

**GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DAI TERREMOTI**  
**PROGRAMMA QUADRO 2000-2002**  
**PROPOSTA DI PROGETTO COORDINATO**

**TEMA 1**

**Valutazione del rischio sismico del patrimonio abitativo a scala nazionale**

**SAVE**

**Strumenti Aggiornati per la Vulnerabilità sismica del  
patrimonio Edilizio e dei sistemi urbani**

**RESPONSABILE DEL PROGETTO: Mauro Dolce, Giulio Zuccaro**  
**COORDINATORI SCIENTIFICI DEL PROGETTO: Mauro Dolce, Giulio Zuccaro**

*Unità di ricerca:* Università della Basilicata - DiSGG -Potenza -UNIBAS  
Università di Napoli - LUPT (Eureka, ISIG) – Napoli - LUPT  
Università di Genova – DISEG – Genova - UNIGE  
Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti - L'Aquila – GNDT-AQ

*Consulente:* Prof. Robin Spence (Cambridge University)

## **PREMESSA**

Il tema della vulnerabilità sismica delle costruzioni, di fondamentale importanza in qualsiasi approccio al rischio sismico, ha raccolto i primi interessi dell'ambiente scientifico italiano negli anni '80, subito dopo il terremoto irpino del 1980. La disponibilità dei dati sulle caratteristiche costruttive e sul danneggiamento di circa 38000 edifici di 41 comuni colpiti dal terremoto e rilevati a tappeto con il coordinamento del GNDT (operazione Brancaleone Express), costituì la prima occasione per mettere a punto delle metodologie operative, basate su un approccio puramente statistico a matrici di probabilità di danno (DPM) [Braga et al. 1982, 1983]. La disponibilità di strumenti operativi di vulnerabilità favorì lo sviluppo dei primi modelli di analisi di rischio, che integravano le metodiche di valutazione della vulnerabilità con quelle di pericolosità ed esposizione [Zuccaro et al., 1986, Baratta et al., 1986]. Successivamente gli studi sulla vulnerabilità sismica degli edifici ordinari presero un notevole impulso, sviluppandosi per tutti gli anni '80 e l'inizio degli anni '90 in ambito GNDT, e producendo numerose metodologie, che si differenziano non solo per il livello di dettaglio delle informazioni e, conseguentemente, la dispersione statistica dei risultati, ma anche per il tipo di approccio (statistico, meccanico-numerico, ibrido, etc.), nonché per il modo in cui tale vulnerabilità è espressa (DPM, Curve di Fragilità – CF, indici di vulnerabilità convenzionale - IV, Indice del Danno Storico – IDS etc.) [v. ad esempio Baratta 1979, 1985, Benedetti-Petrini 1984, Braga et al. 1986, 1987, Bernardini-Modena, 1987, Zuccaro, 1989, Giuffrè-Carocci, 1996]. Numerosi sono stati i lavori che hanno tentato di classificare i diversi approcci proposti per gli edifici ordinari in questo variegato e vivace panorama scientifico [Braga et al. 1987, Angeletti et al. 1988, Corsanego-Petrini 1990, Dolce et al. 1994, Dolce 1996], e che ne hanno cercato di fondere la capacità di cogliere aspetti diversi della stessa problematica attraverso analisi multicriterio [Zuccaro, 1996, 1997]. Nel contempo il tema della vulnerabilità sempre di più veniva trasferito da sedi prettamente scientifiche a sedi più operative, nelle quali gli studi effettuati trovavano la loro giusta collocazione e applicazione a problemi concreti di valutazione del rischio sismico [GNDT 1993, Baratta-Zuccaro 1989, 1995a, 1996, 2000, Colonna et al. 1994, Meroni et al. 2000, Bernardini ed. 2000]. In questo quadro di riferimento, particolarmente significativo è ed è stato, negli anni '90, il contributo del Servizio Sismico Nazionale alla finalizzazione operativa degli studi di vulnerabilità alle analisi del rischio sismico dell'intero patrimonio edilizio italiano [Bramerini et al. 1995, Zuccaro et al. 1999, Lucantoni et al. 2001], o di centri urbani anche di notevole importanza [Zuccaro et al. 1995b, Dolce et al. 1996], sviluppando anche metodologie proprie adatte ai dati disponibili.

È soprattutto negli anni '90 che si riconosceva la necessità di estendere gli studi di vulnerabilità ad oggetti, diversi dagli edifici ordinari, quali gli edifici monumentali [Gavarini 1991], ed in particolare le chiese [Doglioni et al. 1994], quelli industriali [Alessi et al. 1993], i ponti [Braga et al. 1987], ed ai sistemi infrastrutturali [Corsanego-Del Grosso 1987, Ciampoli et al. 1992]. Le soluzioni proposte a molti dei problemi esaminati non hanno ancora portato ad una piena finalizzazione in studi di rischio su ampie porzioni territoriali, con approcci facilmente utilizzabili su grande scala.

Nel contempo, prevalentemente in occasione dei piccoli e medi terremoti occorsi in Italia dal 1980 fino alla metà degli anni '90, è stata raccolta una grande quantità di dati, grazie, soprattutto, all'impegno dei ricercatori operanti in ambito GNDT. L'utilizzabilità di questi dati era fortemente condizionata dalla loro dispersione fisica e dai differenti criteri con i quali essi erano stati raccolti e conservati. Per omogeneizzarli, facilitare la loro consultazione e renderli disponibili agli studiosi del settore, sia per studi finalizzati allo sviluppo e perfezionamento di metodologie di vulnerabilità, sia per applicazioni immediate, il GNDT promosse la raccolta, razionalizzazione e organizzazione in un unico data base di tutti i dati reperibili già informatizzati, producendo, nel 1994, un'importante banca dati di danno e vulnerabilità, forse la più cospicua, per numero e per consultabilità, oggi esistente al mondo [Zuccaro 1994]. La stessa UR trasferì, per conto del GNDT, la detta Banca Dati sviluppata in ambiente DOS ai main frame del SSN in ambiente UNIX [Zuccaro 1995b].

Nella seconda metà degli anni 1990 hanno preso avvio e si sono sviluppati i diversi progetti dei Lavori Socialmente Utili, del Ministero del Lavoro e del Dipartimento della Protezione Civile, che, con il coordinamento del GNDT, hanno portato alla creazione di cospicui database, che raccolgono informazioni sulla vulnerabilità di edifici pubblici e privati, di emergenze monumentali nei parchi e di infrastrutture. Questi database, le cui elaborazioni sono state solo parziali [Cherubini et al. 1999a, 1999b, 2001, Di Pasquale 2000] pongono le basi per ulteriori e importanti sviluppi e finalizzazioni delle indagini e dei metodi di vulnerabilità.

Lo sviluppo delle attività nel settore della vulnerabilità, sinteticamente sopra delineate, ha visto come attori fondamentali il GNDT, a partire dal 1980 e fino al 1998 e il SSN, a partire dalla metà degli anni '90 ad oggi. Il GNDT ha sempre visto, nella sua organizzazione in Linee di Ricerca, la presenza di una linea che riguardasse, in maniera più o meno esplicita, la Vulnerabilità sismica del costruito. Tale Linea finanziava e coordinava le attività relative a questo tema, fino al PE 1997, ultimo anno con questo tipo di organizzazione, e al PE 1998, nel quale diversi progetti contenevano al loro interno importanti attività concernenti la vulnerabilità (PR. 5 Valutazione a scala nazionale del rischio sismico, Pr. 6 Interventi a seguito del terremoto Umbria-Marche, Pr.7 Strumenti e strategie per la riduzione del rischio sismico, Pr. 9 Vulnerabilità dei Beni Monumentali - LSU). Soprattutto nelle attività del PE 98 si sono sviluppate intense collaborazioni tra il SSN e il GNDT, anche attraverso la formazione di gruppi di lavoro informali, che hanno portato a importanti risultati scientifici. Nel successivo piano triennale le attività sulla vulnerabilità del GNDT

avrebbero potuto avere una loro significativa continuazione attraverso il progetto MARS – Mappe di Rischio Sismico del territorio italiano di seconda generazione, progetto che, comprendendo all'interno tutte le competenze, sia del GNDT che del SSN, sulla pericolosità, vulnerabilità ed esposizione, necessarie ad un'analisi completa del rischio sismico nazionale, avrebbe dovuto condurre alla redazione di mappe di rischio per gli edifici residenziali e per gli edifici pubblici, sull'intero territorio nazionale per i primi, sul territorio interessato dagli LSU per i secondi. Il progetto, organizzato in sette task, includeva due task, i task 4 e 5, totalmente dedicati alle valutazioni di vulnerabilità degli edifici ordinari e di quelli pubblici.

Il mancato finanziamento del progetto determinava, di fatto, una brusca interruzione delle iniziative relative a studi di vulnerabilità a scala nazionale in ambito GNDT. Peraltro il buon giudizio ottenuto dai revisori del progetto manteneva aperta la possibilità di rimodulazione del progetto, rimodulazione nella quale si privilegiassero le tematiche della vulnerabilità sismica. Per supplire in parte alla situazione di totale stasi degli studi sulla vulnerabilità a scala nazionale e in attesa che si creassero le condizioni per una ripresentazione del progetto rimodulato nel senso detto, il SSN costituiva una Commissione tecnico-scientifica, della durata di un anno, volta principalmente alla disposizione di un atlante aggiornato dell'inventario del patrimonio edilizio pubblico e privato e di funzioni aggiornate di vulnerabilità, alla quale partecipano anche ricercatori GNDT e docenti universitari in precedenza responsabili di U.R. del GNDT. Nel contempo lo stesso SSN continua a portare avanti i suoi studi più specifici sulla vulnerabilità, anche attraverso convenzioni e contratti, di sistemi urbani, di beni monumentali e di tipologie specifiche, quali quelle in c.a.

Il presente progetto GNDT-SAVE viene proposto come rimodulazione del Progetto MARS, e focalizza l'attenzione principalmente sugli aspetti della vulnerabilità. Nel progetto si affronteranno le problematiche del patrimonio edilizio privato e pubblico, così come faceva il progetto MARS, per giungere a valutazioni su scala nazionale e relative mappe, utilizzando i database esistenti (particolarmente ISTAT e LSU). Peraltro il campo di studio viene allargato anche agli edifici monumentali, in particolare le chiese, alle infrastrutture e ai sistemi urbani, con l'obiettivo di approfondire le relative problematiche e giungere a definire metodologie pienamente operative e applicabili ai database esistenti. A completamento del progetto, per il pieno conseguimento degli obiettivi dei sottotemi 1.7 e 1.8, vengono affrontate gli aspetti inerenti all'esposizione delle vite umane e delle attività produttive, così da giungere, utilizzando le valutazioni di pericolosità più aggiornate, alla redazione di mappe di rischio.

Al progetto afferiscono gli studiosi e le ex-unità di ricerca GNDT maggiormente impegnati negli ultimi anni su queste tematiche. Per giungere a risultati di largo consenso su un tema così delicato per una corretta politica di mitigazione del rischio, è necessario che i lavori vengano coordinati e fortemente integrati con quelli in corso presso il SSN e posti in una corretta linea di continuità delle attività svolte dalla Commissione tecnico-scientifica del SSN, che avranno termine nel giugno 2002. Di ciò si è tenuto conto nella redazione del progetto, onde evitare sovrapposizioni in attività che utilizzano metodologie consolidate. È evidente che, in caso di approvazione del progetto SAVE, verranno poste in essere le procedure per formalizzare e regolamentare il coordinamento e le collaborazioni tra GNDT e SSN.

#### **Riferimenti bibliografici**

- Alessi, R., P.P. Diotallevi, S. Simonazzi, "Rilevamento e vulnerabilità sismica di strutture a tipologia particolare: fabbricati industriali", *Atti del 6° Convegno L'ingegneria Sismica in Italia*. Perugia 1993.
- Angeletti, P., A. Bellina, E. Guagenti, A. Moretti, V. Petrini, "Comparison between Vulnerability Assessment and Damage Index, Some Results", *Proceed. 9th World Conference on Earthquake Engineering*, Tokyo-Kyoto, 1988.
- Baratta, A.: An Ultimate Approach to Cumulative Seismic Damage, *Meccanica*, Vol.14, No. 2, June, 1979.
- Baratta, A.: "The Role of Historical Data in Assessing Seismic Safety of Old Buildings: The Likelihood Approach", *ICOMOS Information*, n.2. 1985
- Baratta A. 'Seismic risk to structures in Campania', Verso il New Planning" 1st International Convention on Methods and Tools for Planning, University of Naples, Faculty of Architecture, Napoli, 1986.
- Baratta, A., G. Zuccaro, "Vulnerabilità di base e rischio sismico del centro storico di Napoli", *Atti del 4° Convegno L'ingegneria Sismica in Italia*. Milano 1989.
- Baratta, A., G. Zuccaro, "Valutazione preliminare di rischio sismico per gli insediamenti urbani (il centro storico di Napoli)", *Atti del 7° Convegno L'ingegneria Sismica in Italia*. Siena 1995a.
- Benedetti, D., V. Petrini, "Sulla vulnerabilità sismica degli edifici in muratura: un metodo di valutazione", *L'Industria delle Costruzioni*, n. 149, Roma, 1984.
- Bernardini A., C. Modena, "Un modello per le analisi di vulnerabilità sismica di gruppi di edifici in muratura", *Atti del 3° Convegno L'ingegneria Sismica in Italia*. Roma 1987.
- Bernardini A.ed. "Valutazione a scala nazionale della Vulnerabilità degli Edifici ordinari", CNR-GNDT 2000.
- Braga, F., M. Dolce, C. Fabrizi, D. Liberatore, "Evaluation of a Conventionally Defined Vulnerability of Buildings Based on Surveyed Damage Data", *Proceed. 10th European Conference on Earthquake Engineering*, Lisbon 1986.
- Braga, F., M. Dolce, D. Liberatore, "Southern Italy November 23, 1980 Earthquake: A Statistical Study on Damaged Buildings and an Ensuing Review of the M.S.K.-76 Scale", *pubblicazione CNR-PFG n.503*, Rome. 1982.
- Braga, F., M. Dolce, D. Liberatore, "Influence of Different Assumptions on the Maximum Likelihood Estimation of the Macroseismic Intensities", *Proceed. 4th International Conference on Applications of Statistics and*

*Probability in Soil and Structural Engineering*, Firenze, 1983.

