URBAN DISASTER RESILIENCE

the role of the built heritage

RESILIENZA URBANA AI DISASTRI
il ruolo del patrimonio costruito

Alessandro D'Amico

SAPIENZA
UNIVERSITÀ DI ROMA

Dottorato di ricerca in Ingegneria dell'Architettura e Urbanistica | DICEA

"La Sapienza" Università degli Studi di Roma
Facoltà di Ingegneria Civile e Industriale

Dipartimento di Ingegneria Civile Edile e Ambientale DICEA
Dottorato in Ignegneria dell'Architettura e Urbanistica

XXVIII Ciclo

RESILIENZA URBANA AI DISASTRI
il ruolo del patrimonio costruito

Alessandro D'Amico

supervisore: Prof. Ing. Edoardo Currà

co-supervisori: Prof. Ing. Stefano Podestà, Arch. Irene Cremonini

«La paura toglie agli uomini la capacità di riflettere.

…

Essa crede di riconoscere in circostanze sfortunate tutt'altro tipo di sventura rispetto a quelle nei cui confronti si è autorizzati a prendere delle precauzioni, e s'immaginano di mitigare le durezze della sorte con un atteggiamento di cieca sottomissione che li porta ad abbandonarsi con tutto il proprio peso alla grazia e alla disgrazia».

Immanuel Kant - *Scritti sui terremoti*, 1756

Si ringrazia per il supporto nell'attività di ricerca,
e la costante guida nel complesso campo indagato:
il Supervisore: Prof. Edoardo Currà.
i Co-Supervisori: Prof. Stefano Podestà e l'Arch. Irene Cremonini.
i Professori: Domenico Liberatore, Antonio Cappuccitti e Axel Sowa.
gli Studenti laureandi: D. Camillotto, M. Crisostomi, D. De Masi, I. Di Cecca, J. Ferrante,
E. Lidano, G. Liuzzi, I. Panzieri, E. Pica, A. Vallone, per il supporto nell'elaborazione grafica.

INDICE

INDICE

ABSTRACT 17
ABSTRACT 20

INTRODUZIONE 23
INTRODUCTION 34

capitolo 1
RESILIENZA URBANA AI DISASTRI 43

1.1. Il Concetto di Resilienza 43
1.1.1. La scuola ecologica e la nascita del concetto 44
1.1.2. La Resilienza Psicologica 46
1.1.3. La Resilienza Economica e d'Impresa 47
1.1.4. La Resilienza Ingegneristica e Urbana 48

1.2. Resilienza e Ambiente Costruito 52
1.2.1. Resilienza e Vulnerabilità 54

1.3. Valutazione della Resilienza 57
1.3.1. Capacità della Resilienza 57
1.3.2. Proprietà della Resilienza 58
1.3.3. Dimensioni/Domini della Resilienza 60
1.3.4. Metodi di valutazione e indici 61

1.4. Reference list 69

capitolo 2

IL RUOLO DEL PATRIMONIO COSTRUITO NELLA GESTIONE DEI DISASTRI 77
Il territorio Italiano e gli eventi calamitosi 79

L'ANALISI TEORICA DI VULNERABILITÀ 84
2.1. Il concetto di vulnerabilità sismica 84
2.1.1. Dalla vulnerabilità edilizia alla vulnerabilità urbana 88
2.2. Metodologie di valutazione della vulnerabilità 92
2.2.1. Modelli tipologici - osservazionali 96
2.2.2. Metodi indiretti di ispezione e classificazione (semiquantitativi) 99
2.2.3. Modelli meccanici 100
2.2.4. Metodi ibridi 102
2.2.5. Metodologie di valutazione della vulnerabilità sismica urbana 103

L'APPLICAZIONE PRATICA DI RICOSTRUZIONE E PREPARAZIONE 112
2.3. I piani di ricostruzione in Italia 112
2.2.1 Friuli 1976 116
2.2.2. Marche-Umbria 1997 120
2.2.3. Abruzzo 2009 126
2.4. Pianificazione e prevenzione in Italia 136
2.4.1. Struttura Urbana Minima SUM 137
2.4.2. Condizione Limite per l'Emergenza CLE 140
2.4.3. Analisi dei Sistemi Urbani 142
2.5 I piani preventivi 148
2.5.1. PEPPER Los Angeles 148
2.5.2. La pianificazione preventiva oggi 154
2.6. Reference list 156

capitolo 3

PROPOSTA DI UNA STRATEGIA PREVENTIVA PER LA RICOSTRUZIONE POST-DISASTRO 163

3.1. Passaggio da un approccio tattico ad uno strategico 165

3.2. Strategie preventive 167

3.2.1. Analisi dell'evoluzione urbana 171

Carta dei confronti dei catasti storici 173

Carta delle età del costruito 176

3.2.2. Analisi delle caratteristiche del costruito 178

Carta dei caratteri costruttivi dell'esistente 178

3.2.3. Analisi di vulnerabilità 182

Carta delle vulnerabilità di tessuto 182

Carta dei livelli di vulnerabilità relativa 184

Analisi meccanica dei parametri tipologico-osservazionali 190

3.2.4. Classificazione dell'ambiente costruito 209

3.2.5. Indirizzi e strategie conclusive 221

La matrice delle priorità 222

Gli attori del processo 231

CONCLUSIONI 243

CONCLUSIONI 245

APPENDICE 253
caso studio 1 - Rieti 255
1. Analisi dell'evoluzione urbana ... 256
Carta dei confronti dei catasti storici ... 256
Carta delle età del costruito ... 258
2. Analisi delle caratteristiche del costruito ... 260
Caratteri costruttivi ... 260
Carta dei caratteri costruttivi dell'esistente ... 262
3. Analisi di vulnerabilità ... 264
Carta delle vulnerabilità di tessuto ... 264
Carta dei livelli di vulnerabilità relativa ... 266
4. Classificazione dell'ambiente costruito ... 268
5. Indirizzi e strategie ... 274
Matrice delle priorità ... 278
caso studio 2 - San Gemini 281
1. Analisi dell'evoluzione urbana ... 282
Carta dei confronti dei catasti storici ... 282
Carta delle età del costruito ... 284
2. Analisi delle caratteristiche del costruito ... 285
Carta dei caratteri costruttivi dell'esistente ... 285
Caratteri costruttivi ... 286
3. Analisi di vulnerabilità ... 288
Carta delle vulnerabilità di tessuto ... 288
Carta dei livelli di vulnerabilità relativa ... 289
4. Classificazione dell'ambiente costruito ... 290
5. Indirizzi e strategie ... 294
Matrice delle priorità ... 297
analisi strutturali e impostazioni del modello meccanico 299

GLOSSARIO 325
BIBLIOGRAFIA 339
Elenco delle Figure 361
Pubblicazioni e attività svolte durante il dottorato 361

ABSTRACT

ABSTRACT

Il concetto di Resilienza, inizialmente introdotto nella letteratura scientifica in ambito ecologico come un modo per comprendere le dinamiche non lineari osservate negli ecosistemi, si è evoluto seguendo percorsi generalmente indipendenti in varie discipline ed è ad oggi strettamente legato al Disaster Risk Reduction (DRR).

L'impatto di disastri naturali e tecnologici risulta potenzialmente maggiore sulle aree urbane, dove l'elevata densità abitativa incrementa la gravità delle ripercussioni socio-economiche dovute all'interruzione dei servizi essenziali. Nel contesto delle città occorre pertanto potenziare le caratteristiche di resilienza, in modo da incrementare le capacità del sistema di assorbire i disturbi e di cambiare, riorganizzare e conservare le strutture di base ed i servizi essenziali a fronte di eventi calamitosi. Il settore delle costruzioni è tradizionalmente associato alle fasi di ricostruzione. Tuttavia, ad oggi vi è una crescente consapevolezza di come i diversi professionisti operanti sull'ambiente costruito abbiano un ruolo cruciale anche nell'anticipare, valutare e preparare la reazione e il recupero post disastro.

Il patrimonio costruito riveste infatti un ruolo sempre più importante nella definizione e nell'incremento della resilienza urbana ai disastri. In particolare, le città storiche italiane rappresentano un significativo esempio di organismo urbano capace di evolversi ed adattarsi agli eventi sismici che hanno caratterizzato la storia del paese.

Il lavoro di ricerca si concentra sulla definizione del ruolo del patrimonio costruito nella costituzione della resilienza urbana, analizzando la stretta correlazione tra tecnica costruttiva muraria, morfologia e vulnerabilità sismica del costruito storico nel sistema urbano. L'obiettivo della ricerca è quello di costruire indirizzi e strategie per integrare il concetto di resilienza urbana nella logica quotidiana della gestione del territorio, che ormai deve affrontare le tematiche di rischio e sicurezza come dato di input fondamentale, superando i limiti degli specialismi chiamati in causa a fronte di danni ormai manifesti.

In particolare, l'approccio proposto è mirato ad integrare la fase di pianificazione preventiva, dimostrando che è possibile avviare ex-ante opportuni processi di conoscenza e analisi sull'ambiente costruito, utili a fronteggiare quello che viene definito "rischio

residuale" e ad indirizzare le scelte decisionali e progettuali dei professionisti coinvolti nella ricostruzione post-disastro.

Dall'analisi delle ricostruzioni dell'ultimo secolo in Italia e dei piani di ricostruzione finora elaborati è possibile identificare alcuni elementi fondamentali che costituiscono una base conoscitiva condivisa su cui strutturare la pianificazione preventiva.

L'insediamento urbano è vulnerabile in quanto sistema, pertanto vi è bisogno di un approccio multiscalare per definire strategie e indirizzi da seguire nelle fasi denominate convenzionalmente prevenzione e ricostruzione. Da questo punto di vista, pianificare include stabilire un ordine di priorità col quale si svolgeranno le attività. Attraverso l'analisi su casi studio di centri storici italiani, la metodologia proposta individua strategie di preparazione alla crisi mettendo a sistema il dato materiale del costruito (analisi di vulnerabilità, caratteri del costruito e fasi evolutive degli aggregati), con analisi di tipo urbanistico/sistemico, attraverso un approccio matriciale volto all'individuazione di priorità di intervento nella città storica. I casi studio scelti sono le città storiche di Rieti (Lazio) e San Gemini (TR – Umbria, entrambe collocate in una zona con pericolosità sismica medio alta (zona 2) e rappresentative di una percentuale significativa dei comuni italiani in quanto a dimensione e popolazione insediata.

I risultati della ricerca evidenziano come i caratteri morfologici dei tessuti urbani ed i caratteri di aggregazione assumano una rilevanza sulle prestazioni del costruito, e come in un'ottica di gestione del territorio tali apporti vadano approfonditi ed integrati nelle attuali valutazioni della vulnerabilità sismica. L'analisi sul dato materiale del patrimonio costruito ha permesso di evidenziare e comprendere il rapporto esistente tra le modificazioni avvenute sull'edificato e la relativa vulnerabilità sismica, contribuendo ad accrescere la conoscenza della configurazione attuale della città storica. Inoltre, la verifica tramite modellazione meccanica con il software 3Muri di due parametri osservazionali e tipologici della valutazione speditiva utilizzata nell'analisi di vulnerabilità, ha permesso la validazione e la descrizione quantitativa degli apporti geometrici sugli aggregati storici.

Più generale il lavoro di ricerca mira a contribuire all'implementazione di un corpo di conoscenza relativo al comportamento del costruito in aggregato delle città storiche, che rappresenti una base scientifica su cui fondare principi e linee guida di intervento per il miglioramento delle performance del costruito esistente, ponendosi nell'ottica, di una ragionata modalità di azione sull'edificato in aggregato che non può interessarsi solo del singolo intervento edilizio prescindendo dal contesto costruito in cui si inserisce.

Parole chiave / Key Words
urban resilience; built heritage; urban morphology; vulnerability; disaster managment.

ABSTRACT

The concept of Resilience, initially introduced in the scientific literature in the context of ecology as a way to understand the nonlinear dynamics observed in ecosystems, has evolved following independent paths in various disciplines and is today closely related to Disaster Risk Reduction (DRR).

The impact of natural and technological disasters is potentially greater in urban areas, where the high population density increases the seriousness of the socio-economic consequences due to the interruption of essential services. In the city context it is therefore necessary to strengthen the resilience characteristics, in order to increase the system capacity to absorb disturbance and change, reorganize and preserve basic structures and essential services to cope with natural disasters. The construction industry is traditionally associated with the reconstruction phase. However, today there is a growing awareness of how different professionals of the built environment play a crucial role in anticipating, evaluating and preparing response and post-disaster recovery.The built heritage holds in fact an increasingly important role in defining and increasing the urban disasters resilience. In particular, the historical Italian cities are a significant example of urban organism, able to evolve and adapt to the seismic events that have characterized the history of the country.The research work focuses on defining the role of the built heritage in the constitution of urban resilience by analyzing the correlation between masonry construction technique, morphology and seismic vulnerability of historical buildings in the urban system. The goal of the research is to provide indications and strategies to integrate the concept of urban resilience in daily logic of Land Management, which nowadays must address the issues of risk and safety as a matter of fundamental input, overcoming the limits of disciplinary specialization called in to face the damage already manifest.

In particular, the proposed approach is aimed to integrate the phase of preventive planning, demonstrating that it is possible to develop ex-ante appropriate knowledge processes and analysis on the built environment, useful to face so- called "residual risk" and to address decision-making and design choices of the professionals involved in post-disaster reconstruction.From the analysis of the reconstructions processes carried out in the

last century in Italy and the reconstruction plans developed so far, it is possible to identify some key elements that constitute a shared knowledge base for preventive planning.

The settlement is vulnerable as a system, so there is need for a multi-scale approach to develop strategies and guidelines for both the "prevention" and "reconstruction" phases. From this point of view, to plan entails establishing an order of priority in which activities will take place. Through the analysis of case studies of Italian historical centers, the proposed methodology identifies preparedness strategies to the crisis by systematizing analysis on the material data of the built heritage (vulnerability analysis, character of construction and evolutionary phases of the aggregates), with urban analysis, through a matrix approach aimed at identifying priorities for action in the historic city. The chosen case studies are the historic cities of Rieti (Lazio) and San Gemini (TR – Umbria), both located in an area with upper-middle seismic hazard (zone 2) and representing a significant proportion of Italian municipalities in terms of size and population.

The research results show how the morphological features of the urban fabric and the aggregation characteristics assume significant influence on the performance of the built heritage, and how these contributions must be deepened and integrated into the current evaluation of seismic vulnerability, with a view to Land Management. The analysis on the data of the built heritage material has allowed to highlight and understand the relationship between the changes that took place on the built environment and the relative seismic vulnerability, increasing the knowledge of the current configuration of the historic city. In addition, the simulations performed with the mechanical model 3Muri, allowed the validation of two observational and typological parameters of the expeditious assessment tool used in the analysis of vulnerability. The results confirmed the relevance of geometric features of the historical aggregates on the seismic behavior.

Overall, the research work aims to contribute to the implementation of the body of knowledge on the behavior of aggregated construction of the historic cities, representing a scientific basis to support the principles and guidelines of intervention for improving the performance of existing buildings, aware that action on built heritage cannot operate only on individual buildings out of their own context..

Key Words
urban resilience; built heritage; urban morphology; vulnerability assessments; disaster

INTRODUZIONE

INTRODUZIONE

Ogni anno numerosi disastri naturali colpiscono il mondo intero, aumentando di grandezza, complessità, frequenza e impatto economico. Se i fenomeni naturali che causano disastri in molti casi sfuggono al controllo umano, la vulnerabilità è generalmente il risultato dell'attività antropica. Occorre pertanto riconoscere e potenziare i metodi tradizionali ed esplorare nuovi modi di convivere con tale rischio, e intraprendere azioni per prevenire, nonché per ridurre gli effetti di queste catastrofi. (Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World: guidelines for natural disaster prevention, preparedness and mitigation, 1994)

Sono ormai passati 10 anni dall'adozione del Hyogo Framework for Action nel 2005, primo importate documento a livello mondiale in materia di Disaster Risk Reduction. Nonostante una notevole evoluzione nella consapevolezza e importanti progressi siano stati compiuti nella riduzione del rischio di catastrofi a livello locale, nazionale, regionale e globale da parte dei paesi e altri soggetti interessati, nello stesso lasso di tempo però, numerosi disastri hanno continuato a esigere un pesante tributo. Oltre 700 mila persone hanno perso la vita, oltre 1,4 milioni sono stati feriti e circa 23 milioni sono rimaste senza tetto a causa di disastri. Complessivamente, più di 1,5 miliardi di persone sono state colpite da calamità di vario genere (naturali, tecnologiche o combinate). La perdita economica totale è stata di più di $ 1.3 trilioni. Inoltre, tra il 2008 e il 2012, 144 milioni di persone sono state sfollate a causa di disastri. Disastri, molti dei quali sono esacerbati dai cambiamenti climatici e che stanno aumentando in frequenza e intensità, ostacolando in modo significativo il progresso verso lo sviluppo sostenibile (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, UN 2015).

I dati disponibili indicano che l'esposizione delle persone e dei beni patrimoniali in tutti i paesi è aumentata più velocemente di quanto la vulnerabilità sia diminuita, generando nuovi rischi e un aumento costante delle perdite correlate, con un significativo impatto

economico, sociale, sanitario, culturale e ambientale nel breve, medio e lungo termine, soprattutto a livello locale e comunitario. Si evidenzia, in particolare, un incremento dei disastri segnalati dal 1995 ad oggi, e i più distruttivi di questi si collocano tra i primi 10 del secolo per danni economici e numero di persone colpite (EM-DAT The OFDA/CRED international disaster database, 2016) (Figura1).

L'impatto dei disastri naturali e tecnologici risulta maggiore sulle conurbazioni, dove risiede attualmente più della metà della popolazione. L'impatto delle catastrofi nelle aree urbane è potenzialmente maggiore per una serie di ragioni legate soprattutto ad un'elevata densità abitativa, alla presenza di componenti vulnerabili nella popolazione che vivono in insediamenti non sicuri, alla mancanza di suolo libero per l'evacuazione, e alle gravi ripercussioni socioeconomiche dovute all'interruzione dei servizi essenziali.

Mentre ci sono un numero crescente di pubblicazioni e ricerche che indicano i benefici di ricostruzione partecipata e "owner-driven", questi si riferiscono principalmente alle esperienze di programmi di ricostruzione rurali e nei paesi in via di sviluppo, dove le reti sociali sono più forti e le tecnologie di costruzione sono meno complesse, cosi come le strategie di attuazione (i-Rec Conference, 2013).

In ambito urbano il campo di ricerca di riferimento è composto da più filoni allo stato embrionale, tra essi alcuni episodi emergenti tracciano percorsi più caratterizzati in un campo di indagine da approfondire (rif. World Bank 2013; Haigh, 2010; the "Making Cities Resilient: My city is getting ready" campaign; the United Nations Sasakawa Award for Disaster Risk Reduction; and the annual United Nations International Day for Disaster Reduction).

Le ricerche in atto mirano all'implementazione dei processi di preparazione e mitigazione degli eventi calamitosi, continuando a sviluppare metodi e strategie per la ricostruzione su lungo periodo.

Emergono alcuni quesiti condivisi che sono alla base della ricerca presentata:

- Cosa succede in seguito ai disastri alle comunità e alle regioni colpite?
- Quanto tempo è necessario per la ricostruzione? Come e quando si sviluppa il processo che porta alla ricostruzione?
- Quale può essere il ruolo delle professionalità nel campo della pianificazione e progettazione nel gestire il rischio derivante dai disastri? C'è qualcosa che le professionalità del settore possano fare per accelerare i tempi della ricostruzione, aiutando le comunità a diventare più resilienti?
- E' possibile attivare in anticipo la programmazione del processo di ricostruzione per essere pronti e attivi in caso di disastro naturale, in modo che le scelte e i problemi siano affrontati in modo razionale e non legati alla situazione caotica dell'emergenza?
- Come è possibile promuovere lo sviluppo urbano per aumentare la resilienza? Come è possibile gestire il rischio di disastro nella pianificazione dello sviluppo urbano?
- Come possono i governi nazionali e locali integrare la gestione del rischio nella governance del territorio?

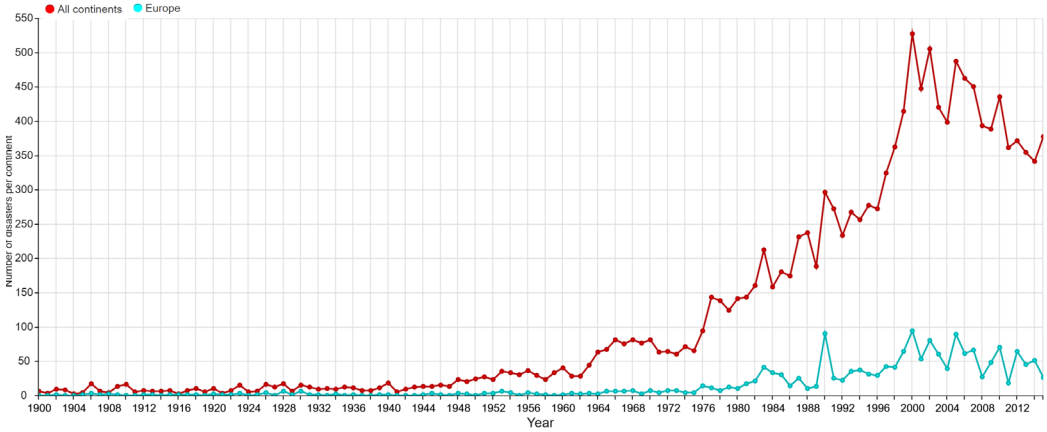


Figura 1: Disastri naturali dal 1900 al 2015. EM-DAT The OFDA/CRED international disaster database (2016) http://www.emdat.be

Sebbene siano stati compiuti alcuni progressi nella costruzione di resilienza e la riduzione delle perdite e danni, una sostanziale riduzione del rischio di catastrofi richiede perseveranza e tenacia, con un focus più esplicito sulle persone e la loro salute ei mezzi di sussistenza, e una regolare aggiornamento e implementazione delle attività in essere.

Tenendo conto dell'esperienza acquisita attraverso l'attuazione del Hyogo Framework for Action, e in virtù del risultato atteso e dell'obiettivo individuato, vi è la necessità di un'azione mirata all'interno e tra i settori da parte degli Stati a livello locale, nazionale, regionale e globale. Quest'azione si traduce nelle nuove priorità definite dal Sendai Framework for Action 2015-2030:

- Priorità 1: Comprensione del rischio di catastrofi.
- Priorità 2: Rafforzare la governance per la gestione del rischio di catastrofi.
- Priorità 3: Investire nella riduzione del rischio catastrofi per la resilienza.
- Priorità 4: Migliorare la preparazione ai disastri per una risposta efficace e per poter "Build Back Better" ("Ricostruire meglio") nel recupero, la riabilitazione e la ricostruzione.

Politiche e pratiche per la gestione del rischio derivante da catastrofi dovrebbero essere basate su una comprensione del rischio stesso in tutte le sue dimensioni di vulnerabilità, capacità, esposizione di persone e beni, caratteristiche di pericolosità e ambiente di riferimento. Tale conoscenza può essere sfruttata ai fini di una valutazione pre-disastro, per la prevenzione e la mitigazione, per lo sviluppo e l'attuazione di una preparazione adeguata e una risposta efficace alle catastrofi.

La governance del rischio di catastrofi a livello nazionale, regionale e globale è di grande importanza per una gestione efficace ed efficiente del rischio di catastrofi. Sono pertanto richieste e necessarie chiare visioni, pianificazioni e progetti supportati da

opportune competenze, orientamento e coordinamento all'interno e tra i settori, nonché la partecipazione delle parti interessate. Rafforzare la governance del rischio di catastrofi per la prevenzione, la mitigazione, la preparazione, la risposta, il recupero e la riabilitazione è pertanto necessario per promuove la collaborazione e partnership tra meccanismi e le istituzioni per l'attuazione degli strumenti relativi alla riduzione del rischio di catastrofi e dello sviluppo sostenibile (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, UN 2015).

Nel contesto delle città, questo approccio si può tradurre attraverso il concetto di resilienza come nuovo paradigma dell'urbanizzazione, influenzando il modo in cui comprendiamo e gestiamo il rischio in ambito urbano, cosi come la pianificazione urbana in generale. Questo fornisce empiriche regole pratiche che possono guidare le decisioni degli operatori coinvolti per incorporare la gestione del rischio derivante dai disastri e dai cambiamenti climatici nelle azioni di pianificazione. In pratica, rendere operativa e applicativa la resilienza è la sfida attuale (Upton and Ibrahim 2012).

È' necessario riconoscere che in ogni caso il rischio derivante da disastro non può essere eliminato completamente, bisogna affrontare quello che viene definito 'rischio residuale'. Il rischio in questione ha una percentuale di incertezza elevata, e le azioni in merito sono volte alla riduzione ai minimi termini del rischio residuale, prospettato su scenari di sviluppo futuro e pianificazione a lungo termine, ma non all'eliminazione completa del pericolo.

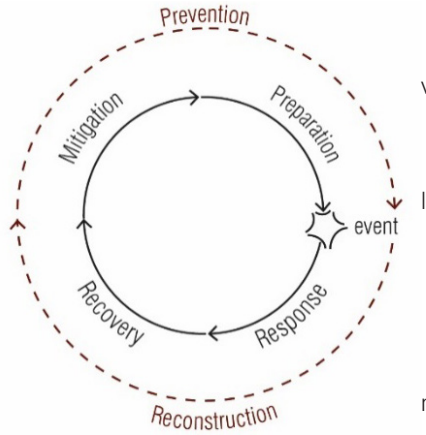
Il quadro di riferimento del Disaster Risk Management (DRM) – ossia le fasi di mitigazione, preparazione, disastro, risposta, recupero e ricostruzione, rappresentate dal Disaster Life Cycle (Fig.2) - offre opportunità concrete per migliorare la capacità di recupero e implementare la resilienza nel processo. Il rischio è l'incertezza delle perdite, e le perdite sono la convoluzione di rischio, patrimonio, e la vulnerabilità di tale patrimonio. Il rischio derivante da eventi calamitosi può essere ridotto mediante approcci incentrati su aspetti di localizzazione, aspetti strutturali, aspetti operativi, e aspetti finanziari. Per ridurre il rischio e migliorare la resilienza, i progetti e i processi dovrebbe attuare una combinazione equilibrata di questi approcci (World Bank 2013).

La costante crescita del rischio di catastrofi, tra cui l'aumento dell'esposizione di persone e beni, necessita delle lezioni apprese dai disastri del passato per rafforzare ulteriormente la preparazione ai disastri, agendo in modo anticipato, ex-ante rispetto agli eventi, integrando la riduzione del rischio di catastrofi e la preparazione alla risposta all'evento, garantendo la presenza di capacità efficienti per la ripresa e il recupero efficace a tutti i livelli.

Il susseguirsi dei disastri a livello globale ha dimostrato che la fase di recupero, riabilitazione e ricostruzione, deve essere preparata in vista di un disastro ed è un'occasione fondamentale per "ricostruire meglio" ("Build Back Better"), anche attraverso l'integrazione di modalità di riduzione del rischio residuo nelle azioni di sviluppo, rendendo le nazioni e le comunità più resilienti ai disastri.

Occorre dunque preparare e aggiornare periodicamente le politiche di prevenzione e di emergenza, attraverso piani e programmi, considerando scenari di cambiamento climatico e al loro impatto sui disastri naturali.

Come sottolineato anche dal Sendai Framework for Action 2015-2030, occorre sviluppare



Mitigation - Minimizzare gli effetti del disastro.
Esempi: norme edilizie e urbanistiche; analisi della vulnerabilità; educazione pubblica.

Preparedness - Pianificare come reagire.
Esempi: piani di preparazione; esercizi e formazione per l'emergenza; sistemi di allarme.

Response - Agire nell'emergenza.
Esempi: ricerca e soccorso; aiuti di emergenza.

Recovery - Riportare la comunità alla normalità.
Esempi: alloggi temporanei; borse di studio; cure mediche; piani di ricostruzione.

Figura 2: schema del Disaster Life Cycle. elaborato dall'autore.

linee guida per la preparazione della ricostruzione post-disastro, come ad esempio su pianificazione del territorio e il miglioramento degli standard strutturali, anche imparando dai programmi di recupero e di ricostruzione passati.

Nella fase post-catastrofe, il recupero e la ricostruzione sono fondamentali per evitare la creazione di nuovi fattori di rischio e per ridurre quelli residui e persistenti attraverso il principio del "Building Back Better" ("Ricostruire Meglio"), anche aumentando la conoscenza condivisa e la consapevolezza del rischio di catastrofi stesso.

Nello specifico, ci si è concentrati fino a questo momento storico sul livello teorico nell'analisi di analisi di vulnerabilità in fase preventiva. Questa parte della ricerca ha però in realtà un riscontro pratico direttamente sui piani di ricostruzione. Se infatti è possibile individuare una corposa letteratura scientifica nell'ambito della "teoria" sulle analisi di vulnerabilità e sui modelli tipologici-osservazionali, meccanici e ibridi applicati dalla scala del singolo edificio a quella territoriale, poco riscontro si ha invece sul campo della "pratica". I risultati di queste analisi restano spesso confinati in un ambito di applicazione più teorico che ha pochi riscontri sul territorio, sia per difficoltà effettive nella conversione delle analisi in risultati effettivi, sia per problematiche economiche di realizzazione di interventi legati alla riduzione della vulnerabilità riscontrata. "Teoria" e "Pratica", e quindi "analisi di vulnerabilità" e "piani di ricostruzione", possono essere letti come due facce della stessa medaglia.

Il quadro di riferimento del Disaster Risk Management (DRM) offre opportunità concrete per migliorare la capacità di recupero e implementare la resilienza nel processo. È soprattutto questo concetto di processo e di equilibrio, che fa apparire fertile lo sviluppo di metodi e strumenti per la valutazione dell›intervento. Tali metodi devono basarsi sul concetto di resilienza, accanto al concetto più strutturato e definito di vulnerabilità.

L'efficacia del recupero a medio termine e della ricostruzione a lungo termine è ad oggi limitata dalla mancanza di pianificazione, gestione coordinata e finanziamenti mirati alla

risposta in fase di recupero post-catastrofe (Lloyd-Jones, 2006) e di fatto mancano dei riferimenti concreti quando il campo di applicazione è il "portatore di valori", ossia la "città storica".

Il lavoro di ricerca di dottorato si concentra sulla definizione del ruolo del patrimonio edilizio urbano, la stretta correlazione tra tecnica costruttiva muraria, tipologie edilizie e morfologia urbana, il suo valore materiale nel sistema urbano, e la rilevanza del patrimonio costruito nella costituzione di resilienza urbana.

Lo studio dello stato dell'arte ha rivelato come di fatto manchino dei riferimenti quando il campo di applicazione è il "portatore di valori", ossia la "città storica", non limitandosi solamente al centro storico definito da Astengo, e ormai superato nella concezione contemporanea dell'organismo urbano. I temi storici, sono tra i principali elementi costitutivi del «paesaggio storico urbano» così come concepito dalle Raccomandazioni Unesco, 2011. Troppo spesso infatti le amministrazioni assumono la posizione di "non intervento" in questo ambito, indipendentemente se le soluzioni proposte siano compatibili o meno. Lo studio di esempi di recupero e ricostruzione significativi ha evidenziato come essi riguardino quasi esclusivamente l'emergenza architettonica, per la quale normalmente si hanno a disposizione mezzi adeguati dal punto di vista metodologico ed economico (De Santis e Rotilio, 2010).

Si nota anche la mancanza di riferimenti concreti quando l'oggetto di interesse non è il singolo edificio, bensì il tessuto urbano nella sua complessità, come espressione di sovrapposizione di pieni e vuoti, di stratificazioni storiche, di elementi di pregio e non, di valori spaziali, costruttivi e culturali.

Mentre gli elementi chiave e determinanti il rischio di catastrofi possono essere locali, nazionali, regionali o di portata globale, i rischi di catastrofe stessi e i relativi effetti hanno caratteristiche locali e specifiche che devono essere comprese per la determinazione delle misure per la riduzione del rischio di catastrofi. La pianificazione urbana può supportare lo sviluppo a lungo termine delle città, ma i prodotti del processo di pianificazione potrebbero spesso essere incompleti o incongruenti, e possono rapidamente diventare obsoleti e limitati nella loro utilità nel guidare la città verso un futuro più resiliente. Di fronte a queste sfide, vi è la necessità fondamentale di un approccio flessibile e dinamico per costruire la resilienza urbana che vada oltre la mitigazione del rischio. L'implementazione del concetto di resilienza in ambito urbano necessita di decisioni processuali che privilegiano l'investimento in attività che offrono alternative ben performanti in diversi scenari (World Bank 2013).

Nella gestione del rischio presente e nella pianificazione per il futuro, deve essere effettuato un bilancio tra approcci guidati dal buon senso, finalizzati a minimizzare l'impatto mediante un miglior urban management, e approcci lungimiranti atti alla manutenzione delle misure esistenti di mitigazione. La programmazione a lungo termine anticipa, difende da, e costruisce la resilienza a pericoli futuri, investendo in nuove infrastrutture o implementando quelle esistenti, intervenendo sul paesaggio urbano. Il bilancio però sarà diverso per ogni insediamento urbano e l'obiettivo è quello di formulare una strategia in cui le misure flessibili "a basso-rimpianto", possano essere sostenibili dal punto di vista economico anche quando

i rischi sono incerti (World Bank 2012).

La ricerca intende sviluppare l'aumento della resilienza a scala urbana per il patrimonio edilizio, con casi di studio sulle città storiche italiane più vulnerabili agli eventi sismici, attraverso lo sviluppo di un programma di prevenzione e preparazione sviluppato in fase ante disastro, per poter guidare in modo efficace la ricostruzione ex-post e gli interventi su lungo periodo.

L'approccio è olistico e ha lo scopo di definire le relazioni tra le proprietà morfo-tipologica della città muraria e gli interventi di costruzione sul costruito storico. Queste indagini si collocano in una concezione organica e strutturalista della morfologia del centro storico, che ne evidenzia il ruolo della prevenzione sismica.

Per focalizzarsi su un campo di applicazione locale e circostanziato, si è scelto di indagare il rapporto tra il patrimonio costruito e gli eventi sismici, che hanno da sempre caratterizzato l'evoluzione dell'Italia. La scelta di restringere il campo dei disastri naturali non deve essere intesa come una negazione dell'approccio multirischio, cui sempre si tiene

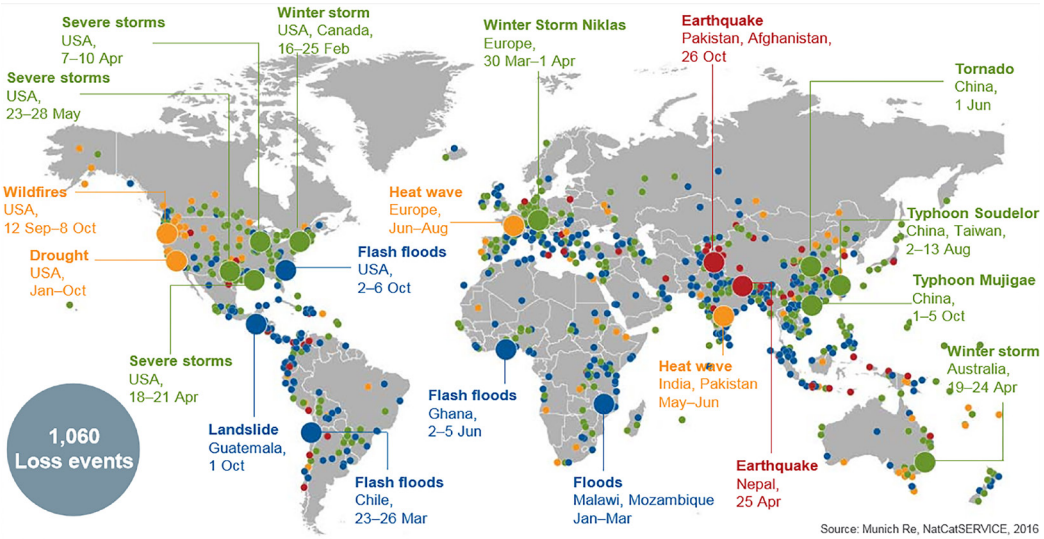


Figura 3: Mappa dei disastri naturali verificatisi nel 2015. fonte: MunichRE, NatCatSERVICE.

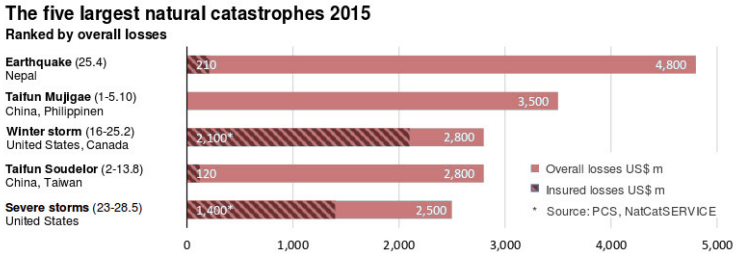


Figura 4: Classifica, secondo i danni economici causati, delle 5 più grandi calamità del 2015. fonte: NatCatSERVICE.

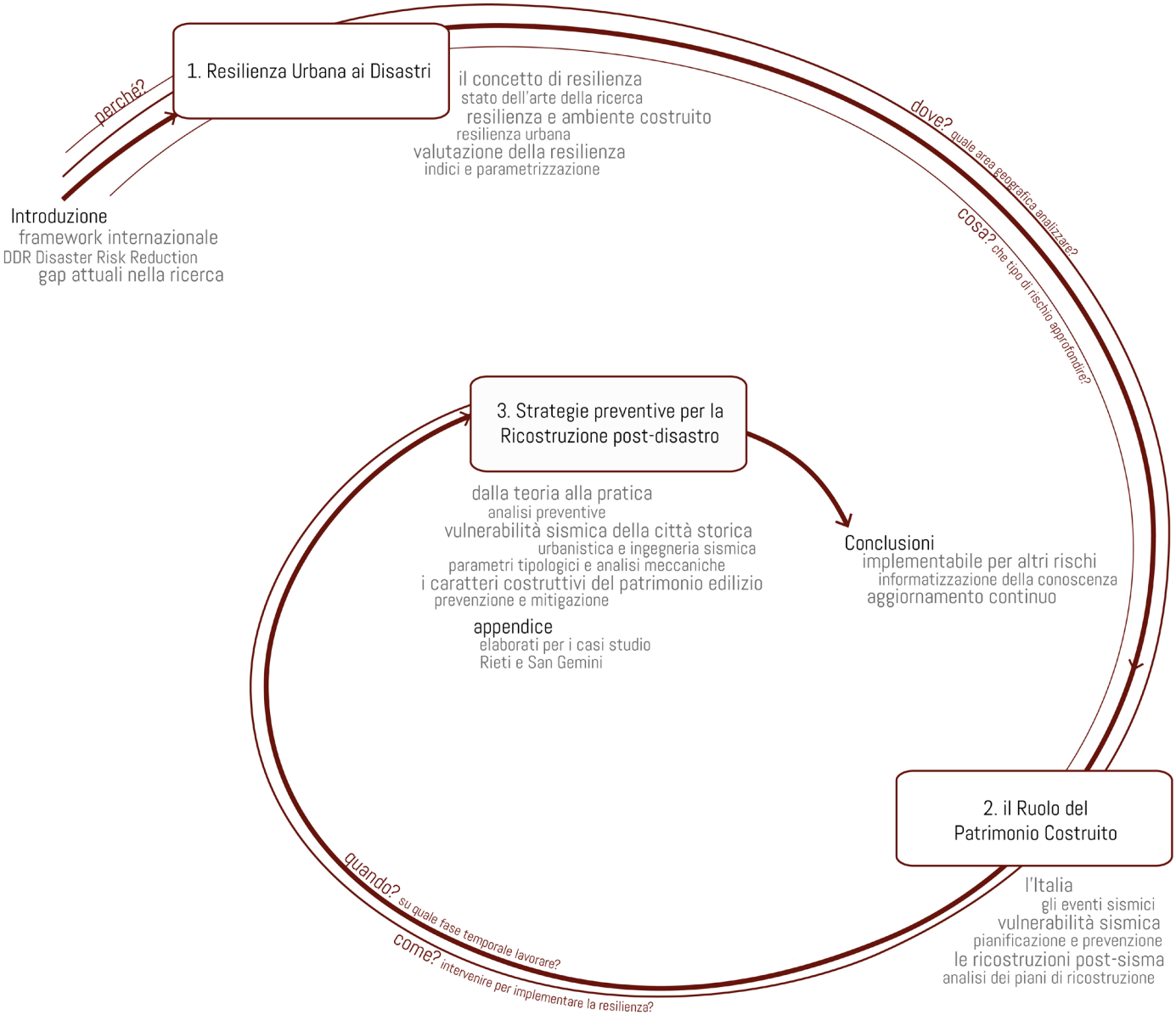
presente durante la ricerca, ma al contrario cercando di analizzare nel dettaglio una delle tipologie di disastro a cui il paese è più soggetta, e per cui si può intervenire direttamente in modo più immediato ed efficace. L'Italia è da sempre soggetta ad un gran numero di eventi calamitosi, differenti per natura ed impatti, solo negli ultimi anni siamo stati testimoni anche di disastrose alluvioni, esondazioni e frane. Sicuramente è possibile e doveroso intervenire in ogni modo possibile per ridurre i rischi derivanti anche da questi tipi di disastri, ma molto spesso gli impatti maggiori che questi causano sono legati a problematiche infrastrutturali o alla errata presenza di edificato in aree che oggi sappiamo bene essere ad alto rischio. La presenza di strutture civili in queste aree ad esempio è spesso legata ad abusivismo o errata pianificazione nei decenni passati, come nelle aree franose a ridosso di coste o negli alvei fluviali. In questo caso una, se non l'unica soluzione possibile, è quella della rilocalizzazione delle strutture stesse, quando non sono possibili pesanti interventi di ingegneria ambientale. Invece gli eventi sismici colpiscono quasi indistintamente tutta la nazione, e il loro susseguirsi nei secoli ha ovviamente modificato anche la costruzione locale, portando a presidi sismici premoderni, integrati ormai nella cultura edilizia delle comunità.

Da un lato si vuole quindi colmare il gap di ricerca e applicazione che esiste tra la fase di preparazione e quella di intervento post-disastro, attuando una programmazione con costante aggiornamento per guidare la mitigazione e le scelte della fase di ricostruzione, operando nella fase preventiva. In questo quadrante del Distaster Life Cycle, infatti è possibile operare in modo più razionale e strutturato rispetto a quello che accade nella fase emergenziale, immediatamente dopo la catastrofe, dove scelte non corrette, dettate anche dalle stringenti tempistiche caratteristiche di questa fase, rischiano di condurre a risultati che possono irrimediabilmente segnare in modo negativo lo sviluppo della città e la ripresa della popolazione interessata.

Dall'altro lato si intende lavorare su un ulteriore gap presente nelle ricerche attuali, quale l'interdisciplinarietà tra i settori coinvolti nella ricostruzione. Se infatti da un lato troviamo le materie di stampo urbanistico, interessate alla grande scala, dall'altro vi è l'ingegneria sismica focalizzata sulla scala di dettaglio. Un legame sicuramente efficace da sviluppare è quello che lega le due discipline, cercando una relazione sempre più efficiente tra i due approcci. Cosi come è possibile vedere anche nella letteratura scientifica in materia, da un lato troviamo approcci tipologici osservazionali e basati sul giudizio di esperti, che non sempre hanno un riscontro tangibile con analisi quantitative e meccaniche, dall'altro invece abbiamo analisi molto dettagliate riferite però a elementi puntuali del costruito, o porzioni ridotte dello stesso. L'indagine di questo rapporto tra le due parti si colloca proprio nel settore disciplinare dell'architettura tecnica; si vuole quindi affrontare questa problematica attraverso lo studio della costruzione storica in relazione al tessuto urbano di appartenenza.

Quello tra eventi sismici e patrimonio costruito risulta quindi essere uno dei rapporti più interessanti e necessari da indagare nella ricerca e nell'applicazione proposta. Questa è strutturata in modo tale da poter valutare la commistione con altri tipi di disastri localizzati nelle aree in esame, e la possibilità di estendere il programma anche ad altri tipi di catastrofi.

Figura 5: Schema della struttura della tesi. Elaborato dall'autore.


perché?
Introduzione
framework internazionale
DDR Disaster Risk Reduction
gap attuali nella ricerca
1. Resilienza Urbana ai Disastri
il concetto di resilienza
stato dell'arte della ricerca
resilienza e ambiente costruito
resilienza urbana
valutazione della resilienza
indici e parametrizzazione
dove? quale area geografica analizzare?
cosa? che tipo di rischio approfondire?
2. il Ruolo del Patrimonio Costruito
l'Italia
gli eventi sismici
vulnerabilità sismica
pianificazione e prevenzione
le ricostruzioni post-sisma
analisi dei piani di ricostruzione
quando? su quale fase temporale lavorare?
come? intervenire per implementare la resilienza?
3. Strategie preventive per la Ricostruzione post-disastro
dalla teoria alla pratica
analisi preventive
vulnerabilità sismica della città storica
urbanistica e ingegneria sismica
parametri tipologici e analisi meccaniche
i caratteri costruttivi del patrimonio edilizio
prevenzione e mitigazione
appendice
elaborati per i casi studio
Rieti e San Gemini
Conclusioni
implementabile per altri rischi
informatizzazione della conoscenza
aggiornamento continuo

INTRODUCTION

Several natural disasters occur each year affecting the entire world, increasing in magnitude, complexity, frequency and impact on the economy. Whilst natural hazards that cause disasters are most of the times out of human control, vulnerability is generally the result of human activity.

Therefore, it is necessary to monitor, enhance traditional methods, explore new ways of coping with this sort of risks, as well as prevent and reduce the effects of disasters. (Yokohama Strategy and Plan of Action for a Safer World: guidelines for natural disaster prevention, preparedness and mitigation, 1994).

Ten years have passed since the adoption in 2005 of the Hyogo Framework for Action – first relevant document worldwide regarding Disaster Risk Reduction.

Despite a more evolved acknowledge and significant progresses achieved in reducing disaster risk at local, national, regional and global levels by countries and other relevant stakeholders, over the same ten years time frame, however, disasters have continued to exact a heavy toll.

Over 700 thousand people have lost their lives, over 1.4 million have been injured and approximately 23 million have been made homeless as a result of disasters. Overall, more than 1.5 billion people have been affected by disasters in various ways (environmental, technological or both combined). The total economic loss was more than $1.3 trillion. In addition, between 2008 and 2012, 144 million people were displaced by disasters. Disasters, many of which are exacerbated by climate change and which are increasing in frequency and intensity, significantly impede progress towards sustainable development. (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, UN 2015).

Evidence indicates that exposure of persons and assets in all countries has increased faster than vulnerability has decreased, thus generating new risks and a steady rise in disaster-related losses, with a significant economic, social, health, cultural and environmental impact

in the short, medium and long term, especially at the local and community levels. (EM-DAT The OFDA/CRED international disaster database, 2010) [Picture1]

The impact of natural and technological disasters is higher on urban areas, where half of the population currently lives. Catastrophes related impact turn to be potentially higher in the urban context for a series of reasons due to dense population, presence of vulnerable portions of population living in unsafe sites, lack of free land for evacuation, as well as serious socioeconomic repercussions related to the interruption of e basic services.

The increasing number of publications and researches indicating the benefits of the "Owner-Driven" reconstruction mainly refer to reconstruction programs in rural areas and in developing countries, where social systems are stronger and construction technologies less complex, so as the strategies of application. (i-Rec Conference, 2013).

Within the urban sphere, the research field of reference is composed of several branches in their early stages, among which some emerging episodes that outline more structured paths within a field of survey to analyze. (rif. World Bank 2013; Haigh, 2010; the "Making Cities Resilient: My city is getting ready" campaign; the United Nations Sasakawa Award for Disaster Risk Reduction; and the annual United Nations International Day for Disaster Reduction).

The ongoing researches aim to preparedness and mitigation of hazards by developing methods and strategies for a long-term reconstruction.

Hereby some shared questions, which the above-mentioned research is based on:

- What happens to the affected communities and regions after the disasters?

- How much is necessary for reconstruction? How and when does the process leading to reconstruction develop?

- What would be the role of planning practitioners in managing disaster risks?

- What can planning practitioners do accelerate reconstruction, supporting the communities in becoming more resilient?

- Would it be possible to plan the reconstruction in advance, in order to be ready and active in the event that natural hazards occur, so that choices and problems shall be tackled in a rational way and not affected by the emergency's chaotic situation?

- How is it possible to promote urban development in order to increase resilience? How is it possible to manage disaster risks in planning urban development?

- How can national and local governments integrate the management of disaster risks in governing the territory?

Despite progresses have been achieved in building resilience and reducing losses and damages, a significant reduction of disaster risk requires perseverance and tenaciousness, with a clearer focus on people, their health and means of subsisting, as well as regular updates and implementation of current activities.

Taking into account the experience gained through the implementation of the Hyogo Framework for Action, and in pursuance of the expected outcome and goal, there is a need

for focused action within and across sectors by States at local, national, regional and global levels in the following four priority areas as defined by the Sendai Framework for Action 2015-2030:

Priority 1: Understanding disaster risk.

Priority 2: Strengthening disaster risk governance to manage disaster risk.

Priority 3: Investing in disaster risk reduction for resilience.

Priority 4: Enhancing disaster preparedness for effective response and to "Build Back Better" in recovery, rehabilitation and reconstruction.

Policies and practices for disaster risk management should be based on an understanding of disaster risk in all its dimensions of vulnerability, capacity, exposure of persons and assets, hazard characteristics and the environment. Such knowledge can be leveraged for the purpose of pre-disaster risk assessment, for prevention and mitigation and for the development and implementation of appropriate preparedness and effective response to disasters.

Disaster risk governance at the national, regional and global levels is of great importance for an effective and efficient management of disaster risk. Clear vision, plans, competence, guidance and coordination within and across sectors, as well as participation of relevant stakeholders, are needed. Strengthening disaster risk governance for prevention, mitigation, preparedness, response, recovery and rehabilitation is therefore necessary and fosters collaboration and partnership across mechanisms and institutions for the implementation of instruments relevant to disaster risk reduction and sustainable development. (Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030, UN 2015).

Within the urban context, this approach can be explained through the concept of resilience as the new standard of urbanization, affecting the assessment and management of risks in urban areas, as well as urban planning in general. This provides empirical and practical norms as a guidance for the decision makers in the inclusion of the management of disasters and climate changes-related-risks in the planning process.

In practice, finding ways to operationalize resilience is the challenge (Upton and Ibrahim 2012).

In any case, it is important to state that disaster-related risk cannot be deleted completely, it is necessary to assess the so-called "residual risk". The residual risk has a high percentage of uncertainty and all the actions aim to reduce it to the lowest terms, envisioning its future development and long-term planning, but not delete it completely.

The Disaster Risk Management (DRM) framework (PICT.2) – phases of mitigation, preparedness, disaster, response, recovery and reconstruction - offers many opportunities for enhancing resilience.

Risk is the uncertainty of loss, and loss is the convolution of hazard, assets, and the vulnerability of these assets to hazards. Risk can be reduced by approaches focusing on location, structure, operational aspects, and risk financing and transfer options.

To reduce risk and enhance resiliency, projects and processes should implement a

balanced combination of these approaches. (World Bank 2013)

The steady growth of disaster risk, including the increase of people and assets exposure, combined with the lessons learned from past disasters, indicates the need to further strengthen disaster preparedness for response, take action in anticipation of events, integrate disaster risk reduction in response preparedness and ensure that capacities are in place for effective response and recovery at all levels. Disasters have demonstrated that the recovery, rehabilitation and reconstruction phase, which needs to be prepared ahead of a disaster, is a critical opportunity to "Build Back Better", including through integrating disaster risk reduction into development measures, making nations and communities resilient to disasters.

To prepare or review and periodically update disaster preparedness and contingency policies, plans and programs with the involvement of the relevant institutions, considering climate change scenarios and their impact on disaster risks.

As pointed in the Sendai Framework for Action 2015-2030, policies need to be adopted for the preparedness to post-disaster reconstruction, such as whilst planning the area, improving the standards, through learning from past recovery and reconstruction programs.

In the post-disaster phase, the recovery and reconstruction are fundamental to avoid new risks and reduce residual and persistent risks through the "building better" principle, and by increasing shared knowledge and acknowledge of disaster risks.

So far, the vulnerability analysis, in its early stage, has been conducted purely on a theory level. This part of the research will focus on the practical outcome on reconstruction plans.

The theory of vulnerability analysis and typological-observational, mechanical and hybrid models applied from the single building to a whole area, can be studied on a substantial amount of scientific literature. Quite few are the researches dealing with the practical outcomes.

These researches often focus on theory, with few practical applications, either due to complications in the conversion of the analysis into concrete results, and due to financial issues, within the implementation of the project, related to a vulnerability reduction. "Theory" and "practice", that means "vulnerability analysis" and "reconstruction plans" can be considered as the two sides of the same coin.

Disaster Risk Management (DRM) framework offers many opportunities for improving recovery and enhancing resilience in the process. The concept of process and equilibrium is the factor encouraging the development of methods and instruments for the assessment of the measures to adopt. These methods should be based on the concept of resilience, as well as vulnerability.

The efficacy of mid-term recovery and long-term reconstruction is so far limited by the lack of planning, coordinated management and funds for a response to a post-disaster recovery (Lloyd-Jones, 2006), as well as lack of references when the application field is "the bearer of values", that is "the historical town".

The PhD research work focuses on the definition of the role of the urban building heritage, strong connection between wall building technique, building typology and urban morphology, its material value within the urban system and the importance of the heritage built on the

constitution of urban resilience.

The study of the state of the art revealed a lack of references when the application field is the "value bearer" – the "historical town" – not limited only to the historical center, as described by Astengo, and now surpassed by the contemporary ideas of urban organism. Historic subject is often the main theme of the "historic urban landscape", as mentioned by the UNESCO Recommendation, 2011. Too often, actually, governments adopt "non-intervention" policies in this matter whatever compatible or not the solutions may be. Recovery and reconstruction, as shown in significant examples, are almost exclusively applied to architecture emergencies, for which methodologies as well as financial resources are usually spent. (De Santis e Rotilio, 2010).

When it comes to analyzing the urban pattern in its complexity - instead of the single building – as expression of high and low density areas, historic stratifications, distinguished elements, spatial, constructive and cultural values, lack of concrete references is noticeable.

Whilst the key elements of disasters risks can be local, national, regional as well as global, a complete understanding of disaster risks and their consequences' local and specific characteristics is necessary for the basis of risk reduction measures. Urban planning is able to support long-term urban development, but planning process outcomes are often incomplete, becoming rapidly obsolete and not of much utility in guiding cities towards a more resilient future. To face these challenges, a flexible and dynamic approach is fundamental to build urban resilience beyond risk mitigation.

Urban resilience implementation requires investments in alternatives effective in different landscapes. (World Bank 2013).

In managing current risks and planning future ones, there must be a balance between sensible approaches - minimizing the impact through a better urban management - and forward-looking approaches for the maintenance of current mitigation measures.

Long-term planning anticipates, defends from, and builds future hazards resilience, through investments in new infrastructure as well as the implementation of the current one, by intervening in the urban region. The outcomes will be different for each urban area and the goal is the formulation of a strategy, whose flexible "low-regret" measures must be economically sustainable even in case of risks uncertainty. (World Bank 2012).

The research intends to develop the increase of resilience at urban scales for the architectural heritage - taking historical towns in Italy particularly vulnerable to earthquakes as example - by developing ex-ante disaster prevention and mitigation programs, in order to guide ex-post reconstruction and long-term intervention.

The holistic approach investigates on relationships between wall town's morph-typological features and building interventions on the historical built. The investigation is conducted within an organic and structural concept of the historical town's morphology, highlighting the role of it in preventing earthquakes.

To focus on a more local and circumstantial application field, the subject of the investigation is the relationship between the built heritage and seismic hazards, which have become part of the evolution of the Italian landscape.

The choice of narrowing the natural disasters-related application field is not a denial of a multi-risk approach – constantly taken into consideration in the research – but a detailed analysis of one of the typologies of disasters Italy is mainly prone to, for a quicker and more effective intervention.

