o attraverso una *parametrizzazione* delle informazioni descrittive.

Esempi di campi secondari ottenuti da elaborazioni tramite GIS sono il computo, attraverso la funzione 'Inserimento Campo Calcolato', della durata dei lavori o dell'importo delle minori spese sostenute dal Genio Civile in sede di contabilizzazione finale dei lavori di ricostruzione.

Esempio di parametrizzazione dell'informazione è l'attribuzione del livello di danneggiamento effettuato sulla base del confronto tra la descrizione delle patologie strutturali effettuate dai tecnici del Genio Civile e quelle previste dalle cinque classi di danno (D1-D5) contemplate dalla scala macrosismica EMS-98.

Ditta	Mappale	Busta	Fascicolo	Via	Distrutta	Contini	EdPub	EdRel	Elaborati	Sussidi	ImpPer	DataPer	DataColl	ImpCorr	ImpRev	Int.
Di. G. e D.	933	292	182	Leopoldo Chiari	No	ND	No	No	Si	No	5200	21/10/1930	07/11/1931	5392	4290	21/07/19
E. di Miroballi D.	968	299	576	Leopoldo Chiari	No	ND	No	No	Si	No	13100	14/10/1930	09/06/1934	11367	11366	10/07/19
Turtura Michele	970	251	307	Valentino Tallauo	No	Strada	No	No	ND	No	8100	09/12/1930	25/05/1934	8100	8099	20/10/19
Labriola Donato	971	267	324	Leopoldo Chiari, 46	No	Labriola Donato e Ri	No	No	Si	Si	5800	23/01/1931	23/07/1930	0	0	23/07/19
Perrella Mariano	971/4	268	101	S. Nicola/Molfese 10	No	Gioiosa Donato e Mi	No	No	Si	No	6700	21/10/1930	10/06/1932	9438	5237	14/03/19
Labriola Rocco	971/5	267	323	Leopoldo Chiari, 44	No	Labriola Donato	No	No	ND	No	3500	23/01/1931	23/07/1930	0	0	23/07/19
Perrella Mariano	971-2	260	511	San Nicola 16 e 12	No	Fusco Michele, Miro	No	Si	Si	Si	1100	20/02/1931	23/07/1930	0	0	23/07/19
Labriola Michele M.	972	245	231	Leopoldo Chiari, 60	No	Labriola Donato	No	No	Si	No	21280	24/11/1930	16/10/1933	15415	15414	19/04/19
Miroballi Rocco	972/3	255	559	San Nicola	No	ND	No	No	Si	No	900	24/02/1931	10/09/1933	691	690	10/04/19
Martino Antonio	975	295	544	Amelia, 28	No	ND	No	No	Si	No	7560	30/01/1931	20/12/1933	7560	7559	30/04/19
E. di Perrella D.A.	976/4	258	465	Molfese, 24	No	Eredi Martino Pasqua	No	No	Si	Si	6000	03/03/1931	23/07/1930	0	0	23/07/19
Labriola Antonio	976/5	268	605	Chian, 79	No	Anastasia Pasquale	No	No	Si	No	14600	15/01/1931	06/04/1934	13140	12070	15/09/19
Gioiosa Giuseppe	977	259	468	Molfese	No	Eredi Perrella Dome	No	No	Si	No	12000	12/01/1931	08/08/1934	6396	6395	15/10/19
Anastasia Pasquale	978	252	123	Chian/Molfese, 3	No	Labriola M. e A. Perr	No	No	No	No	3895	30/10/1930	24/11/1932	14043	14042	04/07/19
Perrella Pasquale	981/1	261	258	Molfese 17/V. Eman	No	Perrella Mariano, Mi	No	No	Si	No	11700	24/11/1930	20/04/1932	9636	9635	15/06/19
Perrella Michele	981/2	245	232	Vittorio Emanuele 38	ND	ND	No	No	ND	Si	0	24/11/1930	23/07/1930	0	0	23/07/19
Perrella Antonio	981/7	261	252	Molfese, 15	No	ND	No	No	Si	No	26500	24/11/1930	19/05/1934	23751	23750	01/09/19
Perrella Donato	982	266	156	Molfese	No	Eredi Michele Gioia	No	No	Si	No	8100	31/10/1930	16/02/1932	9300	7752	14/03/19
Perrella Mariano	982	249	154	Andrea Molfese	No	Perrella Antonio, Peri	No	No	Si	No	17000	30/10/1930	11/06/1932	13639	13638	02/04/19
Chian Leopoldo	982/2	243	186	Vittorio Emanuele, 10	No	Penella Michele	No	No	No	No	3895	30/10/1930	24/11/1932	2107	0	28/12/19