- Braga, F., M. Dolce, G. Lepidi, "Un sistema esperto per la valutazione del rischio sismico dei ponti Atti del 3o Congresso Ingegneria Sismica in Italia, Roma, 1987.
- Braga, F., M. Dolce, D. Liberatore, "Statistical Calibration of Second Level Seismic Vulnerability of Buildings", *Atti della 5th ICOSSAR*, Vancouver, 1987.
- Braga, F., M. Dolce, D. Liberatore, Rassegna critica dei metodi di valutazione della vulnerabilità. Atti del 3o Congresso Ingegneria Sismica in Italia, Roma, 1987.
- Bramerini, F., G. Di Pasquale, G. Orsini, A. Pugliese, R. Romeo, F. Sabetta, "Rischio sismico del territorio italiano", *Atti del 7° Convegno L'ingegneria Sismica in Italia*. Siena 1995
- Cherubini, G. Di Pasquale, M. Dolce, A. Martinelli, Vulnerability assessment from quick survey data in the historic centre of Catania. THE CATANIA PROJECT, Pubblicazione GNDT, Dicembre 1999, Roma.
- Cherubini, L. Corazza, G. Di Pasquale, M. Dolce, A. Martinelli, V. Petrini, Censimento di vulnerabilità degli edifici pubblici, strategici e speciali nelle regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia e Sicilia – Cap. 4: Risultati del Progetto. Dipartimento della Protezione Civile, 1999, Roma.
- Cherubini, G. Di Pasquale, M. Dolce, A. Martinelli, Censimento relativo alle emergenze a carattere monumentale e ambientale nei Comuni ricadenti in tutto e in parte all'interno di Parchi naturali nazionali e regionali – Cap. 3.4 (pagg. 337-365): Elaborazioni di Rischio Sismico. Dipartimento della Protezione Civile, 2001, Roma.
- Ciampoli, M., R. Giannini, T. Pagnoni, "Seismic Reliability Assessment of Power Transmission Networks by Simulation Technique", *Proceed. 10th World Conference on Earthquake Engineering*, Madrid, 1992.
- Colonna, E., C. Molina, V. Petrini, "Criteri di valutazione della vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio esistente sul territorio nazionale", *Ingegneria Sismica*, Vol. 1, 1994.
- Corsanego A., A. Del Grosso, "Vulnerabilità sismica dei sistemi territoriali: approccio per un sistema esperto", *Atti del 3° Convegno L'ingegneria Sismica in Italia*. Roma 1987.
- Corsanego A., V. Petrini, Seismic Vulnerability of Buildings - Work in Progress. *Proc. SEISMED 3*. Trieste, 1990.
- Di Pasquale, G., M. Dolce, A. Martinelli, Censimento di vulnerabilità a campione dell'edilizia corrente dei Centri abitati nelle regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia e Sicilia – Cap. 2.2 (pagg. 76-106): Analisi della Vulnerabilità. Dipartimento della Protezione Civile, 2000, Roma.
- Doglioni, F., A. Moretti, V. Petrini, Ed., "Le chiese e il terremoto", Edizioni Lint. Trieste, 1994.
- Dolce, M., A. Kappos, G. Zuccaro, A.W. Coburn, "State of the Art Report of W.G. 3 - Seismic Risk and Vulnerability", *Proceed. 10th European Conference on Earthquake Engineering*, Wien 1994.
- Dolce, M. *Vulnerability Evaluation and Damage Scenarios*, Atti del US-Italian Workshop on "Seismic Evaluation and Retrofit", Dicembre 1996, New York City.
- Dolce, M., F.Sabetta, R.Colozza, "Seismic Risk Assessment in the Historical Centre of Rome", *Proceed. 11th World Conference on Earthquake Engineering*, Acapulco 1996.
- Gavarini, C. "CA.R.I.S.M.A.: Un approccio sistematico alla catalogazione, al rilevamento, alla sorveglianza e alla manutenzione programmata dei monumenti, impostazione generale e prime ipotesi di sviluppo" *Atti del 5° Convegno L'ingegneria Sismica in Italia*. Milano 1991
- GNDT, "Rischio sismico di edifici pubblici", 1993.
- Giuffrè, A., C. Carocci, "Vulnerability and Mitigation in Historical Centres in Seismic Areas", *Proceed. 11th World Conference on Earthquake Engineering*, Acapulco 1996.
- Lucantoni, A., V. Bosi, F.Bramerini, R. De Marco, T. Lo Presti, G. Nato, F. Sabetta "Il Rischio sismico in Italia", *Ingegneria Sismica XVIII*, N. 1, 2001
- Meroni, F., V. Petrini, G. Zonno., Distribuzione nazionale della vulnerabilità media comunale, in "Valutazione a scala nazionale della Vulnerabilità degli Edifici ordinari, Bernardini A. ed. CNR-GNDT, Roma, 2000.
- Zuccaro G., Coburn A.W., Spence R. "Seismic Risk to Population in Campania - The Preparation of SISMA, a Seismic Impact Simulation Model for Regional Planning - Progress Report April - *The Martin Centre Press* 1986.
- Zuccaro G. ed. "Una Banca Dati di Vulnerabilità" Rapporto Finale Progetto di Ricerca GNDT, Roma, 1994.
- Zuccaro G., ed. "Valutazione del Rischio Sismico nei Centri Storici, il Caso di Benevento" Rapporto Tecnico Servizio Sismico Nazionale n° RT/95/8, Novembre 1995b.
- Zuccaro G., ed. "The TOSQA Project - Earthquake Protection for Historic Town Centres", Rapporto Finale progetto TOSQA finanziato dal programma "Environment", Contratto n° EV5V - CT93-0305 Napoli, Aprile 1996
- Zuccaro G. - "Metodi di Analisi di Vulnerabilità e Matrici di Probabilità del Danno" -*Proc. Of "La Meccanica delle Murature tra Teoria e Progetto"*, Messina, 1996.
- Zuccaro, G., Papa, F. "Multi-criteria analysis in vulnerability assessment". *Proc. EGIQUAKE 2 - Second Egyptian Conference on Earthquake Engineering*. Aswan - Egypt, November 1-3, 1997
- Zuccaro G. ed. "Vulnerabilità di base del patrimonio edilizio nazionale" Rapporto Finale della convenzione con il Servizio Sismico Nazionale, rep. n.013, febbraio 1999.
- Zuccaro, G., Papa F., Baratta A., Aggiornamento delle mappe a scala nazionale di vulnerabilità sismica delle strutture edilizie, in "Valutazione a scala nazionale della vulnerabilità degli edifici ordinari, CNR-GNDT, Roma, 2000.

GRUPPO NAZIONALE PER LA DIFESA DAI TERREMOTI  
PROGRAMMA QUADRO 2000-2002  
PROPOSTA DI PROGETTO COORDINATO

**1. TEMA DI RICERCA**

Valutazione del Rischio Sismico del Patrimonio Abitativo a Scala Nazionale (Tema 1)

**2. TITOLO DEL PROGETTO**

SAVE - Strumenti Aggiornati per la Vulnerabilità sismica del patrimonio Edilizio e dei sistemi urbani

**3. DURATA DEL PROGETTO**

Due anni

**4. INFORMAZIONI GENERALI SUL GRUPPO PROPONENTE**

**4.1 COORDINATORI SCIENTIFICI DEL PROGETTO:**

Mauro Dolce (Responsabile del progetto)  
*Qualifica:* Professore Ordinario di “Costruzioni in Zona Sismica”  
*Ente:* Università della Basilicata - DiSGG.  
*Indirizzo:* Campus Macchia Romana, 85100 – Potenza, Italia  
*Telefono:* 0971 205 107 / 106 / 052  
*Fax:* 0971 205 070  
*E-mail:* [dolcerom@libero.it](mailto:dolcerom@libero.it), [dolce@unibas.it](mailto:dolce@unibas.it)

Giulio Zuccaro  
*Qualifica:* Professore Associato  
*Ente:* Centro Interdipartimentale di Ricerca LUPT “Federico II”.  
*Indirizzo:* Via Toledo, 402, Napoli - 80134  
*Telefono:* 081 5519437 – 081 5521011  
*Fax:* 081 5513495  
*E-mail:* [zuccaro@unina.it](mailto:zuccaro@unina.it)

**4.2 CURRICULUM VITAE DEI COORDINATORI**

Il prof. Mauro Dolce è nato a Roma il 19.7.1953. È laureato in Ingegneria Civile Edile, con il massimo dei voti e la lode, presso l'Università “La Sapienza” di Roma, nel 1978. È attualmente Professore Ordinario di “Costruzioni in Zona Sismica” (ICAR09) presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università della Basilicata (dall'1.11.'94), Direttore del Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata all'Ingegneria dal Gennaio 1995, Preside Vicario della Facoltà di Ingegneria dal Gennaio 1999, Direttore del Laboratorio Prove Materiali e Strutture, Membro del Senato Accademico. Ha una buona conoscenza delle lingue Inglese e Francese.

La sua attività di ricerca verte prevalentemente su temi di Ingegneria Strutturale e Ingegneria Sismica e si è concretizzata sinora in circa 200 pubblicazioni, apparse su riviste e atti di congressi internazionali e nazionali, 6 brevetti, 3 video e 2 CD scientifici. I temi trattati riguardano il comportamento e la vulnerabilità sismica degli edifici in muratura e in c.a., dei ponti, l'utilizzazione di materiali innovativi (gomma ad alta dissipazione, leghe a memoria di forma, acciaio inossidabile) e tecniche innovative per la protezione sismica di ponti ed edifici, con particolare attenzione agli interventi di consolidamento e di adeguamento antisismico. Dei sei brevetti, quattro sono relativi a dispositivi per il controllo delle vibrazioni basati sulle proprietà isteretiche dell'acciaio e sulle proprietà superelastiche delle leghe a memoria di forma, e due sono relativi a sistemi e dispositivi per il rafforzamento delle strutture murarie.

Il prof. Dolce è o è stato:

- Consigliere a tempo parziale del Servizio Sismico Nazionale dal '91,
- Membro del C.S. del GNDT (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti) dal '98 al 2000, Membro del C.D. dell'ANIDIS (Associazione Italiana di Ingegneria Sismica), dal '95, Membro del C.S. del GLIS (Gruppo di Lavoro per l'Isolamento Sismico), dal '95.
- Membro di numerose commissioni e gruppi di studio per la redazione di normative italiane (Min.LL.PP., UNI, SSN) ed europee (CEN, ERRI), relative a sistemi di protezione sismica e problematiche strutturali ferroviarie.
- Coordinatore dal '90 del TG3 (“Seismic Risk and Earthquake Scenarios”), precedentemente WG 3, della European Association on Earthquake Engineering.
- Coordinatore dell'ENSERVES (European Network for Seismic Risk, Vulnerability and Earthquake Scenarios), finanziato dalla C.E. per il programma INCO-Copernicus (1998-2001).

- Coordinatore Nazionale del progetto COFIN'99 MURST "Le leghe metalliche a memoria di forma per lo smorzamento delle vibrazioni nelle grandi strutture",
- Coordinatore scientifico del progetto TREMA (Valore 1 250 000 Euro) del MURST (2002-04)
- Responsabile di Unità di ricerca di progetti di ricerca finanziati dalla D.G.XII della C.E. (MANSIDE, ENESE, ECOEST II, ECOLEADER)
- Responsabile di Unità di Ricerca del GNDT a partire dal 1989 fino al 1997.
- Presidente del Comitato Organizzatore del 10° Convegno Nazionale "L'Ingegneria Sismica in Italia"
- Responsabile di numerose convenzioni di ricerca di importi fino a 500 000 Euro.
- Revisore di importanti riviste scientifiche nazionali e internazionali e membro di comitati scientifici di numerosi congressi nazionali e internazionali

Il prof. Giulio Zuccaro è nato a Napoli, nell'agosto del 1955. Laureato in Architettura presso l'Università degli Studi di Napoli con Lode e' abilitato alla professione dal Giugno '80. Da circa 20 anni si occupa di Rischio Sismico con particolare attenzione all'analisi di vulnerabilità delle strutture edilizie a scala territoriale ed ha svolto ricerche in tema di tecnologie innovative finalizzate alla prevenzione sismica. Docente alla facoltà di Architettura di Napoli dal 1985, è attualmente titolare dei corsi di Scienza delle Costruzioni e Teoria delle Strutture nella medesima Facoltà, coordina il settore di "Analisi e Pianificazione del Rischio Sismico" del Centro di Ricerca L.U.P.T., presso l'Università di Napoli. E' stato responsabile scientifico di numerosi progetti di ricerca di cui si è fatto promotore con Enti Italiani e stranieri tra cui il SSN, il GNDT, l'Osservatorio Vesuviano, il Martin Centre dell'Università di Cambridge (UK), la XII Commissione della Comunità Europea. Nel '92 e' "visiting Professor" presso il Centro di Meccanica Stocastica della Florida Atlantic University (USA). E' membro del Task Group 3 "Rischio Sismico e Scenari Sismici" dell'associazione Europea di Ingegneria Sismica ed e' consulente della Banca Europea di Ricostruzione e Sviluppo in tema di Protezione Civile. La sua attività di ricerca ha avuto inizio nel 1982 su temi inerenti la Meccanica delle Murature. Nel 1985 l'incarico conferitogli al Centro LUPT lo avvicina alle tematiche di Ingegneria Sismica. In particolare egli ha allacciato una proficua e lunga collaborazione con il Martin Centre dell'Università di Cambridge (UK) avviando numerose ricerche nell'ambito della Vulnerabilità delle Strutture e del Rischio Sismico in generale. Tale circostanza lo ha indotto negli anni ad ampliare il proprio orizzonte di interessi avvicinandolo a problemi di Modellazione e Simulazione dell'input Sismico, Teoria delle Strutture, Dinamica Stocastica e Controllo Strutturale. E' autore di oltre 70 articoli scientifici, di varie monografie e libri comprovanti la sua ininterrotta attività di ricerca nel campo dell'ingegneria strutturale con particolare attenzione alle problematiche inerenti la valutazione del rischio sismico e la protezione e la conservazione delle strutture edilizie da fenomeni calamitosi.

Il Prof. Giulio Zuccaro tra l'altro e' stato:

- responsabile scientifico nel progetto di aggiornamento delle mappe di vulnerabilità a scala nazionale all'interno del progetto GNDT 1998-2000.
- coordinatore della Unità di Ricerca dell'Università "Federico II" di Napoli impegnata nel progetto "Human Casualties and Structural Vulnerability in the Vesuvian Area" finanziato dalla Comunità Europea, Febbraio 2000.
- coordinatore di una Unità di Ricerca nel progetto di valutazione della vulnerabilità sismica dei paesi vesuviani finanziato dal Dipartimento di Protezione Civile e coordinato dall'Osservatorio Vesuviano, giugno 2001.
- coordinatore della Unità di Ricerca dell'Università "Federico II" di Napoli impegnata nel progetto "Vulnerabilità delle strutture edilizie soggette a flussi piroclastici nella caldera dei Campi Flegrei" finanziato dal GNV per gli anni 2000-2002.

*Pubblicazioni rilevanti ai fini del progetto proposto:*

- F. Braga, M. Dolce, D. Liberatore, Southern Italy November 23, 1980 Earthquake: A Statistical Study on Damaged Buildings and an Ensuing Review of the M.S.K.-76 Scale. Presentato alla 7th EUROPEAN CONFERENCE ON EARTHQUAKE ENGINEERING, Settembre 1982, Atene; pubblicazione CNR-PFG n.503, 1982, Roma.
- F. Braga, M. Dolce, D. Liberatore, Influence of Different Assumptions on the Maximum Likelihood Estimation of the Macroseismic Intensities. Atti della 4th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLICATIONS OF STATISTICS AND PROBABILITY IN SOIL AND STRUCTURAL ENGINEERING, Giugno 1983, Firenze.
- M. Dolce, Evaluating Damage Probability Matrices from Survey Data. Atti del JOINT USA/ITALY WORKSHOP ON REPAIR AND RETROFIT OF EXISTING BUILDINGS, Maggio 1984, Roma.
- F. Braga, M. Dolce, C. Fabrizi, D. Liberatore, Evaluation of a Conventionally Defined Vulnerability of Buildings Based on Surveyed Damage Data. Atti della 8th EUROPEAN CONFERENCE ON EARTHQUAKE ENGINEERING, Settembre 1986, Lisbona.
- F. Braga, M. Dolce, D. Liberatore, Assessment of the Relationship between Macroseismic Intensity, Type of Building and Damage, Based on the Recent Italy Earthquake Data. Atti della 8th EUROPEAN CONFERENCE ON

- EARTHQUAKE ENGINEERING, Settembre 1986, Lisbona.
- F.Braga, M.Dolce, D.Liberatore, Statistical Calibration of Second Level Seismic Vulnerability of Buildings. Atti della 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLICATIONS OF STATISTICS AND PROBABILITY IN SOIL AND STRUCTURAL ENGINEERING, Maggio 1987, Vancouver.
- F.Braga, M.Dolce, D.Liberatore, Seismic Vulnerability and Damage Indices by Canonical Correlation Analysis. Atti della 5th INTERNATIONAL CONFERENCE ON APPLICATIONS OF STATISTICS AND PROBABILITY IN SOIL AND STRUCTURAL ENGINEERING, Maggio 1987, Vancouver.
- F. Braga, M. Dolce, D. Liberatore, Rassegna critica dei metodi di valutazione della vulnerabilità. Atti del 3o CONGRESSO INGEGNERIA SISMICA IN ITALIA, Settembre 1987, Roma.
- H.Sandi, M.Dolce, A.W.Coburn, B.Goschy, Working Group 3 : Vulnerability and Risk Analysis. Report to the 9th European Conference on Earthquake Engineering. Atti della 9th EUROPEAN CONFERENCE ON EARTHQUAKE ENGINEERING, Settembre 1990, Mosca.
- M.Dolce, F.Sabetta, R.Colozza, Seismic Risk Assessment in the Historical Centre of Rome. Atti della 11th World conference on earthquake engineering, Giugno 1996, Acapulco.
- M. Dolce, Vulnerability Evaluation and Damage Scenarios. Atti del US-Italian Workshop on SEISMIC EVALUATION AND RETROFIT, Dicembre 1996, New York City.
- M. Dolce, C. Lucia, A. Masi, M. Vona, Analisi delle tipologie strutturali della Basilicata ai fini di una valutazione di vulnerabilità. Atti dell'8° CONGRESSO INGEGNERIA SISMICA IN ITALIA, Settembre 1997, Taormina.
- M. Dolce, V. Schenk, EAEE – ESC Task Group 3 – Seismic Risk and Earthquake Scenarios Report of the Activities. Atti della 10th EUROPEAN CONFERENCE ON EARTHQUAKE ENGINEERING, Settembre 1998, Parigi
- M. Dolce, C. Lucia, A. Masi, M. Vona, Analisi della vulnerabilità degli edifici in muratura del Comune di Tolve (PZ). Atti del 9° CONGRESSO INGEGNERIA SISMICA IN ITALIA, Settembre 1999, Torino.
- A. Cherubini, G. Di Pasquale, M. Dolce, A. Martinelli, Vulnerability assessment from quick survey data in the historic centre of Catania. THE CATANIA PROJECT, Pubblicazione GNDT, Dicembre 1999, Roma.
- A.Cherubini, L. Corazza, G. Di Pasquale, M. Dolce, A. Martinelli, V. Petrini, Censimento di vulnerabilità degli edifici pubblici, trategici e speciali nelle regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia e Sicilia – Cap. 4: Risultati del Progetto. Dipartimento della Protezione Civile, 1999, Roma.
- A.Cherubini, G. Di Pasquale, M. Dolce, A. Martinelli, Vulnerability assessment from quick survey data in the historic centre of Catania. THE CATANIA PROJECT, Pubblicazione GNDT, Dicembre 1999, Roma.
- A.Cherubini, L. Corazza, G. Di Pasquale, M. Dolce, A. Martinelli, V. Petrini, Censimento di vulnerabilità degli edifici pubblici, trategici e speciali nelle regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia e Sicilia – Cap. 4: Risultati del Progetto. Dipartimento della Protezione Civile, 1999, Roma.
- M. Dolce, D. Liberatore, D. Palermo, G. Spera, Vulnerabilità sismica di alcune tipologie strutturali di centri storici pugliesi, Atti del DiSGG n. 5/2000.
- A. Masi, A. Goretti, M. Dolce, Analogie del comportamento sismico di edifici in muratura di buona qualità e edifici in c.a.. INGEGNERIA SISMICA n. 3/2000, Settembre-Dicembre 2000, Bologna.
- M. Dolce, M. Marino, A. Masi, M. Vona, Seismic Vulnerability Analysis and Damage Scenarios of Potenza, International Workshop on Seismic Risk and Earthquake Scenarios of Potenza, 13 and 14 November 2000, Potenza (Italy).
- A.Cherubini, G. Di Pasquale, M. Dolce, A. Martinelli, Censimento relativo alle emergenze a carattere monumentale e ambientale nei Comuni ricadenti in tutto e in parte all'interno di Parchi naturali nazionali e regionali – Cap. 3.4 pagg. 337-365: Elaborazioni di Rischio Sismico. Dipartimento della Protezione Civile, 2001, Roma.
- M.Dolce, E.Speranza, Calibrazione e controllo della vulnerabilità sismica a scala urbana: il caso di Serra dei Conti (AN), Atti del 10° CONVEGNO L'INGEGNERIA SISMICA IN ITALIA, Settembre 2001, Potenza/Matera.
- G. Di Pasquale, A. Goretti, M. Dolce, A. Martinelli, Confronto fra differenti modelli di vulnerabilità degli edifici, Atti del 10° CONVEGNO L'INGEGNERIA SISMICA IN ITALIA, Settembre 2001, Potenza/Matera.
- A.Masi, M. Vona, M. Dolce, F.R. Telesca, A. Goretti Resistenza sismica di telai in c.a. relativi ad edifici esistenti con e senza tamponature, Atti del 10° CONVEGNO L'INGEGNERIA SISMICA IN ITALIA, Settembre 2001, Potenza/Matera.
- M. Dolce, C. Moroni, L. Samela, M. Marino, A. Masi, M. Vona, Una procedura di normalizzazione del danno per la valutazione degli effetti di amplificazione locale, Atti del 10° CONVEGNO L'INGEGNERIA SISMICA IN ITALIA, Settembre 2001, Potenza/Matera.
- G. Zuccaro, F. Papa, A. Masi, M. Dolce, Remarks on the Seismic Damage in the Recent Earthquakes in Europe, Atti della 10th EUROPEAN CONFERENCE ON EARTHQUAKE ENGINEERING, Settembre 2002, Londra
- M. Dolce, A. Goretti, Site Effects Evaluation from Surveyed Typological and Damage Data, Atti della 10th EUROPEAN CONFERENCE ON EARTHQUAKE ENGINEERING, Settembre 2002, Londra.