Italy has always been prone to several hazards that differ in nature and impact. Disastrous floodings and landslides occurred in Italy only over the last few years. Surely, a reduction of risks deriving from these particular disasters is possible, but their major impact is more likely related to infrastructure problems or inappropriate presence of buildings in high-risk areas. Unregulated activities and wrong planning in the past decades is often the cause of the presence of dwellings in these areas, such as coastal areas subject to landslides or riverbeds. In this case, since serious environmental engineering interventions are not feasible, the only possible solution is relocalization of the given dwellings. Seismic events tend to occur almost all over Italy and their successions in time obviously modified the local architecture, leading to pre-modern seismic units, now integrated in communities' construction culture. On one hand, it is important to bridge the research and application gap between preparedness and post-disaster intervention phase, by constantly updating a prevention program to guide mitigation and reconstruction. In this Disaster Life Cycle quadrant, a more rational and structured strategy is applicable, in comparison to the emergency phase, immediately after the catastrophe, when incorrect choices – due to very short timeframes typical of this stage – could produce results that will irretrievably affect, in a negative way the development of the urban area and the recovery of the involved population.

On the other hand, the aim is to work out the gap in current researches: an interdisciplinary relationship between reconstruction-related fields. On one side urban planning, interested in a big scale, on the other hand seismic engineering, focused on a smaller and more detailed scale. A bond that links the two subjects is easy to develop through a more effective relationship between the two approaches. As mentioned in relevant scientific essays, on one hand, there are typological and observational approaches based on experts' opinions, though not always confirmed by quantitative and mechanical analysis. On the other hand, there is a very detailed analysis related to punctual elements or reduced portions of the built. The study of the relationship between the two within the field of technical architecture as disciplinary subject; this problem will find its solution by studying historical construction related to the urban fabric of a given region.

The relationship between seismic events and built heritage is one of the most interesting and necessary to investigate in the proposed research and application, structured to evaluate a combination with other disasters localized in the examined areas, as well as the possibility of applying the program on other hazards.



capitolo 1
RESILIENZA URBANA AI DISASTRI

capitolo 1
RESILIENZA URBANA AI DISASTRI

1.1. Il Concetto di Resilienza

Il termine resilienza trova origine nella parola latina “resiliere”, che significa letteralmente “riprendersi”. Nel linguaggio comune il termine è stato spesso utilizzato per descrivere gli attributi di un’entità, sia essa un singolo individuo, un gruppo o un sistema complesso, proprio relative alla capacità di riprendersi. Questa interpretazione, che è oggi ampiamente in uso, sia dal punto di vista fisico che sociologico, ha espanso l’interpretazione originale legata alla percezione comune di un “ritorno ad una situazione di equilibrio dopo aver ricevuto un colpo o disturbo.”

A partire dall’introduzione del termine resilienza nel mondo scientifico, ad opera di Holling (1973), il concetto si è sviluppato seguendo percorsi generalmente indipendenti nelle varie discipline, come l’ecologia, la psicologia, l’economia e la fisica. Questa evoluzione ha portato ad un numero significativo di diverse opinioni, definizioni e classificazioni del concetto originario, in relazione al contesto di interesse, così come evidenziato da Francis and Bekera (2014). Anche se la recente attenzione alla resilienza di sistemi e d’impresa, rifocalizzata a seguito degli eventi dell’11 settembre, ha conferito maggiore rilevanza al concetto, si manifesta una mancanza di standardizzazione e rigore nella definizione quantitativa della resilienza. Questo deficit appare essere esattamente ciò a cui fanno riferimento Hollangel et al. (2006), quando evidenziano come diversi ricercatori impegnati nei campi più applicativi inerenti l’argomento, tendono a giungere a proprie soggettive definizioni del termine.

1.1.1. La scuola ecologica e la nascita del concetto

Lo studio dei sistemi ecologici ha prodotto alcune interessanti teorie e definizioni, oltre quelle provenienti dagli scritti di Holling a cui abbiamo già fatto riferimento: Walker et al. (2004) scrivono in merito alla capacità di un sistema di assorbire una perturbazione e riorganizzarsi conservando le stesse funzioni, struttura e identità; Gunderson (2000) invece definisce la resilienza come la magnitudine del disturbo che un sistema è in grado di assorbire prima che la sua struttura sia ridefinita dal cambiamento delle variabili e del processo che controlla il suo proprio comportamento. Questa definizione è molto simile nella forma e nella sostanza a quanto scriverà Carpenter un anno dopo. Vi sono, infatti, delle contaminazioni tra la scuola ecologica e le discipline sociologiche che portano ad alcune interessanti interpretazioni del tema, tra queste occorre citare: Carpenter et al. (2001) per cui la resilienza è la magnitudine del disturbo che un sistema può tollerare prima che esso acquisisca uno stato differente e che sia controllato da un insieme differente di processi; e Walker et al. (2002) per cui il concetto si definisce nell'abilità di mantenere la funzionalità di un sistema quando è perturbato, o l'abilità di conservare gli elementi richiesti per rinnovarsi o riorganizzarsi se un disturbo altera la struttura del sistema stesso.

In queste definizioni vengono evidenziati due concetti fondamentali: "la magnitudine del disturbo" e la capacità di variazione e alterazione dei parametri noti in base al livello di interruzione che si presenta. Questi due concetti e la loro correlazione saranno alla base dei futuri studi, anche forse in maniera inconscia, sulla resilienza urbana. In particolare nella definizione di parametri di misurazione e della loro variabilità per rispondere a differenti tipi di stress esterni, come ad esempio diversi tipi di disastri, o disastri dello stesso tipo di differente entità.

Lettieri et al. (2009) suggeriscono una contrapposizione in letteratura tra due concetti: Resilienza e Resistenza. Sostengono che la Resilienza si concentri sulle attività post-crisi, mentre la Resistenza sulle attività che precedono la crisi stessa. Questa distinzione suggerisce un approccio reattivo al disturbo, per cui la resilienza è considerata come un "modello piuttosto che una serie prescritta di steps o attività" (Lengnick-Hall and Beck, 2003). Altri autori sostengono un approccio positivo che suggerisce come il concetto di resilienza sia legato a qualcosa di più che una mera sopravvivenza; esso coinvolge l'identificazione dei potenziali rischi e la prevenzione mediante misure opportune (Longstaff, 2005). L'obiettivo è quello di realizzare resilienza massimizzando la capacità di adattamento alle situazioni complesse (Lengnick-Hall andBeck, 2005). In modo simile, Paton et al. (2000) scrivono di un paradigma in cambiamento che favorisce l'analisi e la semplificazione della crescita, in cui descrive la resilienza come un processo attivo di auto-riparazione, una volta appresa la consapevolezza delle proprie capacità.

Un concetto molto importante per la scuola ecologica è quello espresso attraverso il modello dell'Adaptive Cycle (Fig.6), teorizzato da Holling (2002). Tale modello deriva da studi comparativi sulle dinamiche degli eco-sistemi. È pensato per essere uno strumento di riflessione. Il modello concentra l'attenzione sui processi di distruzione e di riorganizzazione,

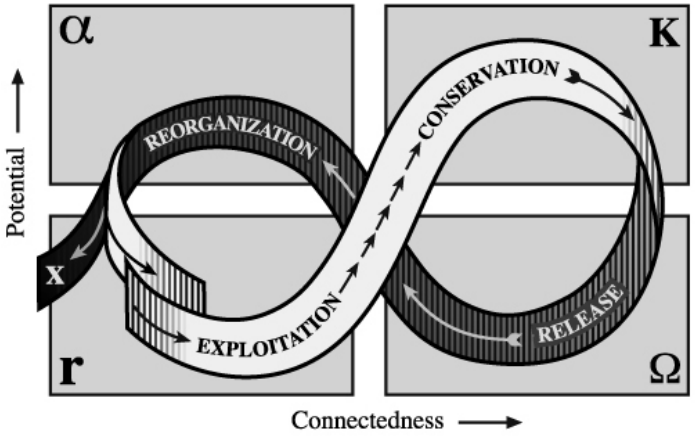


Figura 6: Adaptive cycle. (Holling, 2002)

che sono spesso trascurati a favore di un'analisi più approfondita della crescita e della conservazione. Comprendere questi processi fornisce una visione più completa della dinamica dei sistemi, che collega insieme l'organizzazione e la resilienza del sistema.

Tradizionalmente l'ecologia ha focalizzato gli studi sul concetto di successione che descrive il passaggio da un tempo in cui è enfatizzato lo sfruttamento (cioè, la rapida colonizzazione delle aree recentemente disturbate) a un momento in cui ci si concentra sulla conservazione (cioè, l'accumulo lento e immagazzinamento di energia e di materiale). L'attuale comprensione delle dinamiche dei sistemi ecologici, tuttavia indica che sono necessarie due funzioni aggiuntive: quella di rilascio e di riorganizzazione.

Un "ciclo adattativo" che alterna lunghi periodi di aggregazione e trasformazione delle risorse e periodi più brevi che creano opportunità per il rinnovamento, si propone come unità fondamentale per la comprensione dei sistemi complessi dalle cellule, agli ecosistemi, alle società. Sono state individuate quattro fasi distinte per le dinamiche degli ecosistemi e dei sistemi socio-ecologici che possono essere rappresentati da un ciclo di adattamento:

- r phase – exploitation - è la fase di crescita e valorizzazione in cui vi è una crescita lenta e lo sviluppo nel sistema nel tempo.
- K phase - conservation - è la fase di conservazione in cui la crescita continua con l'accumulo delle risorse e della ricchezza.
- Ω phase - release - è la fase in cui si verifica il cambiamento, e potrebbe essere rappresentato da un qualsiasi tipo di evento: una rivoluzione del sistema o un disastro.
- α phase – reorganitation - è la fase critica finale dove inizia la riorganizzazione, l'opportunità per il rinnovamento, l'apprendimento e la riflessione.

Il ciclo adattivo mostra due fasi principali (o transizioni). La prima, spesso indicata come *foreloop*, da r a K, è la lenta fase incrementale di crescita e di accumulazione. La

seconda, denominato *backloop*, da Ω ad α, è la rapida fase di riorganizzazione che porta al rinnovamento. Per un sistema economico o sociale, l'accumulazione di potenziale potrebbe essere rappresentata delle competenze, dalle reti di relazioni umane, e di fiducia reciproca che sono incrementalmente sviluppate e testate durante la progressione da r a K.

I cicli adattivi sono annidati in una gerarchia attraverso il tempo e lo spazio che aiuta a spiegare come i sistemi adattativi possano, per brevi momenti, generare nuove ricombinazioni che vengono testate durante i più lunghi periodi di accumulazione e conservazione delle risorse. Queste finestre di sperimentazione sono aperte per brevi periodi, ma i risultati non innescano instabilità a cascata per l'intero sistema a causa della naturale stabilizzazione delle gerarchie nidificate. In sostanza, i componenti più grandi e più lenti della gerarchia forniscono la memoria del passato e della distanza tra le fasi, per consentire il recupero di cicli adattativi più piccoli e più veloce. Una gerarchia annidata di cicli adattativi rappresenta una panarchia.

1.1.2. La Resilienza Psicologica

Il concetto di Resilienza è stato approfondito anche in psicologia, dove il termine è stato diffusamente usato in vari studi, soprattutto sul comportamento infantile. Coutu (2002) scrive nelle sue ricerche che gli individui resilienti possiedono tre caratteristiche comuni: una accettazione della realtà, una forte convinzione che la vita è significativa e la capacità di improvvisare. Mentre Luthans et al. (2006) definiscono la resilienza come l'insieme di capacità sviluppabili in risposta alle avversità.

La resilienza non è in realtà un'abilità rara, si trova nell'individuo medio e può essere appresa e sviluppata da chiunque, e dovrebbe essere considerato un processo, piuttosto che un tratto da avere. C'è un diffuso concetto errato tuttavia per cui le persone che manifestano capacità di resilienza non abbiano vissuto emozioni o pensieri negativi e si identifichino come ottimiste in tutte le situazioni. Contrariamente a questo equivoco, la realtà evidenzia che la resilienza è riscontrata negli individui che possono superare in modo efficace e relativamente facile le situazioni di crisi (Block, J. H., & Block, J. 1980. Klohnen, E.C., 1996). In altre parole, le persone che dimostrano resilienza sono persone con emotività positive, capaci di bilanciare efficacemente le emozioni negative con quelle positive. (American Psychological Association, 2014)

Alcuni termini comunemente usati, e che sono strettamente collegati all'interno della psicologia, sono "resilienza psicologica", "resilienza emozionale", "robustezza", "intraprendenza" e "forza mentale". Inizialmente l'attenzione era focalizzata sulle capacità individuali, di cui Anthony (1987) scrive in merito al "bambino invulnerabile". Tra i temi di ricerca sulla resilienza, i ricercatori sono si sono dedicati all'analisi dei fattori protettivi che spiegano l'adattamento delle persone a condizioni avverse, quali maltrattamenti, eventi catastrofici (Fredrickson, B. et al., 2003), o la povertà urbana. Il focus della ricerca si è poi spostato da "fattori protettivi" verso "processi" di protezione, cercando di capire come diversi fattori siano coinvolti sia nella definizione del benessere che nella protezione contro i rischi.

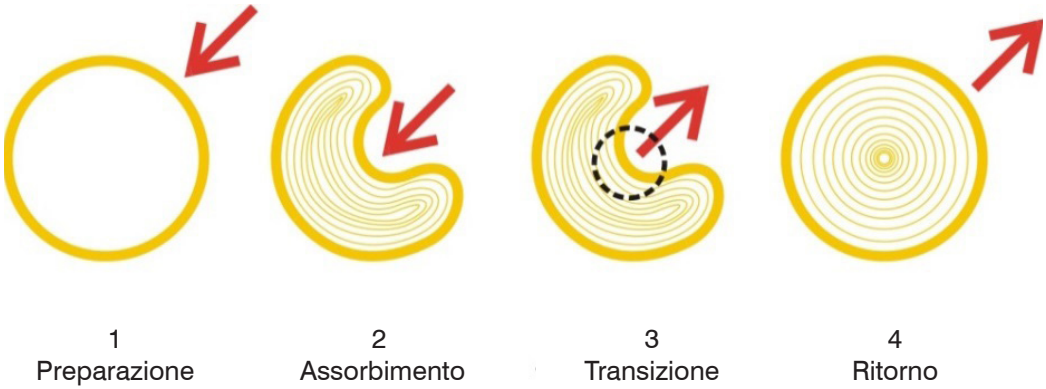


Figura 7: Schema esplicativo del concetto di Resilienza. Fonte: http://www.cultivatingexcellence.com/eChngEbook/S2d/ResilienceDilemma.html

1.1.3. La Resilienza Economica e d'Impresa

Le definizioni e gli studi riguardanti la prospettiva organizzativa, invece, portano agli scritti di Horne e Orr (1998), dove la resilienza si delinea come la qualità fondamentale per rispondere in modo produttivo a cambiamenti significativi che sconvolgono il modello atteso nel susseguirsi degli eventi senza introdurre un lungo periodo di comportamento regressivo; mentre secondo Hamel e Välikangas (2003) si riferisce alla capacità di resilienza di ricostruzione continua. McDonald (2006) Si riferisce, invece, alla resilienza come proprietà di potersi adattare alle esigenze dell'ambiente e di essere in grado di gestire gli elementi di variabilità.

Per quanto riguarda i sistemi e le imprese, Jackson (2007-2010) definisce la resilienza di un sistema come la capacità organizzativa, di componenti hardware e software, di ridurre la gravità e la possibilità di guasti o perdite, di adattarsi alle mutate condizioni e di rispondere in modo appropriato dopo gli eventi. Secondo Fiksel (2003), la resilienza è definita anche come la capacità di un sistema di tollerare disturbi pur mantenendo la sua struttura e funzione. Hoffman (2007) definisce invece la resilienza in termini di business, interpretandola come la capacità di un'organizzazione, di una risorsa o di una struttura, di sostenere l'impatto di un'interruzione dell'attività e di recuperare e riprendere le sue operazioni per procedere a fornire i servizi minimi. Secondo Hoffman dunque, un'organizzazione è resiliente se raggiunge i livelli minimi di servizio dopo un'interruzione. Mentre Vogus e Sutcliffe (2007) definiscono la resilienza organizzativa come la capacità principale di rettifica positiva in condizioni difficili, in modo tale che l'organizzazione emerga da queste situazioni rafforzata e con maggiori risorse. Wreathall (2006) aggiunge poi l'elemento della rapidità e delle operazioni svolte durante un'interruzione, integrando la definizione di resilienza come la capacità, di un'organizzazione o di un sistema, di mantenere o di recuperare, in fretta, uno

stato stabile, permettendo di continuare le operazioni durante e dopo un grave incidente o in presenza di continue sollecitazioni significative. Tuttavia Wreathall non fu il primo a scrivere della componente di velocità di resilienza, collegandosi alla definizione data da Tilman e Downing (1994), dove la resilienza era vista come la velocità alla quale un sistema ritorna ad un unico punto di equilibrio dopo un'interruzione.

1.1.4. La Resilienza Ingegneristica e Urbana

Per quanto riguarda la resilienza urbana nella concezione ingegneristica e nella gestione delle catastrofi, Timmerman (1981) per primo ha sviluppato un lemma germinale per la resilienza in questo campo, definendola come una misura della capacità di un sistema di assorbire e recuperare in seguito al verificarsi di un evento pericoloso. Essendo, in questa definizione, sinonimo di "elasticità" diventa dunque rappresentativo della capacità di una società di affrontare e continuare a far fronte in futuro ad eventi disturbativi. Pimm (1984) definisce la resilienza dei materiali, ben più nota nel settore ingegneristico: la capacità di un materiale di ritornare ad uno stato preesistente dopo essere sollecitato.

Bruneau et al. (2003) si concentrano sui disastri naturali, definendo la resilienza come la capacità di unità sociali di mitigare i rischi, contenere gli effetti delle catastrofi quando si verificano e svolgere attività di recupero che riducono al minimo la disgregazione sociale e mitigano gli effetti dei terremoti futuri. Hollnagel et al. (2006) promuovono il concetto olistico della visione ingegneristica della resilienza come il nuovo paradigma della sicurezza, definendo la resilienza come la capacità di riconoscere, adattarsi e assorbire variazioni, disturbi e interruzioni.

In sostanza, dalla letteratura emerge che nella visione ingegneristica, la resilienza di una città o di un'area metropolitana dipende dalla capacità di tutti i componenti fisici del sistema, compresi gli edifici e le infrastrutture di trasporto, per assorbire i danni causati da uno shock esterno e per ripristinare rapidamente il loro stato prima dello shock (O'Rourke, 2007; Reed et al, 2009; Bruneau et al., 2003), concentrandosi in particolare sul tempo di ritorno ad un equilibrio globale a seguito del disturbo (Gunderson et al, 2002).

Questo può sembrare leggermente divergente dall'approccio ecosistemico, in cui l'attenzione è focalizzata sulla capacità dell'intero sistema urbano, come sistema complesso, di recuperare la totalità di funzionalità e servizi esistenti prima dello shock, cercando di misurare la quantità di disturbo che un sistema può assorbire prima che cambi stato. Questo è di solito molto più articolato rispetto alla somma algebrica delle prestazioni dei singoli componenti (Holling, 1996). Secondo Asprone et al. (2013) vi è un dibattito attivo ancora in corso per determinare quale dei due approcci sia più appropriato per la quantificazione della resilienza urbana.

Oggigiorno il termine "resilienza" è diffusamente associato alla riduzione del rischio di catastrofi, in seguito al Hyogo Framework for Action 2005-2015, dove l'UNISDR (United Nations International Strategy for Disaster Reduction, il settore delle Nazioni Unite che si occupa di rischio e disastri) ha definito il Disaster Risk Managment come "il processo

sistematico di utilizzo di decisioni amministrative, organizzazione, competenze e capacità operative per attuare politiche, strategie e capacità della società e delle comunità per ridurre l'impatto dei rischi naturali e relativi disastri ambientali e tecnologici". In particolare, l'UNISDR (2005) definisce la resilienza come "la capacità di un sistema, comunità o società potenzialmente esposta a rischi di adattarsi, resistendo o cambiando, al fine di raggiungere e mantenere un livello accettabile di funzionamento e della struttura."

Un obiettivo importante è rappresentato dalla interpretazione di Wilbanks (2007), al quale il Community and Regional Research Initiative on Resilient Communities (CARRI) si riferisce come definizione consolidata nelle sue relazioni: "la capacità di una comunità o regione a prepararsi, rispondere e recuperare da significative minacce multi-rischio, con minimo danno per la sicurezza pubblica e la salute, l'economia e la sicurezza nazionale". Questa definizione sembra essere ormai completa e inclusiva di tutti gli elementi legati al concetto di resilienza urbana.

Infine, l' Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC (2012) ha dato una delle più recenti definizioni di resilienza, evolvendo il concetto esposto nel 2007 dallo stesso gruppo di lavoro. La definizione dell'IPCC vede la resilienza come "la capacità di un sistema e delle sue parti di anticipare, assorbire, accogliere o recuperare dagli effetti di un evento pericoloso in modo tempestivo ed efficiente, anche assicurando la conservazione, il restauro o il miglioramento delle sue strutture e funzioni di base essenziali". In questa ultima definizione, l'evoluzione del concetto di resilienza appare ormai completa e matura, dove l'attenzione alle singole parti ha il suo primo ruolo riconosciuto, contemporaneamente all'osservazione dell'intero sistema. In aggiunta, la componente temporale diventa un attributo importante nella definizione della resilienza urbana. La discussione sembra richiedere un approccio interdisciplinare, in particolare per i sistemi complessi, quali le città sono considerate. La valutazione del problema dell'implementazione dell'attuazione della resilienza urbana passa quindi attraverso diversi componenti, sia quelli sociali, che economici o tecnico-strutturali.

Nella seconda definizione è dunque evidente l'evoluzione del concetto di resilienza che inizia a vedere coinvolto sia il sistema nel suo insieme, che le singole parti, cominciando a realizzare il necessario approccio interdisciplinare per affrontare il problema, soprattutto per sistemi complessi quali sono le città. Entrano in gioco, quindi, diversi componenti che costituiscono e aumentano la resilienza urbana, e cercano di collegare gli aspetti sociali, economici e operativi con quelli tecnici e strutturali, consapevoli che sia impossibile prescindere da anche uno soli di questi nella valutazione del problema.

La revisione bibliografica preliminare presenta dunque una consistente varietà di professionalità e linee di ricerca. In tutte è frequente il tentativo di ricondurre ad una visione olistica il problema centrale della resilienza. Si riporta una tabella elaborata per lo studio dello stato dell'arte e il confronto del concetto di Resilienza nei diversi settori disciplinari, sviluppato a partire da una ricerca di Bhamra, R., Dani, S., Burnard, K., (2011).

Nella definizione dello stato dell'arte sono stati analizzati differenti database elettronici, tra questi Business Source Premier (EBSCO), Emerald Management eJournals e Science Direct (Elsevier) che costituiscono la risorsa principale per identificare ricerche scientifiche, atti di conferenze ed eventi di particolare rilevanza connesse a disastri e costruzione.

		Perspectives					Topics/concepts				Methodologies				Approach		Dimension				Methodologies	
Author(s)	Year	Ecological	Individual	Socio-ecological	Organisational	Supply chain	Behaviourand dynamics	Capabilities	Strategy	Performance	Theory buildings	Case study	Survey	Model/framework	Ecological	Engeneering	Tecnical	Organitational	Social	Economic	Quantitative method	Report
Holling	1973	✓					✓								✓							
Thompson and Lehner	1976	✓								✓		✓			✓							
Timmerman	1981	✓						✓		✓						✓	✓					
Douglas and Wildavsky	1982																					
Pimm	1984															✓	✓					
Garmezy and Masten	1986		✓				✓				✓											
Wildavsky	1988																					
Werner	2009		✓				✓					✓										
Holling	1996																					
Mallak	1998		✓		✓		✓				✓											
Horne and Orr	1998		✓		✓		✓				✓	✓										
Masten and Coatsworth	1998		✓				✓	✓			✓											
Peterson et al.	1998	✓					✓				✓			✓								
Miller and Whitney	1999			✓				✓					✓									
Adger	2000			✓			✓				✓			✓								
Gunderson	2000	✓					✓	✓	✓		✓	✓										
Paton et al.	2000			✓	✓		✓				✓											
Luthar et al.	2000		✓				✓	✓			✓											
Mitchell et al.	2000	✓							✓	✓		✓		✓								
Nystrom et al.	2000	✓					✓				✓											
Comfort et al.	2001			✓					✓	✓	✓											
Carpenter et al.	2001	✓		✓			✓			✓	✓	✓										
Holling	2001			✓				✓	✓		✓											
Paton and Johnston	2001			✓					✓		✓											
Van Breda	2001																					
Folke et al.	2002	✓						✓			✓	✓										
Coutu	2002																					
Gunderson et al	2002														✓	✓						
Walker et al.	2002			✓			✓							✓								
Sutcliffe and Vogus	2003				✓		✓			✓	✓			✓								
Dines	2003																					
Fiksel	2003				✓		✓				✓											
Starr et al.	2003				✓				✓		✓											
Hamel and Valikangas	2003				✓			✓	✓		✓											
Riolli and Savicki	2003				✓		✓							✓								
Bruneau et al.	2003			✓					✓					✓								
Klein et al.	2003			✓			✓				✓											
Elmqvist et al.	2003	✓					✓	✓		✓	✓	✓										
Vis et al.	2003			✓					✓		✓	✓										
Lengnick-Hall and Beck	2003																					
Rice and Sheffi	2005					✓			✓			✓										
Dalziell and McManus	2004				✓			✓			✓											
Walker et al.	2004			✓			✓				✓											
Bodin and Wiman	2004	✓					✓				✓			✓								
Christopher and Peck	2004					✓	✓			✓		✓										
Bonanno	2004		✓				✓				✓											
Allenby and Fink	2005			✓						✓	✓											
Sheffi	2005					✓			✓		✓											
Cumming et al.	2005	✓					✓					✓		✓								
Juttner	2005					✓				✓			✓									
Longstaff	2005																					
Lengnick-Hall and Beck	2005																					
Hughes et al.	2005	✓					✓				✓											
UNISDR	2005			✓	✓		✓		✓						✓							
Fiksel	2006				✓		✓				✓											
Hollnagel et al.	2006				✓			✓		✓	✓					✓						
Luthans et al.	2006		✓		✓		✓				✓											

Figura 8: Studio dello stato dell'arte e confronto del concetto di Resilienza nei diversi settori disciplinari, sviluppato dall'autore a partire da una ricerca di Bhamra, R., Dani, S., Burnard, K., (2011).

		Perspectives					Topics/concepts				Methodologies				Approach		Dimension				Methodologies	
Author(s)	Year	Ecological	Individual	Socio-ecological	Organisational	Supply chain	Behaviouranal dynamics	Capabilities	Strategy	Performance	Theory buildings	Case study	Survey	Model/framework	Ecological	Engeneering	Tecnical	Organitational	Social	Economic	Quantitative method	Report
Gallopin	2006	✓		✓				✓			✓			✓								
McDonald	2006				✓			✓			✓											
Hawes and Reed	2006			✓				✓						✓								
Hind et al.	1996		✓		✓			✓		✓			✓									
Reich	2006		✓					✓			✓											
Seville et al.	2006				✓			✓		✓		✓										
Tang	2006					✓			✓		✓											
Bonanno et al.	2006		✓					✓				✓	✓									
Ong et al.	2006		✓					✓				✓										
Rutter	2006		✓					✓			✓											
Manyena	2006			✓					✓		✓											
Wreathall	2006				✓			✓	✓													
Vogus and Sutcliffe	2007				✓			✓			✓							✓				
Youssef and Luthans	2007		✓					✓			✓		✓									
Sheffi	2007		✓			✓		✓	✓	✓	✓	✓										
McManus et al.	2007				✓			✓	✓		✓	✓										
Waters	2007					✓		✓		✓	✓	✓										
Youssef and Luthans	2007		✓					✓	✓			✓	✓									
Masten and Obradovic	2007		✓					✓			✓											
IPCC	2007	✓							✓		✓											
Wilbanks CARRI	2007	✓		✓	✓		✓	✓	✓		✓	✓										
Hoffman	2007																					
Nelson et al.	2007	✓						✓		✓	✓			✓								
Norris et al.	2008			✓				✓	✓		✓											
Cutter et al.	2008																					
Falasca et al.	2008					✓		✓			✓			✓								
Powley	2009		✓					✓		✓		✓		✓								
Crichton et al.	2009				✓			✓			✓											
Lettieri et al.	2009																					
Ponomarov Holcomb	2009					✓		✓		✓	✓											
Smith and Fischbacher	2009				✓			✓			✓											
Petchey and Gaston	2009	✓						✓	✓			✓										
Reed et al.	2009					✓		✓		✓				✓		✓	✓				✓	
Brand	2009	✓						✓			✓			✓								
Gibson and Tarrant	2010				✓			✓						✓								
Haimes et al.	2010																					
Haigh and Amaratunga	2010			✓				✓			✓				✓	✓	✓					
Jackson	2010				✓			✓	✓									✓		✓		
Lengnick-Hall et al.	2010		✓		✓		✓	✓			✓											
Lorenz	2010																					
IPCC	2012			✓	✓			✓							✓							
Henry and E.R.Marquez	2012	✓							✓	✓				✓	✓						✓	
WORLD BANK	2013		✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓		✓
Asprone et al	2013	✓							✓	✓		✓		✓	✓	✓	✓		✓		✓	
Francis and Bekera	2014					✓				✓						✓	✓				✓	
Hollngel	2014						✓	✓		✓	✓					✓	✓		✓			

Le seguenti parole chiave, individualmente e in combinazione, sono state utilizzate nello svolgimento delle ricerche: built environment; disaster; resilience; risk reduction; disaster management; disaster risk management; mitigation; preparedness; response; recovery; reconstruction.

Altre fonti importanti per la revisione bibliografica sono stati i siti internet e la produzione bibliografica di enti coinvolti nei processi di ricostruzione, come la World Bank, l'APA – American Planning Assosiation, la Protezione Civile, e altri.

1.2. Resilienza e Ambiente Costruito

L'ambiente costruito è caratterizzato da elementi di protezione, che possono rappresentare un fattore importante per ridurre il rischio di catastrofi. Al contrario, la corruzione di queste caratteristiche, come la perdita di edifici strategici o infrastrutture, può aumentare la vulnerabilità di una comunità.

Nel 1980, il termine "ambiente costruito" è emerso come un modo di descrivere collettivamente i prodotti e processi di creazione antropica (Crowe, 1997). Con il termine "ambiente costruito", che è poi diventato di uso comune nel 1990, si fa riferimento al risultato delle attività umane, descrivendole in un concetto olistico e integrato. La ricerca nel campo dell'ambiente costruito comprende i settori dell'architettura, della scienza delle costruzioni e dell'ingegneria, del paesaggio e dell'urbanistica, così come descritto dal Research Assessment Exercise nel Regno Unito (HEFCE, 2008). Griffiths (2004) descrive "una serie di soggetti orientati alla pratica e, nello specifico, alla progettazione, sviluppo e gestione di edifici, spazi e luoghi".

Il ruolo fondamentale dell'ambiente costruito, nell'essere a servizio dei comportamenti umani, implica che quando gli elementi di questo sono danneggiati o distrutti, la capacità della società di funzionare, economicamente e socialmente, si presentano come gravemente perturbate. Pertanto, la natura individuale e locale dell'ambiente costruito, plasmato dal contesto, limita la nostra capacità di applicare soluzioni di mitigazione e di ricostruzione generici. Le conseguenze qui descritte servono, dunque, a sottolineare e sostenere la crescente consapevolezza che i responsabili dell'ambiente costruito hanno un ruolo vitale da svolgere nella pianificazione efficace contro i disastri. I compiti considerati centrali per il loro lavoro sono "la pianificazione, la progettazione, la gestione, la manutenzione e il

monitoraggio dei layout funzionali ed estetici degli ambienti costruiti" e "l'individuazione e lo sviluppo di soluzioni adeguate per quanto riguarda la qualità e l'uso dell'ambiente costruito nelle aree urbane, suburbane e rurali" (Haigh e Amaratunga, 2010).

Sulla base della revisione di eventi storici, le prestazioni dell'ambiente costruito, i codici e gli standard utilizzati per progettare e costruire, si ritiene necessario l'orientamento descritto nella dissertazione per promuovere lo sviluppo di una resiliente gestione del territorio. Nonostante un numero crescente di studi accademici riguardanti il ruolo dell'ambiente costruito nel definire e migliorare la resilienza delle città, la loro grande attenzione è ancora focalizzata sui modelli stradali, sulle reti di trasporto e sulle reti infrastrutturali. Indubbiamente, l'efficienza di una struttura urbana dipende dalla rete e dai servizi infrastrutturali, che a loro volta sono strettamente legati alle proprietà del sistema stradale. Tuttavia, va sottolineato che non è possibile ridurre la complessità di un sistema urbano all'analisi della sola rete stradale, senza perdere la ricchezza del sistema stesso che è il risultato di processi complessi di crescita e sviluppo sia negli aspetti tecnologici che sociali. (Asprone et al. 2013).

Negli ultimi anni, c'è stato un crescente riconoscimento del ruolo significativo che l'industria delle costruzioni e le professioni dell'ambiente costruito hanno nel contribuire a migliorare la resilienza di una società (Haigh et al., 2006; Lloyd-Jones, 2006; Bosher, 2008; Dainty and Bosher, 2008; Haigh et al., 2008; Haigh and Amaratunga, 2008). Questi punti di vista supportano le richieste di un approccio multi-settoriale e interdisciplinare alla riduzione del rischio derivante da catastrofi. Prima di esaminare questo potenziale contributo, è importante chiarire che cosa costituisce la "ambiente costruito" e la natura dei soggetti coinvolti nella sua creazione e manutenzione. (Haigh and Amaratunga, 2010)

Sebbene il concetto di resilienza sia stato approfondito molto negli ultimi anni, grazie sia alla ricerca accademica che alle attività delle organizzazioni internazionali citate in precedenza, è ancora poco esplorato il ruolo dell'ambiente costruito e al patrimonio edificato nello sviluppo di resilienza urbana. Due punti importanti su questo argomento sono stati sviluppati di recente, infatti, nel 2012 ha avuto luogo a Venezia un convegno internazionale organizzato da UNISDR e dalla Città di Venezia "Costruire la resilienza delle città ai disastri: tutela del patrimonio culturale e adattamento ai cambiamenti climatici"; mentre nel 2013 un importante documento dal titolo "Patrimonio e resilienza: problemi ed opportunità per ridurre i rischi da disastri" è stato pubblicato dal Comitato Scientifico Internazionale dell' ICOMOS (International Council on Monuments and Sites) per la preparazione al rischio, in collaborazione con l'Ufficio delle Nazioni Unite per la Riduzione dei Disastri (UNISDR), l'UNESCO e ICCROM ed è stato presentato in occasione della quarta sessione della Global Platform on Disaster Risk Reduction (Ginevra, 18-23 maggio 2013). Questo documento sottolinea in modo decisivo e strutturato l'importanza al patrimonio per la resilienza urbana, non solo come elemento da proteggere e conservare, ma come un'istanza che può comportare un incremento efficace della resilienza stessa.

Il patrimonio culturale di solito non è preso in considerazione in modo esplicito e dettagliato nelle statistiche globali in materia di rischi da calamità; tuttavia, città storiche,

monumenti, siti archeologici, musei e paesaggi culturali sono sempre più colpiti da minacce sia naturali che artificiali. La perdita progressiva di questi luoghi a causa di inondazioni, frane, incendi, terremoti, disordini civili e altri pericoli è diventata una delle principali preoccupazioni, in quanto contribuiscono alla coesione sociale, allo sviluppo sostenibile e al benessere psicologico. (ICOMOS/ICORP, 2013)

I recenti terremoti in Abruzzo (2009), in Emilia Romagna (2012) e nell'Italia Centrale (2016) sono solo gli ultimi di una lunga catena di eventi disastrosi che si sono verificati in Italia, e hanno causato non solo perdite di vite umane, ma anche danni a un patrimonio culturale unico e insostituibile. La popolazione di questi territori sta chiedendo ora non solo un rifugio per le persone, ma anche la ricostruzione dei simboli della loro comunità, quali sono i monumenti, i palazzi storici, le opere d'arte. Essi rappresentano l'identità di un territorio che non può essere abbandonata.

Il patrimonio culturale è spesso associato agli edifici monumentali e ai siti archeologici iconici, ma oggi comprende una gamma più ampia di luoghi come le città storiche, i paesaggi culturali, giardini, foreste e montagne, i complessi tecnologici e industriali del recente passato e anche i siti associati ad eventi dolorosi e alla guerra. È necessario sottolineare dunque l'importanza del patrimonio costruito, sia nella costruzione di resilienza nella dimensione economica, per quanto riguarda le fonti di reddito dal turismo, sia per la dimensione del sociale, che incarna principi di identità delle popolazioni locali. Oggi, come in passato, il patrimonio culturale, continua infatti a svolgere il suo ruolo insostituibile come fonte di significato e di identità per le comunità e gli individui, sottolineando come non sia una reliquia del passato, ma invece sempre più determinante nel guidare lo sviluppo sostenibile e il benessere delle comunità.

L'esperienza ha dimostrato che il degrado delle risorse naturali, le zone rurali trascurate, l'espansione urbana incontrollata e le nuove costruzioni mal progettate aumentino la vulnerabilità delle comunità ai rischi di calamità. D'altra parte, un ambiente naturale e storico ben conservato, sulla base di conoscenze e competenze tradizionali, riduce notevolmente i fattori di vulnerabilità, rafforza la resilienza delle comunità e la salvaguardia della vita (Boccardi G., 2012).

La conoscenza dei sistemi costruttivi tradizionali propri dei beni culturali e della città possono svolgere un ruolo significativo nella prevenzione delle catastrofi e di mitigazione dei danni, contribuendo così ad uno sviluppo più sostenibile. Le lezioni apprese da quanto è stato fatto in passato e da ciò che è resistente ai rischi locali, forniscono conoscenze che possono essere utilizzati nei lavori di restauro, così come nelle nuove costruzioni.

1.2.1. Resilienza e Vulnerabilità

Le città sono uno dei principali esempi di sistema adattivo complesso (Batty et al., 2004), sono organismi viventi, dinamici, connessi ed aperti, che si evolvono in molti e diversi modi sia a causa di interazioni interne sia per l'influenza di fattori esterni (Bai, 2003). Tale natura espone le città a continui rischi e shock che rendono alcuni sistemi urbani vulnerabili ed altri resilienti, a seconda di specifiche condizioni esogene ed endogene.



Figura 9: Rapporti tra Vulnerabilità e Resilienza
Fonte: Alberta Sustainable Resource: Development, 2010 e http://www.adaptingtorisingtides. org/vulnerability-and-risk)

La città quale struttura organica è interpretata da Giuseppe Ciribini come "sistema generativo, nel quale alla concezione classica di invarianza sistemica si sostituisce un fattore attivo che forma, governa, rigenera l'insieme di mutazioni che hanno luogo […] nel tessuto relazionale tra il tutto e le parti". Lo stesso Kevin Lynch nel 1981, nel commentare le teorie del XVIII e XIX secolo sull'insediamento organico, sosteneva che "se la città è un organismo, essa possiede quegli aspetti che distinguono le creature viventi dalle macchine. Un organismo è un individuo autonomo con limiti e dimensioni definiti. Esso non muta le sue dimensioni semplicemente ampliandosi o aumentando il proprio volume o aggiungendo parti all'infinito, ma riorganizza la propria forma al modificarsi della dimensione, e raggiunge limiti, o soglie, in cui il cambiamento formale è irreversibile. […] L'intero organismo è dinamico, ma si tratta di un dinamismo omeostatico. Aggiustamenti interni riportano l'organismo allo stato di equilibrio ogniqualvolta sia stato disturbato dall'intervento di una forza esterna". Allo stesso modo egli sosteneva che, in un tale modello, la differenziazione e l'interazione tra le parti costituiscono rapporti ottimali tra le componenti di una città.

Fino agli anni '50 e '60, la teoria sistemica è legata ad un approccio meccanicistico, in cui la città è considerata quale sistema complesso costituito da reti di sottosistemi, ordinati gerarchicamente e collegati attraverso diversi tipi di interazioni. In sistemi così concepiti, la conservazione dell'equilibrio è garantita dall'interazione attiva tra i sottosistemi e, attraverso un approccio di tipo top-down, il sistema può essere controllato e guidato verso il raggiungimento di predeterminati obiettivi (Fabbricatti, 2013).

Uno dei primi studiosi a supporre che tale tipo di approccio meccanicistico alla città negava le caratteristiche di diversità e differenziazione che garantiscono la vitalità del sistema è la giornalista e scrittrice Jane Jacobs, la quale, criticando le politiche di pianificazione dell'epoca, proponeva nuovi modelli che, sosteneva, avrebbero garantito "vitalità organica alle città americane". Da allora ci si riferisce alla città quale sistema adattivo complesso, ovvero quale sistema aperto, costituito da numerosi elementi interagenti in maniera non lineare che, insieme, realizzano una entità dinamica e organizzata, che si evolve in maniera

autonoma, adattandosi spontaneamente all'ambiente esterno.

Dall'analisi della letteratura di carattere ecologico e socio-ecologico e dallo studio dei primi esempi di applicazione dei concetti di resilienza e vulnerabilità al campo dei sistemi territoriali, è possibile identificare un'ulteriore specificazione della teoria sistemica. È possibile infatti individuare due caratteri di vulnerabilità, che determinano insieme la probabilità di un sistema a subire danni a seguito del manifestarsi di un evento negativo: una vulnerabilità "strutturale", legata alle caratteristiche dell'organizzazione e dell'ordinamento spaziale e temporale delle componenti del sistema; una vulnerabilità "sistemica", dipendente dalle caratteristiche relazionali e da quelle che ne determinano l'apertura all'ambiente esterno (Fabbricatti, 2013). Al primo caso può essere ricondotto il concetto di resistenza, ovvero l'attitudine del sistema all'imperturbabilità; in questo caso la vulnerabilità strutturale può comportare una perdita della resistenza del sistema; allo stesso modo, il concetto di resilienza può rappresentare il fattore in grado di ridurre la vulnerabilità "sistemica" (Graziano, 2011). L'IPCC definisce la vulnerabilità di un sistema come il "grado in cui un sistema è suscettibile, o incapace di far fronte, agli effetti avversi del cambiamento climatico, inclusi la variabilità climatica e gli estremi. La vulnerabilità è funzione del carattere, dell'ampiezza e della velocità del cambiamento climatico e della variazione a cui un sistema è esposto, della sua sensibilità e della sua capacità di adattamento" (IPCC, 2007b).

La pianificazione dell'azione, sia a breve che a lungo termine, da parte dei decisori politici ha come presupposto l'identificazione di particolari vulnerabilità che, soddisfacendo determinate caratteristiche, sono identificate come vulnerabilità chiave. I seguenti criteri sono utilizzati in letteratura per identificare le vulnerabilità chiave: ampiezza e tempi degli impatti, persistenza e reversibilità, probabilità (stime di incertezza) degli impatti e confidenza delle stime, potenziale di adattamento, distribuzione spaziale degli impatti e della vulnerabilità, importanza dei sistemi a rischio. L'analisi scientifica fornisce informazioni di base per l'avvio dei percorsi politici ma la scelta di quali vulnerabilità possono essere considerate chiave e le preferenze sulle politiche appropriate, implicano necessariamente la formulazione di giudizi di valore. Le discussioni sulle interferenze dannose con il sistema urbano e le vulnerabilità chiave sono spesso costruite sui concetti di soglie e limiti critici. Anche se alcune soglie sono già state identificate, nel complesso esse devono ancora essere definite e regolate da norme più generali. (ISPRA, 2009)

La resilienza, viceversa, è "la capacità di un determinato sistema sociale o ecologico di assorbire i disturbi pur conservando la stessa struttura e modalità di funzionamento, la capacità di auto-organizzazione e la capacità di adattarsi allo stress ed ai cambiamenti" (IPCC, 2007b). Vulnerabilità e resilienza rappresentano due concetti strettamente interrelati, ma risulterebbe semplicistico sostenere che l'uno sia il diretto reciproco dell'altro, come invece parere di alcuni autori. Riducendo la vulnerabilità di un sistema complesso, quale appunto un organismo urbano, si tende ad aumentare il grado di resilienza del sistema stesso; ma occorre precisare che quello di resilienza si presenta come un concetto più ampio e articolato della vulnerabilità, ad oggi invece molto esplorata e studiata. Entrambi i concetti, tuttavia, sono difficilmente quantificabili e quindi nella pratica si ricorre spesso ad indicatori, cioè a parametri quantitativi o qualitativi che forniscono una base semplice ed affidabile per la valutazione del cambiamento (UNDP, 2004).

1.3. Valutazione della Resilienza

Il contesto multidisciplinare osservato nella sezione precedente, ci permette di riconoscere che i quadri teorici di riferimento, adottati per una valutazione quantitativa o qualitativa, sottolineano la mancanza di standardizzazione e di rigore nella definizione delle misurazioni della resilienza. Gli approcci quantitativi esistenti di misurazione e di valutazione della resilienza sono coerenti con una differenziazione significativa della definizione dal significato originale. Secondo Henry e Ramirez-Marquez (2012) questo impedisce lo sviluppo di un parametro per misurare la resilienza in modo generico e coerente. Tale metrica faciliterebbe notevolmente lo sviluppo di sistemi resilienti, il confronto di strategie di resilienza e il supporto di decisioni relative durante la progettazione e il funzionamento. Nonostante numerosi approcci teorici e costruzione di teoria sviluppate da diversi autori, è possibile rilevare alcuni elementi comuni: le **capacità** della resilienza, le **proprietà** e i suoi **domini**.

1.3.1. Capacità della Resilienza

La letteratura con una spiccata sensibilità acquisita verso il concetto di resilienza, può ampiamente suddividere lo studio della materia in tre aree generali di classificazione (Bhamra et al., 2011). Alcuni autori fanno riferimento alle capacità della resilienza attraverso esplicita menzione, altri attraverso azioni e strategie differenziante in base a queste capacità in modo indiretto. Queste tre aree di classificazione sono: prontezza e preparazione, risposta e adattamento, recupero e modificazione (Ponomarov and Holcomb, 2009). Francesco e Bekera (2014) scrivono sul set di capacità resilienza come riferimento accertato nel quadro concettuale, definendole come:

- **Absorptive capacity:** Vugrin et al (2011) definiscono la capacità di assorbimento come il grado in cui un sistema può assorbire gli impatti delle perturbazioni sistema e minimizzare

Dimension/Quality	Techincal	Organizational	Social	Economic
Robustness	Building codes and construction procedures for new and Eretrofitted structures	Emergency operation planning	Social vulnerability and degree of community preparedness	Extent of regional economic diversification
Redundancy	Capacity for techincal substitutions and "work-arounds"	Alternate sites for managing disaster operations	Availability of housing options for disaster victims	Ability to substitute and conserve needed inputs
Resourcefulness	Availability of equipment and materials for restoration and repair	Capacity to improvise, innovate, and expand operations	Capacity to address human needs	Business and industry capacity to imrpovise
Rapidity	System downtime, restoration time	Time between impact and early recovery	Time to restore lifelines services	Time to regain capacity lost revenue

Figura 10: Matrice delle proprietà della Resilienza, con esempi rispetto alle dimensioni tecnica, organizzativa, sociale ed economica di un'infrastruttura. Fonte: Kathleen Tierney, director of the Natural Hazards Center, University of Colorado at Boulder, personal communication.

le conseguenze con poco sforzo.

- **Adaptive capacity:** è la capacità di un sistema di adattarsi alle situazioni indesiderabili subendo alcune modifiche. La capacità di adattamento si distingue dalla capacità di assorbimento in quanto sistemi adattativi cambiano in risposta a diversi effetti, soprattutto se la soglia della capacità di assorbimento è stata superata.
- **Recovery/restorative capacity:** la capacità di ripristino di un sistema resiliente è spesso caratterizzata dalla rapidità di ritorno alla normalità o ad una situazione migliorata e dall'affidabilità del sistema (Shinozuka et al., 2003).

1.3.2. Proprietà della Resilienza

Reed et al (2009) si concentrano sulla resilienza ingegneristica, sottolineando come il concetto abbia diverse dimensioni, riferendosi a ciò che O'Rourke (2007) e Bruneau et al. (2003) hanno elaborato in precedenza. Si definiscono dunque 4 dimensioni quali **robustness**, **redundancy**, **resourcefulness** e **rapidity**. Cimellaro et al. (2010) definiscono meglio queste dimensioni, elaborando anche una formulazione analitica, a partire da quello che hanno identificato i ricercatori presso il Centro Multidisciplinare per la Ricerca in Ingegneria Sismica (MCEER - Multidisciplinary center for earthquake engineering research):

- **Rapidity / Rapidità** è la «capacità di soddisfare le priorità e raggiungere gli obiettivi in modo tempestivo al fine di contenere le perdite ed evitare future interruzioni» (Bruneau et al. 2003);
- **Robustness / Robustezza** è «la capacità di elementi, sistemi o altre unità di analisi per sopportare un dato livello di stress, o domanda senza subire degradazione o perdita di funzione» (Bruneau et al. 2003). È pertanto il livello di funzionalità residua subito dopo l'evento estremo;

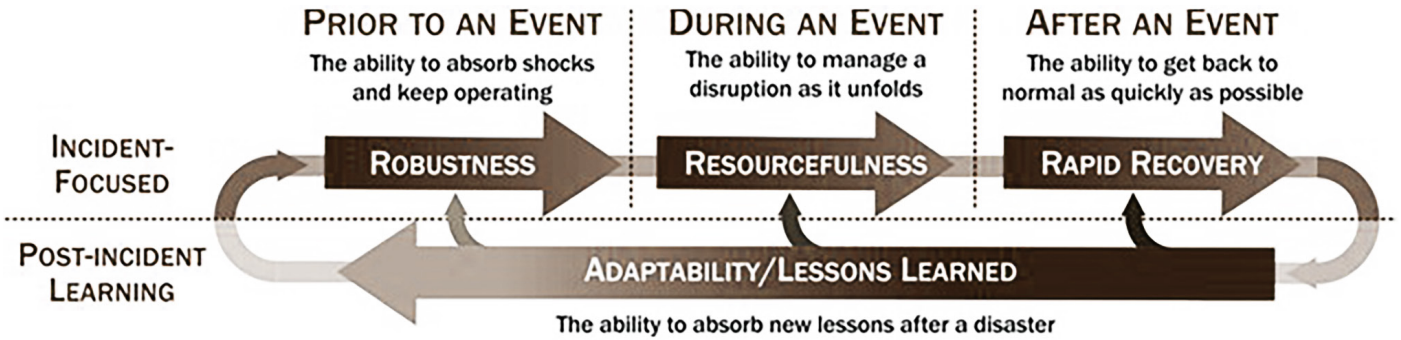


Figura 11: Proprietà della Resilienza. Fonte: National Infrastructure Advisory Council, 2010. A Framework for Establishing Critical Infrastructure Resilience Goals.

- Redundancy / Ridondanza è «la qualità di avere percorsi alternativi nella struttura con cui le forze possono essere trasferite, che consente alla struttura di rimanere stabile dopo la rottura di un qualsiasi singolo elemento" (FEMA 356, 2000);
- Resourcefulness / Disponibilità di Risorse è «la capacità di identificare i problemi, stabilire priorità e mobilitare le risorse quando esiste una condizione che minacci di perturbare un qualche elemento, sistema, o altra unità di analisi" (Bruneau et al. 2003).

La Resourcefulness è una proprietà difficile da quantificare in accordo con quanto scritto da Cimellaro et al. (2010), poiché dipende principalmente da competenze umane e di organizzazione delle risorse a seguito dell'evento estremo. Resourcefulness e Redundancy sono fortemente correlati, come risorse, e la disponibilità di risorse stessa può essere in grado di creare ridondanze che non esistevano in precedenza. Questi ultimi sono in teoria gestiti principalmente come attributi sottoposti a valutazione durante la fase di programmazione, più che dati direttamente quantificabili. Essi portano a effetti di proporzionalità sui valori operativi quali la Rapidità e la Robustezza, con l'obiettivo di un aumento del valore di resilienza.

Tra questi concetti, la Ridondanza dovrebbe essere nominata come un attributo fondamentale della Resilienza, in quanto rappresenta la capacità di utilizzare le risorse alternative In altre parole, si descrive la disponibilità di risorse alternative nel processo di recupero di un sistema: se il sistema è resiliente, ci sarà sempre almeno uno scenario che consente il recupero, indipendentemente dell'evento estremo, fornendo alternative in caso di fallimento (al. Cimellaro et 2010). Jha et al., (2013) osserva il concetto, mettendo in evidenza che la ridondanza e l'incertezza sono interconnessi, dal momento che gli eventuali impatti di disastri non possono essere del tutto quantificati o conosciuti in anticipo.

Queste dimensioni rappresentano ciò che il MCEER definisce le 4R della Resilienza. Anche

se al giorno d'oggi, la separazione tra proprietà, dimensione o dominio non sembra essere cristallina, vi sono elementi ricorrenti che sembrano aver dato forma in modo soddisfacente ad un quadro sempre più condiviso. Mentre le 4R sono citate come "proprietà" in alcune delle pagine web e report del MCEER, nelle pubblicazioni di ricercatori operanti nello stesso istituto di ricerca, è invece comune riferirsi alle 4R come a "dimensioni" della resilienza (Cimellaro, Reinhorn e Bruneau, 2010). O'Rourke (2007) scrive di "qualità" di resilienza. Avendo poco interesse specifico nel discutere quale termine rispecchi al meglio il problema di derivazione linguistica, un suggerimento riguardante una disambiguazione molto più importante potrebbe essere fatto con l'adozione generalizzata della parola "proprietà". Il tentativo riguarda la definizione di un riferimento quanto più condiviso possibile, evitando semplici incomprensioni con i termini di "dimensioni" o "domini" della resilienza, le cui specifiche appropriate saranno analizzate nel paragrafo successivo.

1.3.3. Dimensioni/ Domini della Resilienza

Al fine di strutturare il quadro concettuale di riferimento con una identificazione efficace delle azioni concrete e materiali finalizzate ad un aumento della resilienza, è stata proposta una suddivisione del concetto principale in campi di applicazione, chiamando le partizioni domini, dimensioni o componenti. Gli studi già citati di Cimellaro, Reinhorn e Bruneau, suggeriscono una partizione del concetto di resilienza urbana in 4 dimensioni, definendo l'acronimo TOSE: - Tecnica, di Organizzazione, Sociale ed Economica. Anche O'Rourke (2007) si riferisce a queste 4 dimensioni, mantenendo la stessa definizione e nomenclatura. Jha et al. (2013) illustrano una suddivisione simile, considerando quattro componenti principali, indicate come: infrastrutturale, istituzionale, economico e sociale.

- Technical - riguarda la capacità dei sistemi fisici (inclusi tutti i componenti interconnessi) di eseguire le proprie funzioni a livelli accettabili o desiderati quando soggetti al disastro;
- Organizational - interessa la capacità delle organizzazioni, in particolare quelle che gestiscono strutture sensibili o strategiche e funzioni legate alla ripresa dai disastri, di prendere decisioni e intraprendere azioni che contribuiscono alla resilienza;
- Social - costituita da misure specificamente progettate per diminuire l'effetto con cui le comunità e giurisdizioni governative colpite dal disastro subiscono conseguenze negative a causa della perdita di servizi essenziali;
- Economic – è l'ambito riguardante la capacità di ridurre sia le perdite economiche dirette e indirette derivanti da calamità.

Altri autori hanno proposto divisioni della resilienza in dimensioni differenti, come Shaw (2009) che ha definito 5 domini (naturale, fisico, istituzionale, economico e sociale), o Renschler et al. (2010) con il contributo di Cimellaro, Reinhorn e Bruneau, che ha suggerito un quadro allargato denominato PEOPLE, composto da 7 dimensioni.

In ultima analisi, la ripartizione che ha visto una molto più semplice conformità operativa



Figura 12: Le 4 Dimensioni della Resilienza. Elaborato dall'autore.

è quella che contempla 4 dimensioni, e quindi in questa sede, esso appare come la più idonea per gli sviluppi futuri. Il quadro citato, nella interezza delle sue fasi evolutive, è stato richiamato da alcuni studi recenti che hanno affrontato il problema della quantificazione della resilienza. Reed et al (2009), Tokgoz e Gheorghe (2013) e, successivamente, Francis e Bekera (2014), si riferiscono a questo tipo di interpretazione del problema, perseguendo sul percorso della constatazione della sua validità.

1.3.4. Metodi di valutazione e indici

Il fascino del concetto di resilienza in tante discipline così differenti ha portato alla reificazione del concetto stesso, per cui la resilienza è considerata come una poliedrica "cosa", piuttosto che come un modo di pensare e affrontare molti tipi diversi di problemi.