E. di Gioiosa Michele	983	256	162	Molfese	No	Gioiosa Giuseppe, Pi	No	No	Si	No	13800	30/10/1930	05/06/1933	10483	8794	15/03/19
Gioiosa Vito	983/2	266	153	Vittorio Emanuele	No	Gioiosa Donato, Eredi	No	No	Si	No	6800	30/10/1930	07/09/1932	7741	5585	20/12/19
Gioiosa Donato	983/3	258	459	Vittorio Emanuele, 10	No	Gioiosa Vito	No	No	Si	Si	1000	08/01/1931	23/07/1930	0	0	23/07/19
Gioiosa Giuseppe	986	258	452	Molfese	No	Eredi Gioiosa Micheli	No	No	Si	No	7500	08/01/1931	02/05/1934	5767	5766	20/10/19
Savino Isabella	986/2	251	417	Vittorio Emanuele, 11	No	Gioiosa Donato, Leti	No	No	Si	No	7800	08/01/1931	23/07/1930	6225	6224	20/03/19
Gioiosa P. e M.	987	256	415	Vittorio Emanuele, 11	No	Gioiosa Angelo, Peri	No	No	Si	No	11100	08/01/1931	16/12/1934	4206	4207	15/05/19
Gioiosa M. e C.	989	246	443	Vittorio Emanuele	No	Perrella Mariano, E. c	No	No	ND	No	16500	28/01/1931	10/12/1932	11377	11376	30/03/19
Eredi Perrella D.A.	991/3	258	454	Molfese 37/Vittorio E	ND	ND	No	No	Si	No	9100	16/01/1931	15/10/1932	4838	4837	02/05/19
Gioiosa Donato	991/5	258	460	Vittorio Emanuele, 12	No	Martino Pasquale, Li	No	No	Si	No	2000	16/01/1931	15/10/1932	1245	1244	01/05/19
Martino Michele	991/7	267	312	Molfese, 41	No	Eredi Perrella D. A., N	No	No	Si	No	15100	16/01/1931	13/07/1932	30065	14180	21/06/19
Martino Donato	992/1	252	118	Andrea Molfese, 43	No	Martino Michele e M., N	No	No	Si	No	18000	21/10/1930	25/06/1932	17183	17182	14/03/19
Martino Mariano	992/5	246	444	Leopoldo Chiari	No	Pila Michele e strada	No	No	Si	Si	8100	12/01/1931	23/07/1930	0	0	23/07/19
Messere G. e R.	994	254	597	Olimicello/Pantaleoni	No	Strada	No	No	Si	No	19440	26/02/1931	20/06/1936	21254	19463	18/08/19
Rubano Pasquale	996	261	251	Pantaleone	No	Savino Giuseppe, Gi	No	No	Si	No	3040	24/11/1930	26/06/1933	1151	1150	10/05/19
Savino Isabella	996/1	249	234	Pantaleone, 10-16	No	Gioiosa Antonio e str	No	No	Si	No	11500	24/11/1930	27/05/1933	7659	7658	04/06/19
Savino Giuseppe	996/3	250	372	Pantaleone	No	Savino Isabella	No	No	Si	No	7300	15/10/1930	15/01/1934	6802	6801	30/07/19
Gioiosa Michele	1001	265	293	Olimicello, 22	No	Ciadella Donato, Mir	No	No	Si	No	4100	10/12/1930	18/06/1935	6675	4100	15/10/19
Perrella Vito	1001	259	473	Olimicello, 22	No	Miroballi Antonio, Gi	No	No	Si	No	7600	03/03/1931	21/05/1934	5461	5460	20/10/19
Gioiosa Angelo	10045	267	311	Pantaleone	No	Gioiosa Giovanni, Mi	No	Si	No	No	10300	20/01/1931	07/10/1933	6953	2241	25/06/19
Gioiosa Antonio	1006	254	221	V. Emanuele/San Pie	No	Summa Michele	No	No	Si	No	13300	30/10/1930	28/11/1932	10687	10686	15/10/19
Gioiosa Vito e Farini	1008	265	538	Montanari	Nn	ND	No	Nn	Si	No	5100	09/01/1931	26/11/1933	4162	4161	15/08/19

Figura 2 – Porzione della tabella del database, costituita da campi 'primari' e 'secondari' (v. testo)

I dati relativi a ciascun immobile possono essere visualizzati e consultati in duplice modalità: direttamente dalla tabella, selezionando il record corrispondente al numero della particella catastale ricercata oppure selezionando graficamente l'edificio dalla mappa catastale vettorializzata ed attivando i menù 'Database dei Selezionati' e 'Dati in primo piano' che automaticamente attivano la finestra del database con visualizzazione del record corrispondente.