- Baratta A., Colozza R., Zuccaro G. "Valutazione del Rischio Sismico nei Centri Storici, il Caso di Benevento" by Giulio Zuccaro, Technical Report, National Seismic Survey n° RT/95/8, Novembre 1995.
- Zuccaro G. & AA. VV. "The TOSQA Project - Earthquake Protection for Historic Town Centres", Final Report of the research of: "Dep. of Scienza delle Costruzioni" within the project TOSQA funded by "Environment", Contract n° EV5V - CT93-0305 Napoli, Aprile 1996.
- Dolce M., G. Zuccaro, A. Kappos, A.W. Coburn, "State of the Art Report of W.G.3 - Vulnerability and Risk Analysis", Working Group - *X European Conference on Earthquake Engineering*", Vienna, agosto 1994, A.A. Bakema, Rotterdam, Brookfields.
- Baratta A., Colletta T., Zuccaro G. - "Seismic Risk of Historic Centres - A Preliminary approach to the Naples' case" - *Istituto Italiano per gli Studi Filosofici, ed. La Città del Sole*, Napoli, marzo 1996.
- Zuccaro G. - "Metodi di Analisi di Vulnerabilità e Matrici di Probabilità del Danno" - *Proceeding of La Meccanica delle Murature tra Teoria e Progetto*, Messina 18-20 settembre 1996, Pitagora ed. Bologna.
- Zuccaro G., A. Baratta, "Fast Seismic Strength Analysis of Masonry Buildings with unknown Data for Vulnerability Purposes" - *Atti del XI World Conference on Earthquake Engineering*, Acapulco, giugno 1996, Elsevier Scienze Ltd.
- Zuccaro G.- F. Papa, "Applicazioni di Analisi Multicriterio in Problemi di Rischio Sismico" - *8° Convegno Nazionale - L'ingegneria Sismica In Italia*, Taormina, settembre 1997.
- Zuccaro G. - "Seismic Vulnerability in the Vesuvian Villages -Structural Distributions and a Possible Scenario. SISIM-98 -Cambridge (UK) 26-27 November, 1998.
- Zuccaro G., F. Papa, "Inspection minutes process for the measurement of the seismic damage" - *International workshop on Measure of Seismic Damage to masonry buildings*, Monselice, giugno 1998, A.A. Balkema publishers, Rotterdam, Netherlands.
- Zuccaro G., R. Spence, D. D'Ayala, B. Martin, J. Marinescu, F. Sabetta - "The Umbria Marche Earthquake of 26 september 1997" - *Field Report by EEFIT*, Institution of Structural Engineers, ottobre 1998.
- Zuccaro G. "Valutazione a Scala Nazionale della Vulnerabilità degli Edifici Ordinari " - *9° Convegno Nazionale - L'ingegneria Sismica In Italia*, Torino, settembre 1999.
- Zuccaro G., Della Bella M., Papa F. "Caratterizzazione tipologico strutturale a scala nazionale " - *9° Convegno Nazionale - L'ingegneria Sismica In Italia*, Torino, settembre 1999.

#### 4.3 ELENCO DELLE UNITA' DI RICERCA PARTECIPANTI AL PROGETTO:

Unità di Ricerca	Ente	Responsabile Scientifico	Qualifica	Totale mesi uomo
DiSGG <b>UNIBAS</b>	Università della Basilicata	Mauro Dolce	Prof Ordinario	<b>64</b>
Centro LUPT <b>LUPT</b>	Università di Napoli "Federico II"	Giulio Zuccaro	Prof. Associato	<b>72</b>
DISEG <b>UNIGE</b>	Università di Genova	Sergio Lagomarsino	Prof. Ordinario	<b>40</b>
GNDT (AQ) <b>GNDT-AQ</b>	Consiglio Nazionale Ricerche	Antonio Martinelli	Ricercatore	<b>56</b>
<b>TOTALE MESI/UOMO</b>				<b>232</b>

#### CONSULENTE DEL PROGETTO

1. Prof. Robin Spence (Università di Cambridge)  
[rjs2@cus.cam.ac.uk](mailto:rjs2@cus.cam.ac.uk)



4.4 SCHEDE DELLE UNITA' DI RICERCA:  
Vedi schede allegate.

**SCHEDA DELL'UNITA' DI RICERCA**  
**Centro Interdipartimentale di Ricerca LUPT "Federico II"**

\*\*\*\*\*

**1. Titolo del/dei Task cui partecipa l'Unità di Ricerca:**

- *Task 1. – Inventario e vulnerabilità del patrimonio edilizio residenziale del territorio nazionale, mappe di rischio e perdite socio economiche.*
- *Task 2. – Inventario e vulnerabilità degli edifici pubblici e strategici dell'Italia centro-meridionale e meridionale*
- *Task 4. – Inventario e vulnerabilità dei sistemi urbani.*

**2. Responsabile dell'Unità di Ricerca:** Giulio Zuccaro

- *Qualifica:* Professore Associato
- *Ente:* Centro Interdipartimentale di Ricerca LUPT – Università di Napoli "Federico II".
- *Indirizzo:* Via Toledo, 402, Napoli - 80134
- *Telefono:* 081 5519437 – 081 5521011
- *Fax:* 081 5513495
- *E-mail* [zuccaro@unina.it](mailto:zuccaro@unina.it)

*Curriculum:*

Giulio Zuccaro è nato a Napoli, nell'agosto del 1955. Laureato in Architettura presso l'Università degli Studi di Napoli con Lode e' abilitato alla professione dal Giugno '80. Da circa 20 anni si occupa di Rischio Sismico con particolare attenzione all'analisi di vulnerabilità delle strutture edilizie a scala territoriale ed ha svolto ricerche in tema di tecnologie innovative finalizzate alla prevenzione sismica. Docente alla facoltà di Architettura di Napoli dal 1985, è attualmente titolare dei corsi di Scienza delle Costruzioni e Teoria delle Strutture nella medesima Facoltà, coordina il settore di "Analisi e Pianificazione del Rischio Sismico" del Centro di Ricerca L.U.P.T., presso l'Università di Napoli. E' stato responsabile scientifico di numerosi progetti di ricerca di cui si è fatto promotore con Enti Italiani e stranieri tra cui il SSN, il GNDT, l'Osservatorio Vesuviano, il Martin Centre dell'Università di Cambridge (UK), la XII Commissione della Comunità Europea. Nel '92 e' "visiting Professor" presso il Centro di Meccanica Stocastica della Florida Atlantic University (USA). E' membro del Task Group 3 "Rischio Sismico e Scenari Sismici" dell'associazione Europea di Ingegneria Sismica ed e' consulente della Banca Europea di Ricostruzione e Sviluppo in tema di Protezione Civile. La sua attività di ricerca ha avuto inizio nel 1982 su temi inerenti la Meccanica delle Murature. Nel 1985 l'incarico conferitogli al Centro LUPT lo avvicina alle tematiche di Ingegneria Sismica. In particolare egli ha allacciato una proficua e lunga collaborazione con il Martin Centre dell'Università di Cambridge (UK) avviando numerose ricerche nell'ambito della Vulnerabilità delle Strutture e del Rischio Sismico in generale. Tale circostanza lo ha indotto negli anni ad ampliare il proprio orizzonte di interessi avvicinandolo a problemi di Modellazione e Simulazione dell'input Sismico, Teoria delle Strutture, Dinamica Stocastica e Controllo Strutturale.

E' autore di oltre 70 articoli scientifici, di varie monografie e libri comprovanti la sua ininterrotta attività di ricerca nel campo dell'ingegneria strutturale con particolare attenzione alle problematiche inerenti la valutazione del rischio sismico e la protezione e la conservazione delle strutture edilizie da fenomeni calamitosi.

Il Prof. Giulio Zuccaro tra l'altro e' stato:

- responsabile scientifico nel progetto di aggiornamento delle mappe di vulnerabilità a scala nazionale all'interno del progetto GNDT 1998-2000.
- coordinatore della Unità di Ricerca dell'Università "Federico II" di Napoli impegnata nel progetto "Human Casualties and Structural Vulnerability in the Vesuvian Area" finanziato dalla Comunità Europea, Febbraio 2000.
- coordinatore di una Unità di Ricerca nel progetto di valutazione della vulnerabilità sismica dei paesi vesuviani finanziato dal Dipartimento di Protezione Civile e coordinato dall'Osservatorio Vesuviano, giugno 2001.
- coordinatore della Unità di Ricerca dell'Università "Federico II" di Napoli impegnata nel progetto "Vulnerabilità delle strutture edilizie soggette a flussi piroclastici nella caldera dei Campi Flegrei" finanziato dal GNV per gli anni 2000-2002.

### 3. Elenco dei partecipanti alla ricerca

qualifica (PO = Prof. Ordin., PA = Prof. Assoc., RC = Ricerc. Conf., DR = Dottorando, CE = collaboratore esterno,  
 D=Dirigente, RS= Ricercatore Senior, RJ= Ricercatore Junior)

Cognome	Nome	Qualifica	Ente	Mesi uomo
Zuccaro	Giulio	PA	Università di Napoli	1,5, 1,5
Baratta	Alessandro	PO	Università di Napoli	1,5, 1,5
Petrazzuoli	Stefano	CE		3, 3
Cacace	Francesco	CE		6, 6
Della Bella	Marianna	CE		6, 6
Esposito	Gennaro	CE		6, 6
Ianniello	Domernico	CE		3, 3
Nardone	Stefano	CE		3, 3
Binetti	Anna	CE		3, 3
De Angelis	Emilia	CE		3, 3
<b>TOTALE</b>	<b>MESI UOMO</b>			<b>72</b>

### 4. Pubblicazioni dei partecipanti più significative e pertinenti al progetto

- Baratta A., Colozza R., Zuccaro G. "Valutazione del Rischio Sismico nei Centri Storici, il Caso di Benevento" by Giulio Zuccaro, Technical Report, National Seismic Survey n° RT/95/8, Novembre 1995.
- Zuccaro G. & AA. VV. "The TOSQA Project - Earthquake Protection for Historic Town Centres", Final Report of the research of: "Dep. of Scienza delle Costruzioni" within the project TOSQA funded by "Environment", Contract n° EV5V - CT93-0305 Napoli, Aprile 1996.
- Zuccaro G., M. Dolce, A. Kappos, A.W. Coburn, "State of the Art Report of W.G.3 - Vulnerability and Risk Analysis", Working Group - *X European Conference on Earthquake Engineering*", Vienna, agosto 1994, A.A. Bakema, Rotterdam, Brookfields.
- Baratta A., Colletta T., Zuccaro G. - "Seismic Risk of Historic Centres - A Preliminary approach to the Naples' case" - *Istituto Italiano per gli Studi Filosofici, ed. La Città del Sole*, Napoli, marzo 1996.
- Zuccaro G. - "Metodi di Analisi di Vulnerabilità e Matrici di Probabilità del Danno" - *Proceeding of La Meccanica delle Murature tra Teoria e Progetto*, Messina 18-20 settembre 1996, Pitagora ed. Bologna.
- Zuccaro G., A. Baratta, "Fast Seismic Strength Analysis of Masonry Buildings with unknown Data for Vulnerability Purposes" - *Atti del XI World Conference on Earthquake Engineering*, Acapulco, giugno 1996, Elsevier Scienze Ltd.
- Zuccaro G.- F. Papa, "Applicazioni di Analisi Multicriterio in Problemi di Rischio Sismico" - *8° Convegno Nazionale - L'ingegneria Sismica In Italia*, Taormina, settembre 1997.
- Zuccaro G.- "Seismic Vulnerability in the Vesuvian Villages -Structural Distributions and a Possible Scenario. SISM-98 -Cambridge (UK) 26-27 November, 1998.
- Zuccaro G., F. Papa, "Inspection minutes process for the measurement of the seismic damage" - *International workshop on Measure of Seismic Damage to masonry buildings*, Monselice, giugno 1998, A.A. Balkema publishers, Rotterdam, Netherlands.
- Zuccaro G., R. Spence, D. D'Ayala, B. Martin, J. Marinescu, F. Sabetta - "The Umbria Marche Earthquake of 26 september 1997" - *Field Report by EEFIT*, Institution of Structural Engineers, ottobre 1998.
- Zuccaro G. "Valutazione a Scala Nazionale della Vulnerabilità degli Edifici Ordinari" - *9° Convegno Nazionale - L'ingegneria Sismica In Italia*, Torino, settembre 1999.
- Zuccaro G., Della Bella M., Papa F. "Caratterizzazione tipologico strutturale a scala nazionale" - *9° Convegno Nazionale - L'ingegneria Sismica In Italia*, Torino, settembre 1999.
- Troise C., De Natale G., Pingue F., Petrazzuoli S.M. (1998). Evidences for static stress interaction among earthquakes in South-Central Apennines (Italy). *Gephysical Journal International*.

Il Responsabile dell'Unità di Ricerca  
 Prof. Giulio Zuccaro

Il Direttore Tecnico del Centro LUPT  
 Prof. Guglielmo Trupiano

5. Costi (in Euro)

TABELLA DEI COSTI (in Euro) U.R. di Napoli		
Tipologia di spesa	COSTI PER ANNO	
	I Anno	II Anno
<b>Materiale inventariabile</b> (Descrizione non richiesta)	7500	2500
<b>Materiale di consumo e spese generali</b>		
- spese di consumo (cancelleria, spese telefoniche, fotocopie colore, collazionamento e rilegature)	3000	3000
- acquisto foto aeree	5000	
- spese generali (circa il 10% del costo del progetto per anno della sola UR)	10000	6000
Totali parziali	18000	9000
<b>Missioni</b>		
Missioni per meetings	3000	3000
<b>Personale a contratto</b>		
Numero persone : 2	21000	21000
Competenze: Interpretazione aerofotogrammetrica, coordinamento, raccolta dati, elaborazioni statistiche		
Tempi di impiego: come da tabella		
<b>Spese per riunioni e congressi</b>		
Due meeting per anno di cui uno con stranieri (missioni stranieri)	4000	4000
<b>Servizi esterni</b>		
a) raccolta dati, elaborazione data base nei comuni scelti	56000	25000
<b>Pubblicazioni</b>		
4 pubblicazioni per i due anni, così suddivise, 2, 2	500	500
<b>Altro</b>		
fitto per riprese da elicottero, foto aeree e per documentazione fotografica e video	4000	2000
<b>Totali</b>	<b>114000</b>	<b>67000</b>

**Totale generale: 181 000 Euro**

## SCHEDA DELL'UNITA' DI RICERCA

**Università della Basilicata (UNIBAS), Dipartimento di Strutture,  
Geotecnica, Geologia applicata all'ingegneria (DiSGG)**

\*\*\*\*\*

### 1. Titolo del/dei Task cui partecipa l'Unità di Ricerca:

- *Task 1. – Inventario e vulnerabilità del patrimonio edilizio residenziale del territorio nazionale, mappe di rischio e perdite socio economiche.*
- *Task 2. – Inventario e vulnerabilità degli edifici pubblici e strategici dell'Italia centro-meridionale e meridionale*
- *Task 3. – Inventario e vulnerabilità del patrimonio monumentale dei parchi dell'Italia centro-meridionale e meridionale*
- *Task 4. – Inventario e vulnerabilità dei sistemi urbani.*

### 2. Responsabile Scientifico dell'Unità di Ricerca: Dolce Mauro

- *Qualifica:* Professore Ordinario
- *Ente:* Università della Basilicata (UNIBAS), Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia applicata all'ingegneria (DiSGG)
- *Indirizzo:* Campus Macchia Romana, 85100 – Potenza, Italy
- *Telefono:* 0971 205107
- *Fax:* 0971 205070
- *E-mail:* [dolce@unibas.it](mailto:dolce@unibas.it), [dolcerom@libero.it](mailto:dolcerom@libero.it)

### *Curriculum:*

Il prof. Mauro Dolce è nato a Roma il 19.7.1953 e si è laureato in Ingegneria Civile Edile con il massimo dei voti e la lode presso l'Università "La Sapienza" di Roma, nel 1978. È attualmente Professore Ordinario di "Costruzioni in Zona Sismica" presso la Facoltà di Ingegneria dell'Università della Basilicata dal 1994, Direttore del Dipartimento di Strutture, Geotecnica, Geologia Applicata all'Ingegneria dal 1995, Preside Vicario della Facoltà di Ingegneria dal 1999.