Sicuramente una delle difficoltà maggiori nella combinazione di questi diversi punti di vista si palesa nel tentativo di sviluppare modi per misurare la resilienza. Misurazioni da utilizzare sia come strumento diagnostico che come valutazione dell'impatto di interventi per implementare la resilienza di un sistema.

La ricerca di un modo per misurare la resilienza è stato intrapreso in diversi settori: in ambito accademico, dalle ONG, dalle organizzazioni delle Nazioni Unite, e da panel interorganizzativi nazionali ed internazionali. Per esempio le Università di Firenze, Cornell e Tulane; Mercy Corps, OXFAM e altri; FAO, UNICEF, UNISDR, UNHABITAT, WFP e UNDP; diversi dipartimenti all'interno DFID; il Gruppo di lavoro tecnico Resilince Measurement del Food Security Information Network (istituito dalla FAO, WFP e IFPRI); e la Resilience Learning Group Interagency nel Regno Unito.

Sembra che, nonostante i diversi approcci e le differenti organizzazioni coinvolte, ci sia, però, un ampio accordo su un principio: riuscendo a trovare gli indicatori ed i calcoli giusti, si potrà intraprendere un lungo cammino per elaborare in modo migliore e per implementare, e poi quantificare, il concetto di resilienza.

In inglese questo concetto è rappresentato dalla proposizione "Building Resilience", ossia "Costruire la resilienza". In Italiano il concetto appare un po' più complicato, e la mera traduzione letterale sembra non essere calzante per trasmettere l'idea alla base della ricerca nel settore. Appare chiaro che la capacità di riprendersi da un evento disturbativo possa essere una dote intrinseca del sistema, o di un individuo. Il problema semmai resta essere più o meno resilienti, a diversi gradi. Per questo nella traduzione del fondamentale concetto di "Building Resilience" in questo scritto si userà il concetto di "Implementare la Resilienza", incrementandola nei processi sotto analisi.

Le due dimensioni principali della resilienza tratte dalla teoria ecologica di Holling, vale a dire la capacità di riprendersi rapidamente e la capacità di resistere ad un evento disturbativo, hanno una storia anche nel settore ingegneristico e in quello della preparazione dei rischi (Alexander, 2013). Nonostante abbiamo però radici concettuali distinte, la resilienza è spesso usata come sinonimo di adattamento e di riduzione della vulnerabilità, che di solito sono visti come collegati, quando si parla di intraprendere azioni per ridurre il rischio, ma

diversi autori ne hanno fatto notare le differenze, soprattutto in relazione alle metriche di valutazione (Bene et al., 2012).

Occorre dunque precisare la differenziazione tra ricerche mirate a valutare questi due aspetti, adattamento e riduzione della vulnerabilità, in corso ben da prima della diffusione virale del concetto di resilienza nel settore del disaster risk managment, (come sottolineato da Tellam et al., 2007, Eriksen e Kelly, 2007) e analisi che mirano ad un più olistico obiettivo, cercando di misurare la resilienza di un sistema nel complesso.

Lo sviluppo di quadri teorici di riferimento e di metodi di valutazione del concetto di resilienza ha subito un forte incremento a partire dall'inizio del secolo, come notato da Bahadur et al. (2015). Chiaramente questo è legato al crescente numero di obiettivi sotto i quadri intergovernativi per lo sviluppo sostenibile, che si estende alla riduzione del rischio di catastrofi e all'adattamento ai cambiamenti climatici, richiedendo la capacità di misurare i progressi della situazione attuale e degli interventi proposti. Ma, come sottolineano Schipper e Langston (2015), sebbene gli indicatori siano una delle forme più comuni di monitoraggio dei progressi, devono essere utilizzati con attenzione poiché incapaci di dipingere un quadro completo della situazione reale.

La chiave per un buon indicatore è la credibilità e l'affidabilità della rappresentazione della realtà analizzata, piuttosto che il volume di dati o di precisione nella misurazione. Sandhu-Rojon (2003) sostiene che una osservazione quantitativa non è l'obiettivo intrinsecamente più valido di un'osservazione qualitativa, suggerendo che grandi volumi di dati possono "confondere piuttosto che mettere a fuoco". Citando Spearman e McGray (2011) "a volte è più utile avere risposte approssimative ad alcune domande importanti che avere risposte precise a molte domande trascurabili". Questo concetto è alla base del l'importante questione di come siano necessari molti indicatori per raccontare e valutare con precisione il concetto olistico di resilienza.

Inoltre, la selezione degli indicatori dipende, in larga misura, da ipotesi su ciò che viene misurato. Di conseguenza, è decisamente importante come la resilienza venga definita. È interessante notare che alcuni autori sostengono che la resilienza e la vulnerabilità, di un sistema o di una società, non possano essere direttamente osservate o misurate (Hinkel, 2011; Patt et al, 2008; Luers et al, 2003) e invece richiedano l'individuazione di misure riguardanti aspetti sostitutive per rappresentare i vari modi in cui la resilienza si manifesta. Queste possono solitamente essere dedotti da studi sul campo in settori afferenti o alternativi, o indotti da ipotesi sulle circostanze sociali, ambientali, economiche e politiche.

Per suddividere i metodi sviluppati fino ad oggi, si prenda come punto di parentezza dell'analisi della letteratura scientifica la suddivisione proposta da Levine (2014), condividendo con l'autore la consapevolezza che "il tentativo di trovare l'indice di resilienza perfetto non è tanto una missione difficile, come la ricerca di un Santo Graal, ma un impossibile, o anche un immaginario, compito", questo poiché il desiderio di un unico strumento per affrontare tutte le sfaccettature del concetto è improbabile che sia soddisfatto perché la resilienza non è, appunto, una singola "cosa". Levine (2014), distingue 5 categorie di analisi quantitative basate su analisi della stessa natura nei vari domini della resilienza. In questa sede, in

realtà, si presenta una macrodivisione in due ambiti:

- Quantificazione in base alla funzionalità
- Quantificazione basata su indicatori e caratteristiche.

Si trascureranno i modelli quantitativi sulla base di accesso al cibo e al benessere, in quanto non sono, e non pretendono di essere, una quantificazione vera e propria di resilienza, sono piuttosto dei modelli previsionali sulla capacità di mantenere il livello di benessere e implementarlo, molto usato nei paesi in via di sviluppo, ma lontano dall'obiettivo di ricerca qui analizzato. Anche i modelli basati sulle attività o sui quadri di riferimento teorici citati da Levine risultano poco inerenti alla ricerca sull'ambiente costruito e sulla quantificazione in genere della resilienza, essendo più legati ad attività specifiche di ONG o sulla resilienza psicologica della popolazione e, secondo parere dello stesso autore, poco indicate ed efficaci per essere realmente applicate come misura olistica del concetto.

La quantificazione in base alla funzionalità

La resilienza dei sistemi tecnici, limitati e circoscritti, come ad esempio l'affidabilità di un sistema informatico o di un tratto di rete infrastrutturale, è relativamente facile da valutare, e vi sono evidenze scientifiche di relativo successo in quest'ambito (Asprone, 2013). Tali modelli di quantificazione riscontrano un buon livello di risultato perché misurano una funzionalità che ha una definizione univoca e non contestata o contestabile; la funzionalità misurata può ragionevolmente essere rappresentata da un numero ridotto di variabili chiaramente definite e la performance è valutata in relazione a rischi noti. Purtroppo il discorso non è così facilmente semplificabile nel caso di sistemi complessi come quelli urbani.

Alcuni approcci simili sono stati utilizzati con successo in alcuni settori, specialmente in campo infrastrutturale e nei paesi in via di sviluppo. La funzionalità di un progetto di una infrastruttura può essere una considerazione puramente ingegneristica, ma può anche essere valutato per l'impatto di sostenibilità e riduzione della povertà, ad esempio utilizzando uno strumento basato su software (commerciale), come ASPIRE. ASPIRE si basa sul lavoro di diversi paesi e le squadre regionali all'interno della World Bank SPL Global Practice, insime alla World Bank Poverty Global Practice, al Development Economics Research Group. ASPIRE dà un punteggio visivo su 20 parametri che riguardano le prospettive istituzionali, sociali, economici e ambientali che hanno molto in comune con il concetto di resilienza. La quantificazione non tenta di aggregare i punteggi tra i diversi parametri, lo strumento è progettato invece per mostrare dove un progetto abbia punti forti o deboli e consente ai responsabili di monitorare i miglioramenti attraverso le varie fasi di progettazione e realizzazione, ovviamente però in un'ottica di riduzione della vulnerabilità della popolazione e temi socio-assistenziali.

Alcuni modelli sono stati sviluppati per misurare la resilienza in sistemi più complessi, ad esempio presso il MCEER dell'Università di Buffalo. Partendo dalle teorie di Bruneau, il quale afferma che in un qualsiasi momento, il rendimento reale o potenziale di qualsiasi sistema può essere misurato come un punto in uno spazio multidimensionale di misure di performance. Nel corso del tempo, le prestazioni possono cambiare, a volte gradualmente,

a volte bruscamente. bruschi cambiamenti di prestazioni si verificano nel caso di eventi disastrosi, come ad esempio un terremoto. In questi casi, un sistema può fallire, portando ad una notevole riduzione o una completa perdita di prestazioni rispetto ad alcuni o a tutti i fattori in analisi. Sono quindi necessarie determinate risorse, da definire nel caso in esame, per ripristinare le prestazioni di un sistema ai suoi livelli normali (Bruneau et al. 2003).

Questa caratterizzazione delle prestazioni del sistema porta ad una concettualizzazione più ampia del concetto di resilienza, che può essere intesa come la capacità del sistema di ridurre le possibilità di uno shock, di assorbire uno shock se si verifica (brusca riduzione delle prestazioni) e di recuperare rapidamente dopo uno shock (ristabilire un livello normale di prestazioni). Più specificamente, un sistema elastico è uno che mostra una probabilità di fallimento ridotta, delle conseguenze ridotte a seguito di fallimenti, in termini di vite perse, di danneggiamento, le conseguenze economiche e sociali negative e un ridotto tempo di recupero (ripristino di un sistema specifico o un insieme di sistemi per la loro '' normale '' livello di prestazioni).

Un'ampia misura di resilienza che cattura queste caratteristiche chiave può essere espressa in termini generali, dai concetti illustrati in Figura 11. Questo approccio si basa sul concetto che una misura, Q (t), che varia nel tempo, è stata definita per la qualità delle infrastrutture di una comunità. In particolare, le prestazioni possono variare da 0% al 100%, dove 100% indica nessuna degradazione del servizio e 0% invece la totale perdita di funzionalità. Se si verifica un terremoto al tempo t0, potrebbe causare danni sufficienti all'infrastruttura tale che la qualità sia immediatamente ridotta.

Quindi Bruneau sostiene che la perdita o diminuzione di Resilienza (R) di una comunità colpita da un terremoto, o meglio la perdita di funzionalità rispetto ad uno specifico evento, potrebbe essere misurata dalla dimensione del degrado atteso nella qualità (probabilità di guasto), nel tempo (cioè, il tempo di recupero). Matematicamente, sarebbe definita dalla

$$R = \int_{t0}^{t1} [100 - Q(t)]dt$$

Queste complessità possono essere prese in considerazione nelle specifiche attività di ricerca teorica. Eppure, anche nella sua forma più semplice, l'applicazione di questo concetto generale ai vari sistemi fisici, sistemici e organizzativi che possono essere interessati da terremoti, o altri eventi calamitosi, presenta notevoli sfide concettuali e di misurazione.

A partire da questi concetti, i ricercatori del MCEER hanno poi sviluppato ulteriori metodi di valutazione, come ad esempio quello di Cimellaro et al. (2008) per analizzare la resilienza di un sistema ospedaliero (piuttosto che di un edificio ospedaliero) ad un terremoto. Il sistema proposto riduce le prestazioni ad un numero finito di parametri (compreso il cedimento strutturale degli edifici, la mancanza di energia elettrica o di acqua e il tempo necessario per spostarsi tra gli ospedali della zona) e un insieme di equazioni matematiche che li collegano. Tuttavia, nella vita reale, anche il funzionamento in ospedale è molto più complicato di quanto le equazioni in Cimellaro et al. suggeriscono e il modello è stato

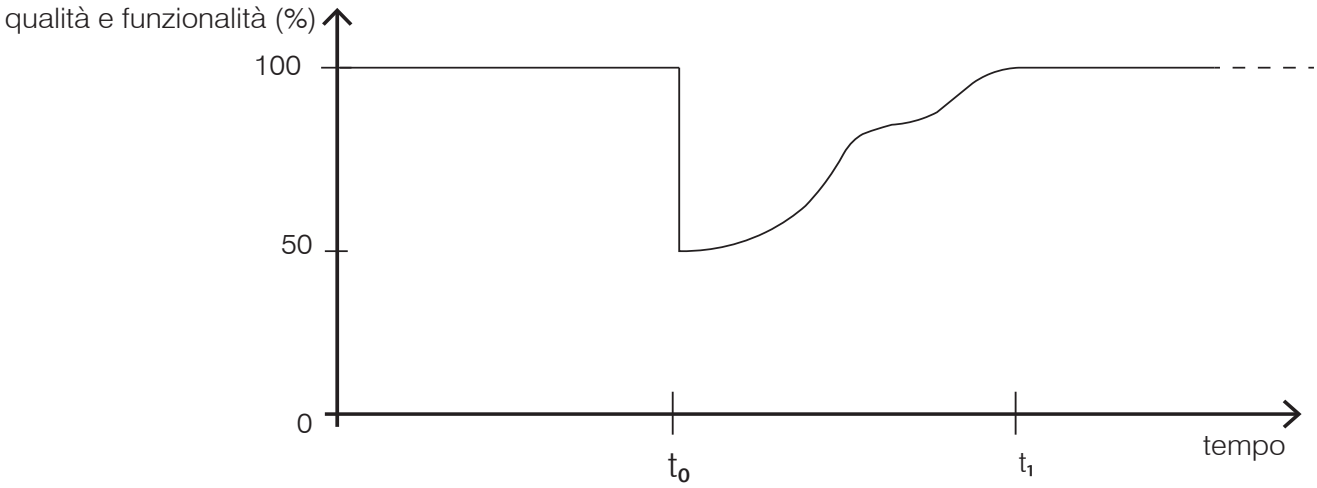


Figura 13: Misura della Resilienza in base alla funzionalità. Fonte: Bruneau et al., 2003. Rielaborazione dell'autore.

criticato per eccessiva semplificazione e ha trovato un ridotto utilizzo (Levine, 2014).

Ulteriori tentativi sono stati fatti per sviluppare le valutazioni del MCEER fino allo sviluppo della metodologia PEOPLES (Renschler et al., 2010). PEOPLES è l'acronimo per la suddivisione dei parametri in 7 dimensioni: Popolazione e demografia (Population), Ecosistema e ambiente (Environmental), Organizzazione dei servizi governativi, infrastrutture fisiche (Physical infrastructure), stile di vita e servizi comunitari (Lifestyle), sviluppo e capitale Economico e Socio-culturale. PEOPLES si basa sull'idea teorica di "funzionalità della comunità". Come nei primi metodi del MCEER, la resilienza viene poi misurata da una integrazione della funzione "funzionalità" nel tempo, tracciata su un grafico, e l'area sottesa viene calcolata per misurare quanta "funzionalità" si perde in totale in un dato periodo, ad esempio fino al recupero completo. Purtroppo anche questo modello ha subito numerose critiche legate alla scelta dei parametri e alla connessione matematica tra questi, riportando discreti risultati, fino all'abbandono del progetto, così come raccontato personalmente da uno dei ricercatori coinvolti nel progetto incontrato in occasione della conferenza "Building Resilience 2014".

Tale approccio analitico di questi metodi si è dunque scontrato con la critica generale legata alla complessità del tema, trovando poi applicazione in campi relativamente circoscritti e lontani dalla dall'aspirazione olistica del concetto di resilienza. Citando Lavine: "Il fascino dell'analisi matematica riduzionista nel dare una parvenza di obiettività e di certezza è paradossalmente maggiore quanto più l'oggetto di studio manca di certezza, definizioni chiare e prevedibilità, e quindi tanto più la certezza e la precisione sono in realtà illusorie".

La quantificazione basata su indicatori e caratteristiche

Gli approcci quantitativi maggiormente in via di sviluppo, soprattutto in relazione all'interesse delle ONG e dei panel intergovernativi, si basano sulla definizione di indicatori per i set di caratteristiche che hanno lo scopo, o la pretesa, di determinare la resilienza.

Questi si basano su approcci già presenti in letteratura per lo sviluppo di "indici" per misurare concetti più vasti, e correlati ad aspetti della resilienza, come la povertà (l'indice di povertà umana), sviluppo (ad esempio lo Human Development Index (HDI)), la fame (ad esempio, la Household Food Insecurity Access Scale), la propensione al cambiamento (KPMG e Oxford Economics, 2013) e la povertà di acqua (ad esempio Sullivan, 2002). Esempi di tali approcci per la resilienza comprendono quelli sviluppati da Food and Agriculture Organisation (FAO) e l'Università di Firenze (per esempio Alinovi et al, 2009; Alinovi et al, 2010; Ciani e Romano, 2013), Oxfam (Hughes, 2013) e la vulnerabilità Livelihood Index (ad es Hahn et al., 2009). Le differenze tecniche tra i vari approcci si riferiscono in gran parte alla scelta degli indicatori o delle caratteristiche e delle modalità in cui sono ponderati e combinati. Tutti i modelli utilizzano "giudizi esperti", piuttosto che dati empirici o analisi di vulnerabilità in una determinata situazione, per scegliere le caratteristiche generiche della resilienza da usare. Attualmente, il giudizio è l'unico modo per ricavare tali indicatori dato che non sussistono evidenze scientifiche per la determinazione di tali caratteristiche, e non vi è consenso su ciò che dovrebbe rappresentare tale prova.

Questi modelli cercano di trovare risposta alla valutazione dell'utilità o successo di diverse strategie in atto: un approccio modulare alla quantificazione, che si traduce in aggregazione di dati delle diverse analisi nei differenti settori definito come la somma dei punteggi dei vari indici.

Tra questi ricade il Il City Resilience Index (CRI), sviluppato da Arup con il sostegno della Fondazione Rockefeller. IL CRI è composto da 52 indicatori, che sono valutati in base alle risposte a 156 domande; attraverso una combinazione di dati qualitativi e quantitativi. Le risposte sono poi aggregate e presentate in relazione ai 12 obiettivi (o indici) nel quadro di riferimento, suddivisi in 4 ambiti principali di indagine. Progettato principalmente come strumento di autovalutazione, gli sviluppatori rivelano che il CRI genererà un profilo di resilienza che mostrerà i punti di forza e di debolezza specifici di una città, la creazione di una strategia per progettare e misurare gli scenari di sviluppo futuri. Come sostiene Jo da Silva, Direttore del progetto per Arup, "ogni città è unica, e ognuna deve affrontare sfide specifiche. Ma, i fattori che consentono alle città di affrontare disagi sono universali". Il metodo ha dunque un nobile obiettivo, ma più che un vero e proprio strumento di misura, si configura come un modello per guidare le scelte dei decision-maker sugli ambiti più deboli di un progetto, che occorre dunque rafforzare e migliorare.

Come alcuni autori sostengono (tra cui Lavine, 2014) tale strumento, in realtà, non è esattamente una misurazione effettiva della resilienza, quanto più una valutazione di misure sostitutive affini all'ambito di ricerca. C'è il pericolo che l'applicazione generica di queste metodologie modulari per valutare la resilienza delle persone venga ad essere utilizzato come base per la definizione delle politiche, l'erogazione di fondi, la progettazione

di interventi, per il monitoraggio o per valutare il rapporto qualità-prezzo. Resta però da dire che in assenza di una quantificazione effettiva, questi sono i metodi più attendibili per la gestione politico-sociale, meno adatti invece all'intervento sull'ambiente costruito in particolare.

Occorre citare anche il City Resilience Profiling Programme (CRPP) avviato dall'UNHABITAT (2013), che si concentra sulla possibilità di fornire a governi nazionali e locali, strumenti per misurare e aumentare la resilienza agli impatti multi-rischio, compresi quelli connessi con i cambiamenti climatici. Lavorando attraverso partnership con i soggetti interessati, tra cui le agenzie internazionali come UNISDR, istituti accademici e di ricerca, attori del settore privato, e le ONG, il CRPP sta cercando di sviluppare un approccio di pianificazione e gestione urbana completa e integrata per il profiling e il monitoraggio la resilienza di qualunque città per tutti i rischi plausibili. Sicuramente una ricerca con un altissimo obiettivo. Avviata nel 2012 con la richiesta di città interessate ad avviare la sperimentazione, definite poi 10 città come casi studio nel 2013, tra cui Barcellona come



Figura 14: Sistema di indicatori per la valutazione dei progetti a base del CRI (City Resilience Index) ideato da Arup. Fonte: Arup, 2014.

una rappresentante in Europa. La ricerca si propone di sviluppare un quadro concettuale operativo sul tema, tramite una serie di indicatori, standard e profili per supportare le città a calibrare i sistemi di capacità urbana per resistere e recuperare post-crisi. Il progetto produrrà una serie di profili e indici sulla base di una valutazione di diversi fattori: pericolo e vulnerabilità, sovrapposizione di rischi e la preparazione ad affrontarli, che porta a punteggi di resilienza urbani che possono essere utilizzati per la pianificazione futura, tradotti in un software o strumenti operativi. La ricerca è ancora in via di sviluppo, e ad oggi non sono ancora purtroppo stati pubblicati i primi risultati che si aspettavano già nel 2015, ma poi posticipati al 2016 come data ufficiale.

Da ultimo, anche il WCCD (World Council on City Data) ha avviato una ricerca nel 2012 per sviluppare una serie di indicatori da tradurre in standar per la valutazione della resilienza delle città. Dapprima con il progetto della ISO 37120 "Suistainable development of communities", pubblicata in prima bozza nel 2014 e attualmente sotto revisione, che consta di 100 indicatori standardizzati a livello globale e divisi in 46 ambiti di analisi. Il passo successivo è legato allo sviluppo della ISO 37121 "Sustainable development in communities - Inventory and review of existing indicators on sustainable development and resilience in cities" attualmente in sviluppo.

In conclusione le limitazioni degli attuali modelli per la misurazione della resilienza sono spesso state attribuite ad una mancanza di dati o alla complessità di rappresentare un concetto così articolato, e sono considerati ancora un'opera incompiuta in corso. Diverse review sui quadri della resilienza hanno dimostrato (Winderl, 2014; Mitchell, 2013), ciò che conta è come un indicatore della resilienza sia stato definito e ridefinito in modo semi-caotico in base alle diverse interpretazioni del concetto, come così come il modo migliore per andare a misurarlo, confermando l'esistenza di un framework condiviso ancora come argomento centrale di dibattito. Questo perché, tali metodi di misurazione risentono della necessità di essere accurati rispetto al contesto specifico in cui si opera e alla bontà dei dati disponibili, è dunque difficile credere che possano esistere degli indicatori universali.

È inoltre interessante notare come la maggior parte dei metodi presi in esame siano in realtà concentrati su una fotografia in tempo, piuttosto che uno sguardo avanti. Tyler commenta che l›idea di una fotografia di una serie di fattori non può rappresentare equamente la resilienza, che essendo una "proprietà emergente dei sistemi complessi, è evidente solo attraverso l›interazione del sistema nel tempo" (Tyler, 2015).

In sostanza però appare fondamentalmente come la capacità di misurare la resilienza abbia lo scopo di migliorare indirizzare le scelte di intervento, guidare i policy-maker, la responsabilità dei finanziamenti per i programmi delle ONG, e in generale come linee guida per il bilancio e le decisioni di investimento pubblico e privato. Tuttavia, la capacità e metodi per misurare la capacità di recupero siano contestati.

È alla luce di queste osservazioni che si ritiene opportuno non lavorare su un parametro o una ulteriore valutazione della resilienza in termini così strettamente definiti, ma operare su un'implementazione del concetto nella gestione quotidiana dell'ambiente costruito, valutando quelli che sono i valori e gli aspetti necessari per guidare le scelte dei policy-maker, in particolare rispetto al fattore tempo, nonché alla proprietà di Rapidità della resilienza.

.

.

1.4. Reference list

American Psychological Association. 2014. The Road to Resilience. Retrieved from http://www.apa.org/helpcenter/road-resilience.aspx

Anthony, E.J. 1987. Risk, vulnerability, and resilience: An overview, pp. 3–48 in E.J. Anthony & B.J. Cohler (Eds.), The invulnerable child, New York: Guilford Press, ISBN 0898622271.

ARUP, 2014. City Resilience Index Research Report Volume 3 Urban Measurement Report. London: ARUP International Development and the Rockefeller Foundation.

Asprone, D., Cavallaro, M., Latora, V., Manfredi, G., Nicosia, V., 2013. Assessment of urban ecosystem resilience using the efficiency of hybrid social-physical complex networks. arXiv:1302.3263 [nlin, physics:physics].

Bahadur, A., 2015. 'Measuring Resilience – An analytical review', Climate and Development. (under review)

Bhamra, R., Dani, S., Burnard, K., 2011. Resilience: the concept, a literature review and future directions. International Journal of Production Research 49, 5375–5393. doi:10.1080/00207543.2011.563826

Block, J. H., & Block, J., 1980. The role of ego-control and ego-resiliency in the origination of behavior. In W. A. Collings (Ed.), The Minnesota Symposia on Child Psychology (Vol. 13, pp. 39–101). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Boccardi, G., 2012. Working Document. Expert Meeting on "Heritage and Sustainability - from principles to practice" Toyama, Japan.

Bruneau, M., Chang, S.E., Eguchi, R.T., Lee, G.C., O'Rourke, T.D., Reinhorn, A.M., Shinozuka, M., Tierney, K., Wallace, W.A., von Winterfeldt, D., 2003. A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. Earthquake spectra 19, 733

Bruneau, Michel, Stephanie E. Chang, Ronald T. Eguchi, George C. Lee, Thomas D. O'Rourke, Andrei M. Reinhorn, Masanobu Shinozuka, Kathleen Tierney, William A. Wallace, and Detlof von Winterfeldt. 2003. "A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities." Earthquake Spectra 19 (4): 733–752.

Camiz, A., 2012. Venzone, una città ricostruita (quasi) "dov'era, com'era"; Venzone, a city rebuilt (almost) "where it was and how it was". Paesaggio Urbano, pp 18–25.

Ciani, F., Romano, D., 2013. Testing for Household Resilience to Food Insecurity: Evidence from Nicaragua. Department of Economics and Management, University of Florence

Cimellaro, G. P. 2008. Seismic Resilience of a Regional System of Hospitals. Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research (MCEER) publication. http://mceer.buffalo.edu/publications/resaccom/07-SP05/ 01Cimellaro.pdf.

Cimellaro, G.P., Reinhorn, A.M., Bruneau, M., 2006. Quantification of seismic resilience, in: Proceedings of the 8th National Conference of Earthquake Engineering. pp. 18–22.

Cimellaro, G.P., Reinhorn, A.M., Bruneau, M., 2010. Framework for analytical quantification of disaster resilience. Engineering Structures 32, pp 3639–3649.

Clementi A., 2001. "Città Mediterranee", in AA.VV, Le città del Mediterraneo-Atti del Forum Internazionale Reggio Calabria 1998, Reggio Cal., Jason Editrice, 2001.

Dalziell, E.P. and McManus, S.T., 2004. Resilience, vulnerability, and adaptive capacity: implications for system performance. International Forum for Engineering Decision Making (IFED), University of Canterbury, Christchurch.

Douglas, M. and Wildavsky, A., 1982, Risk and Culture, University of California Press, Berkeley, CA.

Dynes, R., 2003, "Finding order in disorder: continuities in the 9-11 response", International Journal of Mass Emergencies and Disasters, Vol. 21 No. 30, pp. 9-23.

Fabbricatti, K., 2013. Le sfide della città interculturale. La teoria della resilienza per il governo dei cambiamenti. FrancoAngeli.

FEMA 356. 2000 Pre-standard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings. Washington (DC): Federal Emergency Management Agency and US army corps of engineers. pp.519.

Francis, R., Bekera, B., 2014. A metric and frameworks for resilience analysis of engineered and infrastructure systems. Reliability Engineering & System Safety 121, 90–103.

Fredrickson, B. L.; Tugade, M. M.; Waugh, C. E.; Larkin, GR. 2003. "A prospective study of resilience and emotions following the terrorist attacks on the United States on September

11th, 2001". Journal of Personality and Social Psychology 84 (2): 365–376.

Garmezy, N. 1973. "Competence and adaptation in adult schizophrenic patients and children at risk", pp. 163–204 in Dean, S. R. (Ed.), Schizophrenia: The first ten Dean Award Lectures. NY: MSS Information Corp.

Garmezy, N.; Streitman, S. 1974. "Children at risk: The search for the antecedents of schizophrenia. Part 1. Conceptual models and research methods". Schizophrenia Bulletin (8): 14–90.

Gunderson L, Holling CS, Pritchard L, Peterson G. 2002. Resilience. In: Mooney H, Canadell J, editors. Encyclopedia of global environmental change. Scientific Committee on Problems of the Environment; 2002. p.530–1.

Haigh, R., Amaratunga, D., 2010. An integrative review of the built environment discipline's role in the development of society's resilience to disasters. International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment 1, 11–24. doi:10.1108/17595901011026454

Henry, D., Emmanuel Ramirez-Marquez, J., 2012. Generic metrics and quantitative approaches for system resilience as a function of time. Reliability Engineering & System Safety 99, 114–122.

Hinkel, J., 2011. 'Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity: Towards a clarification of the Science-Policy Interface', Global Environmental Change 21(1): 198-208.

Holling, C. and Meffe, G., 1996, "Command and control and the pathology of natural resource management", Conservation Biology, Vol. 10 No. 2, pp. 328-337.

Holling, C. S., L. Gunderson, and D. Ludwig. 2002. In Quest of a Theory of Adaptive Change. P. 3-24 in: Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems. L.H. Gunderson and C.S. Holling, eds. Island Press, Washington, D.C.

Holling, C., 1973, "Resilience and stability of ecological systems", Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 4, pp. 1-23.

Holling, C.S., 1996. Engineering resilience versus ecological resilience. Foundations of Ecological Resilience pp 51–66.

Hollnagel E, Woods DD, Leveson N, editors. Resilience engineering: concepts and precepts. Ashgate Publishing Limited; 2006

ICOMOS/ICORP, 2013. Heritage and Resilience Book for GP2013 Disaster Management, in: Heritage and Resilience: Issues and Opportunities for Reducing Disaster Risks. Presented at the Forth Session of Global Platform for disaster risk reduction, Geneva, Switzerland, p. 58.

IPCC. 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds. Cambridge University Press, Cambridge.

ISPRA, 2009. Adattamento ai cambiamenti climatici:strategie e piani in Europa

Jha, A.K., Miner, T.W., Stanton-Geddes, Z., 2013. Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice. World Bank Publications.

Klohnen, E.C., 1996 Conceptual analysis and measurement of the construct of ego-resiliency. Journal of Personality and Social Psychology.;70:1067–1079. PubMed

Lettieri, E., Masella, C. and Radaelli, G., 2009, "Disaster management: findings from a systematic review", Disaster Prevention and Management, Vol. 18 No. 2, pp. 117-36.

Levine, Simon. 2014. Assessing Resilience: Why Quantification Misses the Point. HPG Humanitarian Policy Group. Overseas Development Institute.

Luers, A., Lobell, D., Sklar, L., Addams, L., Matson, P., 2003. 'A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico', Global Environmental Change 13: 255-267.

Masten, A. S.; Best, K. M.; Garmezy, N. 1990. "Resilience and development: Contributions from the study of children who overcome adversity". Development and Psychopathology 2 (4): 425–444.

Mitchell, A., 2013. 'Risk and Resilience: From Good Idea to Good Practice', OECD Development Co-operation Working Papers, No. 13, OECD Publishing. (http://dx.doi.org/10.1787/5k3ttg4cxcbp-en).

O'Rourke, T.D., 2007. Critical infrastructure, interdependencies, and resilience. BRIDGE-WASHINGTON-NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING- 37, 22.

Ponomarov, S.Y., Holcomb, M.C., 2009. Understanding the concept of supply chain resilience. International Journal of Logistics Management, The 20, 124–143. doi:10.1108/09574090910954873

Reed, D.A., Kapur, K.C., Christie, R.D., 2009. Methodology for Assessing the Resilience of Networked Infrastructure. IEEE Systems Journal 3, 174–180.

Renschler, C.S., Frazier, A., Arendt, L., Cimellaro, G.-P., Reinhorn, A.M., Bruneau, M., 2010. A framework for defining and measuring resilience at the community scale: The PEOPLES resilience framework. MCEER.

Sandhu-Rojon, R., 2003. Selecting Indicators for impact evaluation. New York: UNDP.

Schipper, E. Lisa F., and Lara Langston. 2015. A Comparative Overview of Resilience Measurement Frameworks. https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/9754.pdf.

Shaw R., 2009. City profile: climate and disaster resilience. UNISDR. pp 39 http://www.unisdr.org/we/inform/publications/8168

Shinozuka, M., Chang, S.E., Cheng, T.-C., Feng, M., O'rourke, T.D., Saadeghvaziri, M.A., Dong, X., Jin, X., Wang, Y., Shi, P., 2003. Resilience of integrated power and water

systems. Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research MCEER.

Sommella R., Viganoni L., 2010. "Dimensione locale e processi globali. Note sulla città mediterranea", in Mazzei F., Carioti P., Oriente, Occidente e dintorni. Scritti in onore di Adolfo Tamburello, Università degli Studi di Napoli "L'Orientale", Vol. V, pp. 2359-2368.

Spearman, M. and McGray, H., 2011. 'Making Adaptation Count; Concepts and Options for Monitoring and Evaluation of Climate Change Adaptation.' World Resources Institute. (http://pdf.wri.org/making_adaptation_count.pdf).

Tellam, I. 2007. 'Adaptation targets', Tiempo 64, 14–16.

Timmerman, P., 1981, "Vulnerability, Resilience, and the Collapse of Society." Institute of Environmental Studies, Toronto, Canada.

Tokgoz, B.E., Gheorghe, A.V., 2013. Resilience quantification and its application to a residential building subject to hurricane winds. International Journal of Disaster Risk Science 4, 105–114.

Tyler, S., Nugraha, E., Nguyen, et al., 2014. Developing Indicators of Urban Climate Resilience. ISET. http://i-s-e-t.org/resources/working-papers/wp2-climate-resilience.html

UN-HABITAT, 2013. City Resilience Profiling Programme. http://unhabitat.org/urban-initiatives/initiatives-programmes/city-resilience-profiling-programme/

UNISDR 2011. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining Development. UNISDR Practical Action 2012, Geneva.

UNISDR, 2005, Hyogo Framework for Action 2005-2015, United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva.

UNISDR, 2012a Making Cities Resilient Report 2012. http://www.unisdr.org/files/28240_rcreport.pdf

UNISDR, 2012b. Building Cities Resilience to Disasters: Protecting Cultural Heritage and Adapting to Climate Change. Venice, Italy.

UNISDR, 2014. Disaster Resilience Scorecard for Cities. Working Document. United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction (UNISDR). (http://www.unisdr.org/2014/campaign-cities/Resilience%20Scorecard%20V1.5.pdf).

Vugrin, E.D., Warren, D.E., Ehlen, M.A., 2011. A resilience assessment framework for infrastructure and economic systems: Quantitative and qualitative resilience analysis of petrochemical supply chains to a hurricane. Proc. Safety Prog. 30, 280–290.

WCCD, 2015. ISO 37121 "Sustainable development in communities - Inventory and review of existing indicators on sustainable development and resilience in cities" http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=63790

Wilbanks, T., 2007. "The Research Component of the Community and Regional Resilience Initiative (CARRI)". Presentation at the Natural Hazards Center, University of Colorado-

Boulder.

Winderl, T., 2014. Disaster Resilience Measurements: Stocktaking of ongoing efforts in developing systems for adaptation and mitigation: Common themes from the diversity of approaches, in Patt, A.G., Schröter, D., de laVega-Leinert, A.C., Klein, R.J.T. (eds.), Environmental Vulnerability Assessment. London: Earthscan.



capitolo 2
IL RUOLO DEL PATRIMONIO COSTRUITO NELLA GESTIONE DEI DISASTRI

capitolo 2
IL RUOLO DEL PATRIMONIO COSTRUITO NELLA GESTIONE DEI DISASTRI

Il territorio Italiano e gli eventi calamitosi

L'Italia è uno dei paesi a maggiore rischio sismico dell'area del Mediterraneo. A causa della frequenza e dell'intensità dei terremoti che hanno storicamente colpito il paese, si è sviluppata un'elevata consapevolezza della costruzione in muratura, che costituisce una parte significativa del patrimonio edificato del paese.

Il rischio sismico è un problema quotidiano affrontato a livello nazionale, ed è inteso come misura del danno previsto in un dato periodo di tempo, in base alla classificazione sismica del territorio, alla resistenza degli edifici ed è determinato dalla combinazione di pericolosità H (hazard), vulnerabilità V ed esposizione E:

$$R = H \times V \times E.$$

Dove H è il pericolo (hazard): cioè la probabilità che, in una determinata area ed in un certo periodo di tempo, possa verificarsi un terremoto che superi una soglia di riferimento di intensità, magnitudo o accelerazione di picco (Pga) . La pericolosità sismica dipende dalla zona analizzata e la sua definizione si basa sia su dati dei terremoti storici e che su dati geologici e sismologici. La vulnerabilità V può essere considerata come la propensione di una struttura a subire un danno di un certo livello, di fronte a un evento sismico di una data intensità. L'esposizione E indica le dimensioni e il valore dei beni, e delle attività nella zona che possono essere interessati, direttamente o indirettamente, dall'evento catastrofico (Dipartimento Italiano della Protezione Civile 2014).

La pericolosità sismica in Italia, in particolare, può essere considerata medio-alta nel contesto dell'area mediterranea (ISAT, 2006). La classificazione totale del territorio

nazionale è stata avviata con l'Ordinanza del Presidente del Consiglio dei Ministri - OPCM n. 3274 del 20 marzo 2003, dal titolo "Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica". Con questa si sono stabiliti i criteri per la definizione delle "zone sismiche" e un allineamento del sistema normativo per gli edifici in zona sismica ai codici europei. Con la nuova classificazione, le tre categorie sismiche previste nella classificazione precedente (tra il 1981 e il 1984) sono state sostituite da quattro zone. Un ulteriore aggiornamento, con l'OPCM n. 3519 del 28 aprile 2006, ha poi introdotto gli intervalli di accelerazione (PGA - l'accelerazione di picco al suolo) per le quattro zone sismiche definite.

La più alta sismicità si concentra nella parte centro-meridionale della penisola, lungo l'Appennino, in Calabria e in Sicilia, e in alcune zone del nord, come il Friuli, il Veneto e la parte occidentale della Liguria. Solo la Sardegna non è particolarmente influenzata da eventi sismici.

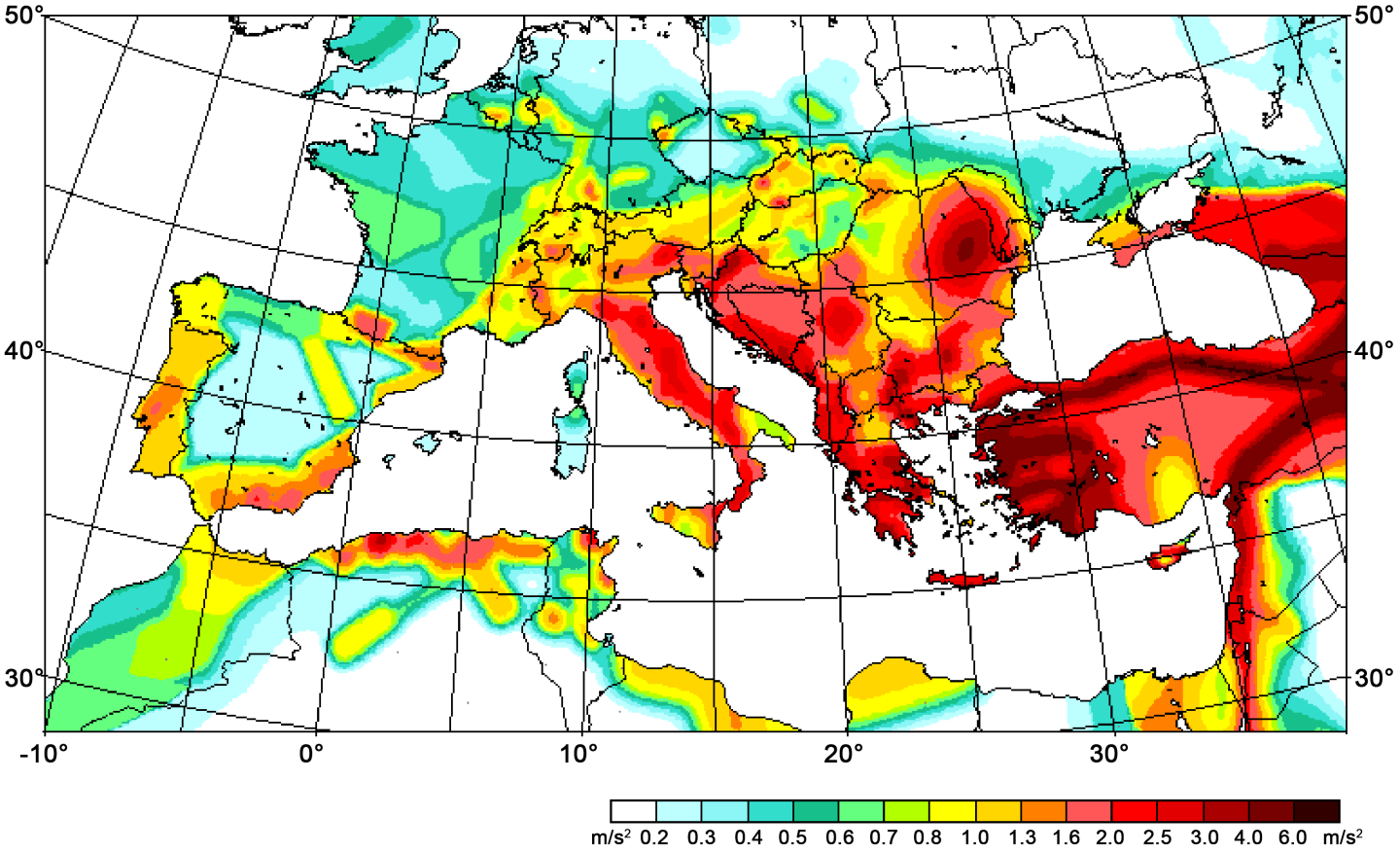
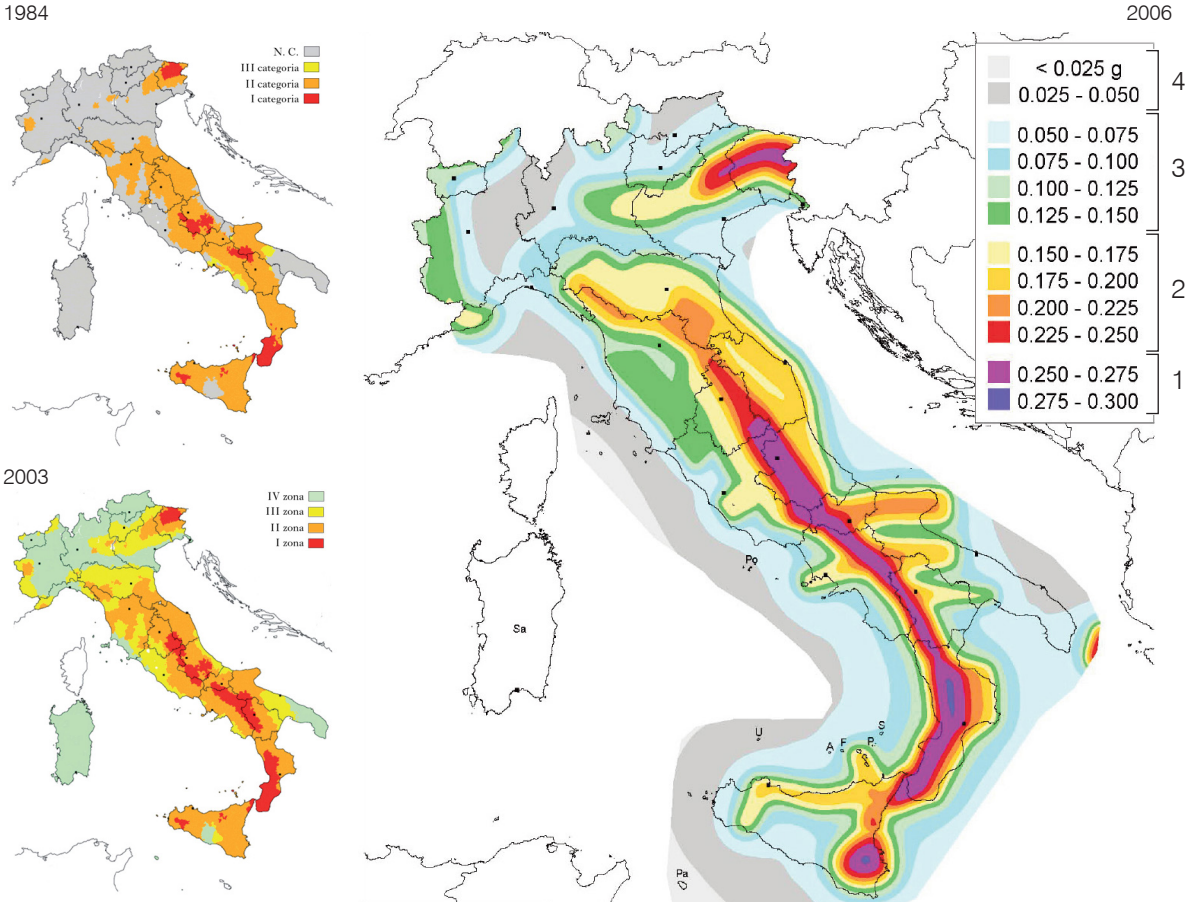


Figura 15: Mappa di pericolosità sismica per l'Europa centrale e meridionale. Il grado di pericolo è espresso in accelerazione in pga (m/s²) a seguito di un terremoto con una probabilità del 10% di eccedenza in 50 anni. Fonte:IGCP Seismotectonics and Seismic Hazard Assessment, SESAME, http://www.seismo.ethz.ch/static/gshap/sesame/me99.html

Figura 16: Mappa di Pericolosità sismica su territorio nazionale. Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV.

L'attuale classificazione sismica si basa sulle mappe di pericolosità sismica come riportato in Figura 16. Tali mappe di pericolosità sismica sono state definite sulla base dei terremoti raccolti nei cataloghi sismici e su una zonazione sismo-genetica della regione, ricostruita secondo la distribuzione spaziale e la profondità dei terremoti noti (ISAT, 2006). Anche se la pericolosità sismica in Italia è considerata medio-alta, la vulnerabilità e l'esposizione vengono invece valutate come molto elevate. Le zone ad alto rischio sismico sono circa il 44% del territorio nazionale (131 000 km2) e il 36% dei comuni (2.893). La popolazione residente in queste aree è dunque esposta ad un potenziale rischio sismico molto elevato, ossia circa 21,8 milioni di persone (ANCE/CRESME2012). Con il termine "aree ad alto rischio sismico", i dati citati si riferiscono all'area dei comuni classificati in zona sismica 1 e 2 (2A e 2B).



Nel rapporto pubblicato da ANCE / CRESME (2012) per quanto riguarda lo stato del territorio italiano ed il rischio sismico, i dati mostrano che in Italia ci sono più di 2,5 milioni di edifici residenziali che vertono in uno scarso o mediocre stato di conservazione. Di questi, oltre 2,1 milioni di edifici sono stati costruiti prima dell'introduzione della normativa sismica nazionale per le nuove costruzioni nel 1974, cifra che è anche indicativa della tecnica di costruzione e dell'utilizzo di tecnologie antisismiche del patrimonio edilizio nazionale.

Oltre ad avere un patrimonio costruito diffusamente insicuro dal punto di vista della risposta sismica, soprattutto nei centri storici delle città (le cosiddette zone A dei vecchi PRG) spesso vetusti e mal conservati, l'Italia è caratterizzata da un'elevata densità di popolazione che rende ogni evento potenzialmente pericoloso per un gran numero di abitanti. Inoltre, dal 1909, l'anno di entrata in vigore delle prime norme edilizie sismiche in Italia dopo l'unificazione, un comune veniva classificato come "zona sismica" solo se, a partire da tale data, fosse stato colpito da un evento distruttivo, indipendentemente da altri terremoti precedenti o che la conoscenza sismo-tettonica indicasse il territorio come esposto ad alto rischio.

Solo tra il 1981 e il 1984 è stata introdotta una classificazione sismica uniforme del territorio nazionale in base a criteri scientifici, coprendo però solo circa il 45% del territorio nazionale. Di conseguenza, in molte delle zone più pericolose d'Italia, in particolare in tutti i comuni che avevano subito disastrosi terremoti prima del 1908, si è iniziato a costruire con criteri antisismici solo a partire dalla metà degli anni '80. Quindi nelle zone sismiche classificate tra il 1981 e il 1984, appena il 14% del patrimonio residenziale risulta costruito secondo norme antisismiche (Barberi, 2005).

Tutti questi fattori contribuiscono contestualmente a determinare il rischio sismico nelle nostre città. Paradossalmente, i lunghi periodi durante i quali la sismicità in Italia non si è verificata in modo rilevante, hanno reso il nostro paese ancora più debole, perché la tendenza a sottovalutare o addirittura eliminare la possibilità di un nuovo disastro si insinua nella mente di cittadini e decisori politici.

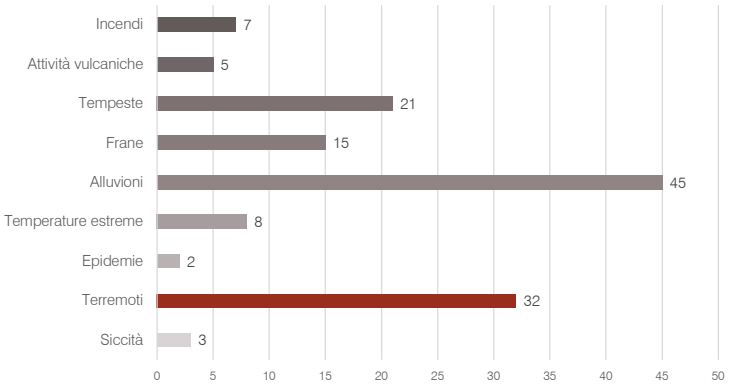
Questa tendenza si traduce in attività di prevenzione insufficienti in tutto il paese, e si presenta come un problema di notevoli dimensioni. Si stima che solo nelle zone sismiche classificate nel 1984 ci siano 7 milioni di abitazioni non sicure costruite prima della classificazione. Il costo di adeguamento sismico di queste abitazioni potrebbe ammontare a circa 150 miliardi di euro. Sebbene tale importo appare come enorme, è pari solo al doppio del costo affrontato dagli italiani per le ricostruzioni post-terremoto tra il 1980 e il 2005 (Manfredi, 2005).

Figura 17: Fonte: http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/?cid=85, elaborated on "EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database, Université catholique de Louvain, Brussels, Bel." Data version: v11.08. Rielaborazioni dell'autore.

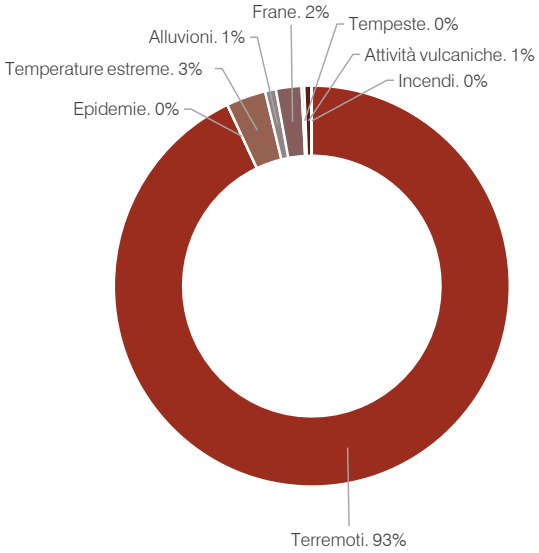
Statistiche sui disastri in Italia

Si riportano alcuni dati e diagrammi relative agli impatti dei disastri naturali nell'ultimo secolo in Italia (periodo di riferimento 1900-2016). Dalla lettura critica di questi dati è possibile evidenziale la stretta correlazione tra il territorio nazionale e gli eventi sismici, tanto per numero di eventi registrati, secondi solo alle alluvioni, quanto per danni economici e morti, dove invece detengono il primato.

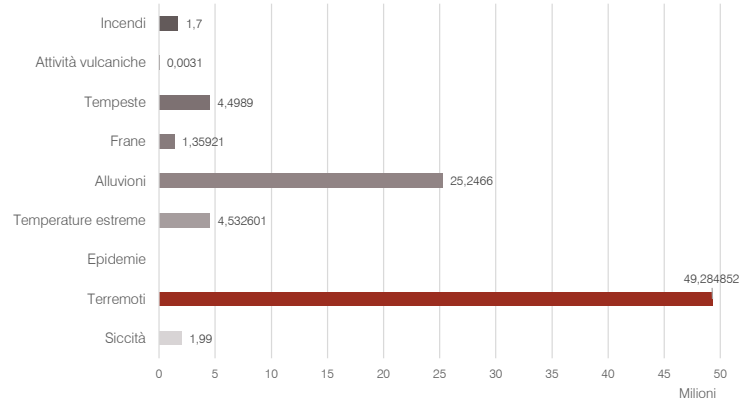
Numero di eventi registrati nel periodo 1900-2016



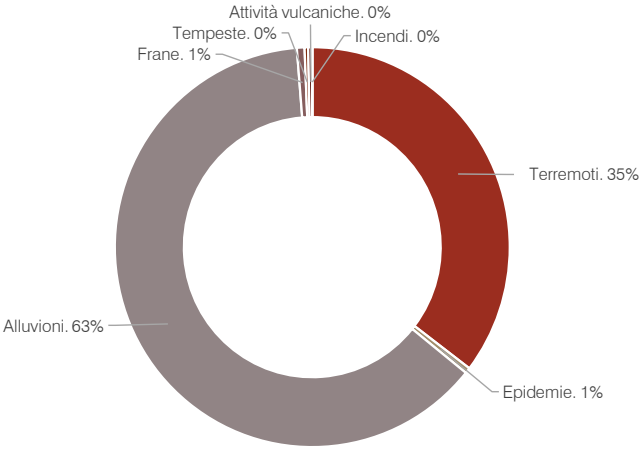
Percentuale di morti riportate per tipo di disastro



Stima del danno economico per tipo di disastro (US$ X 1,000)



Percentuale di persone colpite per tipo di disastro



periodo di riferimento 1900-2016

L'ANALISI TEORICA DI VULNERABILITÀ

2.1. Il concetto di vulnerabilità sismica

L'analisi degli effetti di un evento calamitoso inizia dalla comprensione della natura stessa dell'evento. In ambito sismico, in particolare, questo studio si fonda su conoscenze di tipo geologico e geofisico. Il quadro culturale costituisce il fondamento teorico su cui discipline differenti hanno nel tempo elaborato le loro teorie sul tema della sicurezza sismica. Come sottolinea Indelicato (2010), l'aspetto della vulnerabilità sismica degli edifici viene studiato con la finalità di comprendere quali elementi sono in grado di influenzare la reazione del costruito all'azione sismica stabilendo una correlazione tra la causa (terremoto) e l'effetto (danno) che esso produce sugli edifici interessati. Proprio per queste ragioni, in letteratura è possibile indentificare una quantità consistente di definizioni date al concetto di vulnerabilità sismica.

Il concetto di vulnerabilità è in generale legato all'attitudine di una determinata componente ambientale a sopportare gli effetti di un evento, in funzione dell'intensità dell'evento stesso (Dipartimento di Protezione Civile).

È possibile raggruppare le definizioni di vulnerabilità esposte in letteratura in due categorie in funzione del tipo di valutazione che forniscono:

1. Definizioni basate sul **concetto di danneggiamento** o **riduzione della funzionalità dell'elemento**:
   - La "vulnerabilità è la suscettibilità al danneggiamento di ciascun oggetto esposto al rischio" (Pertini, 1993).
   - La "vulnerabilità consiste nella predisposizione da parte di persone, beni o attività a subire danni o modificazioni a causa del verificarsi di un terremoto. Tali danni possono indurre alla momentanea riduzione di efficienza da parte di questi elementi

o anche ad una totale irrecuperabilità" (Barazza et al., 2009).