Il collegamento univoco tra dato grafico e record nel database consente, attraverso il 'Gestore Tematismi', la generazione di livelli informativi che possono essere utilizzati per un duplice obiettivo: valutare la qualità dell'informazione reperita ed elaborare carte tematiche riguardanti specifici aspetti connessi al terremoto.

Riguardo il primo aspetto, diversi tematismi sono stati correlati per valutare l'affidabilità delle descrizioni dei danni. La distribuzione territoriale degli effetti è stata effettuata computando il numero degli immobili danneggiati ricadenti in celle quadrate delle dimensioni 46x46 m appartenenti ad una griglia rettangolare di 252 celle ricoprente l'intero centro storico e parte dell'immediata periferia. Tuttavia, considerando che il conteggio degli edifici (poligoni) è corretto solo per oggetti completamente interni alla cella, il computo è stato effettuato dopo aver trasformato il layer poligonale catastale in *shapefile* di centroidi. Assimilando gli edifici a dei punti si ha, quindi, la certezza di aver conteggiato tutti gli immobili per ciascuna cella.

I dati relativi per il comune di Ripacandida (PZ) rivelano che la frequenza degli immobili affetti da livelli di danno D3-D4 è maggiore nella porzione centro-meridionale (celle verde-rosso). Per contro, la frequenza degli edifici affetti da danno D1-D2 è maggiore nell'area occidentale (Fig.3).

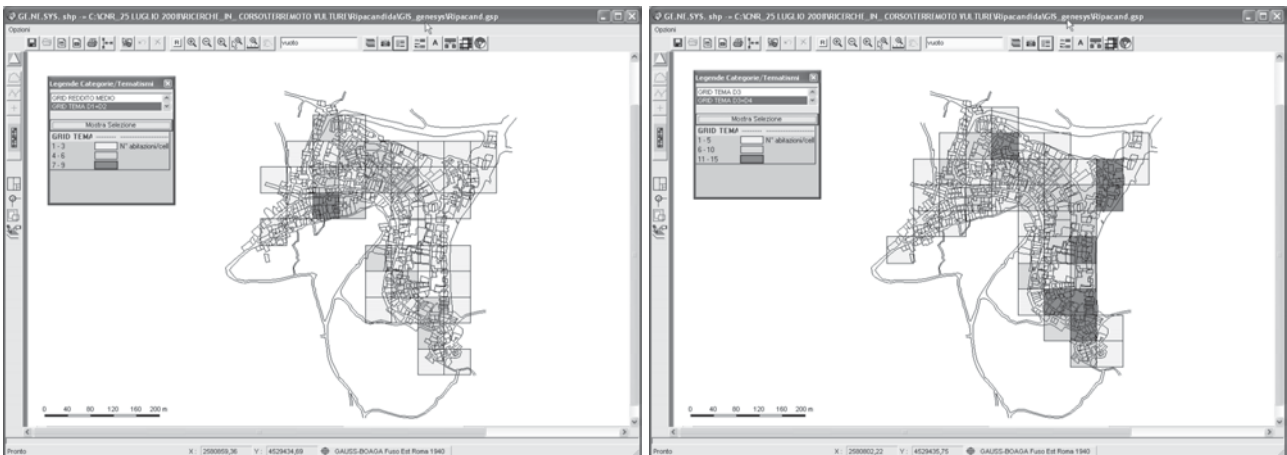


Figura 3 – Distribuzione dei livelli di danno D1-D2 (sinistra) e D3-D4 (destra) per il comune di Ripacandida. Il conteggio degli edifici per ogni cella è stato effettuato dopo aver trasformato il layer poligonale in shapefile di centroidi.

Questi dati sono, ad esempio, in buon accordo con la distribuzione territoriale cumulativa per cella del numero di giornate lavorative occorse per la ricostruzione. Infatti, è possibile notare come i valori più elevati ricalchino la distribuzione del danno maggiore (livelli D3-D4) (Fig. 4a). Analoghe osservazioni possono essere fatte dall'analisi della distribuzione degli importi delle perizie approvate dal Genio Civile. Gli importi minori sono più frequenti nel settore occidentale del centro storico dove il numero di immobili con danno D1-D2 è elevato (Fig. 4b).