L'attività di ricerca verte prevalentemente su temi di Ingegneria Sismica e si è concretizzata sinora in circa 130 pubblicazioni, apparse su riviste e atti di congressi nazionali e internazionali, e 6 brevetti. Le pubblicazioni riguardano prevalentemente la vulnerabilità degli edifici in muratura e in c.a., il comportamento sismico delle strutture murarie, degli edifici in c.a., dei ponti, l'utilizzazione di materiali e tecniche innovative per la protezione sismica di ponti ed edifici, con particolare attenzione agli interventi di consolidamento e di adeguamento antisismico.

Il prof. Dolce è stato Responsabile di Unità di Ricerca del GNDT a partire dal 1989 fino al 1997, ed è attualmente:

- Consigliere a tempo parziale del Servizio Sismico Nazionale dal '91, membro del Consiglio Scientifico del GNDT (Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti) dal '98, dei Consigli Direttivi dell'ANIDIS (Associazione Italiana di Ingegneria Sismica) e del GLIS (Gruppo di Lavoro per l'Isolamento Sismico), dal 1995.
- Coordinatore dal 1990 del Task Group 3 ("Seismic Risk and Earthquake Scenarios"), precedentemente Working Group 3, della European Association on Earthquake Engineering.
- Coordinatore dell'ENSERVES (European Network for Seismic Risk, Vulnerability and Earthquake Scenarios), finanziato dalla Commissione Europea nell'ambito del programma INCO-Copernicus.

**3. Elenco dei partecipanti alla ricerca** {Cognome e nome, qualifica (PO = Prof. Ordin., PA= Prof. Ass., RC = Ricerc. Conf., R = Ricerc. non Conf., DR = Dottorando, AR = Titolare di assegno di ricerca, BR = Borsista, CE = collaboratore esterno, TL = Tecnico Laureato), Ente, altri progetti in corso, mesi uomo dedicati al Progetto per ciascun anno}

Cognome	Nome	Qualifica	Ente	Mesi uomo
Dolce	Mauro	PO	Università della Basilicata	1,5, 1,5
Cherubini	Alberto	CE		2, 2
Liberatore	Domenico	PO	Università della Basilicata	1,5, 1,5
Masi	Angelo	PA	Università della Basilicata	2, 2
Laterza	Michelangelo	R	Università della Basilicata	2, 2
Ponzo	Felice C.	R	Università della Basilicata	2, 2
Spera	Giuseppe	AR	Università della Basilicata	3, 3
Marino	Maria	DR	Università della Basilicata	3, 3
Antonio	Cacosso	DR	Università della Basilicata	3, 3
Tiziana	Cappa	DR	Università della Basilicata	3, 3
Assegnista		AR		6, 12
<b>TOTALE</b>	<b>MESI UOMO</b>			<b>64</b>

#### 4. Pubblicazioni dei partecipanti più significative e pertinenti al progetto (Max 10)

- M. Dolce. *Evaluating Damage Probability Matrices from Survey Data*. JOINT USA/ITALY WORKSHOP ON REPAIR AND RETROFIT OF EXISTING BUILDINGS, Maggio, 1984, Roma.
- M. Dolce, F. Sabetta, R. Colozza, *Seismic Risk Assessment in the Historical Centre of Rome*. 11th WORLD CONFERENCE ON EARTHQUAKE ENGINEERING, Giugno 1996, Acapulco.
- M. Dolce, *Vulnerability Evaluation and Damage Scenarios*. US-Italian Workshop on "Seismic Evaluation and Retrofit", Dicembre 1996, New York City.
- Masi, M. Dolce, F. Caterina. *Seismic Response of Irregular Multi-storey Building Structures with Flexible Inelastic Diaphragms*. INTERNATIONAL JOURNAL THE STRUCTURAL DESIGN OF TALL BUILDINGS, Vol. 6, pgg. 99-124, Giugno 1997.
- M. Dolce, F.C. Ponzo. *Comportamento sismico in campo non-lineare di edifici in calcestruzzo armato progettati secondo le regole degli eurocodici 2 e 8 per differenti livelli di duttilità' e di intensità' sismica*. 8<sup>o</sup> CONGRESSO INGEGNERIA SISMICA IN ITALIA, Settembre 1997, Taormina.
- M. Dolce, V. Schenk. *EAEE – ESC Task Group 3 – Seismic Risk and Earthquake Scenarios Report of the Activities*, 10th EUROPEAN CONFERENCE ON EARTHQUAKE ENGINEERING, Settembre 1998, Parigi.
- M. Dolce, D. Liberatore, D. Palermo, G. Spera, *Vulnerabilità sismica di alcune tipologie strutturali di centri storici pugliesi*, Atti del DiSGG n. 5/2000.
- M. Dolce, M. Marino, A. Masi, M. Vona, *Seismic Vulnerability Analysis and Damage Scenarios of Potenza*, International Workshop on Seismic Risk and Earthquake Scenarios of Potenza, 13 and 14 November 2000, Potenza (Italy).
- A. Masi, M. Vona, M. Dolce, F.R. Telesca, A. Goretti *Resistenza sismica di telai in c.a. relativi ad edifici esistenti con e senza tamponature*, Atti del 10<sup>o</sup> CONVEGNO L'INGEGNERIA SISMICA IN ITALIA, Settembre 2001, Potenza/Matera.
- M. Dolce, A. Masi, M. Marino, *EAEE-ESC Task Group 3 – Seismic risk and earthquake scenarios - report of the activities*, Atti della 12th European CONFERENCE ON EARTHQUAKE ENGINEERING, Settembre 2002, Londra

Il Responsabile Scientifico  
 Prof. Ing Mauro Dolce

Il Direttore del Dipartimento  
 Prof. Ing. Mauro Dolce

## 5. Costi

TABELLA DEI COSTI (in Euro) U.R. di Potenza - UNIBAS		
Tipologia di spesa	COSTI PER ANNO	
	I Anno	II Anno
<b>Materiale inventariabile</b> (Descrizione non richiesta)	8 000	4 000
<b>Materiale di consumo e spese generali</b>		
Spese di consumo (cancelleria, spese telefoniche, fotocopie colore, collazionamento e rilegature)	2000	2000
spese generali (circa il 10% del costo del progetto per anno della sola UR)	6000	6000
Totali parziali	8 000	8 000
<b>Missioni</b>		
Missioni per meeting	3 000	3 000
<b>Personale a contratto</b>		
<i>E borse o assegni di ricerca</i>	26 000	26 000
<b>Spese per riunioni e congressi</b>		
Due meeting per anno di cui uno con stranieri (missioni stranieri)	3 000	3 000
<b>Servizi esterni</b>		
Consulenze e raccolta dati, elaborazione data base nei comuni scelti	35 000	15 000
<b>Pubblicazioni</b>		
	2 000	2 000
<b>Altro</b>		
<b>Totali</b>	<b>85000</b>	<b>61000</b>

**Totale generale: 146 000 Euro**

**SCHEDA DELL'UNITA' DI RICERCA**  
**Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti (GNDT)**

\*\*\*\*\*

**1. Titolo del/dei Task cui partecipa l'Unità di Ricerca:**

- *Task 1. – Inventario e vulnerabilità del patrimonio edilizio residenziale del territorio nazionale, mappe di rischio e perdite socio economiche.*
- *Task 2. – Inventario e vulnerabilità degli edifici pubblici e strategici dell'Italia centro-meridionale e meridionale*
- *Task 3. – Inventario e vulnerabilità del patrimonio monumentale dei parchi dell'Italia centro-meridionale e meridionale*
- *Task 4. – Inventario e vulnerabilità dei sistemi urbani.*

**2. Responsabile Scientifico dell'Unità di Ricerca:** Antonio Martinelli

- *Qualifica:* Ricercatore
- *Ente:* Gruppo Nazionale Difesa dai Terremoti (GNDT)
- *Indirizzo:* Ex Ospedale di Collemaggio - 67100 L'AQUILA
- *Telefono:* 0862 311883 - 0862 27777
- *Fax:* 0862 313524 - 0862 28400
- *E-mail:* [gndtaq@regione.abruzzo.it](mailto:gndtaq@regione.abruzzo.it)

*Curriculum*

Il Dott. Ing. Antonio Martinelli è nato a Toricella Peligna il 13.10.1952 e si è laureato con lode in ingegneria civile edile presso l'Università dell'Aquila, nel 1979. Attualmente è Ricercatore del CNR presso il Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti. Per quattro anni si è occupato di conservazione e restauro antisismico di edifici monumentali presso la Soprintendenza ai B.A.A.A.S. dell'Aquila. Successivamente ha svolto attività professionale e di ricerca presso l'Ufficio tecnico di consulenza per la riparazione dei danni del sisma del 1984 in Italia centrale, istituito dal GNDT. Ha partecipato, anche con funzioni di coordinamento a rilievi di vulnerabilità, danno e agibilità in occasione dei terremoti dell'Italia centrale del 1984, dell'Aquila 1985, della Sicilia orientale e della Basilicata del 1990, Reggio E. 1996, Umbria-Marche 1997 e Pollino 1998 e a varie campagne di rilevamento della vulnerabilità della Regione Abruzzo. Nel corso di queste e di altre attività di ricerca ha acquisito una profonda conoscenza delle metodologie relative alla valutazione della vulnerabilità sismica prodotte ed utilizzate in Italia, delle loro evoluzioni e dei relativi risultati conseguiti, soprattutto in ambito GNDT. Negli ultimi anni ha partecipato attivamente ai progetti LSU del GNDT riguardanti lo studio della vulnerabilità delle costruzioni nell'Italia meridionale. In particolare, è stato coordinatore del Progetto LSU-1996 di censimento degli edifici pubblici e strategici nell'Italia meridionale promosso dal DPC, dei cui risultati ha curato la pubblicazione; ha fatto parte della commissione del GNDT per l'elaborazione dei dati dei tre progetti LSU, curando in particolare la formazione delle banche dati. Le pubblicazioni prodotte riguardano tematiche relative al comportamento sismico e alla vulnerabilità sismica delle costruzioni. Il ricercatore Antonio Martinelli, inoltre:

- È responsabile della formazione e della gestione della Banca Dati di Vulnerabilità del GNDT.
- È componente della Commissione tecnico-scientifica per l'aggiornamento della vulnerabilità degli edifici residenziali e pubblici e per la stesura di un glossario sui principali temi della vulnerabilità, esposizione e rischio sismico, istituita dal Servizio Sismico Nazionale.

**2. Elenco dei partecipanti alla ricerca**



{Cognome e nome, qualifica (RI = Ricercatore, TE = Tecnologo, T = tecnico, CE = collaboratore esterno,), Ente, altri progetti in corso, mesi uomo dedicati al Progetto per ciascun anno.

Cognome	Nome	Qualifica	Ente	Mesi uomo
MARTINELLI	Antonio	RI	GNDT	3,3
CIFANI	Giandomenico	RI	GNDT	2,2
CORAZZA	Livio	TE	GNDT	3,3
CIALONE	Giovanni	TE	GNDT	2,2
MUTIGNANI	Carlo	TE	GNDT	1,1
PETRACCA	Aurelio	TE	GNDT	2,2
DI CAPUA	Giuseppe	TE	GNDT	2,2
D'ALESSANDRO	Sandro	T	GNDT	2,2
LAZZARO	Domenico	T	GNDT	1,1
PETRUCCI	Gabriele	T	GNDT	2,2
LEMME	Alberto	CE		4,4
ANTONACCI	Elena	CE		2,2
PEPPOLONI	Silvia	CE		2,2
<b>TOTALE</b>	<b>MESI UOMO</b>			<b>56</b>

#### 4. Pubblicazioni dei partecipanti più significative e pertinenti al progetto

1. Cifani, G, Martinelli A., Corazza L., et al. *"Terremoto del Messico del 19 settembre 1985: osservazioni preliminari sul comportamento delle costruzioni e sui danni"* in Ingegneria Sismica n.3, 1985.
2. Cifani, G, Martinelli A. et al. *"Retrofitting of old buildings - Case study of Barrea (middle Italy)"* Proceedings of the Ninth World Conference on Earthquake Engineering, Tokyo 1988.
3. Cifani, G, *"Terremoto del maggio 1984: l'esperienza della riattazione in Abruzzo"* al Convegno "I terremoti e il culto di S.Emidio", Castiglione a Casauria 1989.
4. Antonacci E., Genovese F., Vestroni F., *"Indagine sperimentale sul comportamento dinamico di una casa in muratura"*, atti del convegno su "La meccanica delle murature tra teoria e progetto", Messina 1996.
5. Cifani, G, Corazza L., Martinelli A., et al. *"The performance of the damage survey and safety evaluation form in Marche region"*, Proceedings of the international workshop on "Measures of seismic damage to masonry building", Monselice (PD) 25-27 giugno 1998, AA. Balkema/Rotterdam/Brookfield, 1999.
6. Martinelli A., *"The damage survey and safety evaluation form employed in Marche region struck by the September 1997 earthquake"* Proceedings of the international workshop on "Measures of seismic damage to masonry building", Monselice (PD) 25-27 giugno 1998, AA. Balkema/Rotterdam/Brookfield, 1999.
7. A.Chherubini, G. Di Pasquale, M. Dolce, A. Martinelli, Vulnerability assessment from quick survey data in the historic centre of Catania. THE CATANIA PROJECT, Pubblicazione GNDT, Dicembre 1999, Roma.
8. A.Chherubini, L. Corazza, G. Di Pasquale, M. Dolce, A. Martinelli, V. Petrini, Censimento di vulnerabilità degli edifici pubblici, strategici e speciali nelle regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia e Sicilia – Cap. 4: Risultati del Progetto. Dipartimento della Protezione Civile, 1999, Roma.
9. G. Di Pasquale, M. Dolce, A. Martinelli, Censimento di vulnerabilità a campione dell'edilizia corrente dei Centri abitati nelle regioni Abruzzo, Basilicata, Calabria, Campania, Molise, Puglia e Sicilia – Cap. 2.2: Analisi della vulnerabilità. Dipartimento della Protezione Civile, 2000, Roma.
10. A. Chherubini, G. Di Pasquale, M. Dolce, A. Martinelli, Censimento relativo alle emergenze a carattere monumentale e ambientale nei Comuni ricadenti in tutto e in parte all'interno di Parchi naturali nazionali e regionali – Cap. 3.4 pagg. 337-365: Elaborazioni di Rischio Sismico. Dip. della Prot. Civ., 2001, Roma.
11. G. Cialone, G. Cifani, Censimento relativo alle emergenze a carattere monumentale e ambientale nei Comuni ricadenti in tutto e in parte all'interno di Parchi naturali nazionali e regionali – Cap. 3.1 pagg. 113-121 e Cap. 3.2 pag. 123-134: Elaborazioni di Rischio Sismico. Dipartimento della Protezione Civile, 2001, Roma.
12. G. Di Pasquale, A. Goretti, M. Dolce, A. Martinelli, Confronto fra differenti modelli di vulnerabilità degli edifici, Atti del 10° CONVEGNO L'INGEGNERIA SISMICA IN ITALIA, Settembre 2001, Potenza/Matera.