- "La vulnerabilità sismica di un edificio è un suo carattere comportamentale descritto attraverso una legge causa-effetto in cui la causa è il terremoto e l'effetto è il danno" Sandi H.(1986).
- "La vulnerabilità sismica in termini generici è la sensibilità della costruzione alle azioni sismiche, ovvero la sua propensione a subire danni per effetto di un dato terremoto" (Garavini, 1991).

In queste definizioni appare chiara la proporzionalità diretta tra vulnerabilità e danno, e come questa dipenda da numerosi parametri rintracciabili prevalentemente nella natura intrinseca dell'elemento analizzato.

2. Definizioni basate sulla **quantificazione numerica**:
    - "Per vulnerabilità si intende una misura di probabilità oggettiva per una assegnata popolazione di edifici soggetti agli effetti di un terremoto di intensità prefissata" (Bernardini, 1996).
    - "La vulnerabilità è la grandezza numerica atta a consentire la previsione del danno in funzione della sismicità del sito" (Garavini, 1987).
    - "La vulnerabilità è il grado di perdita per un dato elemento a rischio, o un insieme di tali elementi, risultante da un terremoto di una determinata magnitudine o intensità, che di solito è espresso su una scala da 0 (nessun danno) a 10 (perdita totale)" (Haresh C. Shah Chairman,1984).
    - "La vulnerabilità è il grado di perdita per un dato elemento di rischio derivante dal verificarsi di un fenomeno naturale di una magnitudo determinata" (UNIDO, 1979).

In queste definizioni appare chiara la relazione tra il concetto di vulnerabilità e il danno fisico o in generale le perdite, ricorrendo spesso all'uso del termine "grado", si sottolinea un'accezione quantitativa e misurabile della vulnerabilità.

In altre definizioni, invece, si esalta una descrizione qualitativa della vulnerabilità sismica come propensione al danneggiamento del sistema edificato. Il termine propensione sottintende il riferimento alle caratteristiche intrinseche del sistema e alle sue relazioni con il contesto per descriverne la vulnerabilità, riconoscendo la distinzione e l'autonomia di quest'ultima rispetto al danno (Indelicato, 2010).

Da tutte le definizioni emerge comunque il rapporto di causa-effetto tra il terremoto e il danno da esso generato, il quale varia proprio in funzione della propensione al danneggiamento, cioè in funzione della vulnerabilità. Visto che il comportamento dipende in realtà da numerosi fattori esterni, il danno sismico D può essere espresso come il prodotto tra l'azione sismica A e la vulnerabilità sismica V:

$$D = A \times V$$

Questa espressione esprime in maniera sintetica proprio la suscettibilità al danneggiamento dell'edificio secondo il legame causa-effetto: maggiore è la vulnerabilità e

l'intensità dell'evento, maggiore sarà il danno atteso. L'estrema complessità della situazione al contorno si legge però nella non-linearità del tipo di legame, questo è dovuto al fatto che i diversi fattori che intervengono nella definizione della vulnerabilità non agiscono allo stesso modo in situazioni differenti e non hanno tutti lo stesso peso.

Facendo riferimento alle definizioni che contemplano il concetto di "grado", la misura quantitativa della vulnerabilità può essere espressa numericamente, attraverso almeno due parametri: l'azione sismica e il danno. Per quanto riguarda l'azione sismica vi sono fondamentalmente due scelte condivise nella comunità scientifica: l'intensità macrosismica l'accelerazione di picco al suolo (pga). La prima presenta il vantaggio di avere una grande disponibilità di dati forniti dalla sismicità storica, ma solitamente non è utilizzata come dato di ingresso per l'analisi strutturale, mentre si predilige la seconda, essendo un parametro direttamente connesso al movimento del suolo in un determinato luogo.

Più complessa appare la scelta del parametro rappresentativo del danno. Alcuni approcci propongo l'uso di stime economiche dei costi di ricostruzione, in rapporto ai costi di demolizione e nuova edificazione, altri propongono valori corrispondenti agli stati di danneggiamento (leggero, medio, grave) legati alle scale di intensità macrosismica. Questa non univocità della definizione dei parametri, e la relativa complessità nel definirli, sottolinea come la misura quantitativa della vulnerabilità di un edificio o di un sistema di edifici possa essere intesa generalmente a fini di indirizzo delle scelte di intervento e non fornisca dei risultati inequivocabilmente ammissibili (Indelicato, 2010).

Il concetto di vulnerabilità si è quindi sviluppato inizialmente alla scala del singolo manufatto edilizio, inteso come la sua suscettibilità a subire danni in funzione delle sue caratteristiche costruttive intrinseche in occasione dell'evento sismico. In particolare, per quanto riguarda il patrimonio costruito murario, un importante contributo nell'approccio alla comprensione del comportamento sismico si deve agli studi condotti dal gruppo di ricerca di Antonino Giuffré (1988) sui centri Irpini colpiti dal terremoto del 1980. Lo studio ha permesso di approfondire la consapevolezza della costruzione muraria in zona sismica, comprendendo come il grado di danneggiamento di un edificio dipenda in modo rilevante dalle caratteristiche intrinseche della costruzione, molto più che dall'entità dell'azione sismica. Data la complessità della costruzione muraria, la comprensione del comportamento a sisma, parte da alcune semplificazione e la conseguente valutazione dello studio a collasso di "macroelementi", ossia in porzioni dotate di un comportamento autonomo nei confronti del sisma. Questo approccio, è ormai entrato a far parte della norma attuale e di numerosi studi e ricerche, soprattutto in merito ai beni monumentali, dove questa scomposizione è più facilmente applicabile.

L'estensione del concetto di vulnerabilità ad una scala superiore a quella del singolo edificio, sia essa una scala urbana o di tessuto, comporta notevoli complicazioni concettuali ed operative. L'analisi del comportamento sismico di porzioni di città, e di centri storici in particolare, deve necessariamente includere considerazioni su scala più ampia.

Lo studio della risposta al sisma dei singoli manufatti edilizi, non può ritenersi sufficiente ai fini della comprensione del comportamento di un tessuto urbano, poiché al crescere

della scala di attenzione, subentrano ulteriori fattori complessi riguardanti il rapporto tra gli edifici e l'ambiente costruito circostante (Fera, 1991).

Il concetto di vulnerabilità urbana, inizialmente sviluppato come "sommatoria delle singole vulnerabilità degli edifici che compongono la città o una sua porzione", appare oggi dunque superato in questa definizione, a favore di impostazioni che ricercano gli elementi da indagare nel carattere di interdipendenza degli edifici in relazione alla loro configurazione di insieme. I limiti di questa prima definizione della vulnerabilità urbana è già evidenziata da Corsangelo nel 1986, quando lo stesso autore propone un superamento di questa logica, attraverso la valutazione del sistema urbano come "sistema funzionale" comprendente.

Tale approccio si è poi sviluppato, principalmente, attraverso gli studi di Cremonini (1994), definendo la vulnerabilità sismica urbana come "l'attitudine al danneggiamento fisico e funzionale di un insediamento" che "non dipende solo dal grado di vulnerabilità dei singoli manufatti (connesso alle loro caratteristiche morfologiche e costruttive), ma anche dall'organizzazione funzionale dei sistemi che assicurano l'effetto urbano (attuali standard di funzionamento e ruolo dei singoli elementi fisici componenti nel funzionamento complessivo dei sistema) e dalla loro organizzazione spaziale (concentrazione o diffusione territoriale e il rapporto tra sistemi ed ambiente fisico)".

Cremonini sostiene che la relazione tra i "sistemi urbani", detti anche sistemi funzionali, e la loro collocazione e distribuzione sul territorio rendano nel complesso il sistema urbano più o meno vulnerabile.

Interessante il contributo di Wolfe e Heikkala (1981), che sostengono come i fattori che possono influenzare la vulnerabilità siano da ricercare a tre diverse scale: macroscala, scala urbana, scala di quartiere:

- Macroscala: i fattori sono la morfologia del sito, la localizzazione dei servizi, la rete infrastrutturale, le polarità extraurbane;
- Scala urbana: i fattori di influenza sulla vulnerabilità sono i rapporti tra uso del suolo e pericolosità locale, la circolazione;
- Scala di quartiere: invece sono l'età e le caratteristiche delle costruzioni, le loro modalità di aggregazione, il loro utilizzo, la morfologia degli spazi aperti.

Nella presente trattazione, si ritiene che in realtà le scale esposte da Wolfe e Heikkala, siano sovrapponibili in due: la **scala urbana**, comprendente, oltre quanto esposto, anche il rapporto con la morfologia del sito e la localizzazione dei servizi, ricadenti originariamente nella macroscala, e la scala di quartiere, o meglio definibile **scala di tessuto**, dato che i fattori in gioco sono legati alla conformazione morfo-tipologica dell'ambiente costruito. L'approccio multiscalare, proposto in ambito urbanistico, si correla al diverso grado di definizione necessaria per le analisi di vulnerabilità da effettuare.

Ponendosi come obiettivo un'analisi completa della vulnerabilità alla scala urbana occorre indagare non solo i singoli elementi, ma di individuare e quantificare gli effetti che il collasso di tali componenti determina sul funzionamento del sistema territoriale. In questo senso le componenti che concorrono alla definizione del concetto di vulnerabilità possono essere distinte in:

- **Vulnerabilità diretta**: definita in rapporto alla propensione del singolo elemento fisico semplice o complesso a subire collasso (ad esempio la vulnerabilità di un edificio, di un viadotto, o di un insediamento).
- **Vulnerabilità indotta**: definita in rapporto agli effetti di crisi dell'organizzazione del territorio generati dal collasso di uno degli elementi fisici (ad esempio la crisi del sistema di trasporto indotto dall'ostruzione di una strada).
- **Vulnerabilità differita**: definita in rapporto agli effetti che si manifestano nelle fasi successive all'evento e alla prima emergenza e tali da modificare il comportamento delle popolazioni insediate (ad esempio il disagio della popolazione conseguente alla riduzione della base occupazionale per il collasso di stabilimenti industriali).
- **Vulnerabilità globale**: insieme non lineare delle componenti sopra definite.

2.1.1. Dalla vulnerabilità edilizia alla vulnerabilità urbana

Semplificando ai minimi termini il discorso, la vulnerabilità sismica degli edifici può essere ridotta realizzando strutture più resistenti alle onde elastiche prodotte dai terremoti. Ciò è possibile attraverso una progettazione adeguata per le nuove costruzioni e di adeguati interventi di retrofit strutturale per il costruito esistente. La stretta correlazione tra tecnica costruttiva muraria, aspetti tipologici e morfologia nelle città storiche italiane, possono essere un punto di partenza importante per l'analisi e la definizione di resilienza urbana, in particolare per quanto riguarda il ruolo dell'ambiente costruito.

Negli ultimi vent'anni, è possibile assistere in Italia a un cambiamento in merito alla scala di attenzione della riduzione della vulnerabilità, passando dalla dimensione dell'edificio a quella urbana. Il concetto è molto importante in termini di incremento della resilienza urbana ai disastri. Tuttavia non ci sono ancora riferimenti espliciti nei documenti ufficiali prodotti dalle autorità italiane.

In particolare, un documento di rilevanza nazionale sviluppato dal "Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici", solleva alcune importanti questioni metodologiche da affrontare. Altrettanto importanti sono alcune sperimentazioni nelle leggi regionali, tra questi sono da annoverare la legge regionale LR 11/2005 dell'Umbria e la LR 16/2012 della Regione Emilia-Romagna, entrambe emanate in seguito ai terremoti che hanno interessato le rispettive aree. Lo "Studio propedeutico all'elaborazione di strumenti d'indirizzo per l'applicazione della normativa sismica agli insediamenti storici" (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2012) è uno sviluppo importante a livello nazionale di questo cambiamento nella scala di attenzione. Questo documento si basa sul concetto di " vulnerabilità sismica urbana", che mira a promuovere una "politica di prevenzione sismica attiva" a livello di insediamenti storici, programmata in entrambi gli aspetti morfologici e funzionali come componente vitale dei centri urbani.

Il concetto di vulnerabilità di un sistema urbano deriva dal presupposto che la risposta di una città per un disastro deriva, non solo dalla somma della vulnerabilità dei singoli elementi costruttivi, ma piuttosto è il risultato di un comportamento sistemico della città.

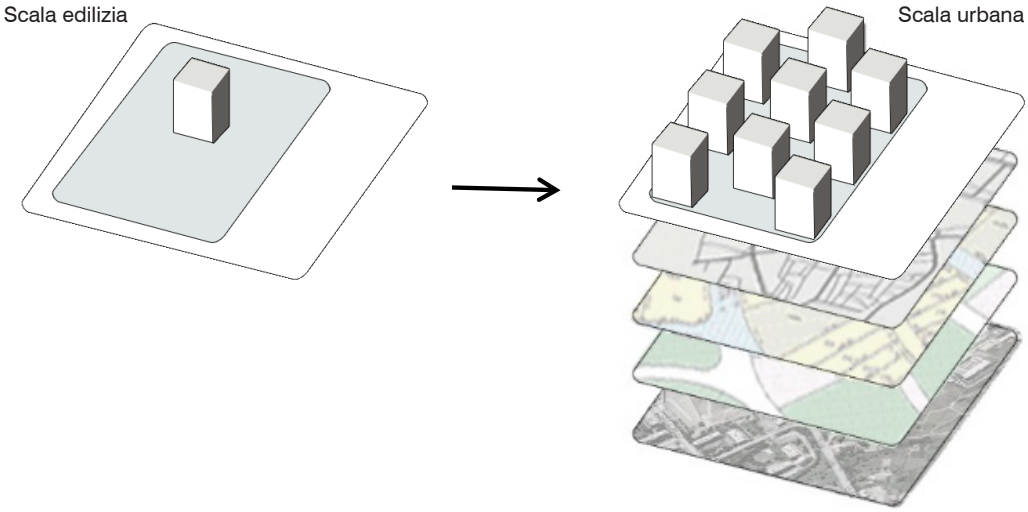


Figura 18: Schema concettuale del passaggio di attenzione dalla scala edilizia a quella urbana. Elaborato dall'autore.

Questo approccio, in termini generali del problema sismico, è completamente in linea con le strategie definite dalla recente raccomandazione dell'UNESCO sul "paesaggio storico urbano", adottata il 27.05.2011, che introduce un nuovo approccio alla "conservazione urbana" (UNESCO, 2011). Come descritto nel documento, i centri storici devono essere considerati "patrimonio culturale esteso", e sono nella loro interezza, una rappresentazione stratificata della cultura di una comunità, un luogo di memorie storiche comuni e individuali, il patrimonio di identità e di riconoscimento della popolazione (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2012).

Le seguenti citazioni sono parte di un parere dell'Assemblea Generale del Consiglio Superiore del 23.07.2010, concernente "L'allineamento delle 'Le linee guida per la valutazione e mitigazione del rischio sismico del patrimonio culturale' al Regolamento Tecnico dei Nuovo edifici - NTC2008":

> *"La vulnerabilità sismica di un sistema urbano è intesa come la suscettibilità al danno fisico e perdita di organizzazione e funzionalità a causa del terremoto. Le valutazioni di vulnerabilità non definiscono valori assoluti, ma quelli relativi e qualitativi. Tali valutazioni, applicate ai centri storici, presuppongono l'articolazione di tessuti urbani in base a parametri morfologici, tipologici, strutturali e funzionali. Essi sono estremamente utili per identificare le parti più critiche, e quindi più a rischio, per cui possono attivare approfondita ricerca di carattere strutturale, non dissimile da quelli eseguiti per singoli edifici, con la differenza, sostanzialmente, della necessità di tener conto l'aggregato costruttivo di cui fanno parte."*

I processi tipologici di crescita, evidenziati dallo studio della morfologia urbana, sono elementi che possono contribuire allo sviluppo di una pianificazione più resiliente, e che

Def di aggregato:
art. 2 "Definizioni" della Legge Regionale 21 Dicembre 2012 n.16. Emilia-Romagna per "Aggregato edilizio", si intende un insieme di unità strutturali che siano accorpate tra loro o a contatto, le quali possono interagire sotto un'azione sismica o dinamica in genere. Gli aggregati edilizi sono presenti nel centro storico, nel tessuto urbano consolidato e negli abitati rurali e presentano in genere caratteristiche costruttive non omogenee e stratificatesi nel tempo, con collegamenti strutturali più o meno efficaci tra le diverse unità strutturali.

può portare la ricerca verso nuovi elementi di analisi urbana. La consapevolezza circa il ruolo dell'ambiente costruito nella definizione della resilienza urbana pone in evidenza il potenziale del patrimonio culturale. Questo non è più associato solo con i grandi monumenti e i siti archeologici iconici, ma comprende una gamma sempre più ampia di luoghi, come i paesaggi storico-culturali urbani (ICOMOS, 2013).

Per quanto riguarda la definizione delle politiche di intervento, l'Italia ha già una certa esperienza in questo senso, come ad esempio la promulgazione della legge regionale in materia urbanistica 11/2005 della Regione Umbria, di cui sopra. Questa legge introduce sostanzialmente un principio di importanza strategica per la riduzione del rischio sismico, e che quindi potrebbe intervenire per migliorare i piani, le politiche e gli interventi di riqualificazione urbana, basandosi sul concetto fondamentale di prevenzione. La LR n.11/2005 introduce anche l'identificazione di una Struttura Urbana (Minima) "resistente", che trasferisce all'interno delle politiche integrate per il recupero, sperimentate da molti anni in Italia, la categoria della prevenzione.

Per garantire un miglioramento della funzionalità della Struttura Urbana Mimina (SUM) descritta nella legge, potrebbe essere utile fornire la ridondanza di alcuni dei suoi elementi. In questo approccio è possibile identificare una forte correlazione con il concetto di ridondanza, espressa come proprietà della resilienza. Come descritto da Cimellaro et al (2010), la ridondanza, come proprietà della resilienza, potrebbe essere definita come la disponibilità di risorse alternative nel processo di recupero di un sistema. È importante fornire almeno uno scenario che consenta il recupero, indipendentemente dell'evento estremo, fornendo alternative in caso di guasto o fallimento del sistema. Il concetto è sottolineato da Jha et al (2013), che pone in evidenza l'interconnessione tra ridondanza e incertezza, in quanto gli eventuali impatti dei disastri non possono essere completamente quantificati o conosciuti in anticipo. In particolare, il concetto di ridondanza espressa in questo contesto, è relativo alla capacità del sistema urbano di rispondere al terremoto anche in caso di collasso di uno dei suoi componenti. Ad esempio, si consideri un centro urbano in cui la viabilità e le connessioni interne con l'esterno possono essere assicurate da un singolo percorso principale o da una rete di percorsi più piccoli che, insieme, svolgono la stessa funzione. Nel caso in cui il percorso esistente principale presenti alcuni elementi critici non facilmente rimovibili, la rete di percorsi minori dovrebbe diventare parte della SUM come elemento ridondante.

Il sistema è progettato come ridondante per due motivi principali: l'ampiezza e la varietà di situazioni che il sistema urbano può affrontare, e l'incertezza per quanto riguarda il comportamento del sistema stesso che, per motivi di sicurezza, deve essere sempre considerato come caratterizzato da margini di imperfezione. In caso di particolari fattori critici o incertezze riguardanti la resistenza di un elemento appartenente al SUM, è necessario prevedere in fase di progettazione, una serie di elementi equivalenti dal punto di vista della risposta al terremoto (Regione Umbria - DPTU Università of Rome - Sapienza, 2010).

I punti esposti sopra rafforzano il passaggio da analizzare i singoli edifici e gli aggregati costruttivi, all'interpretazione urbana dei centri storici in una visione globale e sistemica, con

l'obiettivo di riduzione del rischio sismico.

Le "città storiche" rappresentano il contesto territoriale di riferimento e il campo di applicazione opportuno, come interpretato in modo ampliato rispetto a quello dei vecchi "centri storici" tradizionalmente intesi nella cultura urbanistica. Le città storicche non devono essere considerate come la somma di edifici da proteggere, ma come insediamenti complessi e strutture urbane da valorizzare.

La necessità di preservare le caratteristiche degli insediamenti storici, tuttavia, rende inopportuno, oltre che economicamente insostenibile, un'applicazione generalizzata dei più alti livelli di sicurezza, perché richiederebbe operazioni di consolidamento che potrebbero alterare le caratteristiche architettoniche, tipologiche, costruttive e materiali del patrimonio storico. Inoltre, un elevato livello di sicurezza degli accessi e degli approvvigionamenti agli edifici del centro storico, potrebbe imporre trasformazioni a reti stradali e infrastrutture tali da alterare i tessuti urbani e le morfologie originali.

La prevenzione del rischio sismico in scala urbana, contrariamente a quanto avviene per la scala edilizia, dipende non solo dalle caratteristiche costruttive degli elementi, ma è anche legato alle caratteristiche dei sistemi funzionali che compongono la città. La città è vista come un centro di servizi e funzioni simile ad un sistema edilizio complesso, in cui le diverse parti assumono ruoli interrelati tra loro. Lo scopo della prevenzione negli insediamenti storici è quello di mantenere le funzioni "vitali" attive, quelli che costituiscono la caratteristica fondante degli stessi, senza il quale il sistema urbano crollerebbe (Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2012). L'approccio metodologico rilevante, nel trattare la questione attuale del rischio sismico nei centri storici, è evidenziata anche da una legge regionale emanata dopo il terremoto che ha colpito l'Emilia-Romagna nel 2012, per la ricostruzione dei territori coinvolti. Questa legge si concentra sull'importanza della tutela e della valorizzazione del tessuto urbano, al fine di garantire il riconoscimento dei processi di evoluzione della struttura di insediamento e di stratificazione, sia nel patrimonio costruito, strettamente inteso, che negli altri elementi dello spazio edificato e non. Il recupero degli edifici e dei principali elementi di identità delle comunità locali diventa uno degli obiettivi principali, insieme al miglioramento della sicurezza e della qualità del tessuto urbano e alla riduzione di vulnerabilità.

2.2. Metodologie di valutazione della vulnerabilità

Tutti I metodi di valutazione della vulnerabilità prevedono in prima analisi la descrizione del rapporto causa-effetto tra il costruito ed il suo stato di danneggiamento, che si traduce nella definizione della relazione che intercorre tra edificio e danno, sia nelle modalità di comprensione/indagine che nella sua natura. La definizione analitica di tale relazione, tuttavia, risulta complicata dalla necessità di osservare e catalogare numerosi aspetti e proprietà dell'edificio in esame.

Per ovviare a questo problema, sono stati studiati e definiti diversi modelli di calcolo atti a esprimere, con sufficiente grado di approssimazione, le modalità di danneggiamento degli edifici murari. Tale approccio, tuttavia, non agisce in modo altrettanto efficace nella definizione del rischio sismico di edifici in aggregato; generalmente, infatti, l'aggregato viene descritto come la somma delle unità edilizie che lo compongono, contrastando la definizione stessa di aggregato che presuppone un legame inscindibile tra le stesse, una regola di formazione ed evoluzione comune che influisce notevolmente sulla sua vulnerabilità sismica. Mentre per le costruzioni in cemento armato è chiaramente definita una metodologia di calcolo analitico basato sulle teorie della scienza delle costruzioni, per gli edifici murari in aggregato ancora oggi gli strumenti analitici prevedono approssimazioni troppo marcate , seppur necessarie, per creare un modello rappresentativo della realtà.

Un'analisi di vulnerabilità sismica prevede la valutazione qualitativa e quantitativa della maggiore o minore propensione del costruito (in una data area) a subire danni per effetto di un terremoto.

In generale, quindi, una corretta metodologia per l'analisi di vulnerabilità deve descrivere le modalità per eseguire il censimento, più o meno dettagliato, del costruito e la

catalogazione delle sue caratteristiche, nonché indicare modelli appropriati per correlare la severità del moto sismico con i suoi effetti, a livello (in termini) di danni fisici e perdite, danni economici o intangibili.

Lo studio di pericolosità sismica può essere condotto in termini probabilistici o deterministici: nel primo caso si ottiene quella che viene definita un'analisi di rischio; nel secondo ambito, invece, lo studio di uno o più eventi sismici significativi permette di valutare gli effetti sul territorio di un dato terremoto e porta quindi ad un'analisi di scenario.

La scelta tra un'analisi di rischio o di un'analisi di scenario è dettata dallo scopo finale dello studio.

L'analisi di rischio è preferibilmente applicata nel caso in cui sia necessario uno studio preventivo del territorio, in quanto può fornire, ad esempio, una valutazione comparativa tra diverse porzioni del territorio preso in esame. D'altra parte, per valutare gli aspetti di gestione dell'emergenza legati alla Protezione Civile, l'analisi di scenario risulta la scelta più appropriata, poiché restituisce una distribuzione realistica degli effetti sul territorio e di fatto permette di mettere a punto strategie mirate per affrontare la fase di post-terremoto; tuttavia, prendendo in considerazione un singolo evento, la valutazione del rischio in alcune aree dello studio potrebbe restituire risultati sottostimati (Giovinazzi e Lagomarsino, 2001).

La misura dell'intensità di un evento sismico può essere effettuata tramite misure strumentali oppure tramite classificazioni empiriche degli effetti del terremoto stesso. Tra le prime si distinguono quantità che rappresentano la intensità del terremoto alla sorgente e quantità che misurano il moto vibratorio del suolo in un punto a distanza dalla sorgente stessa: per il primo scopo, la grandezza normalmente impiegata è la magnitudo (espressa nella scala Richter), che dipende essenzialmente dall'energia cinetica rilasciata; per il secondo, la misura del moto sismico più adatta a fini ingegneristici è l'accelerazione assoluta del suolo, giacché a questa sono proporzionali le forze d'inerzia che esercitano sulle strutture.

Accanto a questi metodi, bisogna ricordare le classificazioni di intensità macrosismica che restituiscono, per ogni livello di intensità, una descrizione locale degli effetti distruttivi del sisma; tali classificazioni, introdotte in periodo pre-strumentale, risultano di fondamentale importanza essendo alle volte il solo strumento disponibile per descrivere e classificare i terremoti storici. Le scale di intensità macrosismica classificano, dunque, in modo empirico la severità di un sisma, secondo una scala ordinale, espressa in gradi, basata sugli effetti prodotti prevalentemente sulle strutture civili (danni alle costruzioni) e, in misura minore, sull'assetto geomorfologico e geotecnico (danno geologico).

La prima di queste scale, detta scala Mercalli, risale agli inizi del '900. Tale classificazione è stata successivamente perfezionata e sono state redatte la scala Mercalli – Cancani – Sieberg (MCS) del 1923, con la versione definitiva del 1930, e la scala Mercalli modificata (MM) del 1931, aggiornata ed espressa in forma più concisa nella Mercalli modificata del 1956. Sono state poi proposte, a partire dal 1964, le scale Medvedev-Sponheuer-Karnik (MSK). Più recentemente, è stata proposta la European Macrosismic Scale (EMS98 – Grunthal, 1998).

In particolare, la scala EMS98 approfondisce e delinea il concetto di classe di vulnerabilità, enumerando una casistica dettagliata di tipologie costruttive e descrivendo chiaramente I livelli di danno legati a ciascuna classe di intensità, al fine ultimo di rendere la valutazione dell'intensità locale quanto più oggettiva possibile.

A tale scopo, sono state definite sei classi di vulnerabilità potenzialmente in grado di misurare sia gli edifici esistenti non progettati per il sisma, sia quelli esistenti o di nuova costruzione con diversi livelli di protezione antisismica. In Tabella 2 è possibile notare come la scala di intensità EMS98 associ ad ogni tipologia di struttura (muraria, cemento armato, acciaio e legno), in funzione anche delle tecniche costruttive, una propria classificazione di vulnerabilità, che è individuata da una scala decrescente dalla A alla F.

Le analisi di vulnerabilità sul costruito ordinario a scala territoriale comportano valutazioni su campioni di grande numero; Le metodologie devono, quindi, basarsi su pochi parametri empirici e la loro validazione non può prescindere dall'osservazione dei danni prodotti da terremoti reali (Lagomarsino e Podestà, 2005; Cifani et al., 2005).

Le prime procedure di indagine sul costruito storico murario al fine di individuarne

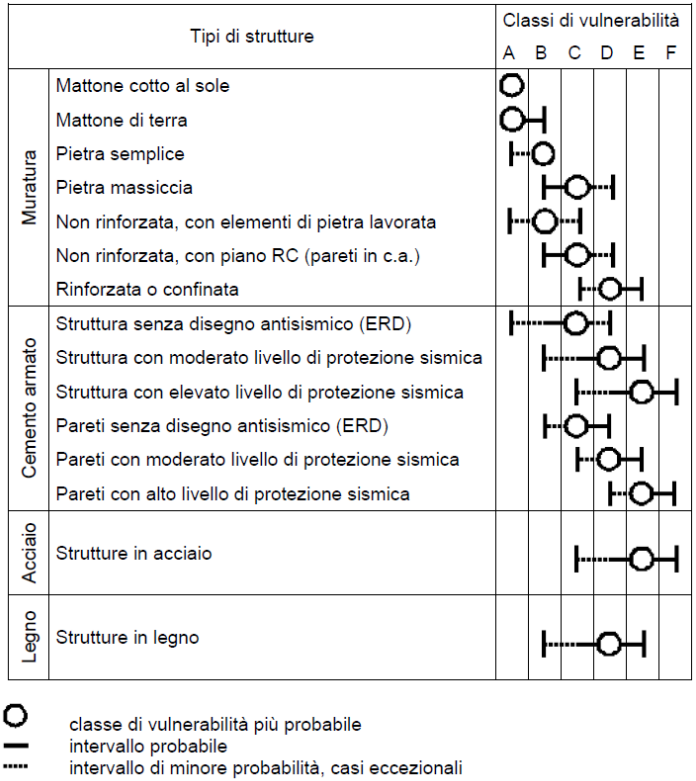


Figura 19: Tabella di vulnerabilità della scala EMS98

le vulnerabilità sismiche sono state elaborate in seguito ai terremoti del Friuli del 1976 e dell'Irpinia del 1980, durante la fase di rilievo e quantificazione del danno. Tali primi studi sono stati condotti da Braga, Corsanego, Dolce, Liberatore, Gavarini, Angeletti, Giuffrè, Petrini, dal Gruppo di Ricerca UNDP/UNIDO, Zuccaro, Kappos, Coburn.

I modelli di vulnerabilità dipendono dalle caratteristiche intrinseche dell'edificio (tipologia, materiali, dimensioni e forma, dettagli costruttivi) e possono presentare gradi di accuratezza differente, a seconda del livello di conoscenza degli elementi investigati. Per quel che riguarda quest'ultimo aspetto, è generalmente condivisa un'impostazione che distingue le metodologie in base all'accuratezza ed alla significatività dei dati rilevati e catalogati secondo tre livelli (Livello 0, 1 e 2):

- Livello 0: basso livello di informazioni, caratterizzato unicamente dall'inventario degli edifici senza dati specifici (ad esempio il censimento ISTAT), a parte la classe tipologica. L'analisi di vulnerabilità a questo livello può essere utile per una conoscenza preliminare, ma completa del rischio sismico in una grande città o in una regione, in modo da pianificare gli interventi preventivi per la mitigazione del rischio, stabilire le priorità e allocare le risorse finanziarie.
- Livello 1: prevede la raccolta, tramite un rilievo speditivo, di alcune informazioni aggiuntive rispetto alla sola individuazione tipologica e, in particolare, di quei dati che possono essere connessi al comportamento strutturale del manufatto (regolarità, qualità dei materiali, dimensioni, interazione con edifici adiacenti, stato di manutenzione, trasformazioni e interventi). L'analisi di vulnerabilità a questo livello, permette di individuare liste di priorità all'interno delle stesse classi tipologiche.
- Livello 2: è basato su indagini e rilievi mirati che consentono la raccolta di informazioni approfondite su singoli manufatti e l'osservazione di dettaglio dei danni. Le modellazioni della risposta sismica che possono essere effettuate sulla base di questi dati, sebbene semplificate, consentono di definire la vulnerabilità sismica complessiva di singole strutture.

È importante sottolineare come tutti i livelli precedentemente menzionati siano lontani da una studio finalizzato alla definizione degli interventi di miglioramento sismico di un edificio (Livello 3): in effetti, questa non rappresenta una delle finalità di un'analisi di vulnerabilità e pertanto è impossibile implementarla all'interno di un'analisi territoriale (Liberatore, 2000).

La vulnerabilità sismica per un sistema costruito è definibile quindi come la sua suscettibilità a subire un certo livello di danneggiamento se sottoposto a un terremoto. In termini operativi e nel rispetto della definizione di rischio sismico, un metodo di vulnerabilità deve correlare la valutazione della pericolosità sismica ai danni fisici subiti dal sistema costruito a seconda delle caratteristiche geometriche, strutturali e tecnologiche capaci di influenzare il comportamento sismico dell'edificio.

Negli ultimi anni sono stati sviluppati e proposti diversi metodi per la valutazione della vulnerabilità e, di conseguenza, vari sono stati i tentativi di fornire criteri di classificazione (Corsanego e Petrini, 1994;. Dolce et al 1994; UNDP / UNIDO, 1985). I criteri di classificazione analizzati concordano sulla distinzione fra tre tipi di approcci in riferimento alla genesi dei

metodi.

I modelli di vulnerabilità proposti in letteratura, possono essere sostanzialmente ricondotti alle seguenti categorie:

- **Metodi diretti tipologici** (di categorizzazione, statistici)
- **Metodi indiretti di ispezione e classificazione** (semiquantitativi)
- **Metodi meccanici analitici** (quantitativi)

Nell'ultimo decennio si sono diffusi inoltre i cosiddetti "**metodi ibridi**".

I primi due metodi sono condotti con approcci di tipo tipologico-probabilistico, applicandoli a un campione più o meno esteso di edifici. Il terzo metodo presuppone la definizione analitica di un modello meccanico che descriva l'edificio, in tutte le sue componenti strutturali e materiche, di cui verificare la resistenza sismica (Fera, 1991).

2.2.1. Modelli tipologici - osservazionali

La lettura tipologia dell'architettura storica, introdotta da Saverio Muratori (1959; 1963) e sviluppata da Gianfranco Caniggia (1985; 1997) e Gian Luigi Maffei tra gli anni cinquanta e settanta, non era nota ai primi studiosi di vulnerabilità sismica degli anni ottanta. Ciononostante si possono rintracciare dei punti in comune tra i due filoni di ricerca. Innanzitutto l'oggetto di studio, cioè la città storica, poi la volontà di classificare il costruito per tipologie costruttive. Mentre però la finalità classificatoria di scuola muratoriana è quella di carpire le regole sottese alla "cultura costruttiva spontanea" da declinare come metodologia progettuale; nei primi studi di vulnerabilità il tentativo era quello di riconoscere delle debolezze a partire dai danni rilevati, anche se lo strumento di rilevamento introdotto, cioè le schede GNDT, hanno un carattere classificatorio più delle tipologie costruttive che delle forme di vulnerabilità.

In Italia i metodi diretti tipologici e i metodi indiretti di classificazione, sono stati utilizzati nell' elaborazione delle schede GNDT rispettivamente di 1 e 2 livello in seguito al terremoto del'Irpinia del 1980. I metodi empirici o osservazionali / tipologici utilizzano un tipo di approccio che è sicuramente il più diffuso e basato sull'analisi statistica dei danni provocati dai terremoti. Tuttavia l'accuratezza di tali metodi dipende dalla disponibilità dei dati a volte insufficienti soprattutto per quanto riguarda gli edifici in c.a.. A differenza dei metodi meccanici, che valutano la vulnerabilità di un singolo edificio con un'analisi di dettaglio, i metodi tipologici valutano la vulnerabilità di aggregati urbani di edifici basandosi sulla definizione di classi caratterizzate da indicatori tipologici o funzionali. Ad esempio nella definizione di una classe intervengono i fattori quali la tipologia costruttiva, la morfologia in pianta, l'altezza, l'anno di costruzione etc.. Ad ogni classe è associabile una matrice di probabilità di danno o una curva di vulnerabilità.

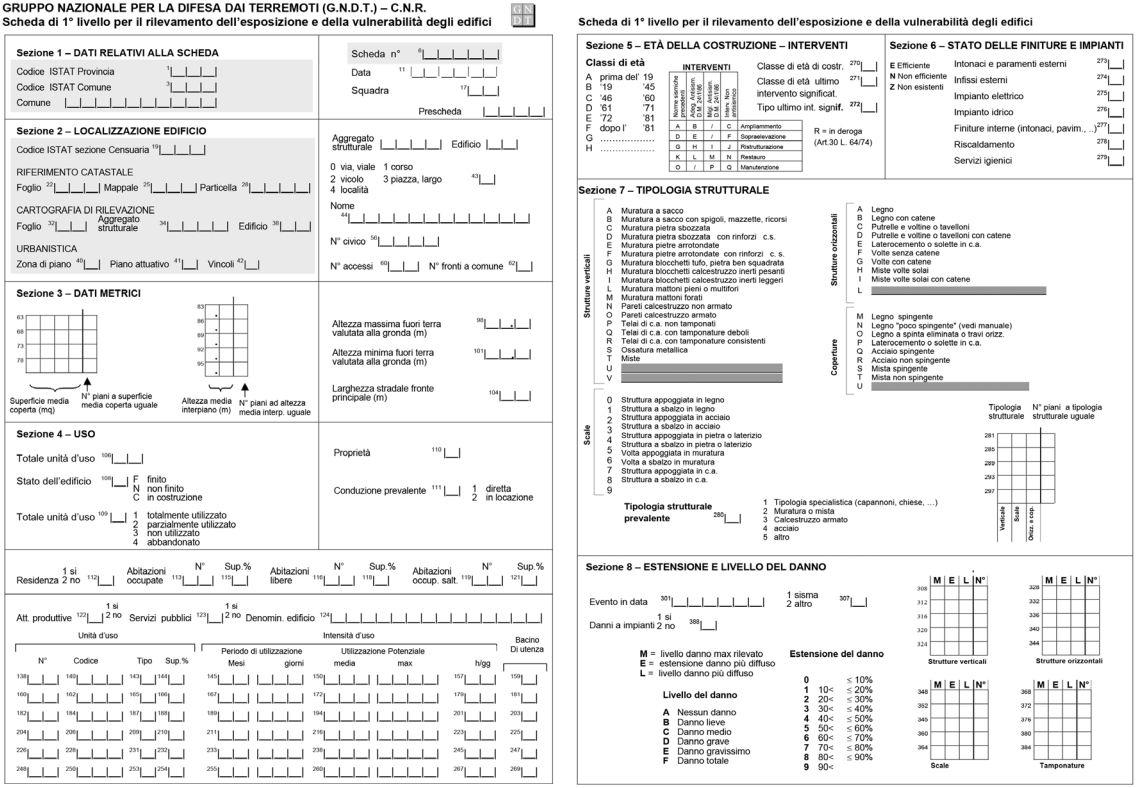
L'indice di vulnerabilità è calcolato in funzione di indici parziali corrispondenti a ciascun indicatore ed attribuibili a seguito di esami qualitativi dell'edificio. Questo tipo di metodo, del tipo semiqualitativo, o anche tipologico-diagnostico, attua delle valutazioni qualitative o quantitative dei fattori che governano la risposta sismica e le relative elaborazioni basate

sulla conoscenza, pur conservando i caratteri di rapidità di impiego e di economicità, consentono di introdurre informazioni sulla regolarità, duttilità, sulle resistenze, geometria etc. ottenendo la valutazione di un indice di vulnerabilità. Il problema di questi metodi è che non sono meccanico-analitici e quindi considerano il comportamento di tipologie di edifici sulla base dell'esperienza e della conoscenza.

I metodi tipologici-osservazionali si basano su dati di danno e vulnerabilità osservata e sono normalmente calibrati sull'utilizzo di database esistenti. Tali metodi prevedono, in generale, la definizione di Matrici di Probabilità di Danno (DPM) dalle quali ottenere curve di vulnerabilità, rappresentative di una classe di edifici a comportamento omogeneo.

Una Matrice di Probabilità di Danno è una matrice che esprime la risposta sismica di un gruppo di edifici, attraverso la distribuzione statistica del danno sui gradi stabiliti, per diversi valori di intensità. Una curva di vulnerabilità rappresenta la correlazione tra input sismico, espresso spesso in termini di intensità macrosismica, e grado di danno medio, in funzione della vulnerabilità della classe di edifici considerata.

Figura 20: Schede di rilevamento del danno GNDT di 1° Livello



L'intensità macrosismica, per descrivere l'azione del terremoto, è frequentemente utilizzata quando si esaminano classi di edifici o interi insediamenti. Attraverso le scale macrosismiche europee (Grunthal, 1998) si può ottenere una stima dell'intensità media, in una zona colpita, direttamente dal danneggiamento osservato.

A differenza dei metodi meccanici, che valutano la vulnerabilità solitamente di un singolo edificio attraverso il reperimento di dati geometrici e meccanici, necessari all'implementazione del modello di vulnerabilità (seppur semplificato), i metodi tipologici valutano la vulnerabilità, basandosi sulla definizione di classi a cui sono associate una Matrice di Probabilità di Danno o una curva di vulnerabilità, definita sulla base dell'elaborazione statistica dei dati post-terremoto causati da eventi passati osservati sulle diverse classi di edifici (analisi a posteriori). Con questo approccio, associando ogni edificio ad una classe, gli si assegna automaticamente la relativa curva di vulnerabilità o Matrice di Probabilità di Danno. Nei modelli meccanici, invece, il danno è valutato in maniera meccanico-analitica; esso è associato al raggiungimento di uno stato limite che può essere identificato dal raggiungimento di una rotazione limite o di un meccanismo di collasso della struttura, mentre l'azione è generalmente espressa in termini di quantità spettrali come ad esempio la PGA (Peak Ground Acceleration) (Romano, 2014).

I sistemi di schedatura di 1 livello GNDT

La scheda di 1 livello GNDT si basa sul metodo diretto tipologico. Nella scheda si ha infatti una classificazione delle tipologie di edifici a cui i rilevatori associano i tipi di danno rilevati ai fini di definirne, attraverso elaborazioni statistiche, le classi di vulnerabilità (espresse in A,B,C) associando in questo modo, di fatto, per ognuna di esse l' azione sismica allo scenario di danno rilevato ed esprimendo tale relazione attraverso le matrici di probabilità di danno (DPM). Per la determinazione delle matrici di probabilità di danno si usa un approccio probabilistico simile a quello usato nelle scale macrosismiche. Si rilevano i danni causati dai terremoti storici, distinguendoli per area geografica e intensità del sisma e si associano alle diverse tipologie di edificio.

Le schede di 1 livello relative ad edifici ordinari sono le schede "Irpinia 80", "Irpinia 80 modificata", "GNDT-84" e la scheda AeDES 2000. Queste schede sono suddivise per elementi costruttivi di murature e orizzontamenti. L'incrocio delle caratteristiche costruttive dà luogo a 13 tipologie strutturali nella scheda Irpinia, e a 8 nella scheda GNDT, cui sono attribuiti 3 gradi di vulnerabilità A,B,C nella scheda Irpinia e 6 in quella GNDT. Ogni sistema strutturale è a priori considerato più o meno vulnerabile di un altro, grazie ad elaborazioni statistiche dei dati rilevati dopo il terremoto dell'Irpinia.

Lo studio di Braga da cui scaturiscono le schede di 1livello GNDT è comunque un primo tentativo che ovviamente dopo molti anni mostra i suoi limiti. Innanzitutto il costruito murario è inserito in una unica categoria. In un campione così vario si trovano dunque diversissimi tipi di danno. Le informazioni raccolte in sostanza non vengono correttamente interpretate in vista della definizione della vulnerabilità poiché si tende a classificare gli edifici trascurando i molteplici aspetti che possono influire sulla loro effettiva vulnerabilità.

La scheda AeDES, invece, è finalizzata alla valutazione dell'intensità macrosismica, alla valutazione quantitativa del danno e ad esprimere un giudizio di agibilità dell'immobile. Per edifici murari si associano delle classi di vulnerabilità alle caratteristiche costruttive in funzione del stato di conservazione rilevato.

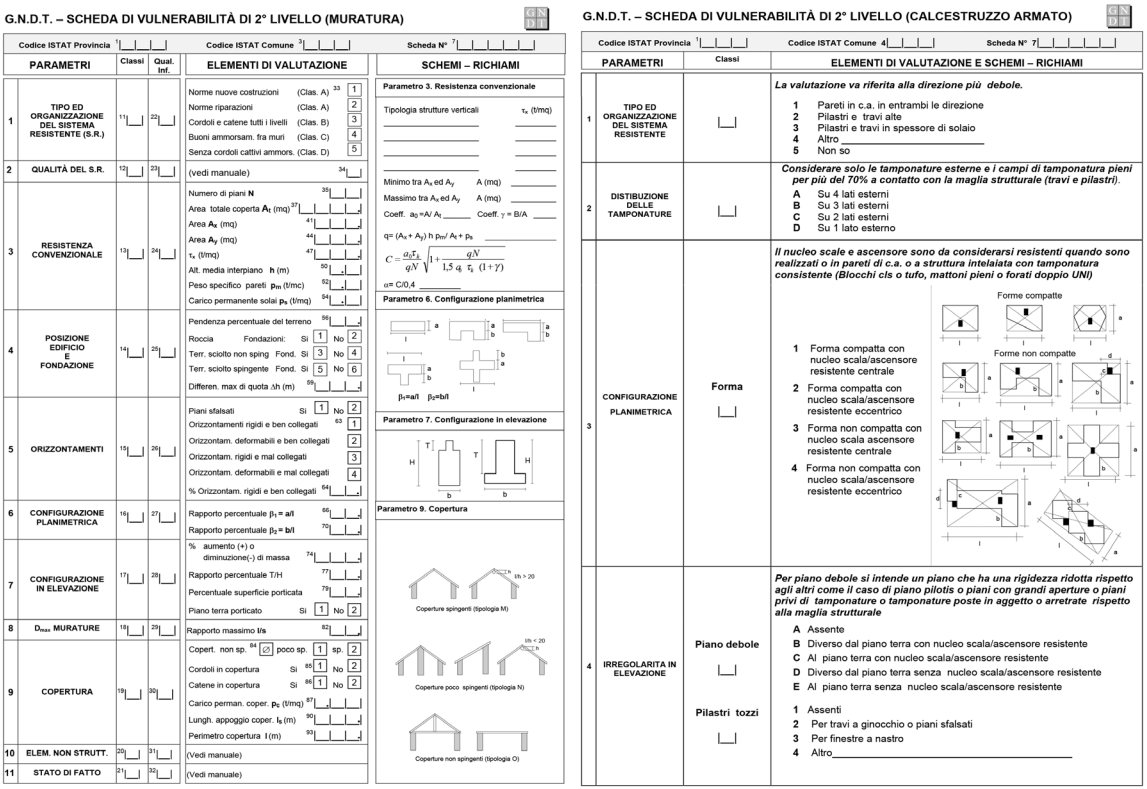
2.2.2. Metodi indiretti di ispezione e classificazione (semiquantitativi)

Nei metodi indiretti di classificazione i dati rilevati vengono elaborati in modo da costruire per via deterministica le curve di vulnerabilità.

I sistemi di schedatura di 2 livello GNDT

La scheda di 2 livello GNDT definisce la vulnerabilità dell'edificio come somma del risultato delle singole vulnerabilità attribuite alle sue componenti strutturali. Le schedature sono state elaborate in occasione dei terremoti, hanno dunque una componente di censimento dei

Figura 21: Schede di Vulnerabilità GNDT di 2° Livello



G.N.D.T. – SCHEDA DI VULNERABILITÀ DI 2° LIVELLO (MURATURA)

Codice ISTAT Provincia [1] | Codice ISTAT Comune [3] | Scheda N° [7]

	PARAMETRI	Classi	Qual. Inf.	ELEMENTI DI VALUTAZIONE	SCHEMI – RICHIAMI
1	TIPO ED ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE (S.R.)	[11]	[22]	Norme nuove costruzioni (Clas. A) [33] 1 Norme riparazioni (Clas. A) 2 Cordoli e catene tutti i livelli (Clas. B) 3 Buoni ammorsam. fra muri (Clas. C) 4 Senza cordoli cattivi ammors. (Clas. D) 5	Parametro 3. Resistenza convenzionale Tipologia strutture verticali τ_k (t/mq) Minimo tra A_x ed A_y A (mq) Massimo tra A_x ed A_y A (mq) Coeff. $a_0 = A/A_t$ Coeff. $\gamma = B/A$ $q = (A_x + A_y)\, h\, p_m / A_t + p_s$ $C = \frac{a_0 \tau_k}{qN}\sqrt{1 + \frac{qN}{1{,}5\, q_k\, \tau_k\, (1+\gamma)}}$ $\alpha = C/0{,}4$
2	QUALITÀ DEL S.R.	[12]	[23]	(vedi manuale) [34]	
3	RESISTENZA CONVENZIONALE	[13]	[24]	Numero di piani N [35] Area totale coperta A_t (mq) [37] Area A_x (mq) [41] Area A_y (mq) [44] τ_k (t/mq) [47] Alt. media interpiano h (m) [50] Peso specifico pareti p_m (t/mc) [52] Carico permanente solai p_s (t/mq) [54]	
4	POSIZIONE EDIFICIO E FONDAZIONE	[14]	[25]	Pendenza percentuale del terreno [56] Roccia Fondazioni: Si 1 No 2 Terr. sciolto non sping Fond. Si 3 No 4 Terr. sciolto spingente Fond. Si 5 No 6 Differen. max di quota Δh (m) [59]	
5	ORIZZONTAMENTI	[15]	[26]	Piani sfalsati Si 1 No 2 Orizzontamenti rigidi e ben collegati [63] 1 Orizzontam. deformabili e ben collegati 2 Orizzontam. rigidi e mal collegati 3 Orizzontam. deformabili e mal collegati 4 % Orizzontam. rigidi e ben collegati [64]	Parametro 6. Configurazione planimetrica $\beta_1 = a/l$ $\beta_2 = b/l$ Parametro 7. Configurazione in elevazione
6	CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	[16]	[27]	Rapporto percentuale $\beta_1 = a/l$ [66] Rapporto percentuale $\beta_2 = b/l$ [70]	
7	CONFIGURAZIONE IN ELEVAZIONE	[17]	[28]	% aumento (+) o diminuzione(-) di massa [74] Rapporto percentuale T/H [77] Percentuale superficie porticata [79] Piano terra porticato Si 1 No 2	
8	D_{max} MURATURE	[18]	[29]	Rapporto massimo l/s [82]	
9	COPERTURA	[19]	[30]	Copert. non sp. [84] ∅ poco sp. 1 sp. 2 Cordoli in copertura Si [85] 1 No 2 Catene in copertura Si [86] 1 No 2 Carico perman. coper. p_c (t/mq) [87] Lungh. appoggio coper. l_s (m) [90] Perimetro copertura l (m) [93]	Parametro 9. Copertura Coperture spingenti (tipologia M) Coperture poco spingenti (tipologia N) Coperture non spingenti (tipologia O)
10	ELEM. NON STRUTT.	[20]	[31]	(Vedi manuale)	
11	STATO DI FATTO	[21]	[32]	(Vedi manuale)	

G.N.D.T. – SCHEDA DI VULNERABILITÀ DI 2° LIVELLO (CALCESTRUZZO ARMATO)

Codice ISTAT Provincia [1] | Codice ISTAT Comune [4] | Scheda N° [7]

	PARAMETRI	Classi	ELEMENTI DI VALUTAZIONE E SCHEMI – RICHIAMI
1	TIPO ED ORGANIZZAZIONE DEL SISTEMA RESISTENTE	[__]	***La valutazione va riferita alla direzione più debole.*** 1 Pareti in c.a. in entrambi le direzione 2 Pilastri e travi alte 3 Pilastri e travi in spessore di solaio 4 Altro _____ 5 Non so
2	DISTIBUZIONE DELLE TAMPONATURE	[__]	***Considerare solo le tamponature esterne e i campi di tamponatura pieni per più del 70% a contatto con la maglia strutturale (travi e pilastri).*** A Su 4 lati esterni B Su 3 lati esterni C Su 2 lati esterni D Su 1 lato esterno
3	CONFIGURAZIONE PLANIMETRICA	Forma [__]	***Il nucleo scale e ascensore sono da considerarsi resistenti quando sono realizzati o in pareti di c.a. o a struttura intelaiata con tamponatura consistente (Blocchi cls o tufo, mattoni pieni o forati doppio UNI)*** 1 Forma compatta con nucleo scala/ascensore resistente centrale 2 Forma compatta con nucleo scala/ascensore resistente eccentrico 3 Forma non compatta con nucleo scala ascensore resistente centrale 4 Forma non compatta con nucleo scala/ascensore resistente eccentrico Forme compatte Forme non compatte
4	IRREGOLARITA IN ELEVAZIONE	Piano debole [__] Pilastri tozzi [__]	***Per piano debole si intende un piano che ha una rigidezza ridotta rispetto agli altri come il caso di piano pilotis o piani con grandi aperture o piani privi di tamponature o tamponature poste in aggetto o arretrate rispetto alla maglia strutturale*** A Assente B Diverso dal piano terra con nucleo scala/ascensore resistente C Al piano terra con nucleo scala/ascensore resistente D Diverso dal piano terra senza nucleo scala/ascensore resistente E Al piano terra senza nucleo scala/ascensore resistente 1 Assenti 2 Per travi a ginocchio o piani sfalsati 3 Per finestre a nastro 4 Altro_____

danni, a cui si associa la ricerca a posteriori della vulnerabilità. Sono costituite da due sezioni (edifici in muratura e in cemento armato) per ognuna delle quali vengono classificate le componenti costruttive (orizzontamenti, murature, …). Ad ogni elemento costruttivo si associa un indice di vulnerabilità, I_v (indice Benedetti Petrini) e ad ogni Indice di vulnerabilità si associa una curva di vulnerabilità che esprime il rapporto tra il fattore di danno (espresso in termini di costo di riparazione rispetto al valore delle strutture) e l'intensità sismica di picco del terremoto atteso preso a modello.

Le schede di 2 livello GNDT sono la "Pozzuoli 83" e la "GNDT-84" (e la DISEG per le chiese). Tali schede sono organizzate in due sezioni distinte: muratura e cemento armato. Per ogni elemento costruttivo viene attribuito un valore di vulnerabilità, la sommatoria dei quali determina la vulnerabilità dell'edificio.

Le matrici di probabilità di danno e le curve di fragilità

Gli studi sviluppatisi a partire dagli anni ottanta hanno proposto due diverse soluzioni per la costruzione del legame funzionale tra azione sismica, danno e vulnerabilità: le matrici di probabilità di danno e le curve di fragilità. Esse fanno riferimento a due diverse misure sintetiche di vulnerabilità, una di carattere qualitativo rappresentata dalla classe tipologica di vulnerabilità e l'altra di natura quantitativa, rappresentata dall'indice di vulnerabilità.

Le matrici di probabilità di danno sono considerate una metodologia di tipo diretto poiché associano direttamente la previsione del danno atteso a ciascuna classe di vulnerabilità e a ciascuna tipologia costruttiva; le curve di fragilità invece sono una metodologia di tipo indiretto in quanto richiedono la preventiva definizione di un indice di vulnerabilità in base al quale classificare l'edificato; a tale indice è poi associata una funzione che correla statisticamente l'accelerazione di picco ad un indice di danno.

Le due metodologie sono classificate anche rispettivamente come metodologie di primo livello e di secondo livello, in ragione del diverso grado di risoluzione con cui è affrontato il problema della caratterizzazione dell'oggetto di analisi e dunque del diverso tipo di scheda di rilievo di cui si avvalgono.