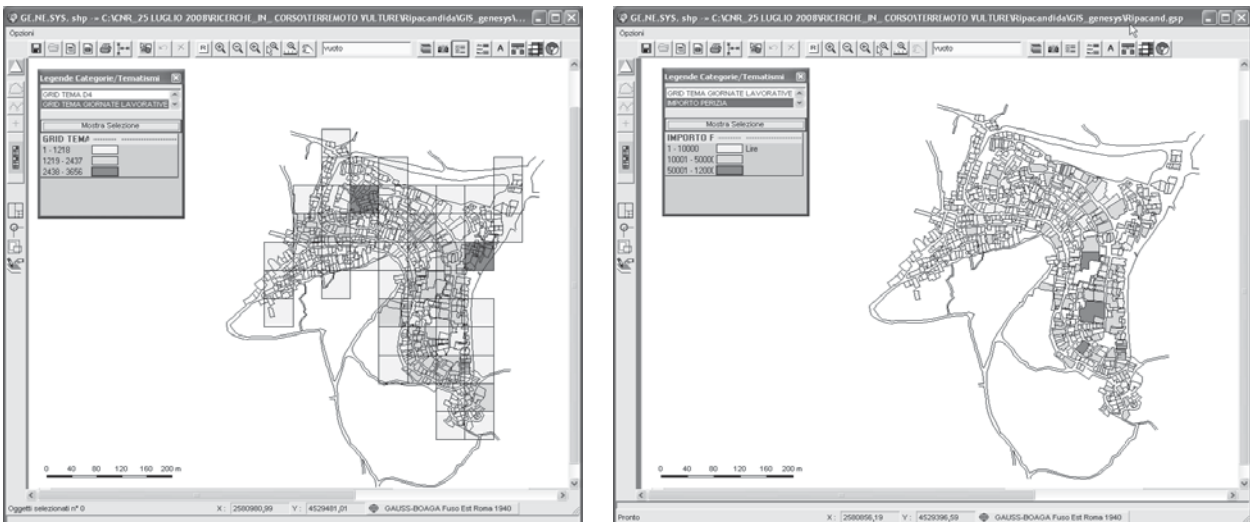


Figura 4 a)-sinistra- Distribuzione territoriale cumulativa per cella del numero di giornate lavorative occorse per la ricostruzione. I valori più alti (verde-rosso) ricalcano la distribuzione del danno maggiore; b)-destra- Distribuzione degli importi delle perizie. Si nota come i valori più bassi siano più frequenti nel settore ovest del centro storico, dove il danno complessivo è minore.

La costruzione di tematismi è utile anche per analizzare aspetti particolari connessi all'evento sismico. L'accuratezza nella redazione delle perizie, ad esempio, può esser messa in evidenza dalla frequenza di rapporti tecnici nei quali i danni sono direttamente descritti dai rilevatori (Fig. 5).



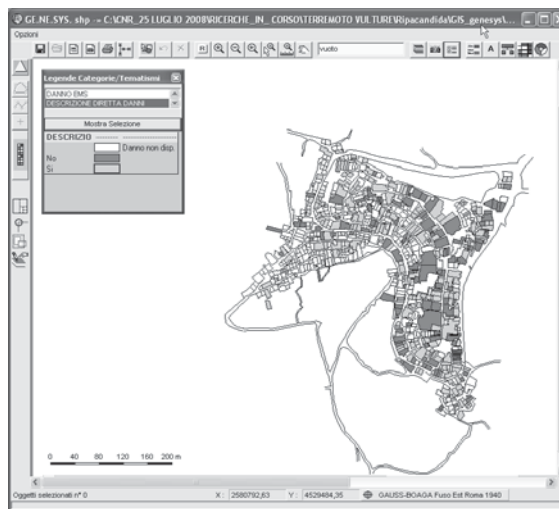


Figura 5- Ripacandida: la maggioranza della documentazione contiene una descrizione diretta (edifici in verde) dei danni, certificando un'accuratezza nella redazione delle perizie.