#### Il Responsabile Scientifico

Ing. Antonio Martinelli

#### Il Presidente del GNDT

Prof. Claudio Eva

## 5. Costi

TABELLA DEI COSTI (in Euro) U.R. GNDT		
Tipologia di spesa	COSTI PER ANNO	
	I Anno	II Anno
<b>Materiale inventariabile</b> (Descrizione non richiesta)	4 000	2 000
<b>Materiale di consumo e spese generali</b>		
Spese di consumo (cancelleria, spese telefoniche, fotocopie colore, collazionamento e rilegature)	1 000	1 000
spese generali (circa il 10% del costo del progetto per anno della sola UR)	4 000	2 000
Totali parziali	5 000	3 000
<b>Missioni</b>		
Missioni per meeting	2 000	2 000
<b>Personale a contratto</b>		
2 persone	15 000	15 000
<b>Spese per riunioni e congressi</b>		
Due meeting per anno di cui uno con stranieri (missioni stranieri)	3 000	3 000
<b>Servizi esterni</b>		
Consulenze, informatizzazione ed elaborazioni per banca dati, sviluppo software e applicazioni GIS	20 000	10 000
<b>Pubblicazioni</b>		
	1 000	1 000
<b>Altro</b>		
<b>Totali</b>	<b>50 000</b>	<b>36 000</b>

**Totale generale: 86 000 Euro**

## SCHEDA DELL'UNITA' DI RICERCA

Università di Genova (UNIGE), Dipartimento di Ingegneria  
Strutturale e Geotecnica (DISEG)

\*\*\*\*\*

### 1. Titolo del/dei Task cui partecipa l'Unità di Ricerca:

- *Task 1. – Inventario e vulnerabilità del patrimonio edilizio residenziale del territorio nazionale, mappe di rischio e perdite socio economiche.*
- *Task 3. – Inventario e vulnerabilità del patrimonio monumentale dei parchi dell'Italia centro-meridionale e meridionale*
- *Task 4. – Inventario e vulnerabilità dei sistemi urbani.*

### 2. Responsabile Scientifico dell'Unità di Ricerca: Lagomarsino Sergio

- *Qualifica:* Professore Ordinario
- *Ente:* Università degli Studi di Genova (UNIGE), Dipartimento di Strutture e Geotecnica, (DISEG)
- *Indirizzo:* via Montallegro 1, 16145 Genova
- *Telefono:* tel. 010 3532521
- *Fax:* 010 3532534
- *E-mail:* [lagomarsino@diseg.unige.it](mailto:lagomarsino@diseg.unige.it)

### Curriculum:

Sergio Lagomarsino nacque a Genova il 13 aprile 1959 e si laureò con lode in Ingegneria Civile nel 1984; nel 1989 conseguì il titolo di Dottore di Ricerca in Ingegneria delle Strutture. Attualmente è professore straordinario di Tecnica delle Costruzioni ed è titolare dei corsi di *Ingegneria Sismica Territoriale* e di *Riabilitazione Strutturale*; inoltre è docente del corso *Consolidamento degli Edifici Storici*, nella Scuola di Specializzazione in Restauro dei Monumenti della Facoltà di Architettura di Genova, ed è membro del Collegio dei Docenti del Dottorato di Ricerca in Ingegneria Sismica del Politecnico di Milano. È stato invitato a molte conferenze o tavole rotonde sul problema della vulnerabilità sismica, alcune delle quali all'estero; inoltre ha svolto un'intensa attività divulgativa, attraverso corsi e seminari sul tema degli interventi di miglioramento sismico, organizzati dalla Protezione Civile, dal Ministero per i Beni Culturali e Ambientali, dalle Regioni e dagli Ordini Professionali. È autore di oltre 100 memorie, di cui 17 su rivista e molte su atti di convegni internazionali. Le sue ricerche sono caratterizzate da una spiccata propensione verso gli sbocchi applicativi; in particolare si ricordano i risultati più significativi: a) il suo modello di previsione dello smorzamento strutturale è stato adottato nell'Eurocodice 1; b) ha elaborato, in collaborazione con altri colleghi, la mappa dei venti estremi sul territorio italiano, riportata in normativa (D.M.LL.PP. 16.1.96; Eurocodice 1); c) i legami costitutivi per la muratura, sviluppati insieme a Gambarotta, sono spesso citati e, in alcuni casi, utilizzati da altri ricercatori come base per le loro ricerche; d) la scheda per il rilievo del danno e della vulnerabilità delle chiese è stata utilizzata per il rilievo sistematico dei manufatti danneggiati dal terremoto Umbria-Marche (oltre 2000 chiese) ed è alla base della scheda recentemente pubblicata su GU per la gestione dell'emergenza sismica sui beni monumentali. È stato coordinatore del sottoprogetto *Vulnerabilità e prevenzione sismica del patrimonio monumentale*, nell'ambito del Progetto Esecutivo 1998 del GNDT. Inoltre è stato responsabile di numerose ricerche, finanziate dal CNR, dal MURST o da enti pubblici e privati. Ha svolto, come rappresentante del GNDT, un'attività di servizio nei Comitati istituiti dalla Protezione Civile a seguito di eventi sismici; in particolare è stato presidente del CTS per il terremoto nel Monte Amiata (Ord. DPC n. 2705/97), membro del CTS Valtiberina (Ord. DPC n. 2668/97) e membro del CTS Beni Culturali del terremoto Umbria-Marche. Inoltre è stato membro del *Gruppo di Lavoro* che ha realizzato il Progetto *Lavori Socialmente Utili Parchi*, relativo alla "Mitigazione del rischio sismico per le emergenze a carattere monumentale ed ambientale nei comuni ricadenti in tutto o in parte all'interno di parchi e riserve naturali nazionali e regionali nell'Italia Meridionale".

**3. Elenco dei partecipanti alla ricerca** {Cognome e nome, qualifica (PO = Prof. Ordin., PA= Prof. Ass., RC = Ricerc. Conf., R = Ricerc. non Conf., DR = Dottorando, AR = Titolare di assegno di ricerca, BR = Borsista, CE = collaboratore esterno, TL = Tecnico Laureato), Ente, altri progetti in corso, mesi uomo dedicati al Progetto per ciascun anno}

Cognome	Nome	Qualifica	Ente	Mesi uomo
Lagomarsino	Sergio	PO	Università di Genova	2,2
Magenes	Guido	PA	Università di Pavia	1,1
Podestà	Stefano	BR	Università di Pavia	3,3
Giovinazzi	Sonia	DR	Università di Genova	3,3
Penna	Andrea	AR	Università di Genova	2,2
Resemini	Sonia	DR	Università di Genova	2,2
Lazzoni	Luca	BR	Università di Genova	4,4
Maggiolo	Laura	CE	Università di Genova	3,3
<b>TOTALE</b>	<b>MESI UOMO</b>			<b>40</b>

#### 4. Pubblicazioni dei partecipanti più significative e pertinenti al progetto (Max 10)

1. Corsanego, A. and Lagomarsino, S. 1993, Structural mechanics and seismic vulnerability of old towns, in *New Developments in Structural Mechanics*, Proc. of the International Meeting in memory of Manfredi Romano, Catania, 1990, pp. 351-376.
2. Gambarotta, L. and Lagomarsino, S. 1994, A microslip model for the seismic response analysis of drained cohesionless soil deposits, *Earthquake Engineering and Structural Dynamic*, **23**, pp. 1047-1067.
3. Gambarotta, L. and Lagomarsino, S. 1997, Damage models for the seismic response of brick masonry shear walls. Part I: the mortar joint model and its applications, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, **26**, pp. 423-439.
4. Gambarotta, L. and Lagomarsino, S. 1997, Damage models for the seismic response of brick masonry shear walls. Part II: the continuum model and its applications, *Earthquake Engineering and Structural Dynamics*, **26**, pp. 441-462.
5. Lagomarsino, S. 1999, Damage survey of ancient churches: the Umbria-Marche experience, in *Seismic Damage to Masonry Buildings* (A. Bernardini Ed.), Proceeding of the International Workshop on "Measures of seismic damage to masonry buildings", Monselice, Padova, Italy, June 25-26, 1998, Balkema, Rotterdam, pp. 81-94.
6. S. Cocina, S. Lagomarsino & S. Podestà, 1999. "Analisi di vulnerabilità della facciata nelle chiese di Catania", *Atti del 9° Convegno Nazionale L'ingegneria sismica in Italia*, Torino, 20-23 settembre 1999.
7. S. Lagomarsino, S. Brun, S. Giovinazzi, C. Idri, A. Penna, S. Podestà, S. Resemini e B. Rossi, 1999. "Modelli di calcolo per il miglioramento sismico delle chiese", *Atti del 9° Convegno Nazionale L'ingegneria sismica in Italia*, Torino, 20-23 settembre 1999.
8. Lagomarsino S., Maggiolo L., Podestà S., "Vulnerabilità sismica delle chiese: proposta di una metodologia integrata per il rilievo la prevenzione ed il rilievo del danno in emergenza", *Atti del X Convegno Nazionale "L'ingegneria sismica in Italia"*, Potenza 2001.
9. Galasco A., Lagomarsino S., Penna A., "Analisi sismica non lineare a macroelementi di edifici in muratura", *Atti del X Convegno Nazionale L'ingegneria sismica in Italia* Potenza 2001
10. Giovinazzi S. e Lagomarsino S., "Una metodologia per l'analisi di vulnerabilità sismica del costruito", *Atti del X Convegno Nazionale L'ingegneria sismica in Italia*, Potenza 2001.

Il Responsabile Scientifico  
 Prof. Ing Sergio Lagomarsino

Il Direttore del Dipartimento  
 Prof. Ing. Giovanni Solari

## 5. Costi

TABELLA DEI COSTI (in Euro) U.R. di Genova - UNIGE		
Tipologia di spesa	COSTI PER ANNO	
	I Anno	II Anno
<b>Materiale inventariabile</b> (Descrizione non richiesta)	8 000	6 000
<b>Materiale di consumo e spese generali</b>		
Spese di consumo (cancelleria, spese telefoniche, fotocopie colore, collazionamento e rilegature)	2000	2000
spese generali (circa il 10% del costo del progetto per anno della sola UR)	4000	3000
Totale parziali	6 000	5 000
<b>Missioni</b>		
Missioni per meeting	3 000	2 000
<b>Personale a contratto</b>		
E borse o assegni di ricerca	22 000	18 000
<b>Spese per riunioni e congressi</b>		
Due meeting per anno di cui uno con stranieri (missioni stranieri)	2 000	2 000
<b>Servizi esterni</b>		
Consulenze e raccolta dati, elaborazioni numeriche	2 000	2 000
<b>Pubblicazioni</b>		
	1 000	1 000
<b>Altro</b>		
<b>Totali</b>	<b>44 000</b>	<b>36 000</b>

**Totale generale: 80 000 Euro**

## 5. DESCRIZIONE DEL PROGETTO

### 5.1 OBIETTIVI DEL PROGETTO

- Realizzazione di mappe aggiornate di vulnerabilità e rischio sismico del patrimonio edilizio abitativo, del patrimonio degli edifici pubblici censiti nell'ambito dei Lavori Socialmente Utili nell'Italia Meridionale e di altre iniziative, del patrimonio monumentale di alcune porzioni territoriali di particolare pregio ambientale e monumentale (parchi), di mappe di vulnerabilità di piccoli sistemi urbani.
- Completamento e razionalizzazione delle più importanti basi di dati esistenti, particolarmente di quelle relative ai LSU.
- Confronto sulle basi di dati di cui sopra e miglioramento delle metodologie di valutazione della vulnerabilità rivolte alle diverse tipologie costruttive (edilizia ordinaria, edilizia monumentale e storica, chiese), ai fini di una loro integrazione e armonizzazione.
- Sviluppo di modelli per la valutazione delle perdite indirette e delle conseguenze socio-economiche dei terremoti;

### 5.2 STATO ATTUALE DELLE CONOSCENZE

La sismicità del territorio Italiano è una tra le più elevate sia a livello europeo che mondiale (220 eventi distruttivi negli ultimi mille anni; 150 mila vittime negli ultimi due secoli; oltre 70 miliardi di Euro di danni negli ultimi 25 anni). Il rapporto tra i danni prodotti dai terremoti in Italia e l'energia associata agli stessi è, inoltre, molto più alto rispetto a quello che si verifica normalmente in altri paesi ad elevata sismicità quali la California o il Giappone. Ad esempio recenti terremoti verificatisi in California nel 1989 e in Umbria e Marche nel 1997 hanno prodotto un quadro di danneggiamento confrontabile a dispetto di un'energia del terremoto italiano di circa 30 volte inferiore.

Il motivo di queste forti differenze è probabilmente da ricercare nell'elevato livello di vulnerabilità del patrimonio edilizio italiano. Ciò è dovuto alla presenza di un gran numero di edifici storici o di antica costruzione che non offrono garanzie di resistenza dal punto di vista sismico, al degrado di estesi quartieri nelle grandi aree metropolitane e all'edilizia illegale particolarmente diffusa nel centro-sud, proprio dove la pericolosità è maggiore.

L'azione di prevenzione del rischio sismico si è sviluppata, a partire dal terremoto di Reggio Calabria e Messina del 1908, attraverso la classificazione del territorio soggetto al rischio sismico in diverse categorie (attualmente 3) e la conseguente applicazione, nei comuni classificati, della normativa tecnica per le nuove costruzioni. La classificazione sismica, il cui ultimo aggiornamento risale al 1981, e che è attualmente in corso di revisione, include il 37% dei comuni, il 45% del territorio e il 40% della popolazione. Tuttavia solo il 35% delle abitazioni, nei comuni attualmente classificati in zona sismica, è stato costruito dopo la data di classificazione e risulta quindi protetto dall'azione sismica, pur se in maniera insufficiente a causa dell'inadeguatezza delle normative sismiche succedutesi nel tempo. Ne consegue che il problema emergente in Italia, vista anche la recente contrazione del mercato edilizio, non è tanto quello di applicare la normativa sismica per le nuove costruzioni, ma piuttosto quello di sviluppare un'adeguata politica di prevenzione volta al rafforzamento antisismico degli edifici più antichi e più vulnerabili.

In tal senso, considerato l'ammontare limitato delle risorse economiche, risulta essenziale una valutazione del rischio sismico per tutto il territorio nazionale al fine di stilare graduatorie di priorità che consentano di varare programmi d'intervento per la riduzione del rischio stesso. Gli studi attualmente disponibili sono rappresentati dalle mappe di rischio sismico realizzate nel 1996 dal Gruppo di Lavoro SSN-GNDT-ING e consegnate al Dipartimento della Protezione Civile. Tali mappe rappresentano, in Italia, il primo approccio in assoluto al problema della valutazione del rischio a scala nazionale e sono pertanto affette da numerose incertezze e suscettibili di miglioramenti.

Come ben noto, il rischio è definibile come la probabilità di osservare un dato livello di perdita prodotto da eventi sismici, in un prefissato intervallo di tempo. In pratica il rischio è determinato dal prodotto di convoluzione della *pericolosità* (probabilità che si verifichi un evento sismico di data intensità in un certo intervallo di tempo) per la *vulnerabilità* (probabilità che un edificio di assegnata tipologia strutturale subisca danni a causa di un evento di una data intensità) per l'*esposizione* (valutazione quantitativa e qualitativa dei beni e della popolazione esposta al rischio).

In questo progetto, l'attenzione viene concentrata sulla valutazione della vulnerabilità delle costruzioni e dei sistemi urbani. Su tali temi permangono ancora aperte diverse problematiche metodologiche e applicative, nonostante il gran numero di proposte operative sviluppate in Italia, soprattutto, e all'estero, basate su approcci sia puramente statistici, che puramente numerico-meccanici, che ibridi. La varietà degli approcci è ovviamente legata, da un lato, alla varietà delle tipologie strutturali (edifici in c.a. o in muratura, edifici monumentali, chiese, nuclei storici, etc.), dall'altro, alla disponibilità di dati di inventario a diverso livello di dettaglio e con informazioni di diverso tipo (dati ISTAT, schede di primo e secondo livello, schede speditive, rilievi aerofotogrammetrici, etc.). È evidente, infatti, che in qualsiasi stima di vulnerabilità occorre sempre tener presente la disponibilità di dati, diretti o indiretti, sulle caratteristiche delle strutture in esame e/o il loro costo di reperimento o di miglioramento.

Allo stato attuale, le valutazioni di *vulnerabilità* del patrimonio edilizio residenziale a scala nazionale sono basate sull'impiego dei cosiddetti «dati poveri» ricavati dal censimento ISTAT 1991 (tipologia strutturale ed età di

costruzione) calibrati in base a censimenti specifici su alcune zone d'Italia, effettuati da diversi gruppi di ricerca. Purtroppo tali dati, come hanno mostrato recenti esperienze, sono caratterizzati da un basso livello di affidabilità. Si sono quindi invocate negli ultimi anni raccolte dati ad ampio raggio in varie regioni d'Italia allo scopo di interpretare e/o correggere il dato ISTAT originario. Si annoverano tra queste la raccolta dati su edifici ordinari effettuata con tecniche aerofotogrammetriche e correzione statistica dell'errore su un campione di circa 85 Comuni (SSN, GNDT e Università di Napoli - Centro LUPT) e le attività di raccolta dati a campione, coordinate dal GNDT nell'ambito dei Lavori Socialmente Utili, sugli edifici ordinari e strategici per vari comuni dell'Italia meridionale.

Per quanto riguarda i modelli di vulnerabilità e di valutazione dei danni su scala nazionale dell'edilizia ordinaria, sono disponibili due metodologie basate su funzioni di vulnerabilità, che prendono rispettivamente il nome di Matrici di Probabilità di Danno (DPM) e Curve di Fragilità (CF). Le prime derivano da correlazioni tipologia-danno-intensità (Braga et al. 1982; Di Pasquale et al. 1996; Zuccaro et al. 1999) elaborate sulla base del danno osservato in occasione di eventi recenti, mentre le seconde (Petrini et al. 1989; Sabetta et al. 1998) definiscono correlazioni del tipo tipologia-danno-accelerazione elaborate anche in base ai rilievi di danno di recenti terremoti. Analoghe correlazioni sono state recentemente proposte a partire dai dati di danneggiamento rilevati a partire dal 1997 con la scheda di Agibilità e Danno (AeDES) messa a punto dal SSN e dal GNDT, secondo un approccio coerente con la nuova scala macrosismica europea EMS98 (Di Pasquale et al. 2001). Più recenti sono i tentativi di definire metodologie di stima della vulnerabilità basate su approcci meccanico-numeric, particolarmente utili ove non siano disponibili dati di danneggiamento di terremoti passati o qualora nella valutazione del rischio la pericolosità sia espressa attraverso parametri strumentali (PGA) o spettri di risposta, ma che necessitano, senza dubbio, di attente tarature. In generale appare necessario un ulteriore sforzo da parte dei ricercatori impegnati nel settore della vulnerabilità, volto ad armonizzare i diversi approcci e a rendere disponibile una chiave di elaborazione delle diverse schede di rilievo contenenti informazioni a diverso livello di dettaglio.