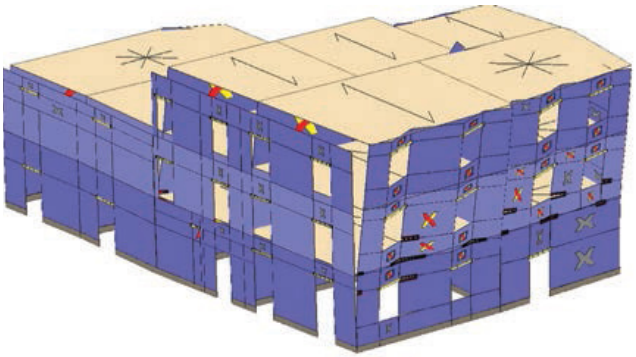
2.2.3. Modelli meccanici

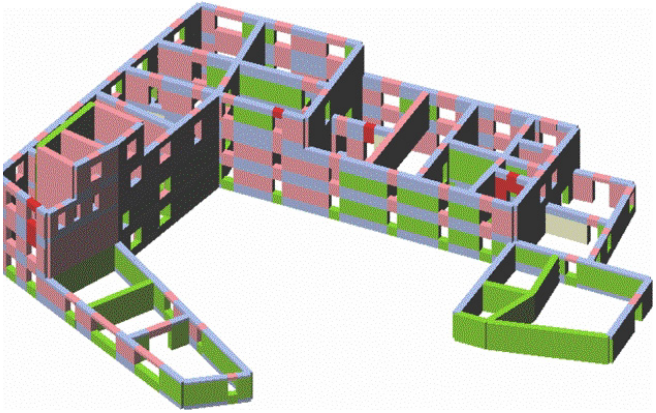
Nei metodi meccanici, il danno è valutato totalmente in maniera meccanico analitica. Si procede quindi ad un'analisi della struttura in genere del tipo non lineare. Il danno è associato al raggiungimento di uno stato limite che può essere identificato dal raggiungimento di una rotazione limite o di un meccanismo di collasso della struttura, mentre l'azione è generalmente espressa in termini di quantità spettrali come ad esempio la PGA. L'attendibilità di questi metodi è quella ordinaria delle analisi strutturali applicate alle costruzioni esistenti. Questo tipo di metodo è comunemente applicato al calcolo della vulnerabilità di un singolo edificio di cui si ha un livello di conoscenza adeguato. Recentemente i metodi meccanici si sono evoluti per poter valutare la vulnerabilità di classi di edifici in c.a. ovvero di aggregati urbani. In quest'ultimo caso si assume che un singolo edificio risulti rappresentativo di un'intera

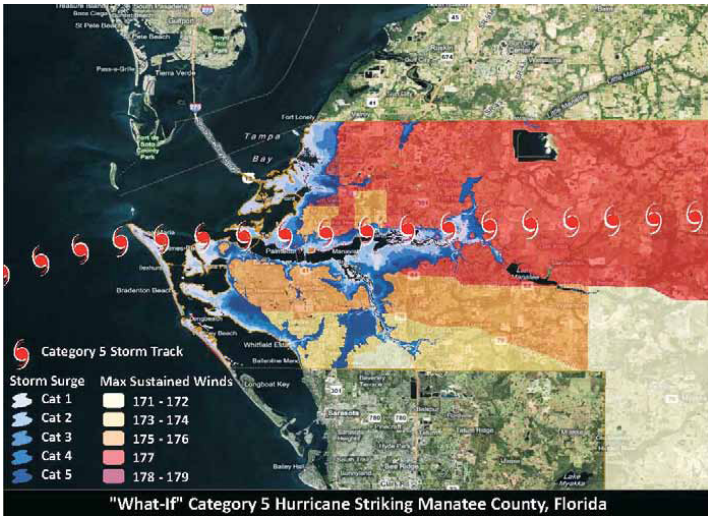
classe. Il punto critico degli approcci di natura meccanica è proprio quello di trovare un giusto equilibrio tra la raffinatezza del modello meccanico riferito alla singola struttura e l'impegno computazionale che ne deriva.

Gli approcci meccanici in termini di capacità di spostamento (displacement based design) descrivono la risposta della struttura al crescere della severità dell'input sismico, e quindi, dell'evoluzione della risposta in campo non lineare, attraverso curve di capacità, espresse in termini di rigidezza, resistenza e spostamento ultimo ammissibile e associate a tipologie costruttive o gruppi di edifici omogenei per comportamento nei riguardi del sisma. Le curve di capacità rappresentano il diagramma taglio alla base - spostamento di un sistema ad un grado di libertà, equivalente alla struttura, e vengono confrontate con la domanda sismica, espressa in termini di spettro di risposta nella forma accelerazione-spostamento. La definizione del Performance Point, punto di intersezione tra curva di capacità e domanda, dipende dalla metodologia di verifica che si vuole adottare individuandola tra quella che utilizza spettri anelastici (Fajfar, 2000) e quella che prende in considerazione

Figura 22: Esempi di elaborazioni grafiche di alcuni modelli meccanici realizzate con i software 3DMacro, 3Muri e Hazus)







"What-If" Category 5 Hurricane Striking Manatee County, Florida

Results from Category 5 HAZUS-MH Scenario						
Category	Capital Stock Losess			Business Interruption Losses		
	Total Building Damage	Total Contents Damage	Inventory Loss	Income	Relocation	Rental
Residential	$15,440,764,000	$7,630,860,000	NA	$25,288,000	$1,675,503,000	$696,833,000
Commercial	$2,674,046,000	$2,919,204,000	$66,459,000	$556,509,000	$365,232,000	$252,874,000
Industrial	$741,953,000	$1,015,644,000	$184,409,000	$14,342,000	$32,082,000	$8,396,000
Other	$652,958,000	$670,840,000	$14,812,000	$12,048,000	$96,959,000	$13,122,000
TOTAL	$19,509,721,000	$12,236,548,000	$265,680,000	$608,187,000	$2,169,766,000	$971,225,000

spettri sovrasmorzati. A prescindere dal metodo l'individuazione del Performance Point consente, una volta che questo venga correlato con gli stati limite di riferimento di capire la capacità residua del manufatto a seguito di un predeterminano evento sismico (Romano, 2014).

2.2.4. Metodi ibridi

I metodi ibridi mirano a colmare le naturali imprecisioni dovute all'incertezza dei metodi tipologico - statistici. Sono stati proposti da Bernardini, Faccioli, Pessina, Di Pasquale, Dolce, Kappos, Coburn, Lagomarsino, Giovinazzi, Meroni, Zuccaro, Baratta.

In particolare il metodo proposto da Lagomarsino e Giovinazzi, scaturito dall'osservazione della insufficienza dei metodi tipologici, propone di valutare la vulnerabilità sismica attraverso alcune caratteristiche degli edifici che possono comportare delle modificazioni del loro comportamento sismico. Per far ciò il metodo si basa sulla EMS-98 (European Macroseismic Scale), che come le altre scale macrosismiche, misura l'intensità del sisma attraverso i danni osservati sugli edifici e ne esprime implicitamente dunque la loro vulnerabilità.

Il metodo prevede l'elaborazione delle curve di vulnerabilità, che correlano il rischio sismico (in termini di intensità macrosismica I) con il danno (in termini di indice di danno, come definito dalla EMS-98, cioè come somma delle singole probabilità che si verifichi danneggiamento degli edifici che costituiscono l'area in esame). Le curve esprimono dunque, al variare dell'intensità sismica, la probabilità che un certo numero di edifici subiscano danni. Questo metodo dunque associa ai metodi tipologici le analisi statistiche, al fine di stabilire delle maggiori o minori vulnerabilità di classi di edifici in funzione dell'azione sismica.

Questo metodo può essere applicato a singoli edifici o ad edifici in aggregato. Per questi ultimi gli autori ricavano la probabilità del danneggiamento dell'insieme dalla valutazione delle singole classi di appartenenza degli edifici con il loro rispettivo indice di vulnerabilità.

In sostanza il metodo proposto da Lagomasino - Giovinazzi esprime la tendenza attuale indirizzata verso la definizione di un metodo unico, quanto più omogeneo possibile, per valutare la vulnerabilità degli edifici, introducendo l'importanza della analisi della situazione al contorno e dunque la necessità di studiare l'edificio all'interno dell'aggregato. Un ulteriore approfondimento è stato elaborato dagli stessi autori nel corso degli ultimi anni, proponendo un metodo che parte dalla classificazione della EMS-98 basandosi su procedure più tradizionali.In un ulteriore e successivo aggiornamento della metodologia, vengono inoltre introdotti degli indici relativi al comportamento d'insieme. Le valutazioni effettuate in questo ultimo modello si basano su quelle caratteristiche dell'aggregato e delle unità edilizie alle quali può essere imputata una variazione del comportamento sismico, quali ad esempio:

- la posizione dell'edificio nell'aggregato
- la sua eterogeneità strutturale
- le criticità che possono indurre interazioni pericolose tra gli edifici (solai sfalsati,

edifici di altezza diversa)
- la presenza di elementi di presidio antisismico

Se da un lato l'estrema specificità dei centri storici richiederebbe una analisi di dettaglio del singolo caso, dall'altro la loro complessità deve indurre alla formulazione di modelli semplificati.

Il modello del 2004 è una evoluzione del precedente modello del 2003. Mentre nella precedente applicazioni venivano considerate le definizioni generiche di classi di vulnerabilità fornite dalla EMS-98 in questo modello lo studio viene distinto per tipologia di edificio, utilizzando anche dei "modificatori del contesto aggregato e del costruito storico".

2.2.5. Metodologie di valutazione della vulnerabilità sismica urbana

Le procedure di valutazione quantitativa e qualitativa della vulnerabilità urbana prevedono l'utilizzo degli "indicatori di vulnerabilità" o "variabili di vulnerabilità".

Gli indicatori di vulnerabilità utilizzati nelle procedure di valutazione si possono suddividere in tre categorie, come suggerito da Fera (1991):

- Vulnerabilità fisica - Riferita ai sistemi spaziali (configurazione morfologica dell'insediamento), ai sistemi a rete (strade e trasporti in genere).
- Vulnerabilità funzionale - Riferita alla possibilità di perdita di utilizzazione del sistema urbano
- Vulnerabilità economico sociale - Riferita alla possibilità di perdita in termini economici e sociali del sistema urbano.

Ad ognuno di questi indicatori si associa un valore numerico che esprime appunto la vulnerabilità all'azione sismica, e che sommato al valore dei parametri di esposizione e pericolosità, fornisce la misura del rischio del sistema urbano studiato.

I risultati ottenuti dalle procedure di valutazione del rischio sismico elaborate in ambito urbanistico sono finalizzate ad ottenere delle stime di valore di rischio che vengono elaborate come dati numerici finalizzati alla progettazione urbanistica, cioè ad esempio alla scelta della localizzazione di una determinata attività, o all'indirizzo delle scelte di progetto che andrebbero fatte con maggiore priorità (Indelicato, 2010).

Per ottenere una valutazione attendibile della vulnerabilità è importante riuscire a verificare sul campo, attraverso una sperimentazione reale, le ipotesi fatte. Tale verifica è possibile attraverso l'osservazione dei danni sul costruito e la loro corretta interpretazione rispetto all'azione sismica. Una sperimentazione di questo tipo è stata resa possibile dallo studio del terremoto del maggio 1976 in Friuli, in seguito al quale si ebbe per la prima volta una grande disponibilità di documentazione riguardo agli effetti dell'evento sismico sulle costruzioni allora presenti. Tale documentazione è stata ottenuta attraverso un censimento dei danni e delle caratteristiche generali degli edifici mediante la compilazione di opportune schede (verbali di accertamento danni, Legge Regionale n. 17 del 1976) al fine di determinare l'entità dei contributi per la ricostruzione e la riparazione degli edifici distrutti o danneggiati.

Sulla base degli indicatori forniti dal censimento ISTAT è stato in seguito possibile

classificare gli edifici in termini di vulnerabilità sismica. Il processo di classificazione si è basato sull'individuazione dei parametri presenti nel censimento ISTAT e che si riteneva potessero essere indicatori tipologici dello stato di vulnerabilità sismica in base alle elaborazioni effettuate sui dati dei Verbali di Accertamento Danni. Il limite di questo metodo, cui si sono riferiti in seguito numerosi altri studi, sta nel fatto che la catalogazione ISTAT non è progettata per le esigenze di un censimento del patrimonio edilizio in zona sismica, per cui i dati sono relativi alla singola abitazione e non all'intero edificio e soprattutto le informazioni relative alle caratteristiche tipologiche e costruttive degli edifici sono limitate.

La fase di studio seguente a un sisma è tanto delicata quanto indispensabile sia per fornire delle indicazioni sulle modalità di ricostruzione, sia per costituire una fonte importante di dati da rielaborare in futuro in vista di studi sulla prevenzione.

Uno dei primi studi che coniugano le indagini di tipo urbanistico alle procedure con approccio più architettonico-edilizio è quello di Irene Cremonini (Cremonini, 1993). In questo studio viene definita una metodologia di lettura qualitativa degli isolati come "moduli" attraverso cui intervenire sull'intera città, considerando diversi fattori di vulnerabilità urbana ed edilizia, fattori fisici, geomorfologici, alle diverse scale, secondo una lettura dell'isolato nella sua interezza, cioè analizzando anche i vuoti e gli spazi di pertinenza.

Una delle principali esperienze recenti di ricerca che si occupa sia delle metodologie di valutazione della vulnerabilità sismica urbana che edilizia, è rappresentata dallo studio sui Programmi di Recupero post sisma, promosso dal Comitato Tecnico Scientifico della Regione Marche (Carocci et al., 2002).

Un altro caso studio che illustra una procedura di conoscenza della città secondo una logica sistemica per la valutazione della vulnerabilità sismica urbana è quello di Nocera Umbra. Tale ricerca, realizzata dal Dipartimento di Pianificazione Territoriale e Urbanistica dell'Università "La Sapienza", coordinata da Massimo Olivieri, ha lo scopo di sperimentare una procedura di valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica alla scala urbana, valutando l'efficacia degli interventi eseguiti a seguito della legge regionale del 2002.

Dopo la crisi sismica del 1997 che interessò Umbra e Marche il primo intervento normativo che diede risposta alla immediata esigenza di effettuare una efficace politica di prevenzione sismica fu la legge regionale n. 18 del 2002.

La ricerca condotta sul centro storico di Nocera Umbra si concentra quindi innanzitutto sulla definizione della Struttura urbana minima (Olivieri, 2004), cioè di quella "città nella città" in cui sono concentrate tutte le funzioni urbane primarie necessarie allo svolgimento della vita di un centro urbano, poiché le operazioni di prevenzione devono essere finalizzate almeno a garantire la conservazione e la sopravvivenza di tale porzione della città.

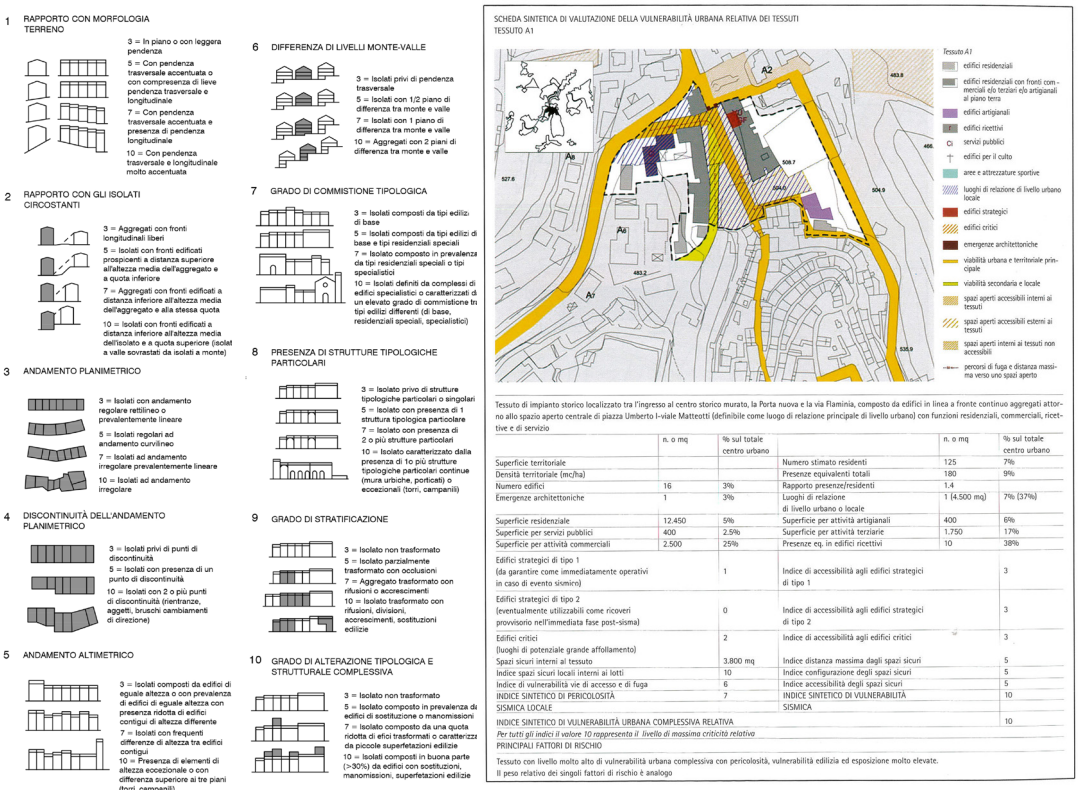
Per la definizione della Sum si considera la necessità di mantenimento sia delle funzioni di "ordinarietà" della vita di una città, che di gestione della fase di "emergenza". I contenuti della Sum sono infatti sia di carattere immateriale, eventualmente mediato dalla fisicità degli elementi cui sono riferibili, che di carattere materiale (Indelicato, 2010).

Il metodo proposto nel caso studio di Nocera Umbra consiste nella preventiva definizione e individuazione delle Sum; nella definizione delle criticità presenti, attraverso la valutazione

della vulnerabilità complessiva e delle singole componenti; nella definizione degli interventi per il miglioramento della funzionalità e per la messa in sicurezza.

La fase di acquisizione delle informazioni per la valutazione della vulnerabilità della Sum ante sisma è avvenuta attraverso la rielaborazione delle informazioni fornite dall'amministrazione comunale e attraverso il rilievo diretto. Le informazioni fornite dall'amministrazione comunale comprendono: basi cartografiche; dati demografici; dati relativi alle attività commerciali e ai servizi; dati relativi alla consistenza edilizia degli edifici danneggiati e degli immobili soggetti al recupero; dati relativi alle emergenze architettoniche. L'acquisizione diretta delle informazioni sul costruito è avvenuta invece attraverso il rilievo, finalizzato a definire i caratteri morfotipologici dei tessuti edificati attraverso l'identificazione delle caratteristiche tipologiche, strutturali e funzionali degli edifici, delle strade e degli spazi aperti e delle loro relazioni reciproche. Un rilievo di questo tipo ha permesso di acquisire in maniera rapida delle informazioni di prima approssimazione su tutto il costruito e per

Figura 23: Parametri tipologici per la valutazione della vulnerabilità di isolato e scheda riassuntiva della vulnerabilità di tessuto applicati nella ricerca sul caso di Nocera Umbra



questo motivo, dopo una fase di valutazione sommaria della morfologia urbana effettuata su base cartografica, sono state redatte delle schede sintetiche di rilievo distinte in: Schede edifici, Scheda strade e Scheda degli spazi aperti. Le informazioni raccolte sono state poi sintetizzate nelle Schede di tessuto (riguardanti il centro storico e non nel suo stato di assieme) e Schede di isolato (relative ad aggregazioni edilizie interne al centro storico).

Le Schede edifici sono riferite ognuna ad un singolo edificio e raccolgono informazioni sulle:

- caratteristiche funzionali (usi prevalenti; aree di pertinenza e livello gerarchico delle funzioni ospitate);
- caratteristiche tipologiche e strutturali (posizione dell'edificio nel tessuto; numero di piani; rapporto tra l'edificio e la conformazione del terreno; caratteristiche delle strutture di elevazione; presenza di elementi particolarmente vulnerabili come portici, passaggi voltati, sporti o sopraelevazioni evidenti o di eventuali danneggiamenti visibili);
- caratteristiche delle aree di pertinenza (accessibilità, usi, configurazione, tipo di recinsione).

Le Schede strade contengono le principali informazioni sulle caratteristiche morfologiche delle strade che possono influire sulla vulnerabilità diretta e sulla funzionalità delle possibili vie di fuga. Per questo riportano:

- le dimensioni delle strade;
- le caratterizzazioni di uso prevalente (pedonale o carrabile);
- gli accessi degli edifici prospicienti;
- il tipo di pavimentazione;
- la presenza di ponti, viadotti o muri di sostegno;
- la presenza di ostacoli o discontinuità quali scale o salti di quota;
- gli elementi aggettanti sui percorsi come alberature o illuminazione pubblica;
- i parcheggi.

Ogni scheda si riferisce a un tratto di strada delimitato da due nodi significativi, come intersezioni stradali o interruzioni, cambi di sezione o di pendenza.

Le Schede degli spazi aperti sono impostate allo stesso modo delle precedenti ma contengono in più le caratteristiche di accessibilità, gli usi e l'assetto attuale dell'area.

Le informazioni vengono poi raccolte nelle schede di tessuto, in modo da avere sotto controllo la dimensione dell'intero insediamento ai fini dei calcoli della diverse quantità sulle quali impostare la valutazione della vulnerabilità quali ad esempio: superficie residenziale totale, superficie commerciale, numero di edifici produttivi ecc..

Parallelamente al rilievo del costruito è stata svolta una lettura morfologica e funzionale degli elementi che compongono la struttura urbana. Tale analisi morfologica è stata condotto a livello del centro urbano e a livello dei singoli tessuti. A livello del centro urbano sono state localizzate tutte le funzioni e il loro rapporto con il sistema insediativo.

In particolare le analisi effettuate sono relative a tre sistemi:

- Sistemi geomorfologico, idrogeologico e ambientale-paesistico; attraverso

questa analisi si è definito l'aspetto morfologico del sito, le sue caratteristiche paesaggistiche e idrogeologiche individuando gli elementi di pericolosità quali ad esempio i versanti acclivi, le frane attive o quiescenti.

- Sistemi delle infrastrutture e delle funzioni urbane; a sua volta suddiviso in:
- sistema dei percorsi: in cui è stata definita una gerarchia dei percorsi e dei nodi;
- sistema delle funzioni urbane: in cui oltre alla localizzazione delle funzioni si è sottolineato il loro aspetto di relazione sistemiche rispetto all'interno organismo urbano;
- sistema degli spazi di relazione: attraverso cui definire le principali aree in cui si svolge la vita collettiva;
- sistema delle reti e delle attrezzature tecnologiche: in cui sono state localizzate le strutture impiantistiche a rete alla scala territoriale e urbana.
- Sistema insediativo: in cui sono stati descritti i principali beni storici e le emergenze edilizie.

A livello dei tessuti urbani sono stati studiati i rapporti tra spazi edificati e gli spazi liberi; la morfologia e tipologia delle strade e degli spazi aperti, in modo da distinguere all'interno del sistema urbano dieci tipi diversi di tessuto, differenti per caratteristiche di omogeneità morfotipologica, all'interno dei quali descrive il diverso comportamento in caso di sisma. Si è proceduto inoltre alla classificazione degli isolati in funzione:

- della conformazione generale dell'isolato: lineare, curvilineo a blocco
- dell'andamento dell'isolato: regolare, irregolare, complesso
- dei tipi edilizi che lo compongono: schiere monoaffaccio o biaffaccio, palazzi, edifici specialistici, rifusioni, tipi particolari
- della funzione prevalente: residenziale, mista, specialistica.

In questo modo si può valutare l'influenza della conformazione morfotipologica dell'isolato sulla sua vulnerabilità.

Il processo di comprensione della struttura urbana nel suo sistema organico di relazioni fin qui illustrato, è finalizzato all'individuazione di tutti quei sistemi indispensabili al mantenimento delle funzioni urbane in caso di sisma che si definisce appunto Struttura urbana minima. Fanno parte della Sum quindi:

- gli edifici strategici
- il sistema di percorsi che garantiscono il collegamento agli edifici strategici e verso l'esterno dell'insediamento;
- i percorsi e gli spazi aperti intesi come vie di esodo;
- gli spazi sicuri per la sosta;
- la ridondanza di spazi e percorsi sicuri tali da garantire comunque l'efficacia del sistema di mobilità.

Il passo successivo alla individuazione della Sum di Nocera Umbra nella condizione precedente al sisma è stato quello di definire i parametri attraverso cui stabilire la perdita di funzionalità che essa ha avuto in seguito all'evento sismico del 1997.

Per fare ciò sono stati individuati degli elementi di criticità riferibili alla vulnerabilità sismica, alla pericolosità e all'esposizione. L' individuazione degli elementi di criticità è avvenuta per sistemi, gli stessi secondo i quali la Sum è stata specificata e descritta:

- criticità del sistema dei percorsi
- criticità del sistema degli edifici strategici e critici
- criticità del tessuto e gli ambiti edificati.

Per quanto riguarda la vulnerabilità dei tessuti urbani la ricerca non ha individuato le criticità puntuali dei singoli elementi edilizi ma ha proceduto a definire interi ambiti suddivisi per differente grado di vulnerabilità, dandone una descrizione discreta secondo categorie come: tessuti a vulnerabilità alta, medio alta, medio bassa, bassa.

Un ulteriore fattore di criticità individuato è costituito dalla condizione geomorfologica del sito, la valutazione della quale deve portare a individuare tutti quegli elementi che possono influire sull'amplificazione della vulnerabilità sismica locale. A tale proposito il territorio di Nocera Umbra è stato suddiviso in aree differenti per caratteristiche geomorfologiche e di criticità locale.

Le informazioni riguardo le criticità della Sum sono state sincronicamente indicate in una carta delle criticità, dalla quale è emersa la drammatica coincidenza della individuazione fatta con le aree effettivamente maggiormente danneggiate dal sisma.

La vulnerabilità urbana viene definita nello studio descritto come "la suscettibilità alla perdita di organizzazione e di funzionalità complessiva dell'insediamento, letta attraverso l'identificazione dei sistemi che lo compongono, dei diversi fattori di rischio (vulnerabilità sismica del patrimonio edilizio, pericolosità sismica, esposizione urbana) e delle loro relazioni reciproche". In questa ottica la valutazione della Sum dipende direttamente dalla valutazione della vulnerabilità urbana.

La procedura utilizzata per la valutazione della vulnerabilità urbana, nonostante utilizzi delle elaborazioni numeriche, può comunque essere considerata qualitativa o semi-quantitativa, poiché, avendo come obiettivo la definizione di porzioni di città aventi diversi livelli relativi di vulnerabilità, attribuisce a ciascun parametro individuato nell'analisi un peso numerico. Si tratta dunque di individuare ambiti più vulnerabili di altri su cui poter prevedere con maggiore urgenza gli specifici approfondimenti.

In questa operazione di attribuzione di un peso agli elementi ritenuti critici sono stati utilizzato sia dati misurabili che non, per i quali è stato fornito un valore sulla base delle osservazioni effettuate. È proprio in questa fase di scelta e quantificazione della gamma di indicatori che si manifesta il legame metodologico più stretto con la fase di analisi delle caratteristiche del centro urbano.

All'interno di questa ricerca sono stati sperimentati due tipi di metodi per la valutazione della vulnerabilità urbana, riferiti a gradi di approfondimento e ambiti di indagine diversi, definiti metodi di primo e di secondo livello. Il metodo di primo livello è considerato "aggregato e sintetico", quello di secondo invece, "analitico e sistematico", ma entrambi partono dall'elaborazione dei dati acquisiti tramite le schede di rilievo diretto.

Il metodo di primo livello rielabora i dati in modo da ottenere il diverso valore di

Figura 24: Sotto: Esempio di output prodotto dal modello di valutazione della vulnerabilità dei sistemi urbani0 Matrice e curve di vulnerabilità. Fonte: Regione Emilia-Romagna – Manuale 2004.

Figura 25: a destra: Alcune analisi tipo e grafici per la vulnerabilità dei sistemi urbani Fonte: Regione Emilia-Romagna – Manuale 2004.



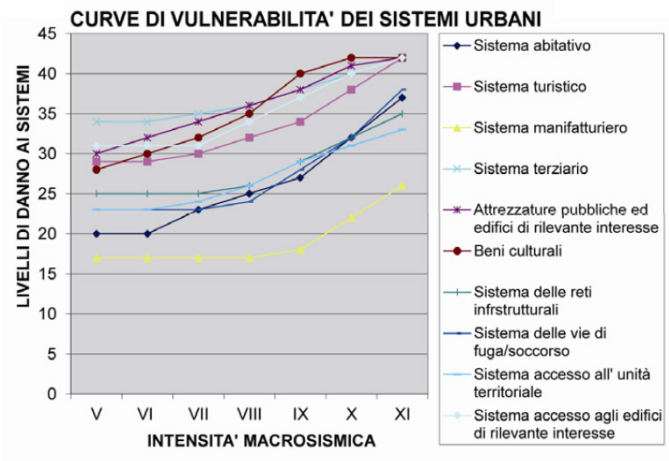












LIVELLI DEI FATTORI DI ESPOSIZIONE E VULNERABILITA' DEI SOTTOSISTEMI URBANI PRESENTI NELL'UNITA' TERRITORIALE 7-2009 prima del terremoto del 6.4.2009
(valutati, a partire dai dati raccolti nella scheda)

Sistemi considerati	Esposizione fisica	Esposizione funzionale del sistema	Standard funzionali sistema	Vulnerabilità diretta componenti	Vulnerabilità indotta da contiguità tra edifici	Vulnerabilità indotta da elementi critici	Influenza della pericolosità locale	Somma dei livelli dei fattori del sistema	Media dei livelli dei fattori
Presenze x indice d'uso degli immobili	4							4	4,00
Sistema abitativo	2	3	1	5	3	5	6	25	3,57
Sistema turistico	2	4	3	5	6	1	6	27	3,86
Sistema manifatturiero	1	2	3	3	1	1	6	17	2,43
Sistema terziario	2	6	6	4	5	5	6	34	4,86
Attrezzature pubbliche ed edifici di rilevante interesse	3	6	3	4	4	4	6	30	4,29
Beni culturali	4	5	2	5	6	6	6	34	4,86
Sistema delle reti infrstrutturali	3	6	3	4	1	3	6	26	3,71
Sistema delle vie di fuga/soccorso	5	3	5	1	3	4	6	27	3,86
Sistema accesso all' unità territoriale	3	6	4	4	1	1	6	25	3,57
Sistema accesso agli edifici di rilevante interesse	5	6	4	3	5	4	6	33	4,71
Totale	**34**	**47**	**34**	**38**	**35**	**34**	**60**	**282**	
% della somma di colonne su A	12,06	16,67	12,06	13,48	12,41	12,06	21,28	100,00	
Somma colonna / N. sistemi presenti	3,09	4,70	3,40	3,80	3,50	3,40	6,00		3,97

vulnerabilità di ogni tessuto attraverso la semplice somma dei valori relativi a tre fattori: vulnerabilità sismica, pericolosità sismica locale, esposizione urbana.

Il metodo di secondo livello si basa sui metodi già sperimentati nella regione Emilia Romagna e consiste nella individuazione delle componenti sistemiche presenti in ogni tessuto a cui attribuire singolarmente un livello relativo al diverso fattore di rischio. Tali componenti sistemiche dei tessuti urbani sono:

- Sistema delle presenze
- Sistema abitativo
- Sistema dei servizi e delle attrezzature pubbliche
- Sistema della attività commerciali
- Sistema della attività terziarie pubbliche e private
- Sistema turistico-ricettivo
- Sistema delle attività artigianali
- Sistema dei beni culturali
- Sistema dei luoghi di relazione
- Sistema degli edifici strategici e critici
- Sistema dell'accessibilità, delle vie di fuga e degli spazi sicuri.

Attribuiti vari valori agli indicatori corrispondenti a ogni sistema e sommandoli si ottiene il valore di vulnerabilità del singolo sistema riferito al singolo fattore di rischio. La sommatoria dei valori di ogni indicatore per ogni componente sistemica determina i valori relativi di vulnerabilità urbana complessiva del tessuto.

I valori di vulnerabilità ricavati vengono infine raggruppati in classi distinte secondo notazioni qualitative: bassa, media, alta, molto alta. In questa procedura di valutazione della vulnerabilità urbana, costituita da due diversi livelli di approfondimento, risulta particolarmente delicato il momento della definizione dei parametri da attribuire per la valutazione e la loro quantificazione.

Tale passo viene illustrato attraverso la costruzione di apposite tabelle in cui sono contenuti i valori da attribuire a ciascun fattore di rischio in funzione delle sue caratteristiche, sia nel metodo di primo che di secondo livello.

L'attività di studio illustrata propone una metodologia di conoscenza della città in tutte le sue componenti strutturali sistemiche in vista della valutazione della sua vulnerabilità sismica e rappresenta un approccio a scala urbanistica del vasto problema della sicurezza sismica delle città. Tale metodo esprime pienamente l'esigenza di superare le logiche di focalizzazione sul singolo edificio e, nella sua fase conclusiva, attraverso l'introduzione del problema della vulnerabilità alla scala dell'isolato, sintetizza compiutamente l'approccio scientifico pluridisciplinare necessario per affrontare questo tema.

Ciononostante, le due procedure di valutazione della vulnerabilità proposte, seppur a diverso grado di approfondimento, non sono sufficienti, da sole, a spiegare il comportamento sismico alla scala dell'isolato, per il quale comunque la ricerca continua a parlare, forse impropriamente, di vulnerabilità urbana, trasponendo ad una scala ridotta e semplificata, le medesime modalità di valutazione adoperate per i tessuti. Coscienti della parziale perdita,

alla scala dell'isolato, delle relazioni sistemiche che invece caratterizzano la scala urbana, l'approccio condotto sull'isolato consiste comunque nella individuazione dei sistemi funzionali, dei sistemi dei percorsi e delle strutture critiche, evidenziando naturalmente un minor grado di complessità rispetto al livello urbano, tale da giustificare l'applicazione del metodo di primo livello. Nella procedura di valutazione alla scala dell'isolato infatti vengono maggiormente approfondite le considerazioni alla scala edilizia, che a livello di parametro acquisiscono un "peso" maggiore. L'applicazione del metodo di primo livello ha condotto alla classificazione degli isolato in funzione di diverse classi di vulnerabilità, così come avvenuto per i tessuti omogenei.

Da tale anali si è emerso che le maggiori criticità sono state osservate in corrispondenza dei grandi complessi specialistici o caratterizzati da maggiore commistione tipologica; in corrispondenza di isolati dotati di "strutture tipologiche particolari" quali portici ad esempio; in corrispondenza di isolati con irregolarità morfologica plani-altimetrica, posizionati su pendii o soggetti a trasformazioni storiche consistenti. Al contrario emergono come meno vulnerabili gli isolati ad andamento lineare regolare, composti da edilizia di base e con alto grado di omogeneità tipologica. Inoltre dalla ricerca è emerso che il fattore di vulnerabilità dell'isolato è, fra tutti, quello che incide maggiormente sulla vulnerabilità sisma urbana complessiva.

Le analisi di valutazione della vulnerabilità dei sistemi urbani hanno portato a concludere che la vulnerabilità urbana è maggiore da quella derivante dalla somma delle vulnerabilità dei singoli manufatti edilizi.

L'esperienza di Nocera Umbra dimostra il tentativo di superamento dell'atteggiamento di concentrazione esclusiva sulla dimensione edilizia della prevenzione sismica per passare a un approccio interscalare in cui l'aspetto edilizio si integra con una più articolata e complessa valutazione urbana (Olivieri, 2004).

Il processo di definizione di una metodologia di approccio a un problema così ampio risulta dunque particolarmente faticoso poiché deve riuscire al suo interno a convogliare e coordinare numerosi aspetti che vanno dal sapere specificamente tecnico alle modalità amministrative di realizzazione e gestione.

2.3. I piani di ricostruzione in Italia

La necessità di affrontare il tema della pianificazione della ricostruzione è stato all'ordine del giorno del dibattito politico italiano solo successivamente al verificarsi di un evento sismico. La tematica è stata affrontata con l'emanazione di leggi nazionali ad hoc, create sulla singola emergenza, senza riuscire a giungere ad un quadro complessivo che potesse strutturare delle linee guida a livello nazionale o dei semplici principi comuni fondanti alle varie situazioni post-crisi che permettessero una più agile e rapida gestione del processo di ricostruzione (Nimis, 2009).

La prima domanda metodologica da porsi però nell'affrontare il tema e l'analisi delle ricostruzioni in Italia è quella inerente ai piani di ricostruzione: ossia, cos'è effettivamente un piano di ricostruzione? I Piani di Ricostruzione (PdR), definiti come strumenti urbanistici, nascono con il d. lgs. lgt. 154/1945, modificato con la Legge Ordinaria n. 1402 del 27/10/1951, come risposta alla necessità d'intervento dopo le distruzioni belliche. La materia è stata nel corso degli anni più volte modificata, segnando la stagione dell'urbanistica italiana dal secondo dopoguerra con caratteri di urgenza ed emergenzialità, ed utilizzata anche per la sistemazione e l'ampliamento di porzioni di città. Così i piani di ricostruzione sono stati ripetutamente prorogati fino all'entrata in vigore della L. 317/1993, recante "Norme generali per il completamento dei piani di ricostruzione post-bellica", che all'art. 1 ne dispone la perdita di efficacia.

Nascendo come strumenti emergenziali, sono stati disciplinati da norme speciali e hanno interessato solo a porzioni relativamente limitate di territorio, avendo l'obiettivo principe di fronteggiare rapidamente la fase urgente della ricostruzione, sono stati inoltre spesso caratterizzati da una documentazione non sempre congrua alla complessità delle

situazioni su cui intervenivano. Quindi in realtà questi strumenti nascono nel nostro territorio per far fronte ad eventi calamitosi di origine antropica, la cui evoluzione normativa segue poi un percorso articolato negli ultimi 60 anni, ma vengono poi applicati anche in caso di disastri naturali fino alla reintroduzione nella legislatura nazionale con la l. 77/2009 per la ricostruzione in Abruzzo, e alla più recente ordinanza del presidente del Consiglio dei ministri 4013/2012, che li definisce come strumenti essenziali di pianificazione sia urbanistica che economico sociale, e ne sottolinea dunque la natura ibrida.

Come già Di Salvo, Giuffrè, Pellegrino e Pizzo sottolineano nel 2012, le ricostruzioni che oggi possono essere valutate positivamente sono quelle del Friuli (sisma del 1976) e delle Marche e Umbria (1997), poiché sono riuscite a portare avanti in tempi relativamente brevi un processo di ricostruzione concreto che partisse dal territorio stesso e che restituisse agli abitanti città e territori (Di Salvo et al., 2012).

Occorre però evidenziare, anche nello stato dell'arte alcune pratiche contemporanee che non sembrano identificabili come "best" (L'Aquila e Gibellina ad esempio), in particolare legate a quello che viene definito "approccio top-down", che nel caso de L'Aquila ha portato ad una strumentalizzazione politica della ricostruzione, e nel caso di Gibellina ha portato ad una consimile rilocalizzazione errata dell'insediamento colpito, il cui esito è stato trasposto in una colata di cemento bianco sulle macerie della città distrutta, oggi nota come il Cretto di Burri.

Principali dati sull'intensità dei terremoti e sull'intensità sociale ed economica dei processi di ricostruzione.

EVENTO	IRPINIA 1962	BELICE 1968	FRIULI 1976	IRPINIA 1980	UMBRIA E MARCHE 1997	MOLISE 2002	ABRUZZO 2009	EMILIA 2012
Intensità macrosismica (MCS)	IX	X	IX-X	X	VIII-IX	VIII-IX	IX-X	VIII
Magnitudo momento (Mw)	6,1	6,3	6,5	6,9	6,0	5,7	5,9	5,9 (20 maggio)
Vittime	17	296	965	2.735	11	30	308	27
Persone senzatetto	16.000	57.000	189.000	280.000	22.600	10.600	65.000	15.000
Permanenza media in strutture provvisorie	Oltre 10 anni	12 anni	8 anni	15 anni	5 anni	6 anni	In corso	In corso
Tempi di ricostruzione	Non prima del terremoto del 1980	25 anni	12-13 anni	25 anni	10 anni	10 anni	In corso	In corso
Stima dei fondi stanziati (valori in miliardi)[1]	50	8.000	19.000	60.000	7,75	3,6	10,6	8,5

La stima dei fondi stanziati è espressa in miliardi di lire per gli anni 1962-80, in miliardi di euro dal 1997

Figura 26: Principali dati sull'intensità dei terremoti e sull'intensità sociale ed economica dei processi di ricostruzione. Fonte: Manfredi, G., Asprone, D., Memoria e mappa sismica. L'Italia e le sue Regioni (2015).

Si riporta un elenco degli eventi presi in considerazione:

Terremoti e ricostruzioni in Italia nell'ultimo secolo

1908 . Messina *il processo che porta alle prime Norme tecniche per la riparazione e ricostruzione*
1915 . Avezzano
1919 . Val Tiberina
1920 . Garfagnana
1936 . Pieve d'Alpago
1962 . Irpinia
1968 . Belice *mancata ricostruzione, rilocalizzazione > Gibellina e Salemi*
1976 . Friuli *un processo modello, decentramento, coinvolgimento popolazione e valori*
1980 . Irpinia
1997 . Umbria e Marche *tutela dei valori urbani e sociali, PIR piani integrati di recupero*
2002 . Molise e Puglia *ricostruzione faraonica nel piccolo paese*
2009 . Abruzzo *newtown, progetto più che processo, transitorio-permanente, politica e prot. civile*
2012 . Emilia *il settore industriale e produttivo, le NGO, progetti e visioni di ricostruzione*



Figura 27: Nella pagina precedente, il Cretto di Burri, Gibellina

Sebbene si annoverano provvedimenti legislativi in materia di costruzione in zona sismica, quali: il Decreto del 1627 dopo il terremoto in Campania, la legge del marzo 1784 emanata da Ferdinando IV di Borbone - "Istruzioni per la ricostruzione di Reggio" e la Legge n. 1985 del 5 Marzo 1884 a seguito del terremoto di Casamicciola ad Ischia; quanto definito col Regio Drecreto n.193 del 18 Aprile 1909 riportante "Norme tecniche ed igieniche obbligatorie per le riparazioni ricostruzioni e nuove costruzioni degli edifici pubblici e privati [...]" viene considerato come la prime norma tecnica in materia sismica in Italia, essendo stato poi esteso a tutto il territorio regionale della Sicilia e della Calabria nello stesso anno di emanazione da un successivo R.D. del 15 luglio, fornendo indicazioni generali per le costruzioni e non avendo più solo validità locale sulle ricostruzioni degli edifici colpiti dal singolo evento come invece i provvedimenti precedenti.

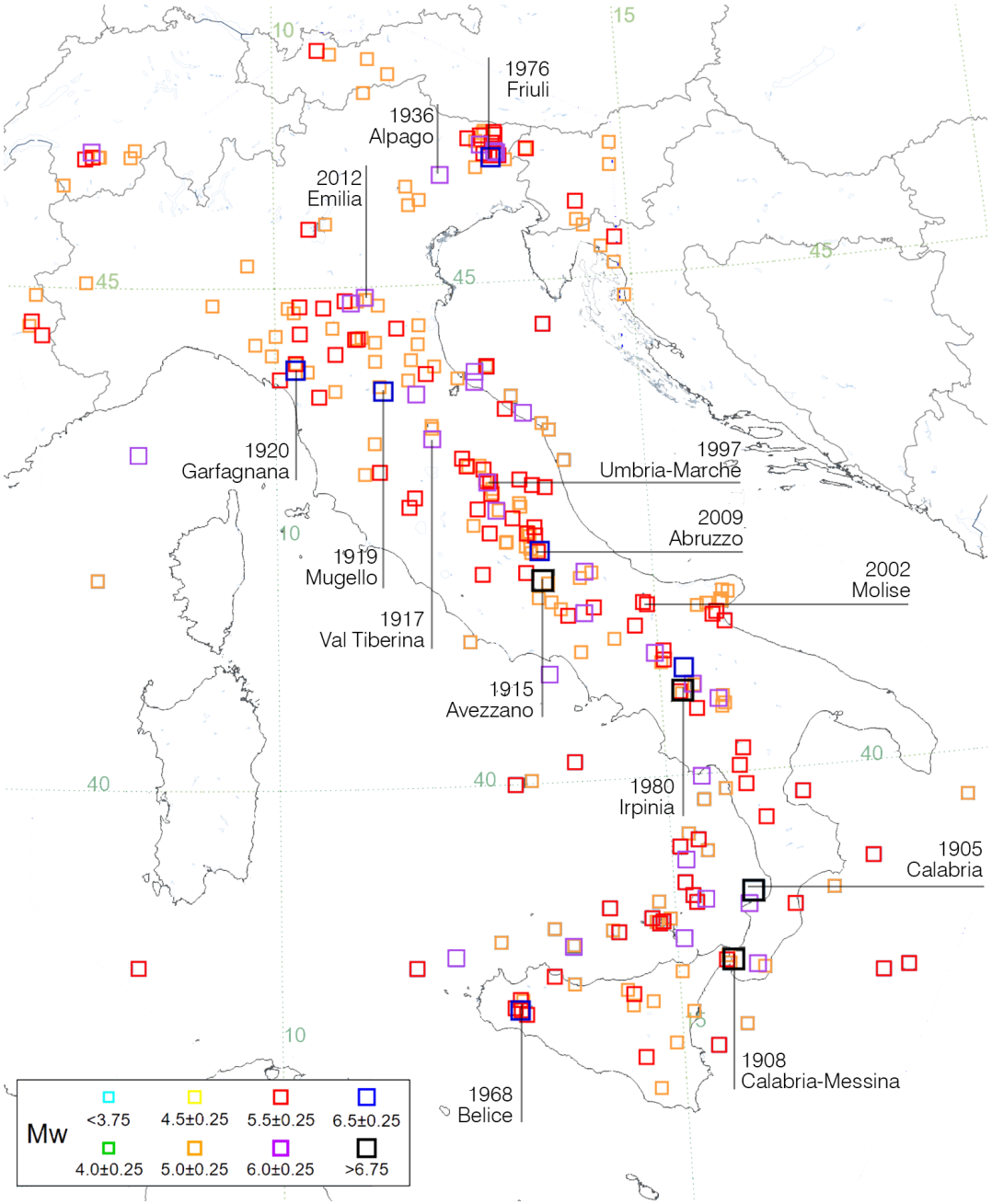


Figura 28: Terremoti storici in Italia (1900-2013), elaborata dall'autore sulla base della mappa INGV, CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. doi:http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15

2.2.1 Friuli 1976

DATI DISASTRO
Data: 6 maggio 1976, ulteriore due scosse 11 e 15 settembre
Ora: 21:00:12 (CET)
Magnitudo: 6.4
Intensità: IX-X scala Mercalli
Epicentro: tra Gemona e Artegna (presso località Lessi)
Popolazione colpita: 600mila abitanti
Morti: 989
Sfollati: più di 100.000
Edifici privati distrutti: 18.000
Edifici privati danneggiati: 75.000
Danni al territorio: 4.500 miliardi di lire (oltre 18,5 miliardi di euro del 2010)
Comuni coinvolti: 45 comuni “rasi al suolo” come Gemona, Venzone, Buia, Monteaperta (frazione di Taipana) e Osoppo, 40 “gravemente danneggiati” e 52 “danneggiati”: tutti fra Udine e Pordenone, più tre soli comuni della provincia di Gorizia

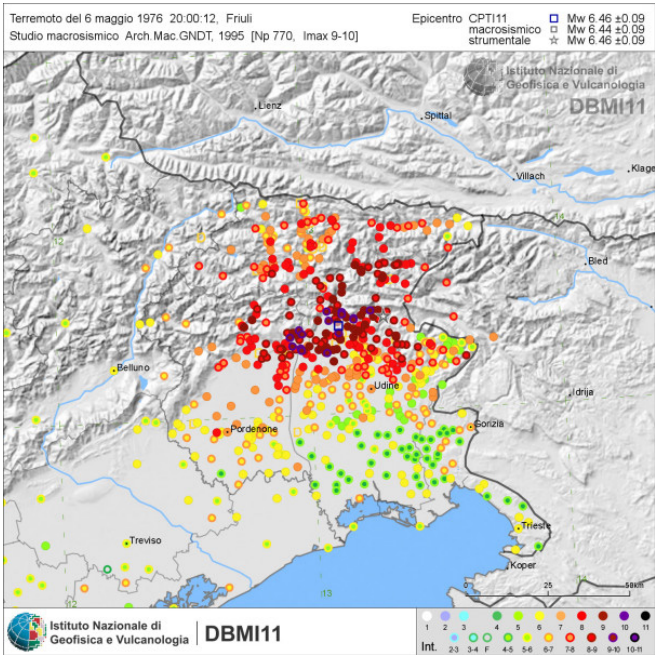


Figura 29: Distribuzione degli effetti del terremoto del 1976, secondo M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11, DOI: 10.6092/INGV.IT-DBMI11

DIMENSIONI DELLA RESILIENZA URBANA VALUTATE
Tecnica – Organizzazionale - Sociale

INTRO

La ricostruzione del Friuli terremotato è stata indubbiamente un fatto rilevante sotto molti aspetti, a partire dalle indovinate scelte politiche, fino alla partecipazione della comunità colpita, tanto nella fase di emergenza che in quella di ricostruzione vera e propria, formando quello che viene definito "Modello Friuli". Importante esempio di decentramento del potere politico con controllo nazionale e gestione tramite enti territoriali creati ad hoc, nonché di copiosa legislazione regionale e strumenti tecnico-operativi, l'operato della regione Friuli-Venezia Giulia si colloca sicuramente nel suo tempo, ma delinea dei significativi indirizzi di metodo e di intervento, che poi sembrano venire dimenticati a livello nazionale.

APPROCCIO PROCESSUALE

Su mandato del Governo Nazionale e del Parlamento Italiano, con precedenti leggi nazionali ma soprattutto con la legge 546 del 1977, si demandava alla legge regionale e quindi al Consiglio Regionale, il compito di determinare modalità e procedure di interventi anche in deroga alle norme vigenti, fermo il rispetto dei principi generali dell'ordinamento giuridico (Bruno Longo, 2007).

La Commissione speciale, con compito di esprimere parere obbligatorio su ogni atto, fu solo uno degli organi e strutture regionali speciali, alla quale si affiancarono la Segreteria Generale Straordinaria, l'Ufficio Operativo Centrale UOC, i Gruppi Tecnici e i Sindaci che divennero "funzionari delegati" della Regione, assumendo compiti straordinari, soprattutto in materia di edilizia abitativa. Queste scelte coinvolsero tutta la realtà politica in Regione, responsabilizzando i vari operatori con una forma di decentramento politico-amministrativo che non aveva precedenti e che era imperniato su un rapporto chiaro e definito tra Stato e Regione, e tra Regione ed enti locali.

Dieci anni dopo il terremoto del 1976, durante il Seminario Internazionale su "La strategia post-terremoto ed i provvedimenti immediati e a lunga scadenza", promosso dall'Assessorato alla Ricostruzione della Regione Friuli Venezia Giulia, dall'UNDRO e dal Ministero della Protezione Civile, si sottolinea già come la volontà non sia quella di fermarsi all'analisi di singoli casi, ma di giungere alla esemplificazione di possibili linee di intervento tra cui scegliere, in situazioni analoghe, sulla base di esperienze già fatte e quindi concrete. Si sottolinea "l'esigenza di una nuova legge nazionale che preveda, in modo chiaro e completo, soggetti, compiti, strumenti, metodi di intervento di modo che il tutto sia pronto a scattare immediatamente dopo il verificarsi delle necessità, senza quei tempi morti o, peggio ancora, quella incertezza nelle determinazioni urgenti che risulterebbero, alla fin fine, seriamente pregiudizievoli all'opera in soccorso." (Roberto Dominici, Assessore regionale alla ricostruzione, 1986).

APPROCCIO PROGETTUALE – CASO STUDIO: Venzone

Bisogna sottolineare l'importanza di alcune scelte fatte, come quella di concepire la ricostruzione come rinascita e sviluppo, ricostruendo i paesi dove erano prima e il più possibile come erano. Un "dov'era com'era" che sembra antitetico alla logica dello sviluppo, nato soprattutto come difesa in risposta all'esperienza del Belice, ma dove il "com'era" non significa riproporre pedissequamente la situazione preesistente, riproponendo invece l'identità complessiva della comunità, che il terremoto anziché cancellare, aveva evidenziato ancora di più, rivitalizzando valori e tradizioni locali.

Simbolo di questa ricostruzione rimane sicuramente l'intervento sul comune di Venzone (il più colpito dall'evento sismico, con il 96% di danno) dove si riscontra la distruzione completa del sistema urbano, dove il progetto di Gianfranco Caniggia e Francesco Sartogo affronta la ricostruzione come aggiornamento di un processo ancora in atto. Attraverso la redazione di abachi tipologici, dei tipi edilizi e degli elementi architettonici, furono individuati i tipi portanti e le loro varianti sincroniche e diacroniche fino a leggere i principi aggregativi edilizi e le fasi formative dei tessuti. Il metodo di progetto si basò su una graduazione degli interventi:

- ricostruzione per anastilosi, raccogliendo pietre e numerandole, per i principali monumenti;
- ricostruzione processuale del tessuto urbano, con tecnologie e tipi edilizi aggiornati e compatibili, ma con porzioni di frammenti originali come per porte e finestre
- conservazione di strade e piazze, sistema viario ricostruito "com'era dov'era"

Questo a sottolineare il concetto che "il sistema degli spazi pubblici di una città costituisce un documento storico materiale di notevole rilevanza in quanto espressione non di un singolo soggetto costruttore, come talvolta accade per un edificio monumentale, ma di una pluralità di attori che stratificando gli interventi e le modificazioni attraverso il tempo ne hanno determinato la configurazione: strade e piazze sono il luogo fondamentale di apparizione del collettivo urbano e la loro conservazione assume un valore sociale ancora prima che storico." (Alessandro Camiz, 2012)

SINTESI

In generale i punti significativi ed innovativi, oltre che scelte determinanti nel processo di ricostruzione in Friuli possono riassumersi in:

- privilegiare il momento della ricostruzione dell'apparato produttivo, poi di quello abitativo e successivamente del sistema dei servizi;
- ricostruire i paesi dov'erano e più possibile come erano (un dov'era- com'era stemperato nelle modalità, in favore di aggiornamento tecnologico, ma con rispetto tipologico) mirando comunque a conservare il tessuto insediativo preesistente, ricostruendo secondo un piano generale puntualmente definito a priori, non comprendendo ipotesi radicali di riedificazione nei fondi valle degli insediamenti sperduti tra i monti o di concentrazione della popolazione in un'unica grande città moderna, in funzione satellite rispetto a Udine;
- decentramento politico-amministrativo con istituzione di enti locali appositi per la

gestione del processo e forte responsabilizzazione delle realtà locali, controllate da quelle nazionali;

- utilizzo e creazione di apposite metodologie di intervento, tra cui vanno ricordati gli "appalti accorpati", attraverso cui la Segreteria Generale Straordinaria, intervenne direttamente nella gestione della progettazione e dell'esecuzione degli interventi pubblici di ricostruzione abitativa e di opere pubbliche, procedendo all'accorpamento di appalti di opere di diversa natura, rendendoli appetibili per le grandi imprese anche esterne alla regione;
- considerare l'opera di ricostruzione non solo come processo teso a ripristinare unicamente le condizioni pre-terremoto, ma come occasione per far uscire l'area dalla marginalità economica e sociale che la caratterizzava.

Tutti concetti condivisibili e modernissimi, se si pensano elaborati all'indomani del terremoto del 1976, e che ancora oggi concordano con le più contemporanee linee di ricerca in campo; strano quindi che si siano perse come indirizzi e modelli proprio nella nazione che le aveva partorite.