Peraltro, dall'analisi della durata dei lavori emerge che la maggior parte degli immobili fu consolidata entro un anno dal terremoto, indicando celerità della risposta istituzionale (Fig. 6a). Indicazioni di un contenimento dei costi di ricostruzione furono impartite ai tecnici del Genio Civile responsabili dell'approvazione delle contabilità finali dei lavori. Ciò è messo in evidenza dalla Figura 6b) ove sono evidenti cospicui risparmi soprattutto per gli immobili posti nell'area occidentale del centro urbano, soggetta a minori danni. I risparmi limitati conseguiti per il ripristino statico-strutturale nella zona meridionale sono un'indiretta conferma dei maggiori danni subiti da questo settore del paese.

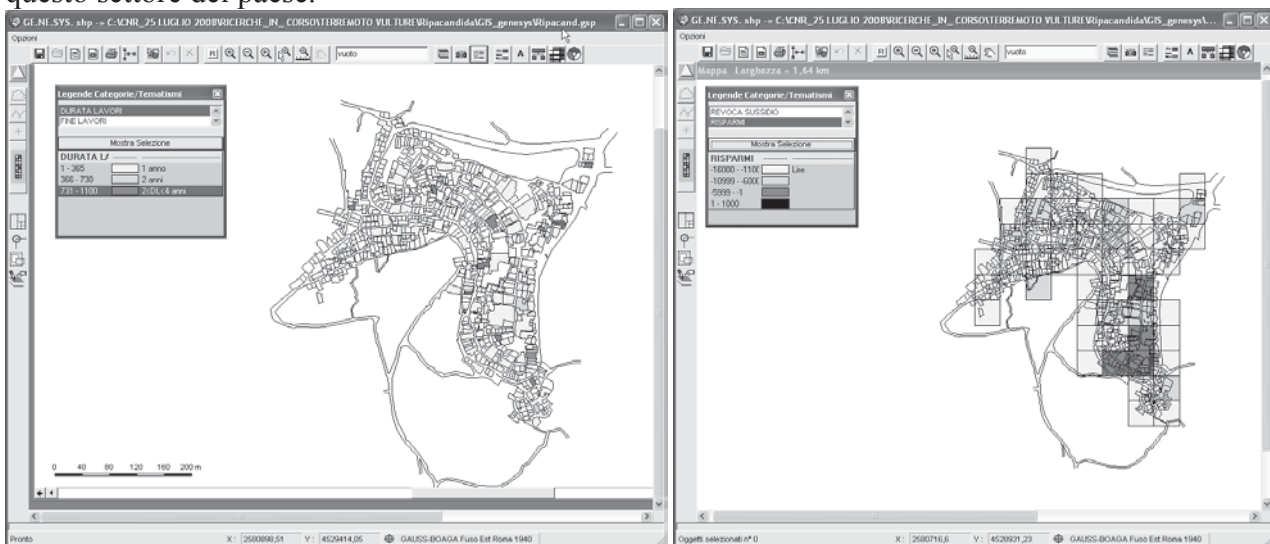


Figura 6 a-sinistra- Tematismo relativo alla durata dei lavori: la maggior parte degli immobili fu consolidata entro un anno dal terremoto (in giallo); b-destra- Tematismo relativo al contenimento dei costi di ricostruzione: i minori risparmi (in rosso) conseguiti per riparare gli immobili nella zona meridionale sono una indiretta conferma dell'affidabilità delle descrizioni dei danni.

Altro aspetto importante analizzato è quello relativo alla correlazione tra la distribuzione spaziale del reddito delle ditte proprietarie ed i livelli di danno degli immobili (Fig. 7a). Infatti, la prevalenza di redditi medio-alti (celle verdi e rosse) proprio nell'area centro-meridionale porterebbe ad escludere che i maggiori effetti strutturali del sisma possano essere conseguenza di un cattivo stato di conservazione dell'immobile, confermando cause di natura geologica (Gizzi, 2004).