Gli edifici pubblici rivestono un ruolo particolarmente importante nelle problematiche di *vulnerabilità*, in relazione sia al carattere strategico di molti di essi, come ad esempio gli ospedali, sia all'esposizione di vite umane per categorie particolari, prime tra tutte le scuole, e alla possibilità di utilizzazione come ricovero e centri organizzativi dei soccorsi. Tale importanza è stata colta dal Dipartimento della Protezione Civile, che, insieme al Ministero del Lavoro, promosse un censimento degli edifici pubblici nell'Italia meridionale, attuato attraverso la legge sui Lavori Socialmente Utili nel corso degli anni '96-'97. La base di dati disponibile (circa 42.000 edifici) è estesa a gran parte del territorio dell'Italia meridionale ed è stata analizzata in prima istanza per fornire un quadro dello stato di vulnerabilità del patrimonio edilizio pubblico. Il suo sfruttamento è stato senza dubbio parziale ed è, pertanto, suscettibile di ulteriori approfondimenti, anche al fine di confrontare diverse metodologie di elaborazione e valutazione della vulnerabilità.

Un discorso a parte meritano gli edifici monumentali, particolarmente quelli a tipologia specialistica, quali le chiese, che, da un lato, non possono essere trattati con le metodologie valide per gli edifici ordinari, e per i quali, dall'altro, non esiste una base di dati estesa a livello nazionale, dalla quale sia possibile trarre informazioni utili ad una valutazione di vulnerabilità dell'intero patrimonio nazionale. Metodologie di rilievo per la valutazione del danno e della vulnerabilità delle chiese sono state messe a punto e provate sul campo, in particolare a seguito dei recenti terremoti dell'Umbria-Marche (1997) e del Pollino (1998). Esse, tuttavia, necessitano di attente calibrazione per un corretto uso delle informazioni sulle caratteristiche rilevate della singola chiesa, anche basate su approcci meccanico-numeric. Le basi dati derivanti dalle attività dei Lavori Socialmente Utili (LSU-Parchi) e i recenti rilievi post-terremoto, sebbene relative a porzioni territoriali limitate, rappresentano un ottimo banco di prova per la messa a punto e il confronto di metodologie di valutazione della vulnerabilità e la costruzione di mappe di vulnerabilità di ambiti territoriali di particolare interesse monumentale e ambientale, quali i parchi naturali nazionali e regionali.

Infine la disponibilità di dati di vulnerabilità su agglomerati urbani, ricavati da indagini speditive sugli edifici, nonché di schede specialistiche di reti e nodi: stradali, elettrici, idrici, acque di scarico, gas (LSU-Infrastrutture), rende affrontabile il problema della vulnerabilità di piccoli sistemi urbani. L'argomento, pur di estremo interesse, richiede ancora un approfondimento dell'approccio metodologico per giungere a definire una vulnerabilità d'insieme del sistema urbano. Non c'è dubbio che i sistemi GIS debbano svolgere un ruolo fondamentale, per questa tematica, ancor più che per le altre.

### 5.3 DESCRIZIONE DEL PROGRAMMA DI RICERCA

Il progetto si propone di affrontare i contenuti del tema 1 del Programma Quadro, in riferimento ai punti previsti per lo sviluppo di metodologie ed analisi di vulnerabilità sismica, al fine di realizzare mappe aggiornate di vulnerabilità combinabili con opportune mappe di pericolosità per il miglioramento delle stime di rischio.

Dall'analisi dello stato attuale delle conoscenze, svolto nel precedente paragrafo, appare chiaro come il progetto nasca da due fondamentali esigenze:

- disporre di mappe di vulnerabilità in ambiti territoriali diversi, dall'intero territorio nazionale alle regioni e ai comuni, relative a tipologie costruttive diverse, di edilizia ordinaria, pubblica e strategica, fino all'edilizia monumentale, o relative a sistemi urbani;

- la necessità di confrontare, integrare e, quanto meno, armonizzare i diversi approcci ad oggi disponibili alle valutazioni di vulnerabilità sismica dei vari oggetti, nonché di mettere a punto nuove metodologie di valutazione per alcune tipologie costruttive peculiari e per i sistemi urbani, che tengano conto dei dati effettivamente disponibili e che siano ad essi effettivamente applicabili.

Basi di dati importanti, per quantità e qualità, sono oggi disponibili, che potrebbero utilmente essere adoperate per soddisfare le esigenze appena dette, a condizione che si proceda ad un completamento dell'informatizzazione, ad una loro razionalizzazione e alla messa a disposizione, in condizioni di piena utilizzabilità, dei ricercatori del settore. In buona parte esse scaturiscono dai numerosi progetti dei Lavori Socialmente Utili, promossi dal DPC e dal Ministero del Lavoro e coordinati dal GNDT, e sono relative a edifici pubblici (LSU), edilizia ordinaria (LSU e LSU-bis), edilizia monumentale (LSU-Parchi), reti infrastrutturali (LSU-Infrastrutture). Come altre basi dati, particolarmente quelle relative a indagini post-terremoto, solo in parte esse sono state sfruttate in termini scientifici, e costituiscono un patrimonio di informazioni preziose per costruire mappe di vulnerabilità e confrontare e mettere a punto le diverse metodologie.

In relazione alle tipologie di oggetti sui quali verranno svolti gli studi specifici per il conseguimento di prodotti direttamente fruibili, quali le mappe di vulnerabilità, le attività saranno organizzate nei quattro task seguenti:

- Task 1. - Inventario e vulnerabilità del patrimonio edilizio residenziale del territorio nazionale, mappe di rischio e perdite socio economiche.  
Task 2. - Inventario e vulnerabilità degli edifici pubblici e strategici dell'Italia centro-meridionale e meridionale  
Task 3. - Inventario e vulnerabilità del patrimonio monumentale dei parchi dell'Italia centro-meridionale e meridionale  
Task 4. - Inventario e vulnerabilità dei sistemi urbani.

I diversi task verranno sviluppati, fino al raggiungimento del risultato finale, secondo modalità di sviluppo che vedono, in tutti i casi, il passaggio attraverso le seguenti attività:

- a) Completamento dell'informatizzazione (ove necessario), razionalizzazione (ove necessario), controllo della qualità (ove necessario) e messa a disposizione del gruppo di lavoro delle più importanti basi di dati esistenti, particolarmente per quelle rivenienti dai LSU.
- b) Confronto, miglioramento delle metodologie di valutazione della vulnerabilità rivolte alle singole tipologie di oggetti (edilizia ordinaria in muratura e in c.a., edilizia pubblica e strategica, edilizia monumentale e storica, chiese, aggregati urbani, reti infrastrutturali), ai fini di una loro integrazione e armonizzazione.
- c) Applicazione finale delle metodologie di valutazione messe a punto e/o perfezionate di cui in b) alle basi di dati, di cui in a), per il conseguimento dei prodotti finali della ricerca, ossia delle mappe di vulnerabilità delle singole tipologie di oggetti negli ambiti territoriali per cui le basi di dati sono disponibili.
- d) divulgazione dei risultati del progetto attraverso la realizzazione di un atlante e di un CD-ROM con le mappe di vulnerabilità e le basi dati necessarie per la consultazione e la riproduzione dei tematismi.

Evidentemente le attività sopra individuate saranno diversamente calibrate in relazione allo stato di sviluppo attuale delle basi di dati e delle metodologie di valutazione.

Il progetto si avvarrà della consulenza di uno dei maggiori esperti internazionali nel settore della vulnerabilità: Prof. Robin Spence (Università di Cambridge). La sua consulenza verrà esplicata attraverso la partecipazione a due seminari, uno per ciascun anno di attività del progetto, in cui verranno discussi e valutati l'impostazione, le metodologie e i risultati del progetto.

Il progetto inoltre potrà avvalersi del contributo derivante dai risultati di attività parallele attualmente in corso nel settore, in particolare di quelle sviluppate in ambito SSN.

Il gruppo di lavoro, comprendente docenti universitari, ricercatori e tecnici GNDT che, in collaborazione con dirigenti e personale del SSN, svilupperebbe la presente proposta, è costituito da ricercatori che già nel passato sono stati pienamente coinvolti nelle attività di raccolta dati, elaborazione delle basi di dati, messa a punto di metodologie di indagine e di valutazione della vulnerabilità, partecipando in maniera sinergica ai principali gruppi di lavoro che in ambito GNDT, SSN e DPC si sono occupati delle diverse problematiche della vulnerabilità sismica e dei loro successivi sviluppi, sin dal 1980, con l'immissione, nel tempo, di nuove competenze ed energie. La sua composizione costituisce un garanzia del raggiungimento degli obiettivi che il progetto si prefigge, per la piena disponibilità del know-how e degli strumenti necessari, nonché per l'ottimo affiatamento conseguito in anni di attiva e proficua collaborazione.



#### 5.4 ARTICOLAZIONE DEL PROGETTO ED ORGANIGRAMMA

##### **Task 1 INVENTARIO E VULNERABILITÀ DEL PATRIMONIO EDILIZIO RESIDENZIALE DEL TERRITORIO NAZIONALE, MAPPE DI RISCHIO E PERDITE SOCIO-ECONOMICHE**

Responsabile scientifico: **Giulio Zuccaro (LUPT UNINA)**  
Unità di Ricerca partecipanti: LUPT, UNIBAS, GNDT-AQ, UNIGE  
Sottotemi di riferimento: 1.7, 1.8

##### **OBIETTIVI E PRODOTTI FINALI**

- inventario delle distribuzioni tipologico strutturali del patrimonio edilizio;
- analisi delle funzioni di vulnerabilità attualmente in uso: DPM e Curve di Fragilità, confronto con metodi innovativi basati su tecniche meccanico-numeriche anche basate su approcci probabilistici;
- miglioramento degli strumenti di analisi di vulnerabilità e danno mediante schede di ultima generazione (AEDES)
- miglioramento delle valutazioni di vulnerabilità delle strutture in c.a. differenziate in classi tipologiche.
- miglioramento delle mappe di vulnerabilità a scala nazionale.
- miglioramento delle mappe di rischio a scala nazionale
- Prime valutazioni delle perdite socio-economiche.

Si individuano le seguenti fasi di lavoro:

##### ***Revisione ed aggiornamento dell'inventario del patrimonio edilizio (LUPT, GNDT-AQ, UNIBAS).***

La base dati raccolta nei progetti LSU/96 e LSUBis, relativa all'Italia centromeridionale, degli edifici d'abitazione necessita di un lavoro di completamento dell'informatizzazione e di alcune verifiche sulla base dei documenti conservati presso la Protezione Civile. Tale base dati verrà, inoltre, integrata con gli analoghi dati disponibili relativi ad A tale scopo Verrà, inoltre, effettuata un'ampia campagna di raccolta e sistematizzazione di altri dati già disponibili in Italia non ancora impiegati in modo unitario nella stima dell'inventario del patrimonio edilizio nazionale. Ci si riferisce essenzialmente a quelli derivanti dai progetti LSU dai rilievi post sisma degli ultimi eventi sismici dell'Umbria-Marche e del Pollino più altre campagne di valutazione di vulnerabilità svolte in varie regioni di Italia come in Sicilia, in occasione del progetto Catania a cura del GNDT o in Basilicata in occasione del progetto Potenza a cura dell'Università della Basilicata o in Campania nei paesi della cinta vesuviana e dei Campi Flegrei a cura del INGV-OV-GNDT-LUPT. Questi ulteriori campioni andranno ad integrare la base dati di circa 80 comuni già raccolta in occasione di precedenti progetti congiunti SSN-GNDT-LUPT. Si effettueranno analisi di rappresentatività, qualità e razionalizzazione dell'intera base di dati; a tal fine verranno anche effettuati test di confronto su un insieme di comuni opportunamente individuato, nell'ambito di quelli in cui la distribuzione tipologica è stata rilevata a campione, con l'ausilio di procedure aerofotogrammetriche (Baratta & Zuccaro 1989), o schedature sul campo di verifica. La nuova base dati verrà utilizzata per la definizione di un inventario a scala nazionale delle distribuzioni tipologico strutturali del patrimonio edilizio residenziale, basato sui dati del censimento ISTAT 91 o, se disponibile, del 2001, opportunamente tarato sulla base delle basi dati disponibili di maggior dettaglio.

Sulla base degli ulteriori dati a disposizione del GdL verrà aggiornato ed integrato lo studio di caratterizzazione delle tipologie strutturali degli insediamenti italiani, frutto di precedenti esperienze di ricerca LUPT-GNDT-SSN. Questo sarà effettuato mediante la integrazione tra le basi di dati e/o la compilazione ex novo del protocollo guidato di intervista, sottoposto a tecnici degli Uffici Comunali competenti, la raccolta di dati bibliografici su un numero significativo di parametri che andranno a formare una banca dati multimediale di caratterizzazione tipologico strutturale a scala nazionale.

##### ***Vulnerabilità degli edifici ordinari (LUPT, GNDT-AQ, UNIBAS, UNIGE)***

Analisi delle funzioni di vulnerabilità attualmente in uso: DPM e Curve di Fragilità; impiego di DPM regionalizzate e/o rappresentative a scala nazionale e correlate all'intensità macrosismica e CF correlate a parametri caratteristici del moto del terreno (accelerazioni di picco, accelerazioni efficaci, spettri di risposta), e confronto con curve di fragilità ottenuto attraverso metodologie meccanico-numeriche.

Il progetto prevede di analizzare le più aggiornate DPM disponibili (SSN '96, GNDT'2000, GdL SSN, etc.) e se ne valuterà la rappresentatività a scala nazionale. A tale scopo verranno effettuate analisi comparative con altre metodiche di valutazione della vulnerabilità (CF, metodi meccanico-numerici) anche utilizzando tecniche probabilistiche e/o di analisi multicriterio.

Si miglioreranno le stime sintetiche operate con l'Indice di Vulnerabilità Comunale (IVC) introdotto nel precedente progetto GNDT'98-2000; ciò sarà possibile attraverso l'analisi dell'accresciuto campione di comuni a distribuzione tipologica nota di cui si disporrà alla fine del primo anno; questo consentirà di migliorare la robustezza statistica delle distribuzioni tipologiche centrali di riferimento delle singole Classi di Vulnerabilità Comunali. Si valuterà inoltre la possibilità di pervenire alla definizione di parametri statistici teorici che meglio approssimino le distribuzioni centrali caratteristiche delle classi di vulnerabilità comuni.

A tale scopo si indagherà sulla fattibilità di correlare gli studi di caratterizzazione tipologica con le funzioni di vulnerabilità al fine di un utilizzo regionalizzato delle stesse.

***Vulnerabilità degli edifici c.a.*** (LUPT, UNIBAS, GNDT-AQ, UNIGE)

Lo studio degli edifici in c.a. partirà da un'analisi delle proposte operative ad oggi disponibili e dei dati (schede primo, secondo livello, speditive) raccolte nei rilievi effettuati, così da determinare le analogie tra i diversi approcci, sia in termini metodologici che di risultati, e la loro applicabilità ai dati disponibili da rilievi sul patrimonio abitativo (LSU, LSUbis, etc.). Successivamente si stabilirà una correlazione tra i dati (poveri) disponibili dai censimenti ISTAT e le caratteristiche di vulnerabilità.

Lo studio verrà effettuato su progetti di edifici in c.a. costruiti in varie epoche e in varie regioni, confrontando su di essi gli esiti delle diverse metodologie. Verranno effettuate elaborazioni numeriche con modelli di calcolo a diversi livelli di complessità e sofisticazione. Si selezioneranno tipologie strutturali in c.a. tipiche degli insediamenti italiani ed aventi caratteristiche sensibili alla risposta sismica (tamponature, piani liberi etc.) anche alla luce dei danneggiamenti osservati in recenti eventi italiani ed europei (Umbria, Marche, Turchia, Grecia).

***Miglioramento degli strumenti di analisi della vulnerabilità e del danno*** (LUPT, GNDT-AQ, UNIBAS, UNIGE)

Si intende approfondire la possibilità di integrazione dei diversi approcci, sviluppati nel passato in relazione al tipo di informazioni derivanti dall'utilizzazione delle schede di primo e secondo livello e, più di recente, della scheda AEDES. che risulta decisamente utile per massimizzare lo sfruttamento delle informazioni disponibili o raccolte in futuro. A tal fine verranno svolti confronti tra i diversi metodi su un medesimo campione nel quale siano presenti dati a diversi livelli di dettaglio. Per la scheda AEDES si studieranno gli eventuali correttivi per migliorarne sia l'applicazione sul campo che la successiva utilizzazione ai fini delle valutazioni di vulnerabilità e previsione del danno.

***Mappe di Vulnerabilità*** (LUPT, GNDT-AQ, UNIBAS)

Realizzazione di mappe di vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio abitativo, espresse in termini di appartenenza dei Comuni a predefinite classi di vulnerabilità o di assegnazione di un indice di vulnerabilità correlabile a funzioni di vulnerabilità.

***Mappe di Rischio e valutazione dei danni e delle perdite indirette*** (LUPT)

Si realizzeranno mappe di rischio sismico del patrimonio edilizio abitativo a scala nazionale con dettaglio Comunale. A tal fine si adopereranno analisi di pericolosità tra le più aggiornate ed accreditate rintracciabili in letteratura e/o studi di pericolosità ad opera di progetti di ricerca in corso che rendessero disponibili i risultati.