Figura 30: Schema progettuale di base per il piano di ricostruzione di Venzone, da F. Sartogo, "Udine e Venzone. Lettura critica per una storia operante del territorio friulano, Firenze 2008"

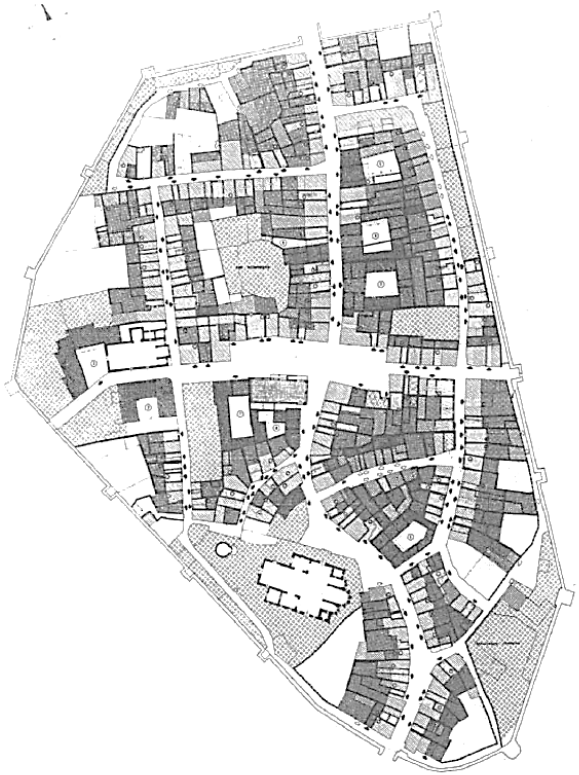
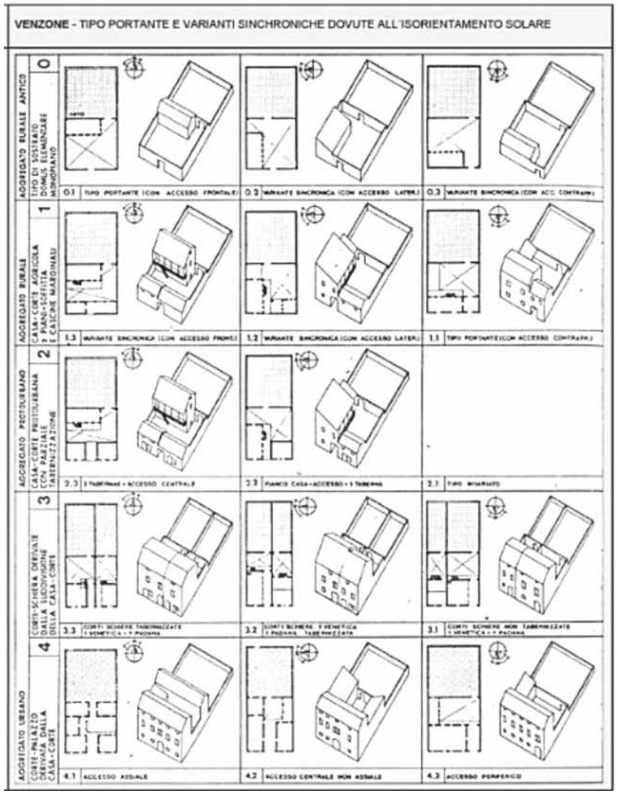


Figura 31: Tipologia portante a Venzone. Fonte: A. Camiz, 2012.



2.2.2. Marche-Umbria 1997

DATI DISASTRO

Data: 26 settembre 1997, scosse di notevole intensità fino al 9 novembre 1997
Ora: 11:40:26 (CEST)
Magnitudo: 6.1 evento principale, tra 4,2 e 5,5 fino al novembre 1997
Intensità: IX scala Mercalli
Epicentro: Annifo, Colfiorito (Comune di Foligno)
Morti: 11
Sfollati: 22.604
Edifici privati danneggiati: oltre 80.000
Danni al territorio: 5.106,18 milioni di euro spesi per la ricostruzione
Comuni coinvolti: 76 comuni in Umbria fra cui, in Umbria, Assisi, Gubbio, Foligno, Norcia, Valfabbrica, Gualdo Tadino, Nocera Umbra e Sellano; nelle Marche, invece, i danni più rilevanti si registrarono nei comuni di Serravalle del Chienti, Camerino, Fiordimonte, Castelsantangelo sul Nera.

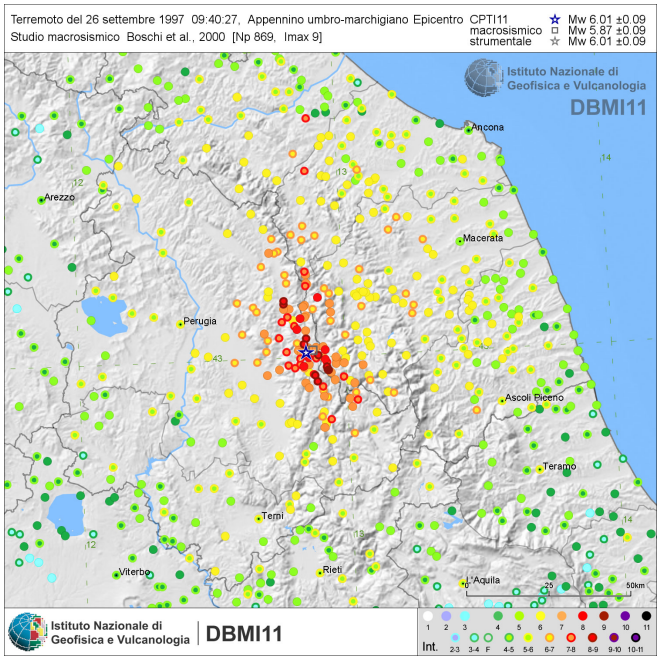


Figura 32: Distribuzione degli effetti del terremoto del 1997, secondo M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11, DOI: 10.6092/INGV.IT-DBMI11

DIMENSIONI DELLA RESILIENZA URBANA VALUTATE
Tecnica - Organizzazionale - Economica

INTRO

Chiuso il capitolo Friuli, i piani di ricostruzione vengono abrogati con la legge 317/1993, perciò la situazione si presenta alquanto differente all'indomani del terremoto del 1997 che colpisce le regioni Marche e Umbria. È così che con la L. 61/1998 "ulteriori interventi urgenti in favore delle zone terremotate delle regioni Marche e Umbria e di altre zone colpite da eventi calamitosi" si introducono alcune novità nella gestione dei territori terremotati. In primo luogo un ruolo la regia dell'intero processo viene affidato alle Regioni, ottenendo un primo livello di decentramento decisionale; il secondo punto, e forse più importante in questo ambito, riguarda gli strumenti attuativi, ossia i Programmi di Recupero, definiti dalla l. 61/2008 e per la prima volta sperimentati con questi scopi, in particolare con riferimento a "progetti unitari", come riguardanti l'insieme di edifici o complessi di edifici collegati strutturalmente tra loro.

APPROCCIO PROCESSUALE

All'indomani del sisma del 1997, la ricostruzione viene articolata in tre modalità differenti: leggera, pesante ed integrata. La ricostruzione leggera aveva lo scopo di garantire un tempestivo rientro nelle abitazioni meno danneggiate, oprando con interventi di rapida riparazione. La ricostruzione pesante ha riguardato la riparazione, sostituzione o ricostruzione degli edifici isolati gravemente danneggiati situati all'esterno dei Programmi Integrati di Recupero. Infine la 'ricostruzione integrata' su edifici o complessi di edifici individuati per UMI (Unità Minime d'Intervento), ricompresi all'interno dei programmi integrati di recupero (Marotta, 2011).

Il ricorso ai programmi complessi, in particolare in Umbria definiti PIR – Programmi Integrati di Recupero, attuati tramite il Regolamento Regionale n. 15/1998 e con una leggera differenza rispetto a quanto avvenuto nelle Marche contemporaneamente, ha permesso quindi di considerare anche gli aspetti relativi alla mitigazione della vulnerabilità urbana. I PIR, redatti dai Comuni per centri con danni agli edifici per una percentuale superiore al 40% del patrimonio edilizio, sono elaborati come veri e propri programmi di riqualificazione urbana, comprendono varie di categorie di intervento e operando non solo su edifici residenziali, ma anche sul costruito pubblico, sulle strade adiacenti, sulle reti infrastrutturali e sugli spazi urbani, hanno permesso di intervenire sulla ricostruzione con progetti organici sugli isolati edilizi e sull'ambiente costruito in generale, in un'ottica anche di prevenzione e non solo mera riparazione.

In base alle perimetrazioni e alla redazione dei programmi disposte ed adottate dai Comuni, la Giunta regionale ha approvato con specifiche conferenze di servizio e conseguenti atti 188 P.I.R, per ognuno dei quali è stato necessario prevedere:

- l'individuazione del livello di danno dell'abitato, degli edifici pubblici e dello stato delle infrastrutture sia primarie che secondarie;

- lo studio della cantierabilità degli interventi;
- la stima sommaria del costo dei singoli interventi individuati;
- il crono programma degli interventi e il conseguente piano finanziario.

Ad ogni P.I.R. è stata poi allegata la normativa tecnica da applicare per la ricostruzione degli edifici. In alcuni casi, i P.I.R. hanno "valenza urbanistica", configurandosi come variante ai piani urbanistici comunali vigenti.

Inoltre la microzonazione sismica effettuata su tutto il territorio interessato dal terremoto ha individuato le aree geomorfologicamente instabili. Le aree individuate che erano all'interno dei perimetri delle zone interessate dai PIR sono state oggetto di ulteriori e più approfondite valutazioni geotecniche. Laddove accertata la pericolosità è stato redatto un progetto organico indicante la temporizzazione dell'esecuzione degli interventi di consolidamento e di ricostruzione. In alcuni casi la natura del dissesto era tale per cui è stata prevista l'intera o parziale delocalizzazione dell'abitato e l'apposizione del vincolo di inedificabilità.

APPROCCIO PROGETTUALE – CASO STUDIO: Nocera Umbra

In Umbria non ci si è però fermati alla mera ricostruzione nel post-sisma del 1997, e forte delle esperienze passate si è continuato a indagare e far ricerca mirando all'implementazione della prevenzione nella pianificazione, rendendo la Regione un caso esemplare su territorio nazionale. Con l'emanazione della L.R. 11/2005 "Norme in materia di governo del territorio: pianificazione urbanistica comunale" si introducono l'integrazione di obiettivi e interventi atti a ridurre la vulnerabilità sismica a scala urbana e il concetto di Struttura Urbana Minima SUM da realizzare nel PRG. Facendo riferimento a quanto pubblicato nelle LINEE GUIDA PER LA DEFINIZIONE DELLA STRUTTURA URBANA MINIMA NEL PRG (Regione Umbria – DPT, 2010), la Sum è definita come "il sistema di percorsi, spazi, funzioni urbane ed edifici strategici per la risposta urbana al sisma in fase di emergenza, e per il mantenimento e la ripresa delle attività urbane ordinarie, economico-sociali e di relazione in fase successiva all'evento sismico". La Sum costituisce il sistema essenziale per la tenuta dell'organismo urbano, anche in seguito alla possibile concatenazione di eventi collaterali causati dal sisma (incendi, frane, dissesti e fenomeni idrogeologici, ecc.).

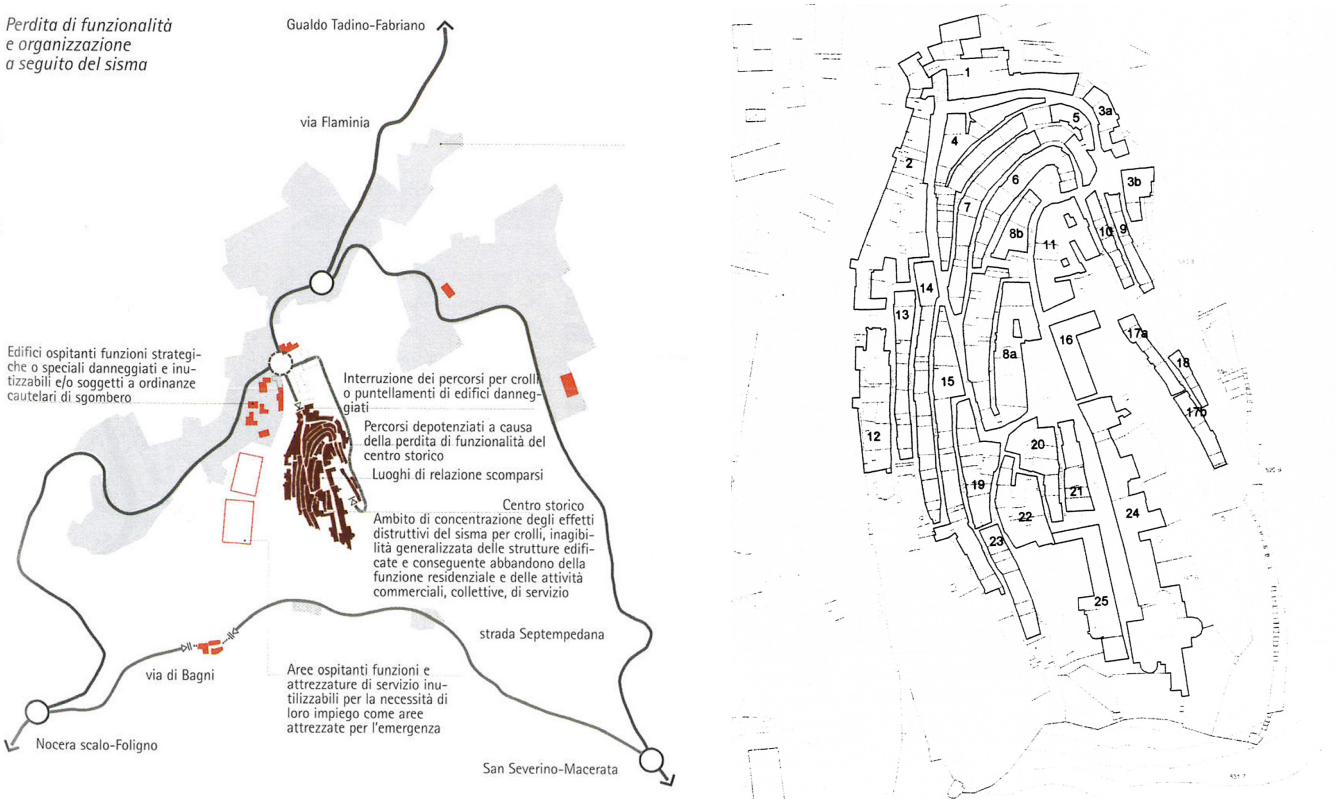
Prima dell'emanazione della LR del 2005 e delle Linee Guida del 2010, la sperimentazione è stata avviata dal gruppo coordinato dal Prof. Olivieri su alcune città colpite dal sisma del 1997, tra cui Nocera Umbra (Olivieri, 2004). La ricerca ha focalizzato la rappresentazione della perdita complessiva di funzionalità subita dal sistema urbano di Nocera Umbra che rappresenta un momento fondamentale, sia come necessaria sintesi a scala urbana del danneggiamento subito dalle diverse parti di città e dall'insediamento nel suo insieme, sia come verifica dell'efficacia dei metodi di valutazione della vulnerabilità urbana.

La condizione di sfasamento temporale, che ha permesso di verificare il comportamento sotto sisma del centro urbano, ha influito sul modo di impostare il percorso analitico, permettendo di confrontare la situazione post-sisma effettiva con una ricostruzione dell'assetto sistemico pre-evento. La ricerca ha preso infatti avvio a terremoto avvenuto:

mentre gli esiti del sisma erano ancora perfettamente visibili, molto meno chiari risultavano struttura, organizzazione e modello di funzionamento a regime del centro urbano, imponendo una sostanziale inversione del processo logico-temporale di indagine. L'individuazione degli elementi critici è proceduta per sistemi, specificamente per i principali sistemi attraverso i quali la Sum è stata analizzata e descritta: il sistema dei percorsi, il sistema degli edifici strategici e critici, tessuti e ambiti edificati (Pizzo, 2004). Ha preceduto ogni altra considerazione la valutazione dei principali fattori di pericolosità locale, tra i quali sono state rilevate scarpate attive, frane attive o quiescenti, fasce pianeggianti di fondovalle soggette a esondazione, cave abbandonate non bonificate. Nel complesso si può osservare come tutte le strutture e le funzioni strategiche del centro urbano costituenti la Struttura urbana minima abbiano subito trasformazioni traumatiche, in termini di danni diretti e di necessità di delocalizzazioni, e come il danneggiamento diffuso dell'intero insediamento sia stato di grande entità, in una maniera tale da poter definire fortemente ridotto il livello di funzionamento della città nel suo insieme. In particolare, a fronte di danni edilizi gravi ma non distruttivi e relativamente poco

Figura 33: Schema di valutazione della funzionalità della SUM post-sisma. Fonte Olivieri, 2004.

Figura 34: Schema deggli isolati del centro storico di Nocera Umbra. Fonte: Olivieri, 2004.



estesi, si è assistito a una diffusa perdita di funzionalità dell'insediamento urbano nel suo complesso, rendendo immediato comprendere come il danno urbano sia di gran lunga superiore alla sommatoria dei danni edilizi (Parotto,2004). Il dato più visibile è stato relativo al centro storico murato, alla perdita di funzionalità di gran parte del patrimonio edilizio e al conseguente spostamento della funzione residenziale e di molte funzioni collettive all'interno di strutture provvisorie. In particolare il centro storico, ambito di concentrazione di valori storico-culturali e architettonici, si caratterizza nella situazione post-sisma per l'accessibilità ridotta e per i fenomeni di abbandono e degrado diffuso. Al suo interno sono previsti interventi diffusi di recupero. Le funzioni non residenziali sono state interessate da tre fenomeni principali: delocalizzazione con trasferimento in edifici esistenti o nuovi, diversi dalle precedenti sedi; delocalizzazione con trasferimento in sedi provvisorie; sospensione temporanea. Gli interventi di mitigazione del rischio sismico vengono dunque rivolti, più che alla trasformazione dell'assetto, al miglioramento del comportamento della Struttura urbana minima, attraverso interventi di messa in sicurezza degli edifici strategici e critici e il potenziamento del sistema dei percorsi di fuga e degli spazi sicuri, da raggiungere anche attraverso la riduzione della vulnerabilità sismica degli edifici su di essi affacciati. Sono stati individuati, infine, degli ambiti su cui prevedere interventi strategici integrati, ossia ambiti in cui concentrare complessi organici di interventi su componenti sistemiche differenti da integrare e coordinare, strategici per l'incremento di funzionalità della Struttura urbana minima. Il primo ambito, di tipo lineare, propone l'adeguamento di parti del sistema viario come circuito strategico, del quale sia garantita la piena funzionalità in caso di emergenza sismica; il secondo, areale, riguarda parti dell'insediamento urbano di particolare complessità. Tra queste, ancora il centro storico e gran parte del tessuto A, ovvero l'ambito edificato che faceva parte della principale polarità nell'assetto della Struttura urbana minima precedente al sisma. Gli approfondimenti per il centro storico riguardano particolarmente il sistema degli spazi pubblici e dei percorsi, che presenta caratteristiche e problemi spesso del tutto diversi da quelli del centro urbano (Fazzio, 2004). I principali interventi proposti riguardano la realizzazione di un sistema di percorsi e spazi sicuri da realizzare attraverso azioni sulle strutture e sugli spazi esistenti e attraverso la riconfigurazione di aree ora solo parzialmente utilizzate che potrebbero assumere un ruolo strategico permettendo di completare il sistema. Sono state evidenziate quelle situazioni che, per la sovrapposizione o l'interferenza di fattori ed elementi critici, si configurano come nodi particolarmente critici dei percorsi, per le quali si prevedono interventi prioritari di messa in sicurezza e mitigazione del rischio. Nell'assetto generale della ricerca applicativa, si legge come il principale requisito della Struttura urbana minima sia la flessibilità, che può essere raggiunta attraverso una molteplicità di elementi e di possibili assetti alternativi o attraverso la capacità degli stessi elementi di adeguarsi rapidamente alle condizioni imposte dall'emergenza sismica, quindi incrementando la Ridondanza del sistema, parlando di elementi della resilienza urbana. I risultati di ricerca raggiunti tramite lo studio delle trasformazioni della Struttura urbana minima e la valutazione di vulnerabilità urbana di Nocera Umbra, mostrano l'utilità, come possibile ricerca successiva, di una loro sperimentazione concreta svolta all'interno del

processo di costruzione di un piano locale, in modo da mettere a punto le diverse fasi, i gradi di approfondimento e i rapporti tra definizione delle scelte urbanistiche e valutazioni sismiche.

SINTESI

In generale i punti significativi ed innovativi, oltre che scelte determinanti nel processo di ricostruzione in Umbria, e miranti soprattutto ad un'attività di prevenzione in questo caso, possono riassumersi in:

- un approccio verso una prevenzione a scala territoriale vasta, in virtù della considerazione secondo cui "i danni del sisma producono effetti diretti ed indiretti alla scala urbana che assumono diverso significato e valore se letti alla scala territoriale, ma che possono avere conseguenze oltremodo pesanti non tanto dal punto di vista della sicurezza della popolazione quanto in termini di efficienza del sistema territoriale in fase di emergenza e di ricostruzione e ripresa" (Nigro, 2003)
- la sperimentazione della struttura urbana minima e dei ragionamenti a livello di tessuto, urbano e territoriale aprono nuovi scenari di analisi e di intervento, focalizzando l'attenzione sulla funzionalità del sistema in un'ottica che va oltre la mera ricostruzione delle singole unità edilizie. In questo approccio si chiede la necessità di stabilire delle priorità di intervento e di integrare le singole operazioni necessarie a ristabilire la normale funzionalità con interventi di mitigazione del rischio e riduzione della vulnerabilità.
- la distinzione tra ricostruzione leggera, pesante ed integrata a seconda della natura dell'ambiente costruito in analisi ha permesso di affrontare in modo differenziato le problematiche presenti. In particolare quella "integrata" e la sua traduzione nell'uso dei PIR in ambito di città storica, ha realizzato un lavoro unitario sui centri colpiti dal sisma. Sicuramente innovativa e intelligente, ma non perfetta, la suddivisione ha riscontrato anche degli elementi di criticità: infatti lo stato d'avanzamento dei tre tipi di intervento rivela una situazione di facilità applicativa per quanto riguarda la ricostruzione leggera e pesante, ed una condizione di partenza lenta per quella integrata. La questione è legata alla definizione delle unità minime di intervento ha richiesto processi di convergenza complessi, sia in chiave tecnico-progettuale sia per l'accordo non sempre semplice tra i proprietari coinvolti.
- altro elemento importante è stata l'integrazione delle valutazioni a scala urbana, oltre che edilizia, con la valutazione dei principali fattori di pericolosità locale, tra i quali sono state rilevate scarpate attive, frane attive o quiescenti, fasce pianeggianti di fondovalle soggette a esondazione, cave abbandonate non bonificate.

2.2.3. Abruzzo 2009

DATI DISASTRO
Data: 6 aprile 2009
Ora: 3:32:39 (CEST)
Magnitudo: 5.9
Intensità: IX-X scala Mercalli
Epicentro: L'Aquila
Sfollati: 65.000
Morti: 309
Feriti: 1.600
Sfollati: 70.000
Edifici privati distrutti: circa 20.000
Edifici privati danneggiati: circa 25.000
Danni al territorio: circa 10,6 miliardi di euro di danni stimati
Comuni coinvolti: Oltre al Capoluogo, il cratere conta 58 comuni e le relative frazioni. Numerosi danni in molti paesi come Santo Stefano di Sessanio, Castelvecchio Calvisio, San Pio, Villa Sant'Angelo, Fossa, Ocre, San Demetrio ne Vestini e i centri dell'Altopiano delle Rocche. La situazione più drammatica è nel capoluogo e in alcune delle sue frazioni come Onna, quasi rasa completamente al suolo, e Paganica.

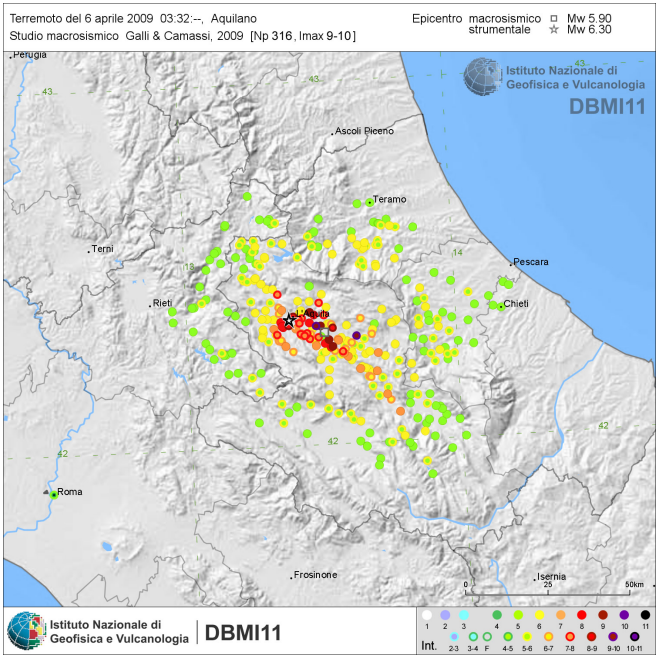


Figura 35: Distribuzione degli effetti del terremoto del 2009, secondo M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11, DOI: 10.6092/INGV.IT-DBMI11

DIMENSIONI DELLA RESILIENZA URBANA VALUTATE
Economica - Organizzazionale

INTRO

All'indomani degli eventi sismici dell'aprile 2009 che colpiscono l'Abruzzo sembra che a livello nazionale ci si sia dimenticati delle buone pratiche portate avanti durante la ricostruzione in Friuli e in Umbria e Marche e che, nonostante l'ottimo lavoro di alcuni specialisti chiamati in causa per la redazione dei piani di ricostruzione, si sia fatto un passo indietro nella gestione del processo e sulle azioni di prevenzione. Con la L. n.77/2009 recante "interventi urgenti in favore delle popolazioni colpite dagli eventi sismici nella regione Abruzzo nel mese di aprile 2009 e ulteriori interventi urgenti di protezione civile" si dispone la redazione di "Piani di Ricostruzione del centro storico delle città", che quindi ritornano per la prima volta in Italia dopo la L. 317/1993, con lo scopo principale di risolvere le questioni legate alla ricostruzione, e dunque con una chiara valenza di urgenza e mirate alla gestione nel breve periodo.

APPROCCIO PROCESSUALE

La Legge n. 77 del 24 giugno 2009, di conversione del D.L. 28 aprile 2009, n. 39, all' art.14, co.5-bis, ha previsto che la ricostruzione dei centri storici dei Comuni del cratere avvenga attraverso i Piani di Ricostruzione, i cui obiettivi, contenuti e procedura di approvazione sono definiti dal Decreto del Commissario Delegato per la Ricostruzione-Presidente della Regione Abruzzo n.3 del 9 marzo 2010.

I programmi di spesa sono stati introdotti da questi provvedimenti legislativi per disciplinare gli interventi su centri storici e su centri e nuclei urbani e rurali che rivestono carattere storico e artistico. Non sorprende dunque la copiosa produzione scientifica strettamente legata agli aspetti finanziari (Angeletti, et al., 2013, Agrello, et al, 2015, Fico et al., 2015), soprattutto considerando le due fasi ben distinte della ricostruzione in Abruzzo: la prima disciplinata dalla legge nazionale, appunto la 77/2009, e da una serie di OPCM, primo tra cui il n. 3803 del 15 agosto 2009, per il rilascio dei contributi, la seconda invece iniziata con la L. 134/2012 che ha introdotto sostanziali novità nella gestione del processo introducendo due Uffici Speciali per la Ricostruzione, uno per il Comune del Capoluogo di regione (USRA) e uno per gli altri Comuni del Cratere (USRC), entrato in funzione il 26 aprile 2013. A tre anni dal sisma si ha dunque una variazione di tendenza, abbandonando l'approccio fortemente top-down con controllo statale / nazionale che ha caratterizzato la prima fase e preferendo un controllo più diretto del luogo sul territorio stesso, date le necessità locali venute alla luce, e quindi virando verso un indirizzo più bottom-up. è lo stesso USRC che chiederà ad alcuni redattori dei piani di ricostruzione un'integrazione degli elaborati seguendo anche quanto dichiarato nel Decreto del Commissario Delegato per la Ricostruzione del 9/3/2010 riportante "Linee di indirizzo strategico per la ripianificazione del territorio", nonché gli obiettivi e i contenuti dei PdR.

Sottolineando gli obiettivi dei piani di ricostruzione per assicurare la ripresa socio-

economica del territorio di riferimento, per promuovere la riqualificazione dell'abitato e facilitare il rientro delle popolazioni nelle abitazioni recuperate a seguito dei danni provocati dagli eventi sismici del 6 aprile 2009, il Decreto del CD per la Ricostruzione definisce anche gli elementi costituenti i Piani:

a. individuazione degli interventi;
b. messa in sicurezza di ciascun ambito ai fini dei successivi interventi di ricostruzione;
c. stima economica degli interventi previsti;
d. individuazione dei soggetti interessati;
e. cronoprogramma degli interventi con l'individuazione delle priorità.

Inoltre nei PdR vi è una sperimentazione di strumenti operativi per l'individuazione degli aggregati e delle unità strutturali, utili ed efficaci in prima fase alla mitigazione delle vulnerabilità edilizia, ma ancora poco legati rispetto alla vulnerabilità urbana ed al comportamento globale dell'organismo città. Non si può quindi che concordare con Di Salvo, Giuffrè, Pellegrino e Pizzo, quando nel 2012, scrivono evidenziando che L. n.77/2009 si occupi principalmente dell'emergenza abitativa post-terremoto, e che si differenzi in maniera sostanziale dalla legge del 1998 per la ricostruzione emanata dopo il sisma di Marche e Umbria delle politiche e delle azioni rivolte esplicitamente alla prevenzione si può rilevare che tali contenuti sono ancora deboli nelle normative nazionali. La Legge n. 134 del 7 agosto 2012, nel disporre la chiusura dello stato d'emergenza in Abruzzo, all'art. 67-quinquies ha introdotto il termine del 10 dicembre 2012 per la predisposizione dei Piani di Ricostruzione ai sensi della L.77/2009. La suddetta legge ha inoltre attribuito natura strategica ai Piani e, se asseverati dalla Provincia, anche urbanistica.

L'intesa sulla costituzione dell'Ufficio Speciale per la Ricostruzione dei Comuni del Cratere (USRC), siglata il 9 agosto 2012, all'art.3, co.1, lettera f), ha previsto che l'USRC effettui l'istruttoria dei piani di ricostruzione dei singoli Comuni delle otto aree omogenee negli aspetti tecnici e finanziari e ne attesti la congruità economica.

Con il ritorno alla gestione ordinaria, anche la procedura di approvazione del piano di Ricostruzione si è modificata: l'Intesa tra Sindaco, Presidente della Provincia e Commissario Delegato per la Ricostruzione-Presidente della Regione Abruzzo, con cui veniva approvato il Piano sotto il profilo urbanistico ed economico-finanziario, con la chiusura dello stato di emergenza è stata sostituita dall'espressione di un Nulla osta da parte dell'Ufficio Speciale, che ne attesta la congruità economica, e dalla conclusione di un Accordo di programma con la Provincia, qualora il Piano abbia valenza urbanistica, costituendo variante allo strumento vigente (USRC, 2015).

Nell'ambito dello studio è stata redatta un'indagine conoscitiva e descrittiva dei Piani di Ricostruzione redatti dopo gli ultimi eventi calamitosi sul territorio italiano, con particolare attenzione a quanto accaduto in Abruzzo dopo il sisma del 2009.

LìIndagine S.De.P.R.A.(Studio Descrittivo dei Piani di Ricostruzione in Abruzzo) si pone l'obiettivo di analizzare nello specifico tempistiche di redazione dei Piani di Ricostruzione e del materiale necessario alla loro predisposizione, nonché delle criticità e potenzialità di tali strumenti in ottica di prevenzione del danno e tutela del patrimonio costruito dei nostri centri storici.

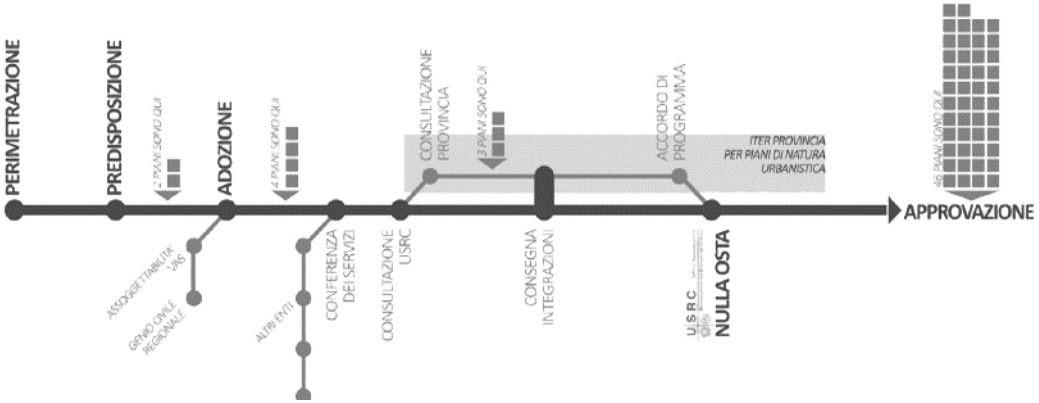
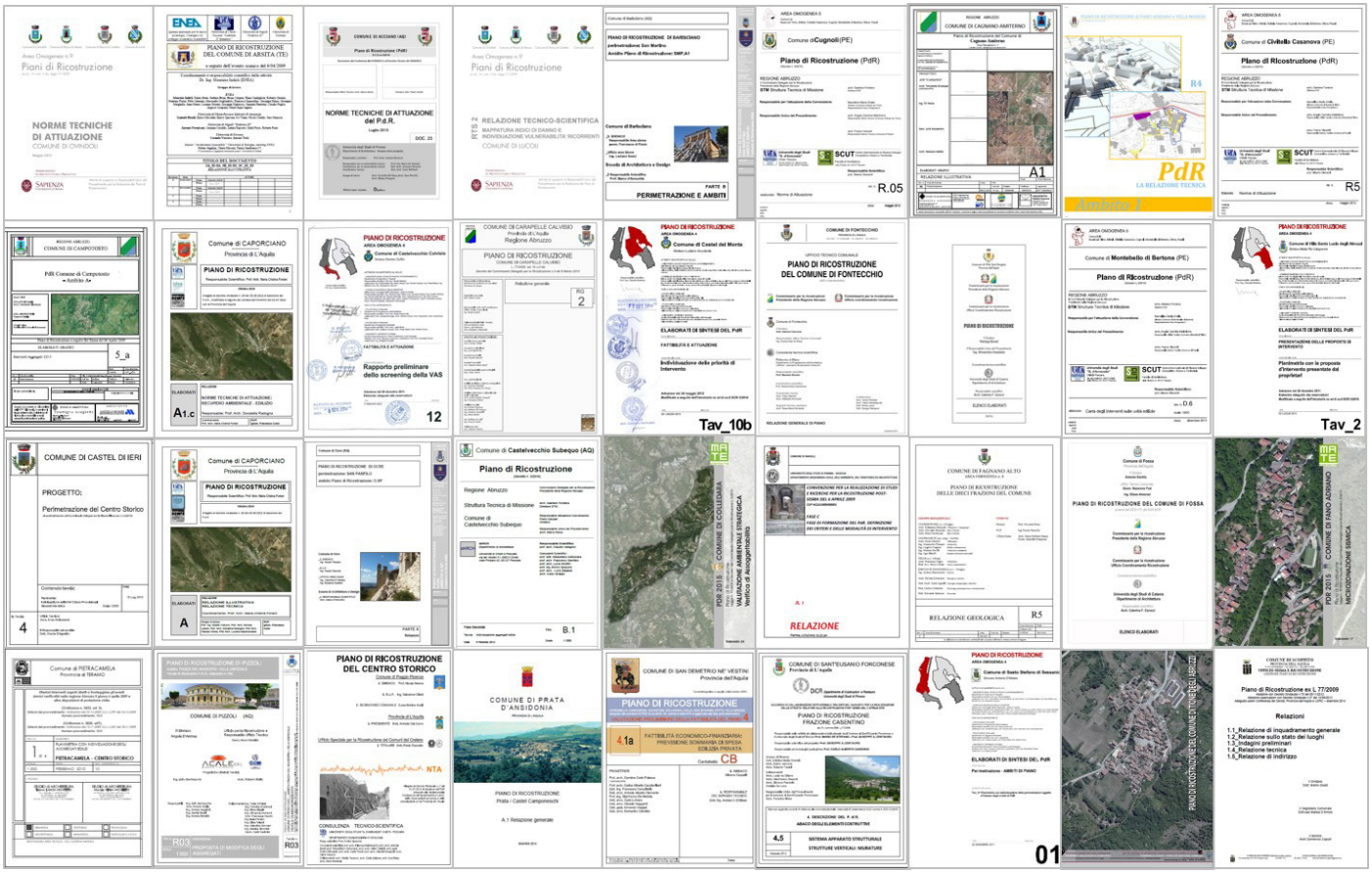


Figura 36: Schema dell'iter procedurale di approvazione dei PdR in Abruzzo. Fonte: USRC, 2015

Figura 37: Alcuni dei 58 piani di Ricostruzione redatti per i comuni colpiti dal sisma in Abruzzo e analizzati per lo studio



APPROCCIO PROGETTUALE - CASO STUDIO: Fossa

L'Amministrazione di Fossa, così come previsto dalle direttive del Commissario Delegato per la Ricostruzione (Struttura Tecnica di Missione) ha scelto di avvalersi dell'Università di Catania, già operante nel limitrofo comune di Villa Sant'Angelo.

Le indagini preliminari volte alla conoscenza del centro storico di Fossa hanno avuto inizio già a partire dall'agosto del 2011 mediante un'attività ricognitiva per l'analisi dello stato attuale e l'acquisizione di dati conoscitivi di base, da parte della Facoltà di Architettura dell'Università di Catania (Prof. Caterina Carocci), individuata per l'attività di supporto al Piano di Ricostruzione, in collaborazione con L'Università degli Studi di Genova (Prof. Sergio Lagomarsino).

Un fattore molto importante nella redazione del PdR è stata la presenza stabile presso il Comune di parte del gruppo di lavoro, che in questo modo ha potuto seguire con costanza ogni fase dell'elaborazione del piano, a diretto contatto con la realtà del centro storico oggetto di studio e con i soggetti interessati (amministrazione, enti, proprietari, tecnici, portatori di interesse vari). Assume dunque rilevanza fondamentale il processo partecipativo avviato dall'università con gli attori coinvolti.

Il piano si inserisce sicuramente nell'obiettivo più generale di contribuire all'implementazione di un corpo di conoscenza relativo al comportamento del costruito delle città storiche, per costruire una solida base scientifica su cui fondare gli interventi per la ricostruzione. L'esperienza del gruppo di lavoro, e della Prof.ssa Carocci si legge nell'impostazione di tutto il piano, a partire dalla lettura dei tipi edilizi e del lessico costruttivo locale:

> *"Il centro storico di Fossa, data la morfologia del sito in cui nasce, è costituito in gran parte da edifici afferenti all'assetto tipo monocellulare "casa su pendio", caratterizzato da due cellule sovrapposte accostate al gradino roccioso e aggregate in isolati a sviluppo prevalentemente lineare. L'entità del dislivello su cui nasce la casa ne determina e ne caratterizza la conformazione iniziale, così come gli eventuali ampliamenti e trasformazioni successive. Il tipo edilizio di base che nasce sul pendio medio, in primo luogo, è costituito da un ambiente a piano terra adibito a magazzino e uno al piano superiore destinato ad abitazione. La presenza del dislivello rende possibile la definizione di due accessi distinti per i due ambienti: a valle per il magazzino e a monte per l'abitazione. […] Dal punto di vista costruttivo, l'impostazione più frequente osservata negli edifici fossolani definisce il piano terra voltato a botte (ortogonale o parallela al pendio), mentre solai in legno o in putrelle e voltine in laterizio costituiscono gli orizzontamenti dei piani superiori. Le coperture sono a doppia falda non spingenti; la struttura è a vista quando non è presente una volta di mattoni in foglio utilizzata come controsoffitto."*
> *Relazione generale di Piano. PdR di Fossa*

Di rilevante interesse le analisi sul costruito su scala urbana e di tessuto, che vengono



Figura 38: Estratto dall'elaborato A.16 Mutazioni a livello di tipo e di aggregato dal PdR di Fossa

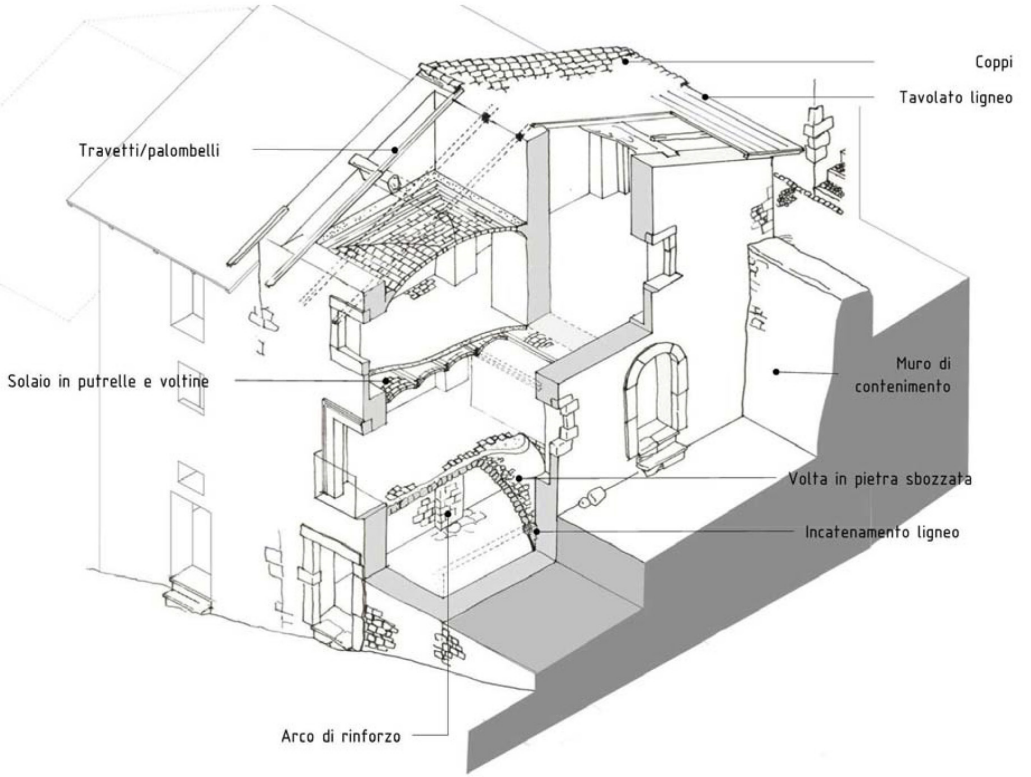


Figura 39: Spaccato assonometrico costruttivo dal PdR di Fossa

accompagnate da schede di approfondimento (elaborato P.10) su quelli che vengono definiti “elementi incongrui”, ossia elementi non compatibili con l’Unità Architettonica (U. A.) di cui fanno parte per motivi di carattere estetico e di vulnerabilità diretta o indotta. Fanno parte di questa categoria i volumi aggiunti, i volumi in aggetto e le sopraelevazioni, come ad esempio i bagni esterni. Questa attività, ha permesso una prima catalogazione di elementi a rischio nel tessuto urbano.

L’importanza dell’approccio multiscalare adottato nel piano, si legge passando dalle analisi preliminari alla scala urbana e di tessuto, fino a quelle di dettaglio alla scala di aggregato. L’edificato è stato dunque suddiviso in aggregati a partire dalla revisione dell’elaborato allegato all’atto di perimetrazione, valutandone la rispondenza con le proposte presentate dai cittadini e la conformità con i criteri tecnici dettati dalle ordinanze e dalle normative vigenti (NTC 2008 e relativa Circolare, OPCM 3820 e 3832 e s.m.i.). Ribadendo che per aggregato strutturale si intende un insieme non omogeneo di edifici individuabile mediante gli spazi che lo rendono strutturalmente indipendente dagli edifici nelle immediate vicinanze (strade piazze, corti interne, giunti di separazione), in modo tale da non interagire direttamente con essi in presenza di un’azione sismica o dinamica in genere.

Il piano è stato in generale strutturato per nuclei di riqualificazione urbana finalizzati al restauro e all’adeguamento di spazi pubblici, al miglioramento di accessibilità dei percorsi e degli spazi sicuri ed anche con nuova disposizione e dotazione di servizi pubblici e di interesse pubblico, di parcheggi pubblici e privati. Sebbene l’obiettivo di questa strutturazione fosse alto e di nobile portata, sembra essere stato anche uno dei punti di più difficile concretizzazione delle azioni. Così come per altri piani indagati, la gestione dello spazio pubblico e la riqualificazione delle aree libere dell’ambiente costruito, ha rappresentato una criticità diffusa, data la differenza di applicazione di norme tecniche e regolamenti rispetto invece all’edificato.

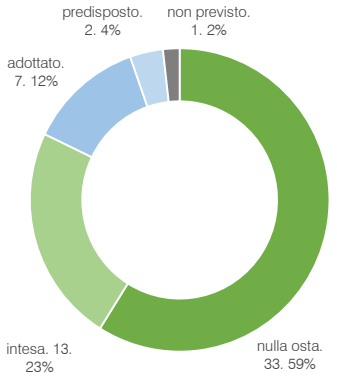
SINTESI

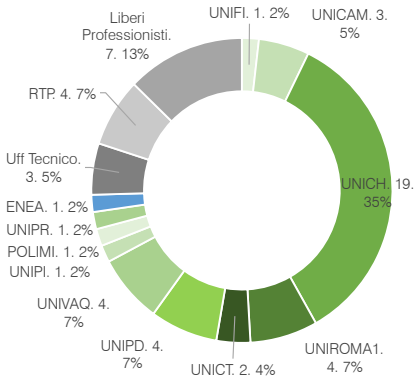
La ricostruzione post-sisma 2009 ha quindi visto alcuni elementi fondamentali:

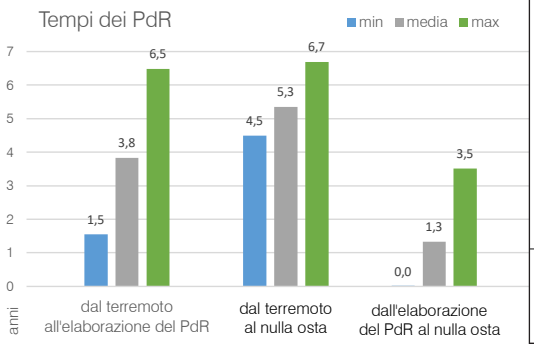
- una copiosa produzione normativa per regolamentare il processo:
    - In primis la Legge 77/2009 che ha reintrodotto nella normativa italiana i PdR. Definisce gli obiettivi del Piano di Ricostruzione prevedendo una generica intesa con il Commissario e il Presidente della Provincia, per le materie di sua competenza. Il Piano deve assicurare la ripresa socio-economica, la riqualificazione dell’abitato e facilitare il rientro delle popolazioni sfollate nelle abitazioni danneggiate dal sisma del 6 aprile 2009.
    - Decreto del Commissario delegato per la Ricostruzione n. 3/2010. L’art. 5 del Decreto ribadisce gli obiettivi del Piano di Ricostruzione indicati dalla legge (comma 1) e ne definisce i contenuti (comma 2): analisi dello stato dei luoghi, riferimenti alla microzonazione sismica, individuazione degli interventi e dei soggetti interessati, messa in sicurezza degli ambiti di ricostruzione, stima economica e cronoprogramma degli interventi. All’art 6 ne definisce il

Figura 41: Tabella sullo Stato dei Piani di Ricostruzione dell'Abruzzo 2009 . Indagine SDePRA condotta dall'autore. Stato a giugno 2016.

Figura 40: Grafici sullo stato dei Piani di Ricostruzione in Abruzzo a seguito del sisma 2009. Elaborazioni dell'autore.







A.O.	Comune	Redattore PdR	stato del PdR	data nulla osta	data elaborati PdR
1	L'Aquila	Uff Tecnico		----	27/10/2011
2	BARETE	Liberi Professionisti	nulla osta / intesa	04/11/2013	13/09/2012
	CAGNANO AMITERNO	RTP	adottato	x	06/02/2015
	CAMPOTOSTO	RTP	nulla osta / intesa	29/01/2014	01/10/2013
	CAPITIGNANO	UNICH	nulla osta / intesa	09/04/2014	04/08/2011
	MONTEREALE	UNICH	nulla osta / intesa	pre USRC	01/12/2011
	PIZZOLI	Liberi Professionisti	nulla osta / intesa	30/03/2015	01/09/2012
	SCOPPITO	Uff Tecnico	nulla osta / intesa	31/12/2014	01/12/2014
	TORNIMPARTE	Liberi Professionisti	adottato	x	x
3	ARSITA	ENEA	nulla osta / intesa	23/07/2014	12/12/2013
	CASTELLI	UNICH	adottato	x	x
	COLLEDARA	Liberi Professionisti	adottato	10/11/2015	01/08/2015
	FANO ADRIANO	RTP	adottato	x	01/07/2015
	MONTORIO AL VOMANO	RTP	predisposto	x	x
	PENNA SANT'ANDREA	UNICAM	nulla osta / intesa	17/04/2014	---
	PIETRACAMELA	Liberi Professionisti	predisposto	x	01/02/2010
	TOSSICIA	Uff Tecnico	adottato	x	27/08/2015
4	CASTEL DEL MONTE	UNIPD	nulla osta / intesa	07/09/2013	17/05/2012
	SANTO STEFANO DI SESSANIO	UNIPD	nulla osta / intesa	07/09/2013	22/06/2012
	VILLA SANTA LUCIA DEGLI ABRUZZI	UNIPD	nulla osta / intesa	27/02/2014	06/07/2013
5	BRITTOLI	UNICH	nulla osta / intesa	pre USRC	01/12/2011
	BUSSI SUL TIRINO	UNICH	nulla osta / intesa	pre USRC	01/12/2011
	CAPESTRANO	UNICH	nulla osta / intesa	17/12/2014	01/12/2011
	CIVITELLA CASANOVA	UNICH	nulla osta / intesa	pre USRC	01/12/2011
	CUGNOLI	UNICH	nulla osta / intesa	pre USRC	01/12/2011
	MONTEBELLO DI BERTONA	UNICH	nulla osta / intesa	pre USRC	01/12/2011
	OFENA	UNICH	nulla osta / intesa	pre USRC	01/12/2011
	POPOLI	UNICH	nulla osta / intesa	pre USRC	01/12/2011
	TORRE DE' PASSERI	------	non previsto	x	x
6	CAPORCIANO	UNICH	nulla osta / intesa	10/12/2014	01/10/2014
	CARAPELLE CALVISIO	Liberi Professionisti	nulla osta / intesa	23/12/2014	11/03/2013
	CASTELVECCHIO CALVISIO	UNIPD	nulla osta / intesa	10/01/2014	17/05/2012
	NAVELLI	UNIPR	nulla osta / intesa	23/12/2013	21/12/2013
	PRATA D'ANSIDONIA	Uff Tecnico	nulla osta / intesa	02/04/2015	01/12/2014
	SAN PIO DELLE CAMERE	UNIPI	nulla osta / intesa	02/03/2015	---
7	BUGNARA	UNIVAQ	nulla osta / intesa	30/05/2014	---
	CASTEL DI IERI	UNICH	nulla osta / intesa	01/04/2014	15/10/2010
	CASTELVECCHIO SUBEQUO	UNICH	nulla osta / intesa	12/11/2013	08/02/2012
	COCULLO	UNICH	adottato	x	21/12/2011
	COLLARMELE	UNIVAQ	nulla osta / intesa	10/04/2014	---
	GAGLIANO ATERNO	UNICH	nulla osta / intesa	07/05/2015	*28/12/2012*
	GORIANO SICOLI	UNICH	nulla osta / intesa	24/07/2013	*27/08/2014*
8	ACCIANO	UNIFI	nulla osta / intesa	11/11/2013	01/07/2013
	BARISCIANO	UNICAM	nulla osta / intesa	23/01/2014	---
	FAGNANO ALTO	Liberi Professionisti	nulla osta / intesa	15/05/2014	01/05/2014
	FONTECCHIO	POLIMI	nulla osta / intesa	19/01/2015	01/11/2012
	FOSSA	UNICT	nulla osta / intesa	25/10/2013	13/06/2012
	OCRE	UNICAM	nulla osta / intesa	17/04/2014	---
	POGGIO PICENZE	UNICH	nulla osta / intesa	20/10/2014	05/11/2012
	SAN DEMETRIO NE' VESTINI	UNICH	nulla osta / intesa	03/03/2015	19/11/2014
	SANT'EUSANIO FORCONESE	UNIVAQ + UNIFI	nulla osta / intesa	21/10/2013	01/12/2012
	TIONE DEGLI ABRUZZI	UNIVAQ	nulla osta / intesa	28/07/2015	29/08/2012
	VILLA SANT'ANGELO	UNICT	nulla osta / intesa	24/07/2013	23/09/2013
9	LUCOLI	UNIROMA1	nulla osta / intesa	pre USRC	01/12/2011
	OVINDOLI	UNIROMA1	nulla osta / intesa	pre USRC	01/12/2011
	ROCCA DI CAMBIO	UNIROMA1	nulla osta / intesa	pre USRC	01/12/2011
	ROCCA DI MEZZO	UNIROMA1	nulla osta / intesa	pre USRC	01/12/2011

procedimento di formazione.
    - OPCM 3996 del 17 gennaio 2012. Prevede che il Piano di Ricostruzione possa essere predisposto per Piani Stralcio e debba essere accompagnato da un Documento Pianificatorio Unitario e da una stima di massima dei costi riguardante l'intero centro storico.
    - A questi riferimenti normativi si aggiungono le disposizioni dell'OPCM n. 3820/2010 per l'identificazione degli aggregati e del DCR n. 12/2010 per la costituzione dei consorzi obbligatori.
- Un processo di ricostruzione diviso in due fasi ben distinte, pre e post USRC. Una variazione di rotta introdotta in corso d'opera dalla L. 134/2012 che ha introdotto due Uffici Speciali per la Ricostruzione, uno per il Comune del Capoluogo di regione (USRA) e uno per gli altri Comuni del Cratere (USRC).
- Per i 58 piani di ricostruzione dei comuni del cratere, si riscontrano dei dati comuni: analisi dell'evoluzione urbana del centro storico, analisi delle caratteristiche costruttive dell'edificato e valutazioni sul danno e agibilità degli edifici. A queste si sommano quelle richieste dall'USRC, ossia cronoprogramma degli interventi e quadro economico. Alcuni piani hanno sviluppato maggiormente alcuni temi inerenti la conoscenza della costruzione delle zone colpite, accompagnando i PdR con relazioni specialistiche da parte di strutturisti sul comportamento della costruzione in muratura in aggregato. In generale i piani hanno trovato un buon riscontro dal punto di vista dell'ampliamento della conoscenza scientifica, ma ostacoli nell'applicazione pratica, essendo di primo interesse dei singoli proprietari la questione economica per la ricostruzione degli edifici privati. Una criticità comune ai piani gestiti dagli enti universitari, e raccontata da diversi responsabili intervistati, appare essere quella dell'estromissione dei redattori dal processo di controllo, una volta terminato il piano.

2.4. Pianificazione e prevenzione in Italia

Dopo il terremoto in Abruzzo del 6 aprile 2009, lo Stato ha emanato un nuovo provvedimento per dare maggiore impulso alla prevenzione sismica, stimolando anche quelle azioni che erano state marginalmente, o per nulla, toccate da provvedimenti precedenti.

L'articolo 11 della legge 77/2009 di conversione del decreto legge Abruzzo, infatti, prevede che siano finanziati interventi per la prevenzione del rischio sismico in tutta Italia e stanzia, a tale scopo, 963,5 milioni di euro ripartiti in sette anni. L'attuazione dell'art. 11 è affidata al Dipartimento della protezione civile ed è stata regolata attraverso ordinanze del Presidente del Consiglio dei Ministri.

Per la prima volta, attraverso un programma organico pluriennale, l'intero territorio nazionale viene interessato da studi per la caratterizzazione sismica delle aree e da interventi per rendere più sicuri gli edifici pubblici e privati.

La prima ordinanza emanata in attuazione dell'art. 11 della legge n. 77/09 è l'OPCM 13 dicembre 2010, n. 3907, che disciplina l'utilizzo dei fondi per l'annualità 2010 destinandoli a:

- indagini di microzonazione sismica, per definire le aree soggette ad amplificazioni dello scuotimento sismico o deformazioni permanenti del suolo in caso di terremoto;
- interventi di rafforzamento locale o miglioramento sismico o, eventualmente, demolizione/ ricostruzione su edifici ed opere pubbliche d'interesse strategico per finalità di protezione civile e/o rilevanti per le conseguenze di un loro eventuale collasso;
- interventi strutturali di rafforzamento locale o miglioramento sismico o di demolizione/ ricostruzione su edifici privati; d. altri interventi urgenti e indifferibili per la mitigazione del rischio simico, riservati a infrastrutture (es. ponti, viadotti) di interesse strategico in caso di emergenza.

Questo rappresenta uno degli sviluppi più recenti elaborati su territorio nazionale in campo di pianificazione e prevenzione, e bisogna ricordare che al momento in Italia vi sono tre sperimentazioni degne di menzione, per rigore scientifico e applicazioni eseguite.