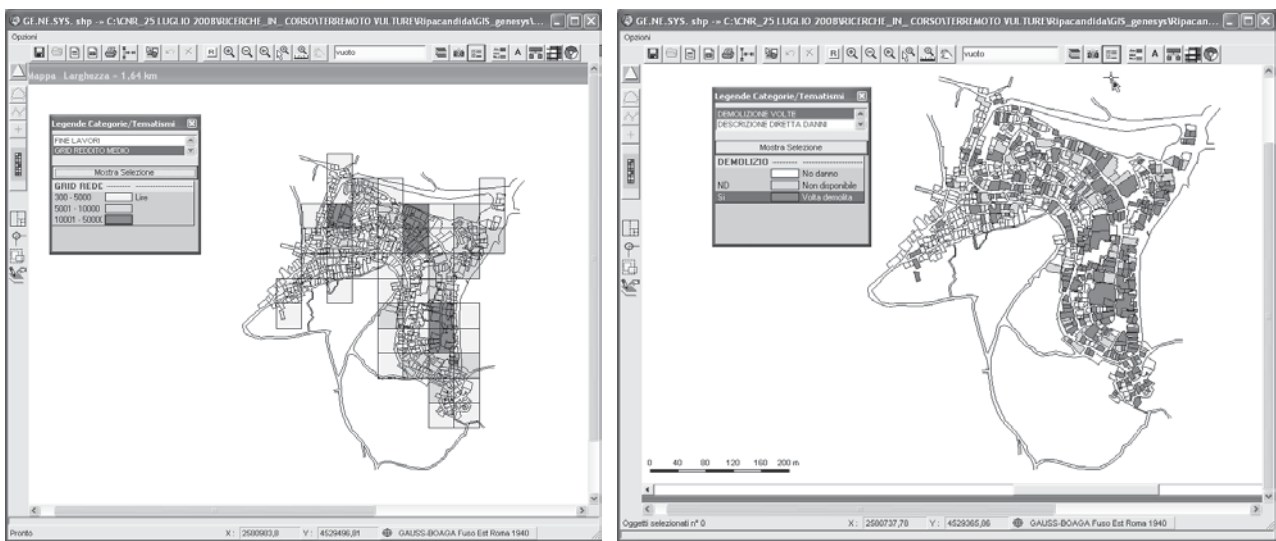


Figura 7) a (sin.)- Reddito medio dei proprietari, più alto nell'area a maggior danno; b (destra)- Interventi post-sisma: la demolizione e ricostruzione delle volte fu sistematica (edifici in rosso).

Infine, l'analisi dei computi metrici estimativi evidenziano le tipologie di interventi di riparazione effettuati. Le volte, quasi sempre soggette ad un grado di danneggiamento medio-grave o inducenti spinte elevate tanto da causare cinescopio dei muri perimetrali, subirono interventi sistematici di demolizione, con costruzione di solai piani (Fig. 7b).

## Conclusioni

E' stata esaminata la potenzialità del GIS per archiviare, gestire ed elaborare informazioni a carattere tecnico-amministrativo associate a forti terremoti storici.

A tale scopo è stato analizzato il terremoto irpino del 23 luglio 1930 e l'area, fortemente colpita dall'evento, posta alle falde dell'ex- vulcano Vulture (Basilicata).

La redazione di mappe tematiche 'storiche' si è dimostrata utile sia per effettuare test di affidabilità dell'informazione macrosismica sia per analizzare specifici aspetti come la risposta istituzionale alla calamità ed i caratteri tecnici degli interventi di ricostruzione/riparazione.

E' da evidenziare come la costruzione di database ricchi di dettagliate informazioni, specie concernenti il danno, siano di grande utilità anche per studi di vulnerabilità sismica del patrimonio costruito basati su dati empirici.

## Bibliografia citata

- Cubellis E, Carlino S, Iannuzzi R, Luongo G, Obrizzo F. (2004). "Management of Historical Seismic Data Using GIS: The Island of Ischia (Southern Italy)". *Natural Hazards*, 33: 379-393
- Giammarinaro M.S, Tertulliani A, Galli G, Leta M. (2005), "Investigation on surface geology and intensity variability in the Palermo (Italy) urban area after the September 6, 2002 earthquake", *Bulletin Seismological Society of America*, 95(6): 2318-2327.
- Gizzi F.T. (2004), "Il terremoto irpino del 1930: cause geologiche del danno nell'area del Vulture", Atti del 22° Convegno del Gruppo Nazionale di Geofisica della Terra solida. Sessione Microzonazione ed effetti di sito. Roma, 18-20 novembre 2003. CD-ROM
- Gizzi F.T, Masini N. (2004), "Damage scenario of the earthquake on 23 July 1930 in Melfi: the contribution of the technical documentation". *Annals of Geophysics*, 47(5): 1641-1665
- Gizzi F.T, Masini N. (2006), "Historical damage pattern and differential seismic effects in a town with ground cavities: A case study from Southern Italy". *Engineering Geology*, 88:41-58
- Gizzi F.T, Masini N. (2007), "Historical earthquakes and damage patterns for Potenza (Basilicata, southern Italy)", *Annals of Geophysics*, 50(5): 599-611