***Prime valutazioni dei danni e delle perdite indirette*** (LUPT)

Valutazione su base annua dell'impatto connesso alle perdite economiche dirette ed indirette, alle perdite culturali ed alle perdite sociali (persone coinvolte). L'analisi si concentrerà sull'individuazione di idonee funzioni di correlazione tra l'input sismico su base probabilistica ed il livello di perdita attesa, attraverso l'utilizzo di dati esistenti raccolti a macro-scala per differenti terremoti in Italia e nel mondo.

Le attività si articoleranno come segue:

***Valutazione delle perdite economiche dirette al patrimonio edilizio residenziale*** (LUPT)

Verranno stimate attraverso correlazioni danno - costi di riparazione e miglioramento, tarate per differenti livelli di danno strutturale e non strutturale. Saranno anche effettuate analisi costi-benefici a scala nazionale di politiche alternative di mitigazione.

***Valutazione delle perdite economiche indirette al sistema economico produttivo*** (LUPT)

Si analizzeranno le perdite derivanti da interruzione di attività (industria, commercio, turismo, etc.). A tale scopo ci si avvarrà della banca dati "Sistema Starter", che raccoglie più di 1000 indicatori territoriali a livello provinciale, di cui 600 con il dettaglio comunale, che alimenterà il modello statistico. Tale modello, basato su tecniche di analisi multivariata, verrà prima calibrato su di un'area pilota, recentemente interessata da un evento sismico, di cui saranno valutate le condizioni pre e post evento (struttura urbanistica dell'area, qualità degli immobili, livelli di produzione nei tre settori economici, etc.); quindi sarà testato su altre aree pilota al fine di stabilizzare le stime dei parametri di regressione e quindi di valutare su scala nazionale i costi annui indiretti derivanti da distruzione e/o interruzione di attività.

***Valutazione delle perdite umane (morti, feriti, senzatetto)*** (LUPT)

Verranno stimate in funzione del danno strutturale, cui statistiche mondiali attribuiscono il 75% delle perdite totali in caso di evento sismico. Il modello di valutazione prenderà in considerazione i livelli di occupazione degli edifici, residenziali e pubblici, le classi di età della popolazione occupante, l'uso degli edifici connesso ai livelli di vulnerabilità, e stimerà intervalli minimi e massimi di perdita, in relazione a condizioni (ora del giorno, periodo

dell'anno) più o meno sfavorevoli. Verrà essenzialmente utilizzata la base dati Istat integrata dai dati LSU, laddove disponibili. Inoltre saranno esplorate altre eventuali fonti di dati, in grado di fornire indicatori di "vulnerabilità sociale".

#### **PUNTI DI VERIFICA ANNUALI**

**Primo anno:** **a) Inventario e Caratterizzazione tipologica:** Acquisizione e razionalizzazione dei dati relativi alle campagne LSU ed altre basi dati già disponibili in Italia (LSUbis, rilievi post-sisma Umbria-Marche e Pollino, Area Vesuviana etc.). **b) Integrazione dati:** Studio di fattibilità ed integrazione informatica dei dati e relativi controlli di affidabilità (ove necessario) mediante individuazione di un campione test e successiva raccolta dati di verifica con l'ausilio di tecniche aerofotogrammetriche e/o schedature a campione in sito. **c) Vulnerabilità degli edifici:** Rassegna delle metodologie di valutazione della vulnerabilità disponibili sia di tipo statistico che meccanico numerico; selezione delle funzioni di vulnerabilità più significative da analizzare. Stato dell'arte sulla valutazione della vulnerabilità degli edifici in c.a.. Stato dell'arte sui parametri di distruttività dei terremoti e sulla correlazione con l'intensità macrosismica, e scelta dei parametri più significativi.. Miglioramento degli strumenti di analisi della vulnerabilità e del danno mediante schede di ultima generazione (AEDES) **d)** analisi correlazioni danno-costi per la valutazione delle perdite economiche dirette al patrimonio edilizio residenziale, chiese ed edifici monumentali ; calibrazione modello statistico per la valutazione di perdite economiche indirette; sviluppi metodologici finalizzati alla valutazione delle perdite umane.

**Secondo anno:** **a) Inventario e Vulnerabilità degli edifici Ordinari:** Analisi della nuova base dati e definizione di un inventario a scala nazionale delle distribuzioni tipologico strutturali del patrimonio edilizio residenziale, basato sui dati del censimento ISTAT 91 o, se disponibile, del 2001. Nuove distribuzioni degli indici di vulnerabilità comunale per classi tipologiche. **b) Vulnerabilità degli edifici:** Rapporto sulle caratteristiche strutturali degli edifici in c.a. costruiti in varie epoche e con diversi codici in Italia, rapporto sulla valutazione della risposta di strutture a telaio con e senza tamponature. Individuazione e sviluppo di tecniche innovative su base meccanico-numerica di vulnerabilità ed analisi e confronto di queste con DPM e Curve di Fragilità per gli edifici ordinari in muratura e in c.a.. Valutazioni di rappresentatività a scala nazionale e/o regionale delle funzioni di vulnerabilità anche sulla base delle valutazioni di caratterizzazione tipologiche locali; **c) Valutazioni Multicriterio:** Valutazioni multicriterio dei parametri di valutazione della vulnerabilità. **d) Mappa di vulnerabilità a scala Nazionale:** Mappa nazionale delle distribuzioni tipologiche e relativa vulnerabilità. **e) Mappa di rischio a scala Nazionale:** Mappa nazionale di rischio sismico con dettaglio comunale compatibile con la Banca dati del SSN, e valutazione delle perdite indirette associate. **f)** analisi costi-benefici per politiche di mitigazione; test su aree pilota per la valutazione delle perdite economiche indirette; raccolta ed elaborazione dati per la valutazione delle perdite umane. **g)** stima delle perdite economiche dirette ed indirette e delle perdite umane a scala nazionale.

**Task 2. - VULNERABILITÀ DEGLI EDIFICI PUBBLICI E STRATEGICI DELL'ITALIA CENTRO-MERIDIONALE E MERIDIONALE**

Responsabile scientifico: Mauro Dolce (UNIBAS)  
Unità di Ricerca partecipanti: UNIBAS, GNDT-AQ  
Sottotemi di riferimento: 1.7, 1.8

**OBIETTIVI E PRODOTTI FINALI**

- Inventario degli edifici pubblici per un'ampia porzione del territorio nazionale
- Miglioramento delle valutazioni della vulnerabilità sismica degli edifici pubblici italiani, con particolare riferimento ad ospedali e scuole,
- Mappa di vulnerabilità degli edifici pubblici per quella parte del territorio nazionale per cui sono disponibili i dati di inventario

Si individuano le seguenti fasi di lavoro:

***Analisi e integrazione del database derivante dal progetto LSU (UNIBAS, GNDT-AQ)***

La base dati raccolta nel progetto LSU/96, relativa all'Italia centro-meridionale, degli edifici pubblici (oltre 42.000 record: di 1° e 2° livello per la muratura e di 1° livello per il c.a.) necessita di un lavoro di controllo di qualità su una parte dei dati informatizzati, che richiede alcune verifiche sulla base dei documenti conservati presso la Protezione Civile. Tale base dati verrà, inoltre, integrata con gli analoghi dati disponibili relativi ad alcune altre regioni italiane, per poter essere organicamente inserita nella banca dati di vulnerabilità, già avviata presso le sedi GNDT di Roma e L'Aquila. La base dati verrà attentamente riesaminata ed elaborata, al fine di valutarne l'affidabilità, individuare le principali caratteristiche del patrimonio edilizio pubblico italiano, distinguendo tra le diverse categorie d'uso, effettuare una prima stima della vulnerabilità strutturale degli edifici sulla base dei dati disponibili, definire, per le diverse categorie d'uso, un campione di edifici sul quale effettuare gli ulteriori studi di approfondimento di cui ai punti successivi.

***Analisi delle caratteristiche tipologiche e di vulnerabilità degli edifici scolastici (UNIBAS, GNDT-AQ)***

Verrà svolta una caratterizzazione del patrimonio edilizio scolastico, determinando le statistiche dei principali parametri che possono, direttamente o indirettamente, influire sul comportamento sismico degli edifici, così da individuare alcuni edifici rappresentativi (tra i 20 e i 30). Verranno migliorate le informazioni relative al campione scelto attraverso un'analisi di dettaglio effettuata sui progetti di scuole da reperire presso gli uffici regionali di competenza e attraverso appositi sopralluoghi. Si potrà così valutare l'applicabilità delle metodologie correnti di valutazione della vulnerabilità. Su un sottoinsieme di essi, opportunamente selezionati in base alla rappresentatività tipologica, si effettueranno analisi di simulazione numerica mediante modelli a diversi livelli di dettaglio, così da valutarne il comportamento sismico, la vulnerabilità e le curve di fragilità. In particolare si confronteranno le stime di vulnerabilità derivanti dai classici approcci di primo livello e secondo livello, con approcci di tipo meccanico-numerico.

***Analisi delle caratteristiche tipologiche e di vulnerabilità degli ospedali (UNIBAS, GNDT-AQ)***

Verranno migliorate le informazioni relative al campione scelto attraverso un'analisi di dettaglio effettuata sui progetti di edifici ospedalieri da reperire presso gli uffici di competenza e attraverso appositi sopralluoghi. Si prevede di operare su circa 20 edifici in totale. Su un sottoinsieme di tali edifici, opportunamente selezionati in base alla rappresentatività tipologica, si effettueranno analisi di simulazione numerica mediante modelli a diversi livelli di dettaglio.

***Analisi delle caratteristiche tipologiche e di vulnerabilità di altri edifici pubblici (UNIBAS, GNDT-AQ)***

L'indagine verrà essenzialmente svolta sulla base delle informazioni già disponibili nel database LSU, con gli arricchimenti e le integrazioni già dette. Le valutazioni di vulnerabilità fruiranno, tuttavia, anche dei risultati ottenuti per il patrimonio scolastico e per quello ospedaliero, nonché dei risultati ottenuti per il task 1 su edifici ad uso residenziale strutturalmente simili a quelli esaminati.

***Mappe di Vulnerabilità (UNIBAS, GNDT-AQ)***

Realizzazione di mappe di vulnerabilità sismica del patrimonio degli edifici pubblici per i quali sono disponibili i dati sulle caratteristiche strutturali. Le mappe saranno complete almeno per le regioni del centro e sud Italia oggetto delle indagini nell'ambito dei LSU.

**PUNTI DI VERIFICA ANNUALI**

**Primo anno:** a) analisi ed estensione della base di dati esistente con finalità statistiche e di razionalizzazione, così da renderla utilizzabile da tutte le U.R.; b) caratterizzazione delle tipologie strutturali prevalenti nelle scuole e negli ospedali; c) Raccolta di ulteriori informazioni sugli edifici destinati all'Istruzione e all'uso Civile per classi tipologiche

con una scelta fattibile nell'ambito delle regioni Abruzzo, Molise, Puglia, Basilicata, Calabria, Toscana, Emilia ed eventualmente Umbria, Marche, Lazio e Sicilia; **d)** inizio dell'attività di valutazione «analitica» della vulnerabilità delle scuole e degli ospedali attraverso la raccolta ed un primo esame degli elaborati progettuali.

**Secondo anno:** **a)** completamento della raccolta di ulteriori dati di dettaglio sugli edifici pubblici selezionati; **b)** completamento delle valutazioni della resistenza sismica degli edifici scolastici e ospedalieri, attraverso simulazioni numeriche del loro comportamento sismico; **c)** affinamento delle metodiche di rilevamento e valutazione di vulnerabilità degli edifici pubblici, utili per la costruzione di strumenti operativi; **d)** valutazione della vulnerabilità degli edifici pubblici, in termini di matrici di probabilità di danno e di curve di fragilità; **e)** sintetizzazione dei risultati in mappe di vulnerabilità relative alle diverse categorie di edifici pubblici presi in esame negli ambiti territoriali per i quali sono disponibili basi dati adeguate.

**Task 3. - INVENTARIO E VULNERABILITÀ DEL PATRIMONIO MONUMENTALE DEI PARCHI DELL'ITALIA CENTRO-MERIDIONALE E MERIDIONALE BUDGET**

Responsabile scientifico: Sergio Lagomarsino (UNIGE)  
Unità di Ricerca partecipanti: UNIGE, GNDT-AQ, UNIBAS  
Sottotemi di riferimento: 1.7, 1.8

**OBIETTIVI E PRODOTTI FINALI**

- inventario informatizzato degli edifici monumentali rilevati nell'ambito dei diversi LSU;
- analisi delle funzioni di vulnerabilità attualmente in uso: DPM e Curve di Fragilità, confronto con metodi innovativi basati su tecniche meccanico-numeriche anche basate su approcci probabilistici;
- miglioramento degli strumenti di analisi della vulnerabilità e del danno mediante schede
- Mappe di vulnerabilità.

Si individuano le seguenti fasi di lavoro:

***Analisi e integrazione del database derivante dai progetti LSU*** (UNIGE, GNDT-AQ, UNIBAS)

Le basi dati raccolte nei diversi LSU, ed in particolare LSUparchi, relative ad emergenze monumentali richiedono ancora un'opera di completamento dell'informatizzazione, che verrà svolta nell'ambito del presente sub-task, per poter costituire un database completo e facilmente utilizzabile. In particolare si effettueranno le seguenti operazioni:

- informatizzazione del censimento delle Chiese di Catania, con schede speditive "Chiese"
- raccolta degli edifici pubblici monumentali, tra quelli censiti ed elaborati
- approfondimento e prosecuzione di elaborazioni per le Check-list di tutti gli oggetti censiti negli LSUparchi
- informatizzazione ed elaborazioni per schede di vulnerabilità specialistiche: campanili, conventi, castelli e cinte fortificate, palazzi, teatri, siti archeologici e scheda "qualità muratura".

***Miglioramento delle metodologie di primo livello*** (UNIGE, GNDT-AQ, UNIBAS)

Il rilievo dei danni alle chiese, compiuto a seguito dei terremoti che hanno colpito il nostro paese negli ultimi 10 anni, ha consentito di ottenere una metodologia per l'analisi di vulnerabilità, specifica per tali monumenti, che è oggi in grado di essere usata anche a scopi preventivi. Le analisi statistiche effettuate sui dati catalogati (Umbria e Marche, Pollino, Arezzo, Lunigiana e Garfagnana, Lazio, Asti ed Alessandria), ha permesso di definire metodi analoghi a quelli usati per l'edilizia ordinaria, ovvero basati su una classificazione tipologica cui sono associate *DPM* (matrici di probabilità di danno) o mirati ad una valutazione puntuale del singolo manufatto, cui viene attribuito un indice di vulnerabilità.

Nell'ambito del Progetto LSU-Parchi, rivolto al censimento del patrimonio monumentale nei comuni dei Parchi dell'Italia centro-meridionale e meridionale, è stata prodotta un'enorme mole di dati, raccolti a due livelli di dettaglio: a) check-list: è un semplice elenco dei manufatti, con alcune informazioni sull'epoca di costruzione, sullo stato di manutenzione e sull'esposizione; b) schedatura di vulnerabilità, attraverso schede specifiche, distinte per tipologia di monumento e contenenti informazioni di maggiore dettaglio. In particolare per le chiese è stata utilizzata la scheda con la quale sono stati rilevati i danni in Umbria e Marche.

Appare quindi necessario valorizzare il materiale raccolto e, sulla base delle esperienze fino ad ora condotte, definire una metodologia per l'analisi di vulnerabilità del patrimonio monumentale, concettualmente analoga alle metodologie per il costruito diffuso ed integrabile all'interno di analisi probabilistiche di rischio sismico o di analisi di scenario per prefissati terremoti.

Un primo livello di analisi è quello che usa dati poveri, ovvero raccolti con un rapido censimento. La ricerca si propone di definire una classificazione tipologica del costruito monumentale (chiese, torri, conventi, palazzi, ville, ponti ad arco, ecc.) ed individuare, per ciascuna tipologia, una vulnerabilità media, ovvero una propensione ad essere danneggiata dal sisma.

Per le chiese tale valutazione è già stata condotta, in quanto l'osservazione dei danni subiti in occasione di diversi terremoti ci consente oggi di prevedere la distribuzione dei danni attesi su una popolazione di chiese, in funzione dell'intensità del terremoto (DPM); tali distribuzioni sono ben approssimate dalla legge binomiale e quindi descritte da un solo parametro di danno (che per semplicità viene indicato come *danno medio*). Analizzando l'andamento del danno medio al crescere dell'intensità si ottiene una curva (che chiamiamo *curva di vulnerabilità*) che consente una previsione a priori della risposta delle chiese in una data area, noto il terremoto atteso. La curva di vulnerabilità delle chiese presenta un andamento meno inclinato rispetto a quella ricavabile dalle DPM degli edifici (considerando il rilievo dopo il terremoto Irpino); in particolare le chiese presentano maggiori danni rispetto agli edifici, per terremoti di bassa intensità, mentre per terremoti più intensi il comportamento è analogo.