Una prima risulta quella condotta dalla Regione Emilia Romagna in collaborazione con l'INU a partire dagli anni novanta finalizzata a promuove la valorizzazione dei centri storici attraverso la pianificazione urbanistica e la programmazione del recupero edilizio, assumendo anche l'obiettivo di ridurre il rischio sismico. Il programma si è poi sviluppato prendendo il nome di "Vulnerabilità dei Sistemi Urbani".

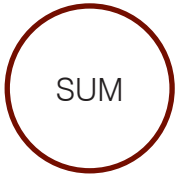
Una seconda ricerca è quella nata nella Regione Umbria, per l'identificazione di una "Struttura Urbana Mimima", ossia un sistema urbano strategico per la tenuta al sisma e la fase di ricostruzione. Nata alla fine degli anni 90 e consolidata con la LR 11/2005.

Da ultimo, nel 2012 con l'OPCM 4007/12 viene inoltre introdotta l'analisi della Condizione Limite per l'Emergenza (CLE), che consente di integrare le azioni per la mitigazione del rischio sismico, migliorando la gestione delle attività in emergenza, dopo il terremoto.

2.4.1. Struttura Urbana Minima SUM



Regione Emilia Romagna e INU



Regione Umbria e Sapienza



Dipertimento di Protezione Civile

Un'importante ricerca di pianificazione pre-evento calamitoso in Italia si è sviluppata con la Ricerca Por-Fesr 2007-2013: "Linee guida per l'individuazione della Struttura Urbana Minima e le valutazioni di vulnerabilità urbana" sviluppata dalla Regione Umbria in collaborazione con DPTU - Dipartimento di Pianificazione Territoriale e Urbanistica - Sapienza Università di Roma. La L.R. 11/2005 della Regione Umbria prevede l'integrazione degli interventi per la riduzione della vulnerabilità sismica a scala urbana negli strumenti di pianificazione, con l'intento di rendere la prevenzione e la riduzione di rischio sismico come parte integrante del processo ordinario del governo del territorio.

Nata come struttura per garantire la sopravvivenza del sistema urbano (1999) si è evoluta verso la definizione di un sistema portante strategico in fase di emergenza e di ricostruzione (2004) definito sulla base della valutazione della vulnerabilità del sistema in ragione del suo assetto funzionale ed insediativo.

Le Linee guida forniscono i riferimenti e le indicazioni necessarie per individuare la Struttura urbana minima (SUM) all'interno degli strumenti di pianificazione, individuando nella Sum la categoria essenziale per ridurre la vulnerabilità sismica a scala urbana, attraverso obiettivi e interventi da realizzare sia tramite il Prg parte strutturale, sia tramite il Prg parte operativa, sia attraverso gli altri strumenti urbanistici e programmi attuativi e settoriali. Si cerca quindi una cooperazione ed integrazione dei piani urbanistici con concetti di prevenzione della vulnerabilità urbana; dove per vulnerabilità urbana si intende la suscettività al danneggiamento fisico e alla perdita di organizzazione e di funzionalità sotto sisma di un insediamento urbano nel suo complesso.

La Sum rappresenta il riferimento essenziale dei sistemi urbani strategici per la risposta al sisma della città nel suo complesso, individuando "cosa deve resistere comunque" in

caso di sisma.

La Struttura urbana minima (Sum) si configura come sistema di percorsi, spazi, funzioni urbane ed edifici strategici per la risposta urbana al sisma in fase di emergenza, e per il mantenimento e la ripresa delle attività urbane ordinarie, economico-sociali e di relazione in fase successiva all'evento sismico.

La Sum costituisce il sistema essenziale per la tenuta al sisma dell'organismo urbano, anche in seguito alla possibile concatenazione di eventi collaterali causati dal sisma (incendi, frane, dissesti e fenomeni idrogeologici ecc.).

La Sum è, insieme, una categoria analitica e di progetto: rispetto alla risposta urbana all'evento sismico, infatti, legge e interpreta l'esistente, considerando anche le trasformazioni previste o consentite dagli strumenti di pianificazione, e rispetto ad entrambi, si "dimensiona" e si organizza, anche prevedendo il necessario miglioramento o potenziamento di funzionalità. Il suo contenuto è, perciò, eminentemente previsionale.

Dalla definizione di Struttura urbana minima discende che al suo interno non possono esistere elementi "aggiuntivi" o "secondari"; per definizione, appunto, la struttura comprende le componenti minime indispensabili, nessuna delle quali può essere sottratta senza comprometterne il funzionamento complessivo.

Obiettivo della definizione di questa struttura minima è l'implementazione della pianificazione preventiva mediante la creazione di sistemi resistenti a determinati tipi di calamità e che fungano da volano per la ricostruzione.

Dalla definizione di Struttura urbana minima consegue che:

1. della Sum fanno parte sempre: i percorsi strutturanti (di attraversamento, di connessione con l'esterno, principali interni, e di connessione tra funzioni primarie o strategiche); le vie di comunicazione stradali e ferroviarie principali e relativi nodi (svincoli, nodi principali, porte urbane, stazioni); le vie di fuga e gli spazi aperti sicuri; i nodi funzionali nevralgici (organi di governo urbani e sovralocali, strutture sanitarie, protezione civile, forze dell'ordine, vigili del fuoco).
2. della Sum fa parte tutto ciò che è strategico dal punto di vista funzionale; ma, particolarmente per la risposta al sisma nella fase di ripresa, a seconda delle valutazioni espresse in fase di costruzione del Quadro conoscitivo del Documento di valutazione del Prg.

Le componenti sistemiche della struttura urbana strategiche per la risposta urbana al sisma, ossia le componenti della Struttura urbana minima, sono:

- il sistema della mobilità e dell'accessibilità;
- il sistema degli spazi aperti sicuri;
- il sistema degli edifici e delle strutture strategiche;
- il sistema delle reti tecnologiche principali (lifelines).

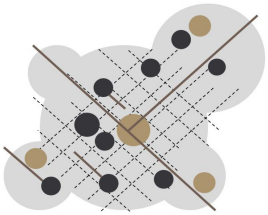


Figura 42: Schema concettuale della SUM. Elaborata dall'autore.

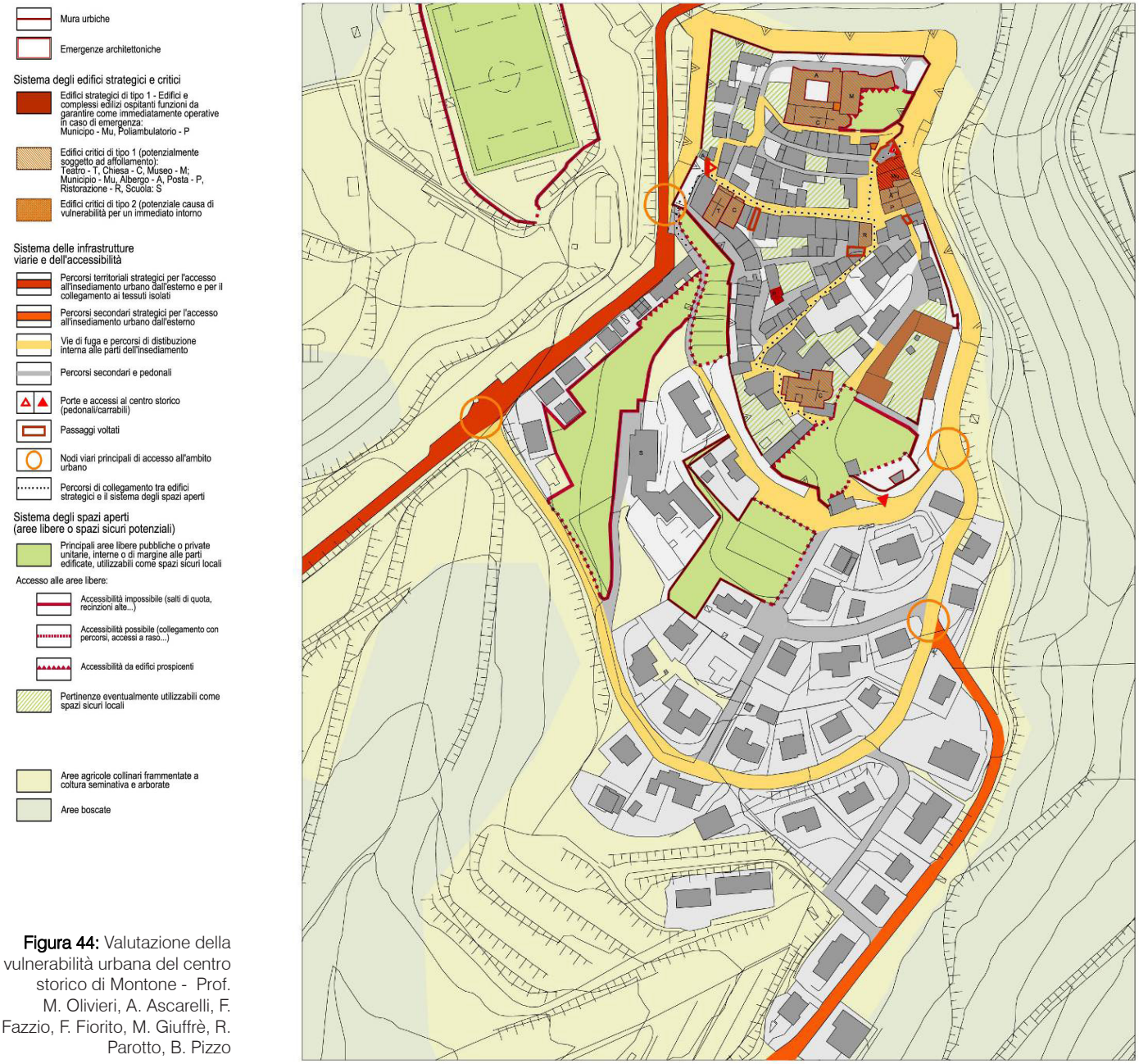


Figura 44: Valutazione della vulnerabilità urbana del centro storico di Montone - Prof. M. Olivieri, A. Ascarelli, F. Fazzio, F. Fiorito, M. Giuffrè, R. Parotto, B. Pizzo

Possono far parte della Sum, in ragione delle specifiche condizioni di contesto, ossia a seconda dello specifico valore strategico attribuito a strutture e luoghi dall'Amministrazione e delle comunità locali:

- il sistema dei beni culturali e dei luoghi di relazione
- il sistema delle attività economico-produttive e delle funzioni urbane principali.

Gli elementi componenti della Sum possono essere edifici, strutture o spazi, appartenenti ai sistemi sopra indicati, già esistenti o anche previsti in sede di pianificazione o programmazione.

Particolarmente interessante, questa ricerca trova ora le prime possibilità di applicazione in territorio umbro, nata come linee guida utilizzabili su differenti realtà urbane, lega la definizione stessa di SUM al contesto specifico sia a livello culturale quanto amministrativo, dovendo rapportarsi con i piani urbanistici esistenti, o in sviluppo, e con una conoscenza profonda della situazione locale. Rappresenta quindi un buon punto di partenza e inquadramento urbano delle problematiche affrontate nella ricerca personale.

2.4.2. Condizione Limite per l'Emergenza CLE

Si definisce come Condizione Limite per l'Emergenza (CLE) dell'insediamento urbano quella condizione al cui superamento, a seguito del manifestarsi dell'evento sismico, pur in concomitanza con il verificarsi di danni fisici e funzionali tali da condurre all'interruzione delle quasi totalità delle funzioni urbane presenti, compresa la residenza, l'insediamento urbano conserva comunque, nel suo complesso, l'operatività della maggior parte delle funzioni strategiche per l'emergenza, la loro accessibilità e connessione con il contesto territoriale.

L'analisi della CLE dell'insediamento urbano viene effettuata utilizzando la modulistica predisposta dalla Commissione Tecnica di cui all'articolo 5 commi 7 e 8 dell'OPCM 3907/2010 ed emanata con apposito decreto del Capo del Dipartimento della protezione civile. Tale analisi comporta:

1. l'individuazione degli edifici e delle aree che garantiscono le funzioni strategiche per l'emergenza;
2. l'individuazione delle infrastrutture di accessibilità e di connessione con il contesto territoriale, degli edifici e delle aree di cui al punto a. e gli eventuali elementi critici;
3. l'individuazione degli aggregati strutturali e delle singole unità strutturali che possono interferire con le infrastrutture di accessibilità e di connessione con il contesto territoriale.

A tal fine sono stati predisposti degli standard di archiviazione dei dati, questi ultimi rilevati attraverso una apposita modulistica (5 tipi di schede) e rappresentati cartograficamente (in formato shapefile).

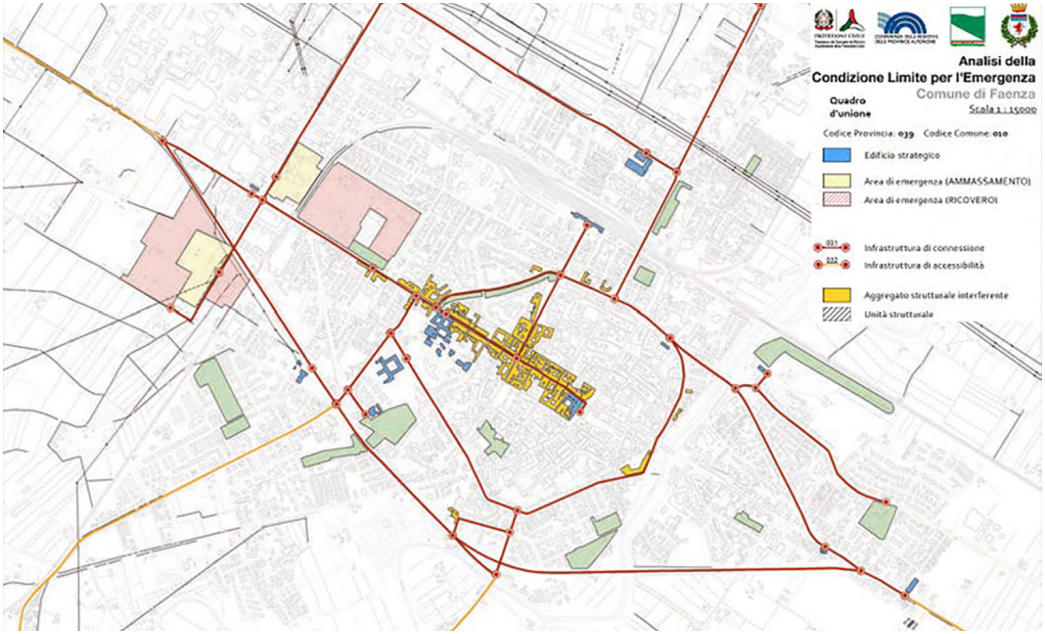


Figura 46: Carta degli elementi per l'analisi della CLE. Sperimentazione nel comune di Faenza (RV)

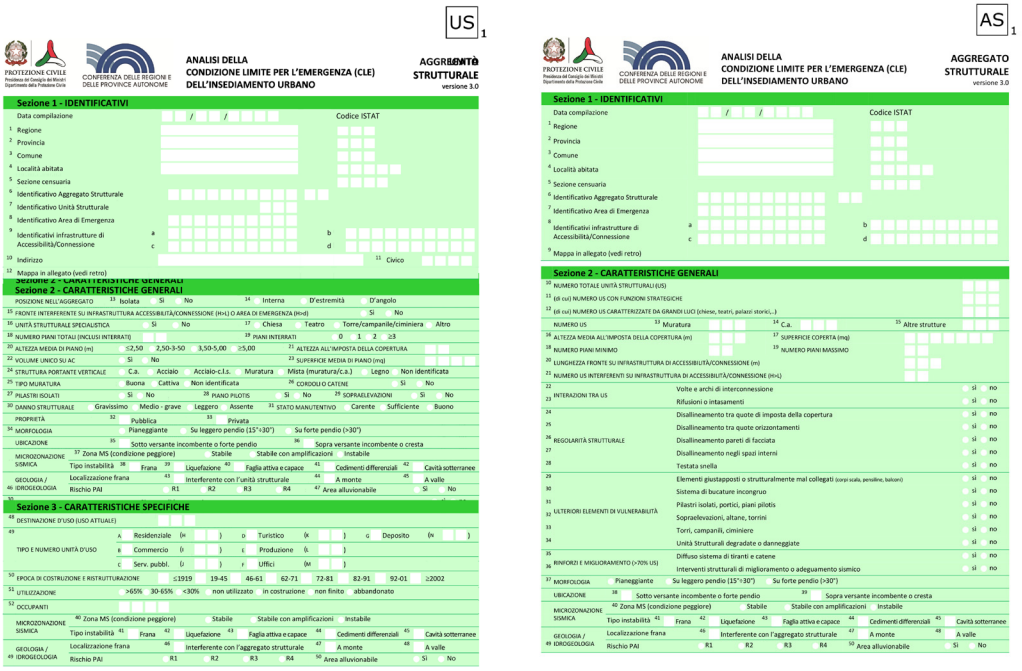


Figura 45: Schede tipo per il rilievo degli elementi della CLE per l'Aggregato Strutturale (AS) e l'Unità Strutturale (US)

Le 5 schede sono:

- ES Edificio Strategico
- AE Area di Emergenza
- AC Infrastruttura Accessibilità/Connessione
- AS Aggregato Strutturale
- US Unità Strutturale

L'analisi viene condotta in concomitanza agli studi di microzonazione sismica e perciò a livello comunale, anche se è possibile effettuarla a livello intercomunale.

Sebbene focalizzato sulla gestione dell'emergenza, e quindi non contentente espressamente dei caratteri di prevenzione e riduzione della vulnerabilità sismica, questo tipo di pianificazione ha delle ricadute sulla preparazione del terriotorio locale all'evento e nella creazione di un database aggiornato almeno per gli edifici e gli aggregati interessati.

2.4.3. Analisi dei sistemi urbani

Dagli anni novanta la regione Emilia-Romagna promuove la valorizzazione dei centri storici attraverso la pianificazione urbanistica e la programmazione del recupero edilizio, assumendo anche l'obiettivo di ridurre il rischio sismico.

L'attenzione dedicata alla prevenzione sismica nei Piani di recupero (la cui redazione è incentivata dai contributi regionali previsti dalla DCR 1036/1986 e dalla LR 6/1989, oggi sostituita dalla LR 16/2002) nasce dalla constatazione del ruolo dei centri storici nel sistema insediativo regionale, dalla coscienza dell'elevata vulnerabilità sismica urbana degli stessi e dalla sensibilità della normativa urbanistica regionale per la tutela dell'edilizia storica, anche nei suoi caratteri tipologici, costruttivi e materici, spesso alterati dagli interventi antisismici.

Nei Piani di recupero incentivati dai contributi regionali e nei preliminari Studi di fattibilità si è costruito un processo di pianificazione urbanistica particolareggiata per ridurre il rischio sismico, guidato, in modo non vincolante, da alcuni strumenti definiti dalla Regione:

- una scheda per svolgere, contestualmente alla redazione dello Studio di fattibilità del Piano di recupero, un'analisi a scala urbana veloce dell'esposizione e della vulnerabilità dei sistemi urbani;
- un metodo per valutare la vulnerabilità dei sistemi urbani, sempre contestualmente alla redazione dello SdiF del Piano di recupero: solo la valutazione compiuta in fase precoce del processo di piano può infatti influenzare le scelte urbanistiche;
- una simbologia per il rilievo degli aggregati edilizi storici, studiata per evidenziare i principali elementi che influiscono sul comportamento sismico dei singoli edifici e dell'aggregato nel suo insieme;
- un metodo di redazione e rappresentazione di progetti-guida a scala di aggregato, cioè di progetti urbanistici che coordinano e vincolano i singoli interventi di recupero edilizio allo scopo di migliorare il comportamento sismico

dell'aggregato;

- una normativa tecnica di attuazione del Piano di recupero che assume finalità antisismiche e che, in alcuni casi, è corredata da repertori di interventi tecnici compatibili con i caratteri degli edifici (scala urbana e di aggregato).

Il gruppo di Studi di fattibilità e di Piani di recupero per la prevenzione sismica realizzato in Emilia-Romagna nell'arco di quindici anni ha consistenza paragonabile a quella dei Programmi di recupero post-sismico approvati nella regione Umbria o quelli approvati nella regione Marche in attuazione della legge 61/1998, anche se queste ultime esperienze sono state realizzate in un più breve arco di tempo (Cremonini, 2004).

La metodologia di analisi presuppone una *definizione dei sistemi urbani* come insieme di sottosistemi, ciascuno preposto ad assolvere specifiche funzioni (come l'abitativa, la produttiva, quella dei servizi, quella di supporto ai flussi di relazioni, ecc.).

La scheda di analisi della vulnerabilità dei sistemi urbani sottintende una definizione del rischio sismico urbano come probabilità che, in relazione ad un evento sismico di data intensità, si possano verificare in ciascuno dei sottosistemi funzionali urbani un certo livello

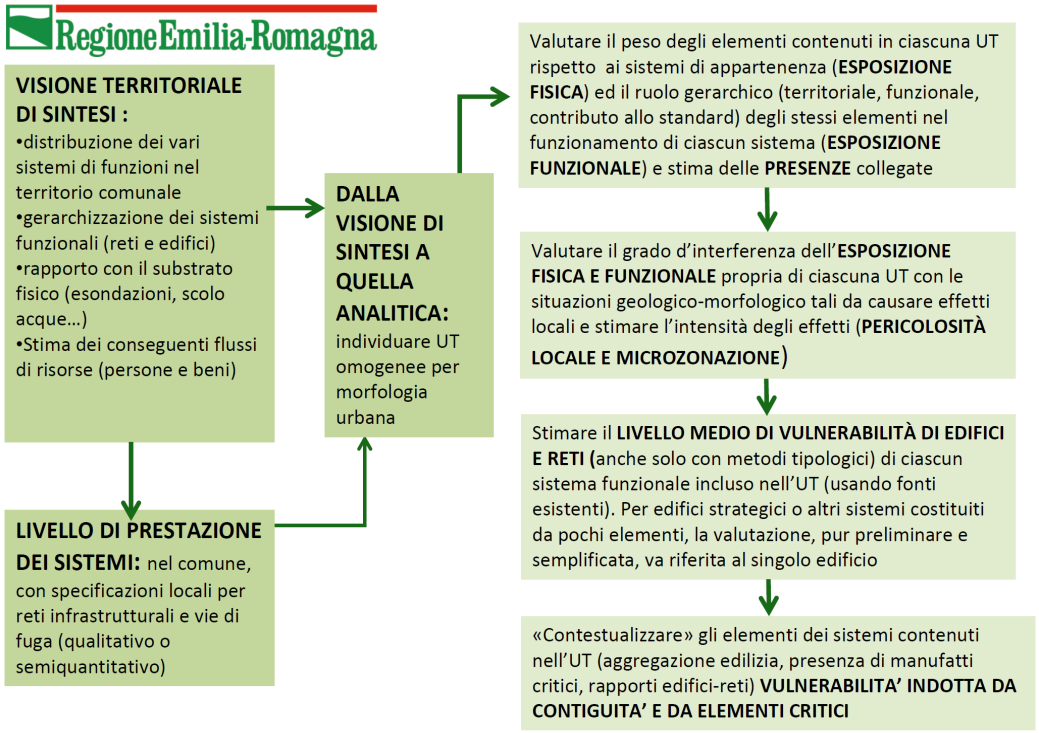


Figura 47: Schema processuale per l'analisi della vulnerabilità dei sistemi urbani (Regione Emilia-Romagna – Manuale 2004)

di danni fisici (agli elementi puntuali, reticolari, areali), con conseguenti danni funzionali temporanei o di lungo periodo.

Il sistema di valutazione dell'esposizione e vulnerabilità dei sistemi urbani usato per i Piani di recupero è fondato sull'ipotesi che il livello del rischio sismico dei sistemi urbani possa essere espresso come una relazione tra i seguenti fattori:

- pericolosità regionale di base (sismicità dell'area in cui si trova il Comune);
- pericolosità locale (= effetti d'amplificazione locale legati ai fattori geologici e geomorfologici);
- esposizione fisica (= quantità di persone presenti; quantità e tipo di beni);
- esposizione di sistema (ruolo degli elementi presenti nell'unità territoriale censita nel funzionamento di ciascun sottosistema urbano);
- standard attuale (quantitativo o qualitativo) di funzionamento dei sottosistemi urbani a livello comunale o locale, fattore che insieme con la vulnerabilità diretta dei componenti dei sottosistemi ne determina il danno funzionale;
- vulnerabilità sismica diretta dei componenti dei sottosistemi (edifici, manufatti, reti infrastrutturali);
- vulnerabilità sismica indotta dai rapporti spaziali tra i componenti del sistema o di sistemi diversi o con manufatti potenzialmente pericolosi.

Per ciascun sottosistema urbano, dagli elementi censiti con la scheda di analisi si ricavano indicatori che possano approssimare in modo soddisfacente i suddetti fattori di esposizione e vulnerabilità. La scelta degli indicatori di ciascun fattore risente delle modeste risorse di denaro e di tempo disponibili per la formazione dei piani di recupero: vengono utilizzati in prevalenza esistenti dati statistici o urbanistici oppure vengono utilizzate informazioni di facile lettura dalle cartografie tecniche aerofotogrammetriche.

Si costruirebbero indicatori più significativi potendo eseguire censimenti campionari o sistematici ad hoc della vulnerabilità edilizia, indagini di microzonazione sismica o indagini sull'articolazione della pericolosità di base regionale: non si farebbe in questo caso un'analisi preliminare, ma una vera e propria analisi di rischio alla scala urbana, con tempi e costi molto superiori.

La sistematica presenza, negli insediamenti storici della nostra regione, di tessuti edilizi compatti, frutto del progressivo accrescimento e della trasformazione, nel corso del tempo, di organismi edilizi semplici, per lo più di origine medievale, ha implicazioni sul rischio sismico che non si limitano a quelle, già rilevate ai precedenti paragrafi, legate alla densità edilizia e alla vulnerabilità indotta delle vie di fuga.

Il tessuto edilizio compatto può infatti comportare la reciproca collaborazione, sotto l'azione sismica, degli edifici adiacenti, ma può spesso comportare anche negative interazioni strutturali tra i fabbricati.

I processi storici di accrescimento edilizio per cellule accostate o giustapposte provocano l'esistenza di moltissime cellule edilizie che non costituiscono una vera e propria "scatola muraria" (quattro muri ortogonali saldamente collegati tra loro negli angoli e attraverso gli

Figura 48: Rilievo del piano terra di un isolato nel centro storico di Bagno di Romagna rappresentato con la simbologia proposta dalla Regione Emilia – Romagna (Piano di Recupero del Centro storico). Progettisti: Arch. S. Vecchietti e C. Lazzari, collaboratori: R. Parotto e M. Giuffrè.


STRUTTURE ORIZZONTALI E DI COPERTURA
ACCERTATO
CONGETTURALE
SOLAIO IN LEGNO
SOLAIO IN LATERO-CEMENTO
SOLAIO IN FERRO E LATERIZIO
SOLAIO IN LEGNO E C.A.
SOLAIO IN FERRO
SOLETTA IN C.A
VOLTERRANEE
N. TRAVI ORDITURA PRINCIPALE
PRESENZA ORDITURA SECONDARIA
ARCO
VOLTA IN PIETRA
VOLTA IN LATERIZIO
VOLTA IN C.A.
VOLTE IN LATERO-CEMENTO
TRAVI LATERALI ACCOSTATE O DISTACCATE DAI MURI
TETTI SPINGENTI
STRUTTURE VERTICALI
MURATURA A SACCO
CIOTTOLI O PIETRA SBOZZATA
PIETRAME SQUADRATO
BLOCCHETTI IN CLS
CLS ARMATO (PILASTRI E/O PARETI)
LATERIZIO PIENO O SEMIPIENO
LEGNO
MISTA
COLLEGAMENTI STRUTTURALI E SCALE
CORDOLO
CATENE O TIRANTI
ALTRO COLLEGAMENTO
APPOGGIO SEMPLICE
SCALA IN LEGNO
SCALA IN FERRO
SCALA IN PIETRA
SCALA IN C.A.
RILIEVO CRITICO E DISCONTINUI'
PIANTA
PROSPETTO
CANTONALE
APERTURA TAMPONATA
CANNE FUMARIE IN USO O NON
PARETI NON AMMORSATE
SPERONE O MURO A SCARPA
APERTURE A STRAPPO
MURO RADDOPPIATO
ELEMENTI DI DEGRADO
FUORI PIOMBO
LESIONE ISOLATA
LESIONI DIFFUSE
CROLLO
ORDITURA SOLAIO MOLTO INFLE
O FATISCENTE O SFILATA DAGLI
AREA CEDIMENTO FONDAZIONI
UMIDITA'
via della Fonte
via Porrettana
piazza Santa Maria
via Fiorentina
Piazzetta Terme

orizzontamenti) ed è noto che la mancanza di comportamento scatolare è elemento di debolezza sismica.

I processi di intensa trasformazione che tutti gli edifici storici testimoniano comportano inoltre frequenti manomissioni dell'originaria morfologia edilizia, dando luogo spesso a cellule edilizie dalla forma molto irregolare, che male resistono alle forze sismiche orizzontali, essendo delimitate da pareti con snellezze verticali e orizzontali (ad es. se uno dei setti originali è stato abbattuto) e/o con condizioni di vincolo insufficienti (connessioni ai muri ortogonali).

Gli stessi processi (antichi e recenti) di trasformazione funzionale e fisica degli edifici provocano poi molte possibilità di debolezze "locali", come, ad es. aperture molto vicine ai nodi e quindi tali da indebolirli; aperture distribuite in facciata molto irregolarmente, così da precludere la corretta trasmissione dei carichi in fondazione; canalizzazioni in traccia che indeboliscono la resistenza delle pareti o i nodi; aperture tamponate che possono essere ammorsate in modo più o meno efficace, ecc.).

Le fasi costruttive con le quali si è realizzata l'edilizia storica possono inoltre provocare discontinuità murarie (riprese murarie non adeguatamente ammorsate; variazione di spessore e materiali in una specchiatura muraria o in pareti adiacenti). Altrettanto dicasi per le lesioni.

Ignorare le conseguenze strutturali dei processi di formazione e trasformazione dei tessuti storici rende molto difficile la comprensione del prevedibile comportamento sismico degli edifici aggregati e di conseguenza la corretta progettazione antisismica di interventi di recupero in complessi edilizi.

La Regione Emilia-Romagna ha perciò studiato strumenti di supporto alla pianificazione particolareggiata antisismica per rendere possibile ai pianificatori (che non sempre hanno specifica competenza in campo sismico) la comprensione del prevedibile comportamento sismico degli isolati storici e la progettazione di norme per gli interventi di recupero edilizio che favoriscano la favorevole correzione di tale comportamento.

Il metodo è stato sufficientemente definito alla fine degli anni novanta, con la produzione di un manuale (1999) per la compilazione della scheda di analisi e per la successiva valutazione dei livelli di esposizione e vulnerabilità.

La simbologia proposta dalla Regione (già nel Progetto di RR per il recupero pubblicato sul Supplemento al BUR n.328/1989) cerca di far evidenziare al rilevatore simultaneamente tutti quegli elementi che possono essere importanti ai fini della vulnerabilità sismica dell'isolato e che sono identificabili con un semplice rilievo metrico, accompagnato da una ricognizione a vista. Si configura, tramite la simbologia regionale, una modalità di contestuale:

- rilievo geometrico dell'aggregato;
- rilievo delle strutture e dei particolari costruttivi;
- rilievo critico (cioè un rilievo delle tracce del processo di formazione e trasformazione edilizia che ha dato luogo all'attuale aggregato edilizio, finalizzato a ricostruire la modalità e la successione temporale di tale processo);

- rilievo dei dissesti in atto;
- rilievo del degrado strutturale.

Il metodo analizzato si pone come obiettivo quello di valutare i livelli di prestazione dei sistemi funzionali urbano (es. casa, servizi, produzione, commercio, accessibilità locale e generale, reti infrastrutturali),

Il livello medio di vulnerabilità diretta degli edifici residenziali presenti nell'unità territoriale, non si ricava dalle schede utilizzate, ma si può stimare in via preliminare con metodo tipologico, utilizzando eventualmente i metodi GNDT/CNR per successivi approfondimenti.

Secondo il metodo tipologico si associano ai tipi edilizi prevalentemente residenziali identificati in base all'epoca di costruzione e alla tipologia strutturale-morfologica i punteggi indicati nella tabella: i punteggi esprimono una gerarchia qualitativa di probabilità di danno da sisma. A questa si aggiunge il livello di vulnerabilità indotta, dovuta fondamentalmente alla contiguità tra fabbricati.

2.5 I piani preventivi

2.5.1. PEPPER Los Angeles

Dal punto di vista più applicativo invece, per quanto riguarda la pianificazione pre-evento calamitoso vi sono alcune applicazioni e alcune ricerche che hanno portato a dei primi sviluppi sul tema, e costituiscono sicuramente un modello importante di partenza.

Prima tra tutti, anche a livello temporale, è sicuramente la ricerca PEPPER del 1987 (Pre-Earthquake Planning for Post-Earthquake Rebuilding), realizzata a Los Angeles, California ad opera della Spangle Associates, che ha trovato un possibile campo di applicazione a seguito del terremoto del 1994.

La valutazione del piano sulla effettiva ricostruzione (Spangle Associates, 1997), mostra però come l'attività di pianificazione non sia stata effettivamente seguita in fase di post-disastro, ma abbia comunque permesso di ridurre tempi operativi e incrementare attività del processo poiché già impostate in fase preventiva. (Pardede and Tetsuo, 2012)

Occorre innanzitutto comprendere le motivazioni che hanno condotto ad uno studio ed approfondimento, nonché la necessità di una programmazione preventiva. Diversi studi scientifici e la memoria storica mostravano l'alta probabilità che un terremoto di moderato e forte magnitudo avrebbe colpito la regione di Los Angeles nei successivi 20-30 anni. In particolare un'indagine geologica mostrava una stima al 10% di probabilità di un evento di magnitudo 7.5 o superiore nella parte della città a sud della faglia di Sant'Andreas nel giro di 5 anni e al 60% di probabilità nel giro di 30 anni. Mentre eventi sismici di minore entità nei pressi del centro urbano si erano registrati nel 1933, 1971,1987 e nel 1994.

Fu così che nel 1987 l'Emergency Operations Organization (EOO) della città di Los

Angeles avviò un innovativo processo di pianificazione per il recupero e la ricostruzione post-sisma. Sotto la guida del sindaco e del direttore della EOO furono riuniti i rappresentanti di realtà accademiche e agenzie del settore, assieme allo staff dei vari "dipartimenti" della Città (quello che in Italia sarebbe rappresentato dagli assessorati e dagli uffici tecnici), a formare un gruppo di lavoro e di confronto sul tema.

L'approccio mediante "multy-agency team" è stato il fulcro del processo di pianificazione per assicurare una prospettiva di scala urbana nella complessità del recupero post-terremoto e della pianificazione della ricostruzione.

Il progetto di recupero e del piano di ricostruzione si basa sul presupposto che il successo del recupero e della ricostruzione stesse, dipenda dalla sistematica pianificazione pre-sisma per il ripristino dei servizi, degli alloggi e della ripresa economica. Il Piano si occupa quindi sia dei periodi pre-evento che post-evento e serve come una lista di controllo per i Dipartimenti. Ogni programma d'azione è lasciata alla discrezione del Dipartimento piombo e programmi appropriati per l'evento sono implementate.

Oltre tre quarti delle azioni previste dal Piano sono pre-evento, come ad esempio progetti e programmi strutturali e non strutturali di mitigazione, identificazione dei siti temporanei di smaltimento di rifiuti, e l'analisi e la valutazione delle varie strategie di recupero economico.

In quel momento le agenzie coinvolte e i dipartimenti stavano già sviluppando la base applicativa e le analisi necessarie per le decisioni post-evento, in modo che i decisori politici potessero procedere in Consiglio comunale e altrove privi dell'incertezza e dello stress di prendere decisioni non informate in una caotica situazione post-disastro.

C'è da ribadire anche che la città di Los Angeles aveva già una serie di politiche e programmi in materia di prevenzione sismica, avviati a seguito del terremoto di San Fernando del 1971, per cui esisteva già un, alquanto avanzato per l'epoca, quadro di riferimento in cui l'idea di pianificazione preventiva trovò del terreno fertile.

Nel 1987 William E. Spangler and Associates ha pubblicato uno studio, Pre-Earthquake Planning for Post-Earthquake Rebuilding (PEPPER) appunto, che diventò il fondamento teorico per il processo di pianificazione per il recupero e la ricostruzione post-sisma la città di Los Angeles. Questo studio ha documentato la ricerca sulla fattibilità e limiti pratici di pianificazione pre-terremoto per la ricostruzione.

Gli autori dello studio conclusero che l'elevata probabilità annua di un terremoto dannoso a Los Angeles richiedesse una programmazione continua in materia di pianificazione pre-terremoto per il recupero ex-post.

Nello studio raccomandarono che il processo di pianificazione comprendesse periodiche rivalutazioni dei problemi previsti e le relative risposte necessarie, inerenti lo sviluppo di politiche e procedure per la pianificazione del territorio e la ricostruzione, nonché la costituzione da parte del Comune di una squadra di ricostruzione/recupero, che potesse essere attivata immediatamente a seguito di una grave catastrofe.

Il concetto generale del piano di ripresa e la ricostruzione risulta quindi abbastanza semplice: la pianificazione e la programmazione prima che un disastro colpisca può ridurre in modo significativo i costi di recupero e di ricostruzione, accelerare il ritorno alla normalità

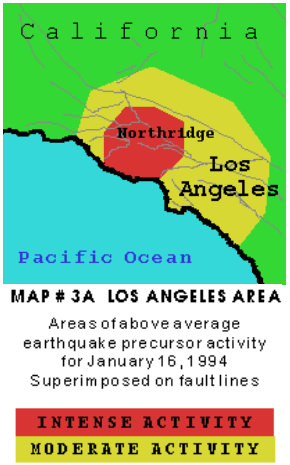


Figura 49: Area colpita dal sisma di Northridge, LA, 1994

e creare una migliore città in seguito.

La visione incarnata in questo concetto è quella di una città basata sulla lungimiranza di recuperare rapidamente da qualsiasi disastro e ricostruire con saggezza un posto migliore.

La città di Los Angeles ha adottato molte delle raccomandazioni contenute nello studio PEPPER, e così, subito dopo la pubblicazione dello stesso, fu istituita una "Commissione Recupero e Ricostruzione" all'interno dell'EOO.

La commissione dovette affrontare sia problematiche inerenti il "breve periodo", come ad esempio edifici e strutture danneggiate, perdite economiche, condizioni emergenziali geologiche e infrastrutturali, sia il "lungo-termine". Furono strutturati due workshop principali (1988 e 1989), che riunirono esperti del settore privato, uffici politici e altri operatori del settore per sviluppare delle proposte concrete. Il processo si implementò con dibattiti tematici, dividendo i partecipanti in un gruppo di attività politiche e gruppi specialistici, fino a giungere ad un'organizzazione del piano strutturata in 7 ambiti:

1 - Organization and Authority
2 - Residential, Commercial and Industrial Rehabilitation
3 - Public Sector Services
4 - Economic Recovery
5 - Land Use/Re-use
6 - Psychological Rehabilitation
7 - Vital Records

A cui successivamente furono aggiunte altre tre sezioni, basandosi su altre esperienze di ricostruzione e impatti sulle comunità coinvolte:

8 - Inter-Jurisdictional Issues
9 - Traffic Mitigation
10 - Public Information Plans

Proprio a rimarcare quanto il piano fosse stato pensato come uno strumento implementabile e che necessitava di un continuo aggiornamento come guida per il recupero della città.

In ogni ambito, le azioni sono organizzate in tre categorie pianificazione / fase di azione separati, a seconda della loro fase:

- pre-evento
- post-evento di breve durata
- post-evento a lungo termine

Nel capitolo III vengono esplicitate le politiche inerenti ogni ambito, nel IV ad ogni politica sono associate le azioni pre e post intervento. Il cuore del piano, tuttavia, è il capitolo V che classifica le azioni di attuazione in ordine di priorità per ciascun dipartimento per fase di programmazione.

Sebbene le intenzioni del piano siano di alto profilo, la realtà riscontrata nell'analisi dello

stesso mostra come 3/4 delle azioni siano incentrate sulla fase pre-evento e il restante sul post-evento di breve durata, tralasciando purtroppo la fase a lungo termine per cui ci sono però numerosi rimandi nelle singole azioni per la continuazione delle stesse dopo la fase emergenziale.

Di seguito uno schema che mostra la strutturazione del piano, con un esempio sull'ambito del "Settore Pubblico" in merito alla specifica azione riguardante un inventario del patrimonio edilizio e uno dei dipartimenti coinvolti, quello di "Builiding and Safety".

Occorre comunque sottolineare e ribadire che sebbene il piano trovò una prima applicazione pratica a seguito del terremoto del 1994 di Northridge, in tale circostanza l'attività di pianificazione non fu effettivamente seguita in fase di post-disastro, ma l'esistenza stessa del piano permise di ridurre tempi operativi e incrementare attività del processo poiché già impostate in fase preventiva. (BECKER et al., 2011)



Los Angeles Times

CIRCULATION: 1,038,353 DAILY / 1,521,197 SUNDAY

TUESDAY, JANUARY 18, 1994
COPYRIGHT 1994 / THE TIMES MIRROR COMPANY / CCC / 102 PAGES

DAILY 35¢
DESIGNATED AREAS HIGHER

33 Die, Many Hurt in 6.6 Quake

L.A. Area Freeways Buckle, Buildings Topple

Sylmar Jolted by Ghosts of Horror Past

■ **History:** The city that crumpled under a 6.5 quake in 1971 remembers well the terror that came when the earth gave way. On Monday, it seemed like it was cursed.

By CRAIG TURNER and RICHARD E. MEYER
TIMES STAFF WRITERS

Beate Heuss had nearly conquered her fear when she felt it again.

That's why it was so terrifying. It was happening again. She and her husband, David, were in bed, like the last time. In a mobile home, just like the last time. It was, in fact, the same mobile home, at the same trailer park.

"This one felt much worse," she said afterward, calm but able to remember every tremor, then the shaking, then the violence. "It was much harder, a hard jolt. The '71 one swayed a little." But this one

JONATHAN ALCORN / For The Times

■ **Disaster:** Epicenter is in Northridge, where three-story apartment complex pancakes. Ruptured gas lines erupt in fire in strongest temblor in city's modern history.

By TRACEY KAPLAN and GREG KRIKORIAN
TIMES STAFF WRITERS

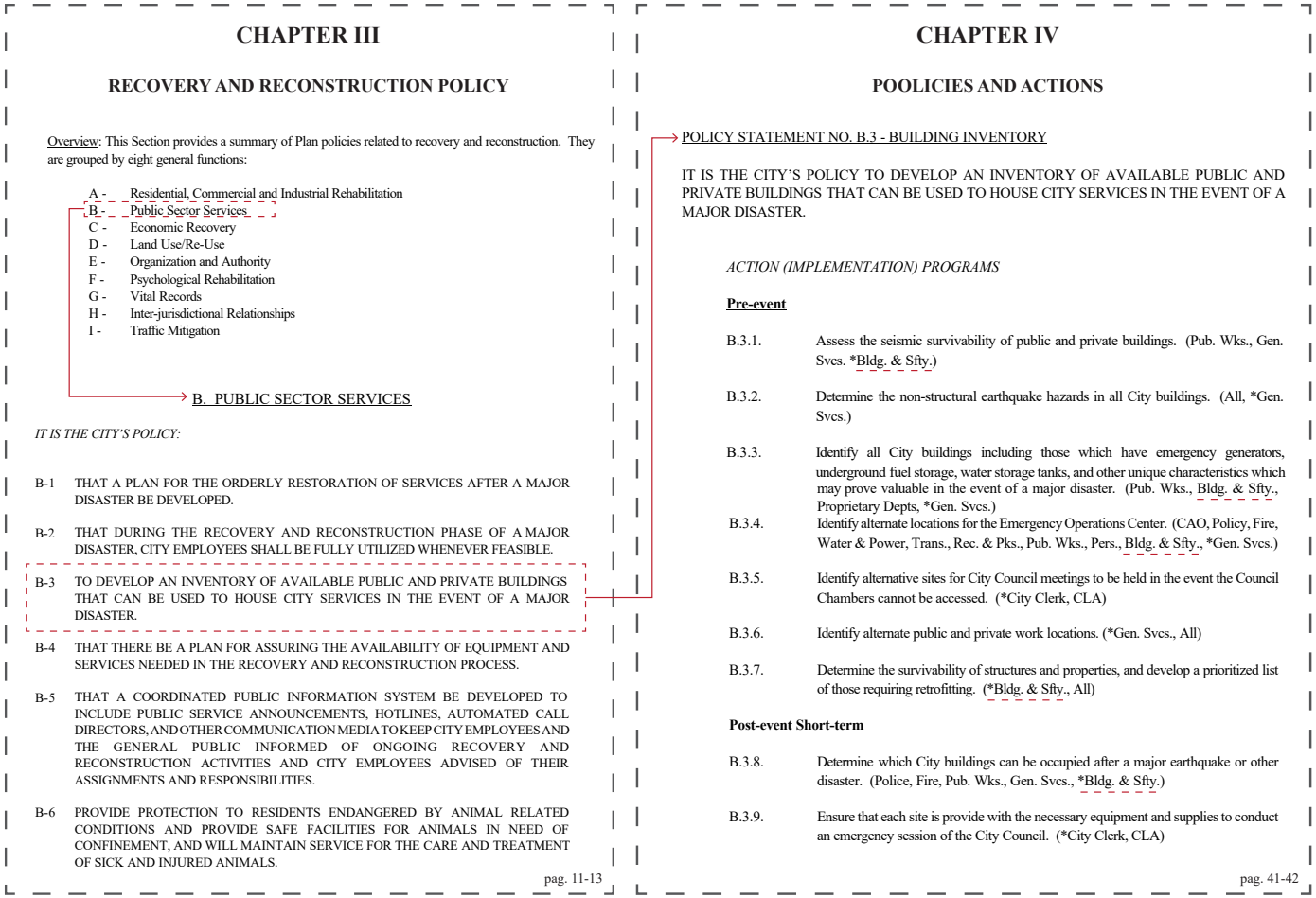
A deadly magnitude 6.6 earthquake—the strongest in modern Los Angeles history—ripped through the pre-dawn darkness Monday, awakening Southern California with a violent convulsion that flattened freeways, sandwiched buildings, ruptured pipelines and left emergency crews searching desperately for bodies trapped under the rubble.

The 10-second temblor, which was not the long-dreaded Big One but erupted so fiercely that it initially seemed every bit as intense, was blamed for at least 33 deaths—nearly half of which occurred when a three-floor apartment complex near the epicenter in Northridge collapsed into two stories.

Triggered by a fault that squeezed the northern San Fernando Valley between two mountain ranges like a vise, the 4:31 a.m. earthquake swamped hospitals with hundreds of injured victims and left thousands more homeless as fires, floods and landslides dotted a landscape that has been

Figura 50: Prima Pagina del "Los Angeles Times" del 18 Gennaio 1994, riportante la nottizia del Tereemoto

Figura 51: Schema del funzionamento del Piano PEPPER per Los Angeles, elaborato dall'autore.



CHAPTER III

RECOVERY AND RECONSTRUCTION POLICY

Overview: This Section provides a summary of Plan policies related to recovery and reconstruction. They are grouped by eight general functions:

A - Residential, Commercial and Industrial Rehabilitation
B - Public Sector Services
C - Economic Recovery
D - Land Use/Re-Use
E - Organization and Authority
F - Psychological Rehabilitation
G - Vital Records
H - Inter-jurisdictional Relationships
I - Traffic Mitigation

B. PUBLIC SECTOR SERVICES

IT IS THE CITY'S POLICY:

B-1 THAT A PLAN FOR THE ORDERLY RESTORATION OF SERVICES AFTER A MAJOR DISASTER BE DEVELOPED.

B-2 THAT DURING THE RECOVERY AND RECONSTRUCTION PHASE OF A MAJOR DISASTER, CITY EMPLOYEES SHALL BE FULLY UTILIZED WHENEVER FEASIBLE.

B-3 TO DEVELOP AN INVENTORY OF AVAILABLE PUBLIC AND PRIVATE BUILDINGS THAT CAN BE USED TO HOUSE CITY SERVICES IN THE EVENT OF A MAJOR DISASTER.

B-4 THAT THERE BE A PLAN FOR ASSURING THE AVAILABILITY OF EQUIPMENT AND SERVICES NEEDED IN THE RECOVERY AND RECONSTRUCTION PROCESS.

B-5 THAT A COORDINATED PUBLIC INFORMATION SYSTEM BE DEVELOPED TO INCLUDE PUBLIC SERVICE ANNOUNCEMENTS, HOTLINES, AUTOMATED CALL DIRECTORS, AND OTHER COMMUNICATION MEDIA TO KEEP CITY EMPLOYEES AND THE GENERAL PUBLIC INFORMED OF ONGOING RECOVERY AND RECONSTRUCTION ACTIVITIES AND CITY EMPLOYEES ADVISED OF THEIR ASSIGNMENTS AND RESPONSIBILITIES.

B-6 PROVIDE PROTECTION TO RESIDENTS ENDANGERED BY ANIMAL RELATED CONDITIONS AND PROVIDE SAFE FACILITIES FOR ANIMALS IN NEED OF CONFINEMENT, AND WILL MAINTAIN SERVICE FOR THE CARE AND TREATMENT OF SICK AND INJURED ANIMALS.

pag. 11-13

CHAPTER IV

POOLICIES AND ACTIONS

POLICY STATEMENT NO. B.3 - BUILDING INVENTORY

IT IS THE CITY'S POLICY TO DEVELOP AN INVENTORY OF AVAILABLE PUBLIC AND PRIVATE BUILDINGS THAT CAN BE USED TO HOUSE CITY SERVICES IN THE EVENT OF A MAJOR DISASTER.

ACTION (IMPLEMENTATION) PROGRAMS

Pre-event

B.3.1. Assess the seismic survivability of public and private buildings. (Pub. Wks., Gen. Svcs. *Bldg. & Sfty.)

B.3.2. Determine the non-structural earthquake hazards in all City buildings. (All, *Gen. Svcs.)

B.3.3. Identify all City buildings including those which have emergency generators, underground fuel storage, water storage tanks, and other unique characteristics which may prove valuable in the event of a major disaster. (Pub. Wks., Bldg. & Sfty., Proprietary Depts, *Gen. Svcs.)

B.3.4. Identify alternate locations for the Emergency Operations Center. (CAO, Policy, Fire, Water & Power, Trans., Rec. & Pks., Pub. Wks., Pers., Bldg. & Sfty., *Gen. Svcs.)

B.3.5. Identify alternative sites for City Council meetings to be held in the event the Council Chambers cannot be accessed. (*City Clerk, CLA)

B.3.6. Identify alternate public and private work locations. (*Gen. Svcs., All)

B.3.7. Determine the survivability of structures and properties, and develop a prioritized list of those requiring retrofitting. (*Bldg. & Sfty., All)

Post-event Short-term

B.3.8. Determine which City buildings can be occupied after a major earthquake or other disaster. (Police, Fire, Pub. Wks., Gen. Svcs., *Bldg. & Sfty.)

B.3.9. Ensure that each site is provide with the necessary equipment and supplies to conduct an emergency session of the City Council. (*City Clerk, CLA)

pag. 41-42

DEPARTMENT / AGENCY	ABBREVIATION
All Department	All
Aging	Aging
Animal Regulation	Animal Reg.
Building and Safety	Bldg. & Sfty.
Chief Legislative Analyst	CLA
City Administrative Officer	CAO
City Attorney	C. Atty.
City Clerk	City Clerk
Community Development	CDD
Community Redevelopment Agency	CRA
Controller	Controller
Cultural Affairs Department	Cultural
Emergency Operations Board	EOB
Environmental Affairs Department	Env. Aff.
Fire	Fire
General Services	Gen. Svcs.
Highway Patrol	Hwy. Patrol
Housing Authority	HACLA
Housing Dept.	HD
Information Services	Info. Svcs.
Library	Library
Los Angeles Unified School District	LAUSD
Mayor	Mayor
Media Task Force	Media Task Force
Personnel	Pers.
Planning	City Plan.
Police	Police
Private Sector	Priv. Sec.
Proprietary Departments	Proprietary
Water and Power	Water and Power
Harbor	Harbor
Airports	Airports
Psychological Aspects Task Force	Psych T. F.
Public Works	Public Wks.
Recreation and Parks	Rec. & Pks.
Telecommunications	Telecom.
Transportation	Trans.
Treasurer	Treasurer

CHAPTER V

ACTION PROGRAMS LISTED BY LEAD DEPARTMENT

DEPARTMENT OF BUILDING AND SAFETY

Pre-event

1. Develop interim and long-term policies and actions for inclusion in the recovery and Reconstruction Plan which addresses the correction of illegal occupancies and construction within reasonable limits, based on essential health and safety factors and given the existing and projected shortage of adequate low and moderate income housing (*Bldg. & Sfty., HD, CRA, City Plan.) (A.1.9.)

2. Establish criteria for contractual agreements for emergency demolition with private sector. (*Bldg. & Sfty., Env. Aff.) (A.4.1.) H.1.3.6.)

3. Develop and maintain due processes and procedures to demolish structures considered to be unsafe for habitation and declared an imminent hazard with proper notification of owner. (*Bldg. & Sfty.) (A.4.2.)

4. Establish contractual agreements, utilizing the approved bid process, with private contractors for emergency demolition, lot cleaning, barricading and/or securing property. (*Bldg. & Sfty., Pub. Wks.) (A.4.3.) (H.8.1.)

5. Develop pre-incident agreements with other local, State and Federal agencies for mutual aid in cooperation with other City agencies, (Pub. Wks., W&P, *Bldg. & Sfty., Priv. Sec.) (A.5.1.) (H.13.3.)

… ……

Post-event

1. During emergency, carry out established demolition procedures which include environmental criteria. (*Bldg. & Sfty., Env. Aff.) (A.4.10)

2. Deploy damage inspection teams, with assistance of cooperating entities, for detailed identification and recordation of structural damage. (*Bldg. & Sfty., City Plan., CAD, CRA, CDD, Fire, HD, Pub. Wks., DOT) (A.6.6)

3. Evaluate damage assessment results following a major disaster based on Damage Assessment System and Damage Incident Reporting System (DIRS) and provide information to the Long-Term Reconstruction Task Force. (*Bldg. & Sfty., Pub. Wks., City Plan.) (A.6.7)

4. Establish listing of severely damaged buildings. (*Bldg. & Sfty.) (A.9.3)

5. Expedite plan check and permitting procedures to minimize the time required for the restoration of hospitals, critical commercial and industrial facilities and utility services in cooperation with the State's Office of the State Architect and/or other regulating agencies. (*Bldg. & Sfty., City Plan., Pub. Wks., Water & Power) (B.1.9)

… ……

pag. 99-101

2.5.2. La pianificazione preventiva oggi

Nel 2012 viene pubblicato un interessante report a cura dell'UNISDR e dell'International Recovery Platform in merito alla pianificazione pre-disastro (UNISDR and IRP, 2012).

All'indomani di un disastro, il tempo è una risorsa preziosa, ma estremamente limitata. I decision-makers e progettisti devono affrontare l'immenso compito di assistere gli individui, le comunità, recuperare le economie locali e salvaguardare l'ambiente naturale in modo coordinato ed efficiente, e orientandosi verso la riduzione del rischio futuro.

Nel tentativo di risolvere questo dilemma, diversi governi hanno iniziato la preparazione per il recupero in anticipo. Questo approccio alla pianificazione al recupero è più comunemente definita pianificazione di recupero pre-disastro, in inglese "pre-disaster recovery planning" (PDRP).

Quanto dichiarato dall'IRP e dall'UNISDR in tale report è un forte punto saldo e conferma della direzione intrapresa con la ricerca personale di dottorato. Le due istituzioni, leader nel campo del DRM, definiscono il PDRP come il processo proattivo di anticipare problemi di recupero futuri, lo sviluppo di un piano di recupero basato su scenari, e la costruzione della capacità di migliorare i risultati del recupero stesso - il tutto prima che un disastro accada.

Prove concrete, e il senso logico, indicano che si può fare molto prima di un disastro per alleviare le esigenze di pianificazione e di recupero ex-post. Si possono raccogliere le informazioni critiche; si possono analizzare e preparare gli strumenti per valutare le esigenze e fornire assistenza, e si possono definire i ruoli e le responsabilità. Inoltre si possono sviluppare processi semplificati per accelerare gli sforzi di recupero e si possono stabilire le partnership necessarie per sfruttare al meglio le risorse.