Queste considerazioni fanno capire che ogni tipologia, in funzione delle proporzioni geometriche (si pensi alle differenze tra un obelisco, una torre o un castello) e dei materiali, presenta una propria curva di vulnerabilità; in altre parole ogni tipo di monumento avrà una diversa soglia di attivazione del danno (intensità per la quale si hanno i primi risentimenti) ed una diversa pendenza della curva (rapidità con la quale si passa da un danno lieve al collasso). La

ricerca si propone di definire le curve di vulnerabilità per i diversi tipi di monumento, sulla base di osservazioni dei danni occorsi nei passati terremoti e di modellazioni semplificate della risposta sismica su alcuni manufatti prototipo. I dati disponibili dal censimento speditivo (check-list) possono consentire, attraverso regole opportunamente tarate, di affinare la valutazione media del comportamento della tipologia; lo stato di manutenzione, la qualità dei materiali, il contesto urbano e le condizioni del sito sono, ad esempio, modificatori di comportamento di cui tenere conto nel modello di vulnerabilità.

#### **Miglioramento delle metodologie di secondo livello** (UNIGE, UNIBAS)

Il secondo livello di analisi è quello che necessita di un rilievo più preciso delle caratteristiche costruttive e strutturali del monumento. A tal fine l'approccio più efficace è quello per macroelementi, elementi architettonici ben individuabili e dotati di un comportamento autonomo rispetto al resto della fabbrica. La scheda chiese utilizzata per l'Umbria e le Marche è impostata su questo concetto e contiene già una sezione relativa al rilievo della vulnerabilità, che si configurava come l'individuazione di carenze costruttive nel macroelemento, constatate a seguito del terremoto. Tale impostazione è molto efficace per un giudizio di agibilità, che deve essere espresso sul manufatto in una fase d'emergenza post-terremoto. In un'ottica di prevenzione tali indicatori non sempre sono efficaci ed emergono spesso incertezze nel giudizio dei rilevatori durante la compilazione.

Nella ricerca verrà quindi revisionata la scheda, senza introdurre tuttavia modifiche tali da rendere non più utilizzabili le schede compilate nel rilievo dei danni o quelle raccolte in fase preventiva con il Progetto LSU-Parchi. Ad esempio, nel caso di chiese di grosse dimensioni o caratterizzate da una pianta molto irregolare, l'estrema sintesi della vecchia scheda in diciotto meccanismi genera spesso confusione nella corretta attribuzione delle vulnerabilità locali; la nuova scheda presenterà quindi un numero maggiore di possibili meccanismi, fatto che non va visto come un elemento di complicazione ma, piuttosto, di maggiore chiarezza. Il concetto di rilievo degli indicatori di vulnerabilità verrà ribaltato, inserendo nella scheda una lista di possibili presidi antisismici; il loro numero non sarà bloccato, ma anzi sarà possibile aggiungerne da parte del rilevatore, per considerare tecniche costruttive specifiche della cultura sismica locale di ciascuna regione.

Anche per le alcune altre tipologie di monumento si prevede di elaborare nuove schede di rilievo della vulnerabilità.

Per migliorare le stime di vulnerabilità sia delle chiese che di altre tipologie monumentali, saranno svolte analisi dinamiche di ribaltamento di pareti murarie al di fuori del loro piano. Per gli edifici sarà analizzato sia il ribaltamento globale rispetto allo spigolo esterno della base, sia il ribaltamento parziale attorno a centri di rotazione posti alla quota dei piani. I modelli terranno conto dell'eventuale collegamento con le pareti ortogonali e degli effetti esercitati dagli orizzontamenti. Per quanto riguarda in particolare questi ultimi, si terrà conto della spinta delle volte, della resistenza allo sfilamento di travi/travetti, se ben collegati alla parete, e della presenza di catene, ove presenti. I modelli dinamici di ribaltamento, già sviluppati per pareti murarie che ruotano attorno a una cerniera orizzontale, verranno estesi per considerare meccanismi di collasso più complessi, con formazione di cerniere verticali e oblique, particolarmente adatti all'analisi di chiese.

Si segnala l'importanza di utilizzare un modello dinamico nello studio della risposta al ribaltamento di elementi di elevata snellezza, quali le pareti, sotto azioni sismiche. La risposta, infatti, in ragione delle basse frequenze (0.2-0.5 Hz) manifestate dal fenomeno di ribaltamento, è governata dallo spostamento al suolo. Questo può rendere poco significativa l'analisi statica equivalente, che è appropriata per strutture caratterizzate da frequenze più elevate, e per le quali la risposta è governata dall'accelerazione o dalla pseudovelocità.

#### **Mappe di vulnerabilità dei beni monumentali** (UNIGE, GNDT-AQ, UNIBAS)

Le metodologie di I e II livello saranno implementate in GIS, consentendo quindi un'automatica valutazione del rischio sismico o dello scenario di danno, nota la pericolosità. Nel caso di un'analisi a grande scala (ad esempio sui manufatti schedati nel Progetto LSU-Parchi) è sufficiente una geo-referenziazione a livello di limiti amministrativi comunali o di località urbana, accorpando le sezioni censuarie in centri abitati. Nel caso di un'analisi di secondo livello è opportuno procedere ad una localizzazione precisa di ciascun manufatto. Per entrambi i livelli di analisi saranno analizzati alcuni casi studio, a fini esemplificativi.

#### **PUNTI DI VERIFICA ANNUALI**

**Primo anno:** **a)** informatizzazione schede relative ad edifici monumentali già rilevati (chiese di Catania, edifici pubblici); **b)** definizione di una metodologia di I livello (dati poveri) per l'edilizia monumentale; analisi dei dati del rilievo del danno alle chiese in Umbria e Marche per definire una classificazione tipologica e individuare parametri di vulnerabilità; **c)** revisione della scheda chiese, con ampliamento dei meccanismi di collasso ed individuazione degli elementi costruttivi da rilevare; **d)** sviluppo delle procedure in GIS per l'analisi di vulnerabilità a scala regionale, con dati poveri.

**Secondo anno:** **a)** rielaborazione dati check-list; elaborazione dati schede specialistiche (torri, conventi, castelli, teatri, ecc.); **b)** analisi dei dati raccolti con il progetto LSU-Parchi e definizione del modello che definisce i parametri di vulnerabilità a partire dai dati della check-list; **c)** analisi numeriche con modelli non-lineari per l'affinamento della metodologia e la valutazione quantitativa dell'influenza dei parametri rilevati sulla vulnerabilità; **d)** analisi di vulnerabilità su alcune aree, per le quali i dati del progetto LSU-Parchi sono completamente informatizzati, con scenario dei danni e delle perdite, sulla base delle mappe di pericolosità disponibili.

#### TASK 4. - INVENTARIO E VULNERABILITÀ DEI SISTEMI URBANI.

<u>Responsabile scientifico:</u>	Alberto Cherubini
<u>Unità di Ricerca partecipanti:</u>	UNIBAS, GNDT-AQ, LUPT, UNIGE
<u>Sottotemi di riferimento:</u>	1.7, 1.8

#### OBIETTIVI E PRODOTTI FINALI

- Inventario informatizzato degli elementi infrastrutturali, della vulnerabilità degli edifici e della valutazione globale di vulnerabilità dei Centri, tutti elementi che contribuiscono a determinare la vulnerabilità di alcuni sistemi urbani investigati nei differenti Progetti di Censimento.
- Messa a punto di metodologie per le valutazioni di vulnerabilità di piccoli sistemi urbani;
- Realizzazione, come applicazioni pilota, di mappe di vulnerabilità sismica del sistema urbano di uno o più comuni campione per i quali sono disponibili basi dati relative sia all'edilizia che ai sistemi infrastrutturali, sia come approccio analitico che globale.

Si individuano le seguenti fasi di lavoro:

##### ***Analisi e integrazione del database derivante dai progetti LSU (UNIBAS, GNDT-AQ)***

Dal progetto LSU infrastrutture è stata ottenuta una grande quantità di informazioni, raccolte in schede specifiche, riguardanti reti e nodi di infrastrutture urbane: stradali, elettrici, idrici, delle acque di scarico, del gas. Le relative schede sono ancora in gran parte da informatizzare. Preliminarmente, occorre quindi informatizzare almeno parte dei dati LSU infrastrutture giacenti presso il GNDT e la Protezione Civile quali dati di reti, mappe etc., integrando tali dati con quelli relativi agli edifici pubblici e privati, concentrando l'attenzione su alcuni casi studio su cui la documentazione è completa

##### ***Messa a punto di una metodologia di analisi della vulnerabilità sismica delle principali reti infrastrutturali (UNIBAS, GNDT-AQ)***

Con riferimento al tipo di informazioni ottenute dagli LSU infrastrutture si studieranno le metodologie più adeguate alla valutazione della vulnerabilità delle infrastrutture urbane, che tengano conto delle caratteristiche di vulnerabilità degli elementi critici e della loro distribuzione nella rete.

##### ***Messa a punto di una metodologia di analisi della vulnerabilità sismica dei sistemi urbani (UNIBAS, GNDT-AQ, LUPT UNIGE)***

A partire dall'analisi delle procedure in uso per le valutazioni di vulnerabilità, si intende sviluppare un sistema integrato per l'analisi e la rappresentazione della vulnerabilità a scala urbana, che tenga conto sia della vulnerabilità degli edifici che di quella delle reti, sia con un approccio di tipo analitico che globale, integrati tra loro. Per la vulnerabilità dell'edificato, essa si basa soprattutto sulla valorizzazione della cosiddetta *metodologia speditiva*, una procedura sperimentata e dimostrata adeguata sotto vari aspetti proprio per il rilievo e la valutazione della vulnerabilità degli edifici di centri urbani.

Il sistema integrato comprende una gerarchia di livelli di informazione che, a partire dalle conoscenze generali tipologiche di un centro abitato (scheda comune, scheda centro storico), possa comprendere i dati di vulnerabilità dell'edilizia ordinaria e delle altre tipologie costruttive presenti (Beni architettonici, chiese, strutture industriali, reti, etc.). Il sistema, integrando in un'unica base informativa, anche in forma georeferenziata, le conoscenze sulla vulnerabilità sismica, costituisce la forma di rappresentazione sicuramente più funzionale per tutte le analisi di rischio, ma anche per comprendere e valutare meglio i diversi aspetti della vulnerabilità sismica nel contesto urbano e territoriale (aggregati strutturali, vulnerabilità e rischi indotti, etc.).

La metodologia speditiva, sulla quale la proposta intende focalizzare in misura maggiore l'attenzione, riguarda gli edifici ordinari, è stata utilizzata per la prima volta nell'ambito del Progetto Catania e si basa sul rilevamento di un sottoinsieme di informazioni derivate dalla scheda GNDT di I e II livello, scelti in modo da ridurre notevolmente l'onere delle operazioni di censimento.

Con lo svolgimento dei progetti LSU (Edilizia privata e Parchi) e di altre attività di ricerca svolte dal gruppo dell'Aquila nelle regioni Abruzzo e Molise, si è costituita una cospicua base di dati attraverso rilevamenti speditivi in numerosi centri storici, in molti dei quali sono peraltro disponibili anche campioni di dati di livello superiore. Questa disponibilità consente di svolgere un fruttuoso lavoro di confronto e di taratura per validare l'efficienza di questa procedura di rilievo, che si è dimostrata di agevole impiego per studi di rischio a scala urbana.

La scheda di rilievo dati ed il modello di valutazione di vulnerabilità, messi a punto e sperimentati a Catania sono stati affinati successivamente in altre esperienze per conseguire classificazioni tipologiche degli edifici, la stima dell'indice di vulnerabilità e anche per la costruzione di scenari di danno mediante CF e DPM; sono state anche affrontate le problematiche relative alla gestione delle informazioni in mappe georeferenziate. Si propone di approfondire



ulteriormente tutte le possibilità di questo tipo di approccio e di ridefinire tutti gli strumenti connessi (schede, manuali e software) per conseguire una standardizzazione delle procedure e renderlo anche facilmente trasferibile per l'impiego da parte degli utilizzatori interessati alle analisi di vulnerabilità e rischio sismico (organismi di Protezione Civile).

***Mappe di vulnerabilità sismica del sistema urbano di uno o più comuni campione*** (UNIBAS, GNDT-AQ, UNIGE)

Verranno realizzati dei casi di studio per l'applicazione dei metodi e dei risultati che saranno ottenuti dalle ricerche dei punti precedenti nell'ambito di alcuni centri abitati, per i quali sono disponibili dati di vulnerabilità degli edifici, a diversi livelli di conoscenza e riguardanti le diverse tipologie costruttive del sistema urbano, e delle reti infrastrutturali, dati ricavati con approcci diversi (di tipo analitico o globale) ed integrati tra loro.

Questa disponibilità di informazioni consente di svolgere uno o più casi di studio per l'applicazione ed il confronto dei diversi metodi riguardanti la valutazione di vulnerabilità, la verifica di rispondenza con i dati ISTAT sull'edilizia residenziale e anche la sperimentazione delle modalità di costruzione degli scenari di danno a livello urbano.

**PUNTI DI VERIFICA ANNUALI**

**Primo anno:** **a)** completamento dell'informatizzazione delle schede di censimento delle reti infrastrutturali, delle schede di censimento speditivo dei fabbricati e delle schede specialistiche dei Centri, verificando parallelamente il campione di Centri utilizzati, per accertarne la significatività, i vari tematismi affrontati e la qualità del rilevamento; **b)** individuazione dei Centri con maggiori o minori informazioni possibili sulla base-dati ricavata, ordinata per province e regioni dell'Italia meridionale, verificando ex-post la validità del campione iniziale con cui essi sono stati scelti; **c)** estrazione delle distribuzioni dei vari parametri indicatori riportati nelle schede, sia per quello che riguarda gli edifici, per i quali tra l'altro viene calcolato il parametro di vulnerabilità sismica, così come effettuato con la metodologia messa a punto per il Progetto Catania (o ne vengono individuate le classi MSK di appartenenza), sia per quello che riguarda le altre informazioni sulle reti e sull'abitato; **d)** stato dell'arte sul tema della vulnerabilità urbana, con i diversi approcci utilizzati in letteratura, con una prima valutazione della vulnerabilità, utilizzando anche le distribuzioni dei parametri rilevati.

**Secondo anno:** **a)** individuazione, tra i Centri più completi di informazioni e che siano significativi secondo la logica di campionatura con cui sono stati scelti, di un ulteriore campione su cui svolgere le elaborazioni di vulnerabilità; **b)** messa a punto e verifica di un approccio analitico alle valutazioni di vulnerabilità, basato soprattutto su dati puntuali di edifici e reti infrastrutturali, e di un approccio globale, basato sulle schede specialistiche dei Centri urbani; **c)** indagine sulle modalità di rappresentazione efficaci per una «visione d'insieme» del problema dei Centri; **d)** inserimento in GIS del piccolo campione scelto, testando l'utilità dei dati direttamente per la redazione di mappe di rischio, scenari di emergenza e di prevenzione per i Centri urbani.

5.5 TABELLA DEI RISULTATI ATTESI E SCADENZE ANNUALI

Task	Prodotti	
	1° anno	2° anno
<b>1</b>	Rapporto intermedio Database dei dati di vulnerabilità disponibili del patrimonio edilizio residenziale Rassegna delle metodologie di valutazione della vulnerabilità	Rapporto finale Mappe di vulnerabilità degli edifici residenziali a scala nazionale Strumenti aggiornati per le analisi di vulnerabilità e danno per gli edifici ordinari
<b>2</b>	Rapporto intermedio Database razionalizzato e integrato dei dati di vulnerabilità degli edifici pubblici del centro e sud Italia caratterizzazione delle tipologie strutturali prevalenti	Rapporto finale Mappe di vulnerabilità degli edifici pubblici nel centro e sud Italia Strumenti aggiornati per le analisi di vulnerabilità degli edifici pubblici
<b>3</b>	Rapporto intermedio Database dei dati di vulnerabilità dei monumenti rilevati in ambito LSU Rassegna delle metodologie di valutazione della vulnerabilità dei beni monumentali	Rapporto finale Mappe di vulnerabilità dei monumenti dei parchi del centro e sud Italia Strumenti aggiornati per le analisi di vulnerabilità e danno dei monumenti di primo e di secondo livello
<b>4</b>	Rapporto intermedio Database dei dati di vulnerabilità speditivi degli edifici e delle infrastrutture nei centri rilevati in ambito LSU Rassegna delle metodologie di valutazione della vulnerabilità dei sistemi urbani	Rapporto finale GIS di uno o più centri per la rappresentazione della vulnerabilità sismica del sistema urbano Strumenti aggiornati per le analisi di vulnerabilità dei sistemi urbani

## 6. COSTI

Categoria di Spesa	LUPT		UNIBAS		GNDT-AQ		UNIGE		Totale cat. spesa
	anno di attività		anno di attività		anno di attività		anno di attività		
	I	II	I	II	I	II	I	II	
Materiale inventariabile	7500	2500	8000	4000	4000	2000	8000	6000	42000
Materiale di consumo e spese generali	18000	9000	8000	8000	5000	3000	6000	5000	62000
Missioni	3000	3000	3000	3000	2000	2000	3000	2000	21000
Personale a contratto e/o borse di studio	21000	21000	26000	26000	15000	15000	22000	18000	164000
Spese per riunioni e congressi	4000	4000	3000	3000	3000	3000	2000	2000	24000
Servizi esterni	56000	25000	35000	15000	20000	10000	2000	2000	165000
Pubblicazioni	500	500	2000	2000	1000	1000	1000	1000	9000
Altro	4000	2000	0	0	0	0	0	0	6000
Totale I Anno	114000		85000		50000		44000		293000
Totale II Anno		67000		61000		36000		36000	200000
Totale	181000		146000		86000		80000		493000

i costi sono espressi in Euro

I Coordinatori del Progetto

Prof. Mauro Dolce

Prof. Giulio Zuccaro