Pertanto, la PDRP è un passo logico per garantire che le comunità "ricostruiscano meglio" (buld back better") a seguito di una catastrofe naturale. Eppure tale pianificazione non è una così comune pratica come si potrebbe pensare. Una ragione potrebbe essere la mancanza di indicazioni su come procedere in questo fondamentale, ma per la maggior parte non ancora sperimentato, processo.

> *"Sarete catapultati in un mondo di decisioni immediate sulla vita o la morte, su cumuli di domande di permesso di costruzione, di rapporti quotidiani con una nuova burocrazia con esigenze di documenti di lavoro incredibili, e la pressione incessante per ottenere che le cose tornino di nuovo alla normalità. Tutti vorranno un piano, ma pochi si vorranno prendere il tempo necessario per pianificare. Dovrete essere capaci di avere risposte a problemi a cui prima non avevano neanche pensato. Avrete a che fare con nuovi esperti - geologi, ingegneri strutturisti e sismologi con informazioni che non capirete. Le inadeguatezze nei piani e nelle applicazioni esistenti saranno palesemente evidenti. Nulla nella vostra formazione alla pianificazione vi ha adeguatamente preparati ad affrontare i problemi e le responsabilità ora sul tavolo"*
>
> *Spangle, 1991*

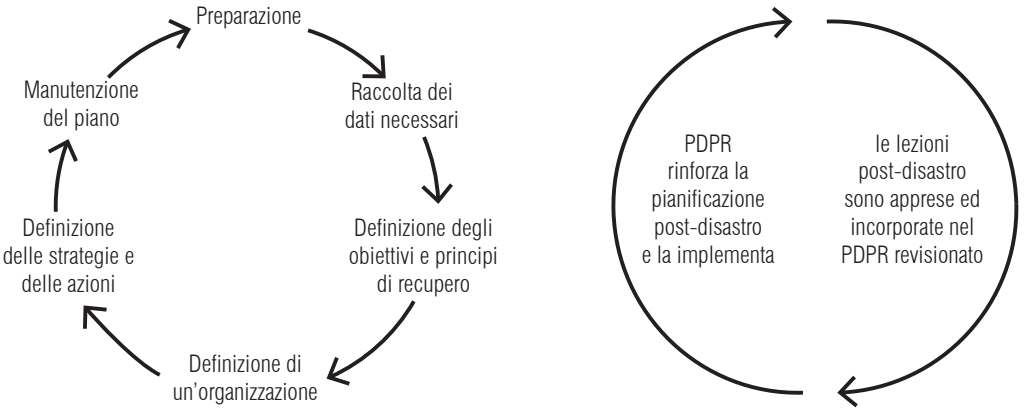


Figura 52: Scema del Recovery Plan Cylce (UNISDR, IRP, 2012. Guidance Note on Recovery: Pre-Disaster Recovery Planning). Rielaborazione dell'autore.

Questo resoconto di prima mano descrive l'ambiente di post disastro in cui un disaster manager devono raccogliere informazioni critiche, prendere decisioni difficili con ripercussioni complesse, e progettare e attuare il piano di ricostruzione a lungo termine della popolazione collettiva. Per consentire un recupero efficace, sostenibile e mirato alla riduzione dei rischi, decisori e progettisti devono:

- aumentare la consapevolezza e costruire il consenso sugli obiettivi di piano, come ad esempio una maggiore capacità di recupero dal disastro, un migliore utilizzo del territorio e delle infrastrutture, e la sostenibilità ambientale;
- sviluppare nuove politiche, strutture di coordinamento, quadri normativi e strumenti per valutare i bisogni, mobilitare risorse, garantire la responsabilità, e coordinare una vasta gamma di attori di recupero;
- identificare e costruire capacità di intervento, stabilire partnership essenziali, e fornire la formazione adeguata; e
- monitorare gli effetti successivi di rischi secondari, e anche di attività di soccorso e di recupero che possono inavvertitamente creare nuovi ostacoli alla ricostruzione.

La pressione schiacciante di agire in fretta, la tirannia dell'urgenza, pone forse la più grande sfida per i responsabili e i progettisti della ricostruzione. L'azione urgente è spesso necessaria per scongiurare la stagnazione economica e di declino, evitare focolai di malattia, e garantire la continuità dei servizi educativi per i bambini e i giovani. I finanziamenti a breve termine e la pressione politica per mostrare i risultati visivi moltiplicano la pressione per agire in fretta. Non meno importante, le popolazioni colpite cominciano ad identificare e agire in base alle loro proprie strategie di recupero (spesso entro le prime settimane). Questi piani informali possono creare nuove sfide per i pianificatori della ricostruzione non preparati, come ad esempio quando gli individui cominciano a ricostruire strutture deboli in aree a rischio.

2.6. Reference list

Agrello, P., et al, 2015. Ufficio Speciale per la ricostruzione di L'Aquila. Monitoraggio della ricostruzione a L'Aquila nei centri storici: aspetti tecnici ed economici. Presented at the XVI Convegno Anidis, L'Aquila.

ANCE/CRESME, 2012. Lo Stato del Territorio Italiano 2012, Insediamento e rischio sismico e idrogeologico. Roma, 2012, pp. 284.

Angeletti, P., et al., 2013. La ricostruzione dei centri storici di L'Aquila e delle sue frazioni, in: Atti Del XV Convegno ANIDIS "L'ingegneria Sismica in Italia', Padova, Italy. Padova.

Balbi A., Giovinazzi S., Lagomarsino S.,"Un modello di vulnerabilità per gli edifici nei centri storici", Atti del XI Convegno Nazionale ANIDIS "L'ingegneria sismica in Italia", Genova 25-29 Gennaio 2004

Barazza F., Carniel R., Del Pin E., Di Cecca M., Grimaz S., Martini F., Manarolla I., Riuscetti M., 2009. Progetto Rischio Sismico, Gruppo di Ricerca in Sismologia applicata, Università di Udine, Dipartimento di Georisorse e Territorio, www.dgt.uniud.it/seismol/rischio/prs.html, 2009

Barberi, F., 2005. Terra pericolosa: terremoti, eruzioni vulcaniche, frane, alluvioni, tsunami : perché avvengono e come possiamo difenderci. ETS, Pisa.

Becker, J., Saunders, W., Hopkins, L., Wright, K., 2011. Planning for community recovery and restoration before disaster strikes, in: Community Disaster Recovery and Resiliency : exploring global opportunities and challenges. Crc press, boca raton, fl, pp. 525–550.

Bernardini A., 1996. "Finalità, definizione e misura della vulnerabilità sismica di singoli edifici

e di tipologie murarie. Problemi di coerenza tra osservazioni e previsioni", Rapporto al seminario GNDT sulla vulnerabilità edilizia murari, Roma, 1996

Caniggia, G., 1985. Struttura dello spazio antropico: Studi e note, Firenze, Alinea,

Caniggia, G., 1997. Ragionamenti di tipologia: operatività della tipologia processuale in architettura, a cura di Gianluigi Maffei, Firenze , Alinea, 1997

Carocci C., Ceradini V., Panzetta M., Cremonini I., Mazzotti P., Smargiasso M., 2002. Rassegna Ragionata dei Programmi di Recupero post sisma, Attività di Ricerca promossa dal Comitato Tecnico Scientifico della Regione Marche, Bollettino Ufficiale della Regione Marche, anno XXXIII N.3 Ed.S., 21 marzo 2002

Cifani G., Lemme A., Podestà S. (a cura di), 2005. Beni monumentali e terremoto: dall'emergenza alla ricostruzione. DEI - Tipografia del Genio Civile, Roma.

Cimellaro, G.P., Reinhorn, A.M., Bruneau, M., 2010. Framework for analytical quantification of disaster resilience. Engineering Structures 32, pp. 3639–3649.

Comunità europea-FESR 2001. Servizio Sismico Nazionale, INU Edizioni, Linee guida per la riduzione del rischio sismico, a cura di W.Fabietti, Roma, pagg. 153

Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici, 2012 -. "Studio propedeutico all'elaborazione di strumenti d'indirizzo per l'applicazione della normativa sismica agli insediamenti storici". Italia, 2012.

Corsangelo A., "La vulnerabilità degli insediamenti", in Italsider, Cee, Gruppo di lavoro azienda Finsider, Strutture in acciaio ed abbattimento della vulnerabilità sismica, Recco (GE), 1986 Petrini V., La proposta di riclassificazione sismica del territorio nazione nel Progetto finalizzato Geodinamica del CNR

Di Salvo, G., Giuffrè, M., Pellegrino, P., Pizzo, B., 2012. Prevenzione e ricostruzione per la riduzione del rischio sismico, in: Atti Della XV Conferenza Nazionale SIU. Presented at the Conferenza Nazionale SIU, Pescara. 2012

Fazzio F., 2004. "La valutazione della vulnerabilità urbana. Il caso di Nocera Umbra", in, Olivieri M., a cura di, Regione Umbria. Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra, Urbanistica, Quaderni, Collana dell'Istituto Nazionale di Urbanistica, INU, Supplemento al n.124 di Urbanistica, Quaderno 44, Anno X, 2004, pp. 88-108

Fera G., La città antisismica : storia, strumenti e prospettive della pianificazione territoriale per la riduzione del rischio, Roma, Gangemi, 1991

Fico, R., Gualtieri, R., Pecci, D., Mannella, A., Campagna, R., Prota, A., Di Ludovico, M., 2015. Il Modello Integrato per i Comuni del Cratere (MIC) adottato dai Comuni del cratere sismico del sisma del 2009 in Abruzzo: analisi dei costi e prime considerazioni sull'efficacia degli incrementi al contributo base, in: XVI Convegno ANIDS L'ingegneria Sismica in Italia.

Fico, R., Gualtieri, R., Pecci, D., Mannella, A., Prota, A., Di Ludovico, M., Campagna, R., 2015. Sisma Abruzzo 2009: Il Modello Integrato per i Comuni del Cratere (MIC), in: XVI Convegno ANIDIS L'ingegneria Sismica in Italia. L'Aquila.

Gavarini C., "Rischio sismico e danneggiamento", in Atti del 5° Convegno "L'ingegneria sismica in Italia", Palermo 1991

Gavarini G., "Ipotesi per una nuova scala di vulnerabilità sismica degli edifici in muratura", in Atti del 3° Convegno Nazionale "L'ingegneria sismica in Italia", Roma, 1987

Giovinazzi S., Balbi A., Lagomarsino S., 2004. Un modello di vulnerabilità per gli edifici nei centri storici. XI Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia", Genova.

Giovinazzi S., Lagomarsino S., 2001. Una metodologia per l'analisi di vulnerabilità sismica del costruito. X Congresso Nazionale "L'ingegneria Sismica in Italia", Potenza-Matera..

Giovinazzi S., Lagomarsino S., 2007. Vulnerabilità e previsione di danno a scala territoriale secondo una metodologia macrosismica coerente con la scala EMS-98.

Giuffrè A., Codice di pratica per il recupero dei centri storici soggetti al sisma: Castelvetere sul Calore, Roma, Multianddress, 1988

Giuffrè A., Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso Ortigia, Bari, Laterza, 1993

Grunthal G., 1998. European Macroseismic Scale 1998. Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, n.15, pp.1-97.

Grunthal G., 1998. European Macroseismic Scale. Centre Européen de Géodynamique et deSéismologie, Luxembourg; Vol. 15.

Haresh C. Shah Chairman, "Terms for Probabilistic Seismic-Risk and Hazard Analysis", EERI Committee on Seismic Risk, Earthquake Spectra, Vol. 1, N. 1, November 1984

ICOMOS/ICORP, 2013. Heritage and Resilience Book for GP2013 Disaster Management, in: Heritage and Resilience: Issues and Opportunities for Reducing Disaster Risks. Presented at the Forth Session of Global Platform for disaster risk reduction, Geneva, Switzerland, pp. 58.

Indelicato, D., 2010. Vautazione e riduzione della vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici. Il caso di Villa Sant'Angelo. Tesi di Dottorato. Catania 2010

ISAT, 2006. Signorino M., Mauro F. Disastri Naturali, Conoscere per prevenire. ISAT - Istituto per le scelte ambientali e tecnologiche - in collaborazione con Dipartimento della Protezione Civile. Roma, 2006, pp. 45.

Italian Department of Civil Protection 2014, Seismic Risk. 10.05.2014: http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/descrizione_sismico.wp

Jha, A.K., Miner, T.W., Stanton-Geddes, Z., 2013. Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice. World Bank Publications.

L.R. Umbria n. 11/2005: “Norme in materia di governo del territorio: pianificazione urbanistica comunale”.

Lagomarsino S., Podestà S., 2005. Inventario e vulnerabilità del patrimonio monumentale dei parchi dell’Italia centro-meridionale e meridionale, Vol.III - Analisi di vulnerabilità e rischio degli edifici monumentali. I.N.G.V. - G.N.D.T., L’Aquila.

Liberatore D. (a cura di), 2000. Progetto Catania. Indagine sulla risposta sismica di due edifici in muratura. C.N.R. - G.N.D.T., Roma.

LR Emilia-Romagna n. 16/2012: “Norme per la Ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 20 e 29 maggio 2012”.

Luchini C., 2012. Il modello svizzero per l’analisi del rischio sismico: calibrazione e confronto con altri metodi di vulnerabilità, Tesi di Laurea magistrale in Ingegneria delle Costruzioni, Università degli Studi di Genova.

Manfredi G., 2005, In Italia terremoti medio-alti ma vulnerabilità molto elevata. In Villaggio Globale, VIII, n. 29, pp.68-70. Bari, 2005.

Marotta, P. 2011. Rischio e prevenzione: due questioni per l’urbanistica del XXI secolo?, in Abitare l’Italia. Territori economie diseguaglianze, Atti della XIV Conferenza della Società italiana degli urbanisti, a cura di L. De Bonis, Torino 2011.

Muratori S., 1959. Studi per un’operante storia urbana di Venezia, Roma, 1959

Muratori S., Bollati S., 1963. Studi per un’operante storia urbana di Roma, Roma,1963;

Nigro, F. 2003. Gli studi per il territorio, in Università degli Studi di Roma “La Sapienza”, DPTU – Dipartimento di Pianificazione Territoriale e Urbanistica, Analisi del comportamento del sistema umbro di Nocera Umbra sotto il sisma del 1997, Rapporto conclusivo, Relazione, febbraio 2003, p. 170.

Nimis G. P., 2009, Terre Mobili. Dal Belice al Friuli dall’Umbria all’Abruzzo, Donzelli, Roma. 2009

Olivieri M., 2004. “Finalità, contenuti, articolazione della ricerca”, in, Olivieri M., a cura di, Regione Umbria. Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra, Urbanistica, Quaderni, Collana dell’Istituto Nazionale di Urbanistica, INU, Supplemento al n.124 di Urbanistica, Quaderno 44, Anno X, 2004

Pardede, T., Tetsuo, K., 2012. Planning for post-disaster recovery: lesson from Aceh post-tsunami recovery. Department of urban engineering, University of Tokyo. Retrieved.

Parotto, R., 2004. “La perdita di funzionalità e di organizzazione complessiva della Struttm·a w·hana minima in seguito del sisma al 1997”, in, Olivieri M., a cura di, Regione Umbria. Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra, Urbanistica, Quaderni, Collana dell’Istituto Nazionale di Urbanistica, INU, Supplemento al n.124 di Urbanistica, Quaderno 44, Anno X, 2004, pp. 109-111

Petrini V., La proposta di riclassificazione sismica del territorio nazione nel Progetto finalizzato Geodinamica del CNR, relazione al corso organizzato dalla regione Emilia Romagna sulla prevenzione dei danni da terremoto, Bologna 1983

Pizzo, B., 2004. “Criteri generali di intervento per l’incremento della funzionalità della Struttura Urbana Minima”, in, Olivieri M., a cura di, Regione Umbria. Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra, Urbanistica, Quaderni, Collana dell’Istituto Nazionale di Urbanistica, INU, Supplemento al n.124 di Urbanistica, Quaderno 44, Anno X, 2004, pp. 142-144

Regione Emilia-Romagna, 1993. Istituto per i Beni Culturali, Comuni di Sarsina e Santa Sofia, a cura di I. Cremonini e M. Foschi, Recupero edilizio in zona sismica, Bologna, pagine 110.

Regione Emilia-Romagna, 1994. stituto Nazionale di Urbanistica-Sezione Emilia-Romagna, Rischio sismico e pianificazione nei centri storici, a cura di I.Cremonini,Alinea Editrice, Firenze, pagg.285.

Regione Emilia-Romagna,1999. Analisi preliminare e valutazione dell’esposizione e vulnerabilità sismica dei sistemi urbani. Scheda di analisi . Istruzioni per la valutazione, a cura di I.Cremonini.

Regione Umbria - DPTU Univeristy of Rome - Sapienza, 2010. Linee guida per la definizione della struttura urbana minima (SUM) nel PRG, ai fini della riduzione della vulnerabilità sismica urbana. 2010.

Romano, C., 2014. Gli edifici del periodo razionalista in Italia: Modello per la valutazione della vulnerabilità sismica. Tesi di Dottorato. XXVI Ciclo. Sapienza, Roma. DICEA – Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale.

Sandi H., “Vulnerability and Risk analysis for individual structures and systems”, in Proceedings of 8° European Conference on Earthquake Engineering (ECEE), Lisbon, 1986

Servizio Sismico Nazionale e Istituto Nazionale di Urbanistica INU, 1999. Vulnerabilità sismica e pianificazione degli spazi urbani, a cura di W.Fabietti, Alinea, Firenze, pagg. 369.

UNESCO, 2011. Recommendation on the Historic Urban Landscape, p. 50-54. In the body of the text: “Resolution 15 adopted by the General Conference at its 36th session”. UNESCO, 2012, Paris.

UNIDO, Natural Disaster and Vulnerability Analysis, Report of Expert Group Meeting, Geneva, 1979

UNISDR 2011. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining Development. UNISDR Practical Action 2012, Geneva.

USRC – Ufficio Speciale per la Ricostruzione dei Comuni del Cratere - http://www.usrc.it/

consultato il 10.07.2015

Wolfe M.R., Heikkala S.G., Urban Scale Vulnerability, Cnr-Nsf, US-Italy Workshop on Earthquake Disaster Mitigation, Roma, 12-16 Ottobre 1981



capitolo 3
PROPOSTA DI UNA STRATEGIA PREVENTIVA PER LA RICOSTRUZIONE POST-DISASTRO

capitolo 3
PROPOSTA DI UNA STRATEGIA PREVENTIVA PER LA RICOSTRUZIONE POST-DISASTRO

3.1. Passaggio da un approccio tattico ad uno strategico

L'obiettivo deve essere la riduzione della vulnerabilità operata mediante la misurazione del danno, inteso come il decadimento del livello di prestazione dei sistemi funzionali urbani, limitandone in anticipo l'impatto. Al fine di diminuire il tempo di ritorno alla situazione precedente al disastro, è necessario aumentare la resilienza, definita come "la capacità di un sistema, comunità o società esposta a rischi di resistere, assorbire, ospitare al, e recuperare dagli effetti di un pericolo prontamente ed efficacemente per la conservazione e ripristino di strutture essenziali di base "(UNISDR, 2011). Tra i sistemi considerati sia dalla ricerca nazionale che dalle leggi regionali, è importante sottolineare la rilevanza della città storica, caratterizzata dalla presenza di stratigrafie tipologiche e costruttive nel tessuto urbano.

In accordo con quanto espresso dal Consiglio Superiore del lavoro pubblico (2012), è possibile sviluppare una classificazione di "aggregati" in base alla loro importanza e al loro grado di criticità: posso essere considerati aggregati che includono edifici strategici per la Protezione Civile, o sensibili al affollamento, o importanti per la qualità urbana; in aggiunta sono tali anche quelli che includono edifici di interesse storico e architettonico, o aggregati in posizione strategica per le vie di accesso al centro della città.

Il patrimonio edilizio degli insediamenti storici è il risultato di eventi costruttivi complessi, sviluppatisi nel corso del tempo, che hanno definito l'aspetto attuale del tessuto urbano e, quindi, caratterizzato da strati strutturali il cui valore e testimonianza storica assume già di per sé rilevanza culturale. La consapevolezza che negli insediamenti storici siano presenti edificati relativi a diverse tipologie costruttive e strutturali, anche se la costruzione in muratura resta la predominante, e che questi siano configurati in aggregati, mette in evidenza la difficoltà di definire un approccio unificato contemplando le molte questioni

derivanti dalla complessità della realtà costruita.

Lo scopo è quello di individuare porzioni di insediamento storico con il maggior rischio sismico, qualitativamente valutati, al fine di stabilire una scala di priorità, quale elenco di elementi di esempio, significativi dal punto di vista tipologico. È importante raggiungere la conoscenza del dettaglio nel sistema urbano, attuato attraverso un'indagine critica. Un elemento importante è quello di identificare i punti deboli e i punti di forza della configurazione corrente della struttura urbana, attraverso l'approfondimento della sua storia evolutiva e la valutazione qualitativa della sua vulnerabilità, creando uno scenario prevedibile post-disastro. Per procedere con rigore scientifico, l'analisi del tessuto urbano verrà strutturata partendo dalle rappresentazioni catastali e tecniche, per il confronto della cartografia disponibili. Questo primo approccio deve essere accompagnato da visite in loco per confermare e / o chiarire le situazioni evidenziate come dubbie.

In conformità allo "Studio Propedeutico" (CSSLLPP, 2012), i temi e le questioni che devono essere evidenziate dall'analisi possono essere riassunte in pochi punti:

- le relazioni tra i processi di aggregazione e organizzazione del tessuto urbano e lo sviluppo del sistema stradale;
- i principali eventi che hanno interessato gli aspetti morfologici degli edifici storici, recensiti da fonti storiche;
- la morfologia delle strade, analizzando il loro modello, larghezza e disallineamenti planimetrici dei fronti costruzione;
- la disposizione e la gerarchia delle corti, con accesso diretto o con ingresso, e il posizionamento delle scale esterne;
- le relazioni spaziali elementari delle singole celle murarie, nonché le relazioni di regolarità, ripetizione e modularità a vari livelli;
- la forma e la posizione delle aperture nelle pareti del fronte, mettendo in evidenza assialità, simmetria e ripetizione;
- i disallineamenti e le rastremazioni delle pareti, i muri che non hanno corrispondenza ai piani di sotto, lo sfalsamento in elevazione tra i piani adiacenti.

L'esame dettagliato esteso alla scala di aggregato, e poi al tessuto urbano del centro storico, deve essere effettuato tramite la cosiddetta "indagine critica". Tale sistema si basa sulla identificazione e localizzazione dei fattori che possono influenzare il comportamento meccanico della costruzione, sulla conoscenza della natura dei materiali, dei metodi costruttivi locali, dei segni di mutazioni storiche e recenti alterazioni. La fase conoscitiva svolge la funzione di sostegno sostanziale al momento della definizione di proposte progettuali. È implicito il presupposto che è impossibile definire criteri e tecniche di intervento, se non sulla base delle esigenze oggettive che emergono dall'ambiente costruito sotto esame e rispettando i valori architettonici, storici e costruttivi originali.

L'obiettivo della ricerca è quello di creare una proposta di strategie preventive per la ricostruzione post-crisi. La definizione del metodo è rilevante in relazione all'obiettivo principale in merito alla gestione efficace e all'uso efficiente delle risorse disponibili; attuando così il passaggio da un approccio tattico, finalizzato alla reazione immediata all'evento, ad uno strategico, incentrato sulla gestione del lungo termine.

3.2. Strategie preventive

Ci si è concentrati fino a questo punto sul livello teorico nell'analisi di vulnerabilità in fase preventiva. Questa parte della ricerca ha, in realtà, un riscontro pratico direttamente sui piani di ricostruzione.

L'obiettivo finale, denominato qui "strategie preventive", si configura come una nuova chiave di lettura nel passaggio tra il livello teorico e quello pratico. Se infatti è possibile individuare una corposa letteratura scientifica nell'ambito della "teoria" sulle analisi di vulnerabilità e sui modelli tipologici-osservazionali, meccanici e ibridi applicati dalla scala del singolo edificio a quella territoriale, poco riscontro si ha invece sul campo della "pratica". I risultati di queste analisi restano spesso confinati in un ambito di applicazione più teorico che ha pochi riscontri sul territorio, sia per difficoltà effettive nella conversione delle analisi in risultati effettivi, sia per problematiche economiche di realizzazione di interventi legati alla riduzione della vulnerabilità riscontrata.

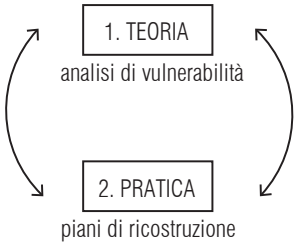
"Teoria" e "pratica", e quindi "analisi di vulnerabilità" e "piani di ricostruzione", possono essere letti come due facce della stessa medaglia. La connessione tra questi due elementi si pone effettivamente come chiave di lettura innovativa ed efficace, avendo come obiettivo la trasposizione sul territorio del livello teorico.

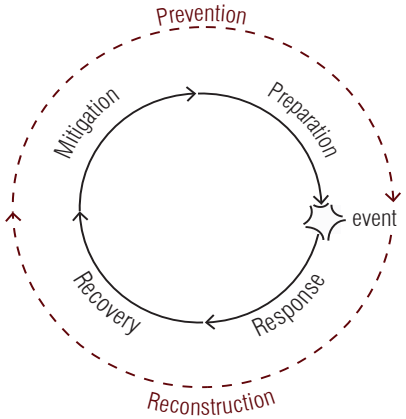
Se da un lato è importante poter "fare prevenzione", dall'altro è quasi impossibile farla. Quindi il terremoto, l'elemento disturbativo per il sistema, diventa l'evento propulsivo, l'occasione per applicare la teoria.

Il primo aspetto temporale di cui si sottolinea l'importanza è legato al Disaster Life Cycle, essendo il processo di disaster management comunemente visualizzato come un ciclo bifase, con il recupero post-catastrofe che forma e genera le informazioni per la fase di riduzione del rischio di pre-disastro, e vice versa.

Il ciclo di gestione delle catastrofi ("disaster management cycle") illustra il processo in corso con cui i governi, le imprese e la società civile pianificano di ridurre l'impatto di calamità, reagire durante e subito dopo un disastro, adottare misure di recupero in seguito al verificarsi della catastrofe.

Il significato di questo concetto sta nella sua capacità di promuovere l'approccio olistico alla gestione delle catastrofi nonché dimostrare la relazione tra disastri e sviluppo. Le fasi di "recupero" e di "ricostruzione" sono comunemente identificate nella fase post-disastro, il periodo che segue immediatamente al verificarsi della calamità. Una volta che tale evento ha avuto luogo, la prima preoccupazione è il recupero efficace; aiutare tutte le persone colpite a riprendersi dagli effetti immediati della catastrofe. La ricostruzione comporta un aiuto nel ripristinare le infrastrutture e i servizi di base di cui le persone hanno bisogno in modo che possano tornare al modello di vita che avevano prima del disastro (Davis, 2005). L'importanza della 'fase di transizione', che collega il recupero immediato e la ricostruzione a lungo termine, è anche sottolineato da una serie di pubblicazioni (de Guzman, 2002; Max Blocco Centre, 2006). Con il recupero di istituzioni sociali,





Mitigation - Minimizzare gli effetti del disastro.
Esempi: norme edilizie e urbanistiche; analisi della vulnerabilità; educazione pubblica.

Preparedness - Pianificare come reagire.
Esempi: piani di preparazione; esercizi e formazione per l'emergenza; sistemi di allarme.

Response - Agire nell'emergenza.
Esempi: ricerca e soccorso; aiuti di emergenza.

Recovery - Riportare la comunità alla normalità.
Esempi: alloggi temporanei; borse di studio; cure mediche; piani di ricostruzione.

Figura 53: schema del Disaster Life Cycle. elaborato dall'autore.

dell'economia e delle grandi infrastrutture, gli sforzi potrebbero spostarsi verso il recupero e la ricostruzione a lungo termine. Anche se il settore delle costruzioni è tradizionalmente associato alla fase di ricostruzione a lungo termine del ciclo di gestione, vi è una crescente consapevolezza di come i professionisti dell'ambiente costruito abbiano un ruolo molto più ampio nell'anticipare, valutare, prevenire, preparare, pianificare la reazione e il recupero dalle condizioni di disturbo. Questo approccio culturale introduce il concetto di un ciclo di gestione delle catastrofi e ritiene che il ruolo del settore delle costruzioni in diverse fasi del processo, dalla pianificazione pre-catastrofi e di mitigazione, fino al più lungo termine, la ricostruzione sostenibile dopo l'evento. L'importanza quindi di attivare concretamente attività di prevenzione in fase pre-disastro può trovare riscontri nella realizzazione di piani preventivi. Questi non vogliono configurarsi come dei veri e propri piani di ricostruzione ovviamente, data la necessità di svolgere alcune attività e ricognizioni purtroppo solo a danno constatato, ma possono iniziare a strutturare una programmazione efficace da utilizzare nella prima fase del Disaster Life Cycle (DLC), consapevoli dei tempi dilatati per la realizzazione degli interventi di mitigazione. Allo stesso tempo però possono svolgere la funzione di base per la realizzazione di piani di ricostruzione veri e propri in caso di necessità. Si potrebbe definire tale strumento come base per il Piano di Preparazione (PdP), composto da quelle analisi e documenti utili per un comune, e qui nello specifico per un centro storico, per programmare le attività di conoscenza e prevenzione sul proprio territorio. In aggiunta si vuole sottolineare come in alcuni casi la necessità di un vero e proprio Piano di Ricostruzione (PdR) per i comuni rientranti comunque nel cratere, ma di ridotte estensioni territoriali e soggetti a danni limitati, possa risultare superfluo e dispendioso in termini economici e temporali, mentre uno strumento di questa natura possa strutturarsi come maggiormente appropriato.

Entra quindi in gioco il secondo aspetto temporale di rilevante importanza per la

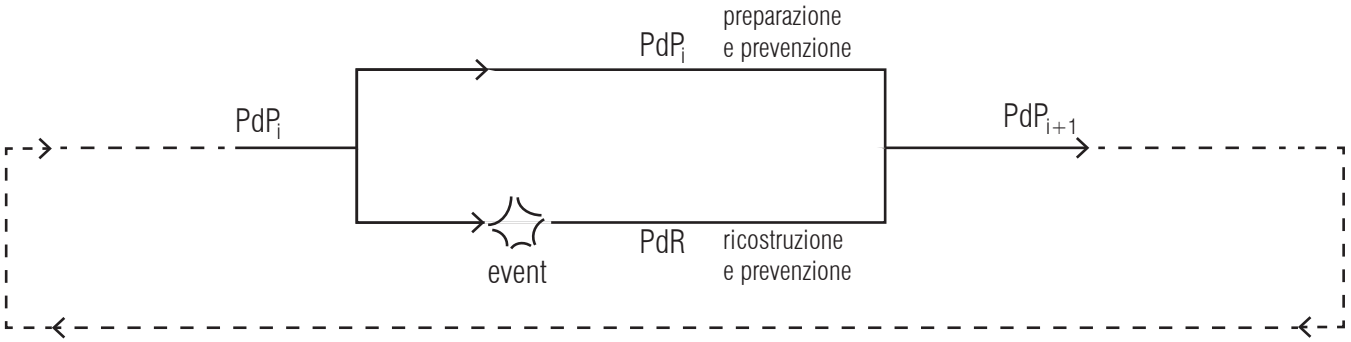


Figura 54: schema temporale del Piano di Preparazione. elaborato dall'autore

ricerca, che è legato alla possibilità di accorciare le tempistiche di realizzazione di un PdR effettivo, fornendo nel PdP le basi di rilievo e analisi necessarie come inizio. Occorre ovviamente suddividere analisi, elaborati e programmazione in un parte realizzabile in fase preventiva e un'altra invece necessariamente sviluppabile solo dopo l'evento calamitoso. Da un'analisi dei piani di ricostruzione più recenti si ritiene possibile individuare il fattore temporale necessario alla realizzazione degli stessi, e quindi comprendere di quanto è possibile accorciare il processo, consapevoli però che non sarà possibile azzerare tale intervallo temporale. Per questi fini ci si avvale nella ricerca di due casi studio: Rieti (Lazio) e San Gemini (TR - Umbria). Si sono scelte queste due città perché rappresentative di una percentuale significativa dei comuni su territorio nazionale, infatti più del 70% dei comuni sono di medie o piccole dimensioni, in particolare Rieti è rappresentativa dei comuni di medie dimensioni e San Genimi di quelli di piccole con circa 5000 abitanti. Inoltre entrambe le città si trovano in una zona con pericolosità sismica medio alta (zona 2).

Dall'analisi della struttura dei piani di ricostruzione dopo il terremoto dell'Abruzzo del 2009 è possibile identificare alcuni elementi ricorrenti presenti in tutti i piani, che guidano l'analisi e lo studio del territorio ferito e che in qualche modo potrebbero formare una base condivisa su cui strutturare il PdP. Tali elementi si concretizzano principalmente nella analisi riguardanti l'evoluzione storica dell'ambiente costruito, le caratteristiche della costruzione e ovviamente il rilievo del danno. Dovendo correttamente lavorare in fase preventiva è possibile sviluppare una buona base di queste analisi in fase pre-evento, avendo la possibilità di compierle con la giusta attenzione e approfondimento necessario. Per quanto riguarda il danno manifesto ovviamente questo dovrà essere sostituito con opportune valutazioni di vulnerabilità sismica, rimarcando il dualismo tra teoria e pratica di cui si è scritto all'inizio di questo capitolo. In tal modo è possibile individuare un primo censimento degli elementi di vulnerabilità ricorrenti nel tessuto urbano analizzato e una classificazione relativa della

vulnerabilità del costruito, identificando quindi quali aggregati sono più o meno vulnerabili all'interno della città storica in esame.

Pertanto il processo / il PdP proposto può essere strutturato come di seguito:

1 - Analisi dell'evoluzione urbana:
- Carta del confronto dei catasti storici
- Carta delle Età del Costruito

2 - Analisi delle caratteristiche del costruito:
- Carta dei caratteri costruttivi dell'esistente

3 - Analisi di Vulnerabilità:
- Carta delle vulnerabilità di tessuto
- Carta dei livelli di vulnerabilità

4 - Classificazione degli aggregati:
- Schema degli aggregati

5 - Indirizzi /Strategie conclusive:
- Principi per le priorità di intervento sugli aggregati
- Processo e attori coinvolti nella preparazione

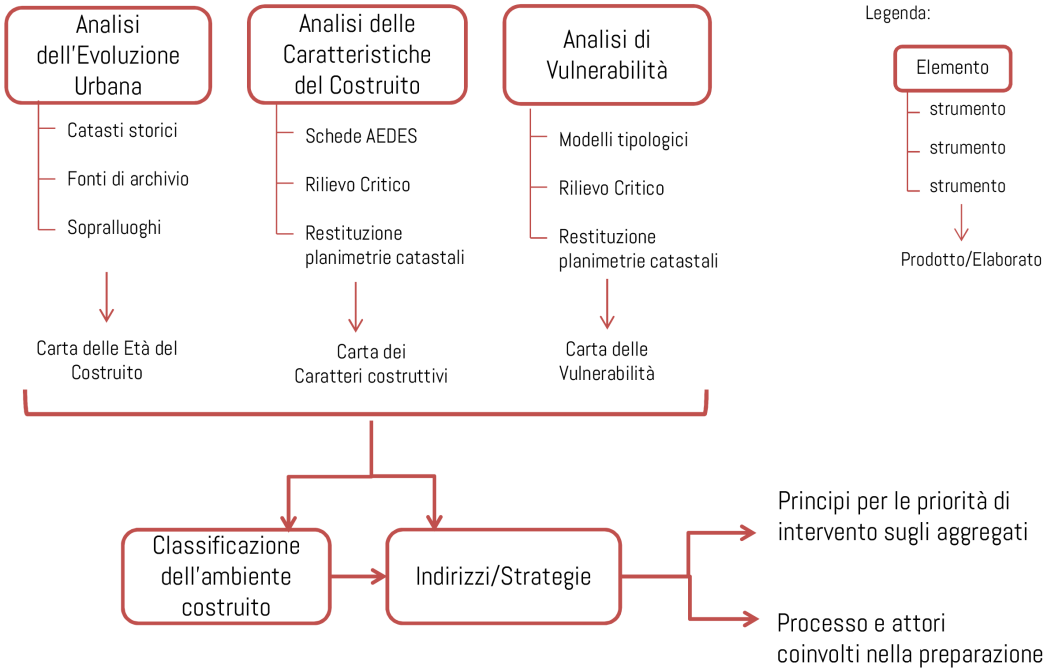


Figura 55: Schema del processo per la redazione delle strategie. Elaborato dall'autore.

Casi di studio:
Rieti (RT) Lazio + San Gemini (TR) Umbria

3.2.1. Analisi dell'evoluzione urbana

Il patrimonio degli insediamenti storici è il risultato di vicende costruttive articolate e protratte nel tempo che hanno definito l'aspetto attuale del tessuto edilizio, perciò connotato da stratificazioni costruttive la cui valenza storica e testimoniale assume in generale rilevanza culturale.

L'ambito di studio della ricerca si focalizza sulla città storica ed è, per tanto, opportuno ricordare alcuni punti fondamentali per delinearne le caratteristiche e circoscriverne la configurazione all'interno del tessuto urbano più completo; ricordando i passaggi storico-culturali nell'evoluzione del concetto, da centro storico a città storica.

Negli anni '50 con il termine "centro storico" la cultura urbanistica identifica questa problematica esprimendo altresì la volontà di salvaguardare il tessuto e non solo il monumento.

Sulla definizione e perimetrazione di centro storico si deve ricordare il documento conclusivo della "Commissione di indagine per la tutela e valorizzazione del patrimonio storico, artistico, archeologico e del paesaggio" (Commissione Franceschini, 1964/66) nel quale si legge:

> *"Sono da considerare centri storici urbani quelle strutture insediative che costituiscono unità culturale o la parte originaria ed autentica di insediamenti che testimoniano i caratteri di una viva cultura urbana"*

La prima formalizzazione della nozione di "centro storico" si deve a Giovanni Astengo in occasione della redazione del Piano Regolatore della città di Assisi presentato nel 1957 nella relazione del quale si legge:

> *"la città, così come oggi esiste entro la cerchia, quasi intatta, delle mura trecentesche, è il risultato presente di un continuo succedersi degli eventi, di costruzioni e di distruzioni che ininterrottamente dall'antichissimo insediamento umbro fino ad oggi ha avuto come sede e teatro l'angusto e scosceso versante occidentale del monte Asio [...]".*

Per Astengo, dunque, «la città entro le mura» è l'Assisi storica.

In questo caso le norme del piano di Astengo divengono troppo restrittive, con la conseguenza della non attuazione del piano stesso.

È la Carta di Gubbio del 1961, (esito del Convegno di Gubbio del 1960 sui centri storici, promosso dal V A.N.C.S.A.) a modificare gli orientamenti.

A livello mondiale si sente la necessità di indirizzi e raccomandazioni, per cui nel 1987 a Washington viene redatta la "Carta internazionale per la salvaguardia delle città storiche".

Come nel testo della Raccomandazione dell'UNESCO "concernente la salvaguardia degli insiemi storici o tradizionali ed il loro ruolo nella vita contemporanea" (Varsavia-Nairobi, 1976), così come anche in altri strumenti internazionali, si intendono qui, per "salvaguardia delle città storiche", le misure necessarie sia alla loro protezione, alla loro conservazione e al loro restauro, che al loro sviluppo coerente e al loro adattamento armonioso alla vita

contemporanea. Il Consiglio internazionale dei monumenti e dei siti (ICOMOS) ha ritenuto necessario redigere una "Carta internazionale per la salvaguardia delle città storiche". Si giunge dunque alla seguente definizione:

> *"Tutte le città del mondo, risultanti sia da uno sviluppo più o meno spontaneo sia da un determinato progetto, sono le espressioni materiali della diversità della società attraverso la storia e sono, per questo, tutte storiche. La presente Carta concerne più precisamente le città, grandi o piccole, ed i centri o quartieri storici, con il loro ambiente naturale o costruito, che esprimono, oltre alla loro qualità di documento storico, i valori peculiari di civiltà urbane tradizionali."*

Tale concezione, ampiamente superata dalla cultura urbanistica, è sopravvissuta sino al 2003, anno della presentazione del Piano Regolatore di Roma nel quale si supera la nozione di "*centro storico*" per approdare a quella di "*città storica*" mediante l'attribuzione di valore storico a parti di città oltre le Mura Aureliane. All'art. 20 delle Norme Tecniche di Attuazione si legge:

> *"Per Città Storica si intende l'insieme integrato costituito dall'area storica centrale interna alle mura, dalle parti urbane dell'espansione otto-novecentesca consolidata interne ed esterne alle mura e dai singoli siti e manufatti localizzati nell'intero territorio comunale che presentano una identità storico-culturale definita da particolari qualità, riconoscibili e riconosciute dal punto di vista dei caratteri morfogenetici e strutturanti dell'impianto urbano e di quelli tipo-morfologici, architettonici e d'uso dei singoli tessuti, edifici e spazi aperti, anche in riferimento al senso e al significato da essi assunto nella memoria delle comunità insediate".*

Si assiste, dunque, ad una "dilatazione nello spazio dell'attenzione ai valori storici riconosciuti" (Gabrielli, 1997)

Questa prima parte di analisi è quindi finalizzata all'individuazione delle fasi costruttive ed evolutive, consapevoli che ognuna di queste ha una sua dignità e configurazione significativa, delle cellule originarie, saturazione/occlusione degli spazi aperti, per desumere dalla specifica realtà del tessuto le precarietà presenti e quindi le possibili "fonti di danno" dovute alle modificazioni avvenute nel tempo.

L'interpretazione critica della configurazione che il complesso edificato ha raggiunto in ciascuna fase identificata fornisce informazioni che possono essere talvolta determinanti a evidenziare determinate forme di vulnerabilità non altrimenti rilevabili.

Il confronto tra le fasi di evoluzione identificate viene finalizzato a distinguere il ruolo che ciascuna trasformazione gioca nei confronti della vulnerabilità sismica e a evidenziare, di conseguenza, se l'assetto raggiunto ad una data fase risulti aggravato ovvero migliorato rispetto a quello precedente.

Il documento ultimo di sintesi prodotto da questa parte del lavoro è una carta dell'età del costruito, che mostra le datazioni relative del patrimonio edilizio, evidenziando nuclei omogenei di tessuto urbano.

Carta dei confronti dei catasti storici

Particolarmente calzante appare la similitudine usata da Loi (2016), tra corpo urbano e tessuto urbano:

> *"Come nel confronto delle sagome interne a successive radiografie del corpo umano, preliminarmente ad una diagnosi, anche il confronto dei catasti storici con la situazione attuale fornisce indicazioni consequenziali di carattere qualitativo anche sul piano strutturale." (Loi, 2016)*

La disponibilità di foto storiche, raffiguranti le condizioni riferite ai catastali, costituisce una documentazione aggiuntiva, interpretativa di un evolversi strutturale diacronico, preziosa anche se non sempre disponibile. Precisa, benché con limitazioni interpretative sul piano metodologico connesse all'impostazione prospettica dell'immagine. La precisione ha evidentemente a sua volta la necessità di suoi ulteriori livelli interpretativi. La documentazione contribuisce in positivo offrendo la possibilità di viste essenzialmente prospettiche, inclusa la possibilità di riconoscere il numero dei piani e l'andamento delle falde. Per questo le valutazioni nel confronto tra l'andamento delle sagome del costruito in riferimento e quello dei catastali deve considerarsi come strumento metodologico sostanziale e primario nel recupero.

I catasti figurati del Settecento sono importanti punti di riferimento per comprendere la crescita e le trasformazioni della città storica, ma è con i catasti particellari dell'800 che iniziano le prime carte definibili "tecniche" su territorio nazionale e che rappresentano la base di questa fase dello studio. Occorre certamente specificare che alcuni catasti pre-unità d'Italia risultavano già geometrici e atti allo scopo qui proposto, come ad esempio quello Lombardo-Veneto di stampo Austriaco, per cui è possibile trovare delle basi utili già prima del 1861. Sarà dopo tale data, con l'organizzazione del Regno d'Italia, che si avrà una base comune per il territorio nazionale (Longhi, 2009). Nello studio esposto ad esempio, si farò riferimento anche al Catasto Gregoriano (1818-1820), già presente per i casi in analisi di Rieti e San Gemini.

Il confronto tra le mappe che certificano l'assetto delle proprietà e le strutture odierne dell'insediamento consente d'identificare i nuclei edilizi che hanno conservato la loro fisionomia, segnati soltanto da processi superficiali di alterazione (Beltramo, 2008).

Si è quindi operato un confronto dettagliato tra le varie porzioni della città, ponendo di volta in esame un catasto storico e quello cronologicamente successivo, poi lo stesso catasto storico e la situazione attuale, sempre confermando le situazioni dubbie con delle visite in loco. È stato possibile identificare il periodo relativo tra lo sviluppo di un catasto e un altro, a cui appartengono cronologicamente alcune modificazioni del tessuto e delle proprietà.

Nello specifico dei casi studio si è proceduto con il seguente ordine:

Città di Rieti:
- Catasto Gregoriano 1820
- Catasto Cessato Rustico 1870
- Catasto 1943 (preparazione per l'Unitario)
- Catasto Unitario 1943-50
- Catasto CEU 1960 (Catasto Edilizio Urbano)
- Catasto Attuale 2011

Città di San Gemini:
- Catasto Gregoriano 1818
- Catasto Gregoriano 1905 (Aggiornamento)
- Catasto Unitario 1940
- Catasto CEU 1952-54 (Catasto Edilizio Urbano)

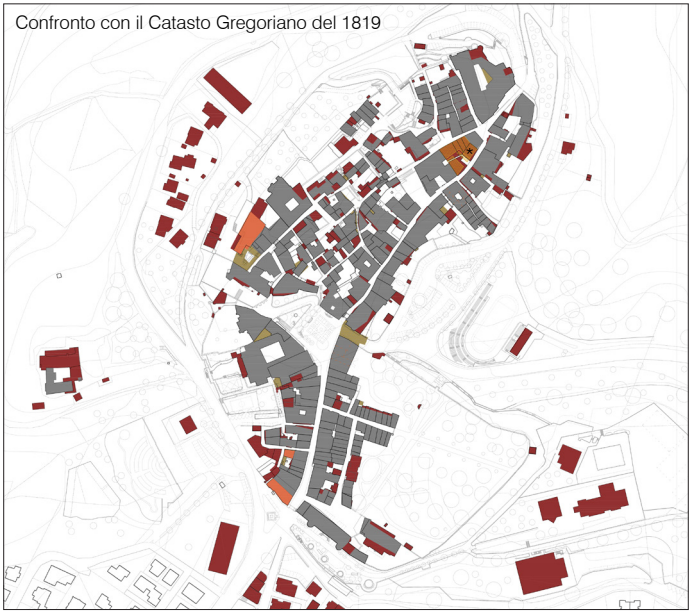
In questo modo è così possibile individuare le modificazioni sostanziali sull'ambiente costruito, in particolare i grossi sventramenti e ricostruzioni, dovuti tanto a eventi calamitosi quanto a modificazione urbanistiche (come nel caso di Rieti per l'allargamento di via Garibaldi), ovvero operazioni di più ridotte dimensioni che hanno però modificato l'assetto degli aggregati murari della città storica, quali occlusioni e avanzamenti di fronti. Si desumono così, dalla specifica realtà del tessuto, le precarietà presenti e quindi le possibili "fonti di danno" dovute alle modificazioni avvenute nel tempo. Il dato che si ottiene è indicativo dell'origine dell'impianto del tessuto, ma, ovviamente, non fornisce informazioni sulle modificazioni altimetriche o sulle eventuali sostituzioni del corpo costruito. All'analisi cartografica si deve perciò associare un'investigazione diretta delle unità edilizie operando le dovute integrazioni ai dati esito dei riscontri cartografici.

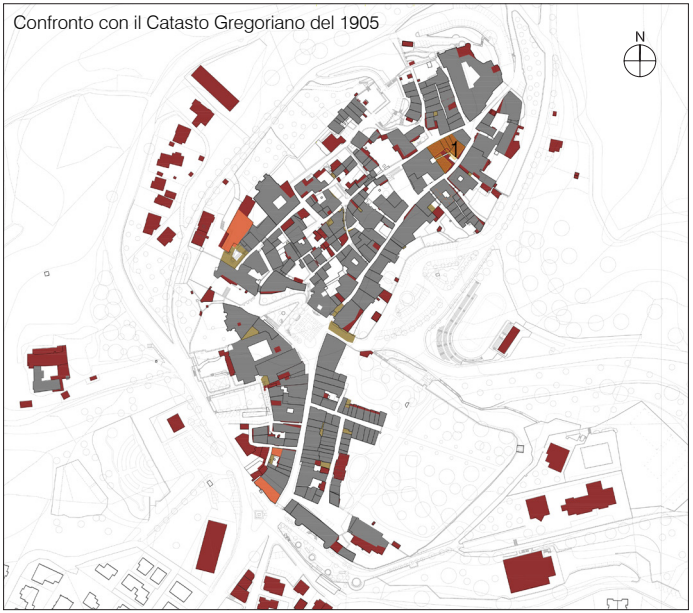
L'interpretazione critica della configurazione che il complesso edificato ha raggiunto in ciascuna fase identificata fornisce informazioni che possono essere talvolta determinanti a evidenziare forme di vulnerabilità non altrimenti rilevabili. Il confronto tra le fasi di evoluzione identificate viene finalizzato a distinguere il ruolo che ciascuna trasformazione gioca nei confronti della vulnerabilità sismica e ad aiutare a comprendere, di conseguenza, se l'assetto raggiunto ad una data fase risulti aggravato ovvero migliorato rispetto a quello precedente.

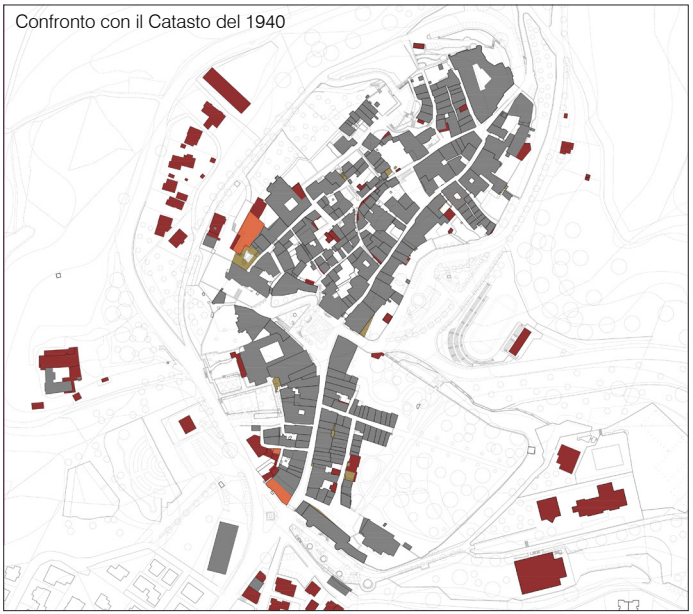
I tipi di interventi leggibili nella sequenza dei catasti storici per il caso studio di San Gemini (Fig. 56), ad esempio, sono principalmente di tre tipi: nuova costruzione - prevalentemente al di fuori della cerchia delle mura storiche; demolizioni - in particolare a cavallo tra i catasti del 1818 e quello del 1940, si realizza la demolizione di una porzione di tessuto per l'apertura dell'accesso al centro storico da Via Tuderte; e sostituzione sia tramite sostituzione parziale e nuova costruzione, sia tramite ricostruzione - che invece interessa porzioni di tessuto di più recente modificazione.

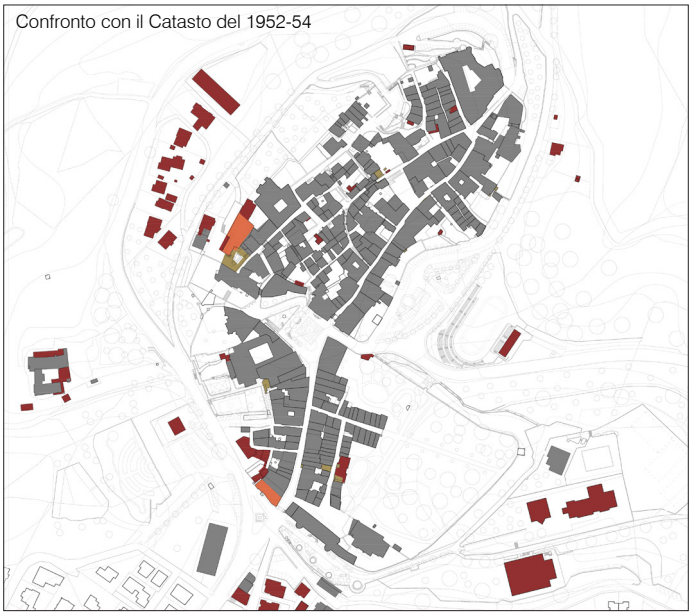


Figura 56: Confronti dei Catasti Storici per il caso di San Gemini.


Confronto con il Catasto Gregoriano del 1819


Confronto con il Catasto Gregoriano del 1905
N


Confronto con il Catasto del 1940


Confronto con il Catasto del 1952-54

Carta delle Età del Costruito

Uno strumento funzionale alla lettura edilizia del costruito, che trova riscontro in diversi elementi della pianificazione urbanistica, è la carta delle età del costruito, in inglese "Map of the Age of the Built Heritage" (MABH). La carta si basa su alcuni assunti fondamentali: nella città storica è possibile, statisticamente, associare ad un'età del costruito, per una determinata tipologia edilizia, in una determinata area geografica, un ristretto gruppo di tecniche costruttive. Inoltre, si ravvisano anche sequenze tipo di interventi di modificazione recente principalmente legate alla evoluzione delle disposizioni normative in merito di consolidamento strutturale. La prima consapevolezza che si intende instillare nel tecnico è quella di una non-omogeneità della città storica. Le numerose crisi, l'uso nel tempo e i numerosi provvedimenti legislativi e normativi hanno comportato nel tempo una continua modificazione delle apparecchiature costruttive, pur conservando vetustà delle facciate e forma degli spazi aperti.

Per procedere con rigore scientifico, l'analisi del tessuto urbano e della sua consistenza edilizia è fatta a partire dalle rappresentazioni catastali e tecniche ovvero dal confronto della cartografia disponibile (Guidoni, 1979). A supporto della cartografia sono stati realizzati dei sopralluoghi atti a confermare o evidenziare le incongruità tra oggetto e datazione presunta, pur in una valutazione speditiva. Questo processo è perciò finalizzato all'individuazione delle fasi storiche di costituzione dell'attuale patrimonio urbano, delle cellule originarie, degli elementi di saturazione/occlusione degli spazi aperti, per desumere dalla specifica realtà del tessuto le precarietà presenti e quindi la potenziale presenza di vulnerabilità puntuali dovute alle modificazioni avvenute nel tempo. L'interpretazione critica della configurazione che il complesso edificato ha raggiunto in ciascuna fase identificata fornisce informazioni che possono essere talvolta determinanti a evidenziare determinate forme di vulnerabilità non altrimenti rilevabili (ad esempio le interruzioni nella continuità planimetrica o altimetrica delle scatole murarie, le ammorsature dei setti o gli allineamenti nelle aperture interne in presenza di ri-fusioni, ampliamenti, sopraelevazioni).

Il confronto tra le fasi di evoluzione identificate viene finalizzato a distinguere il ruolo che ciascuna trasformazione gioca nei confronti della vulnerabilità sismica e a evidenziare, di conseguenza, se l'assetto raggiunto ad una data fase risulti aggravato ovvero migliorato rispetto a quello precedente.

Il documento ultimo di sintesi prodotto da questa parte del lavoro è una carta dell'età del costruito, che mostra le datazioni relative del patrimonio edilizio, evidenziando nuclei omogenei di tessuto urbano, a cui è associata una corrispondente carta della vulnerabilità urbana. Nell'elaborare la MABH, si riporta ad esempio quella per il caso studio di San Gemini, è possibile identificare immediatamente le situazioni di occlusione dell'impianto originario, rilevato a partire dal Catasto Gregoriano, e le condizioni di avanzamento dei fronti stradali. Queste condizioni rappresentano due dei principali elementi di modificazione del tessuto storico, in quanto hanno comportato una variazione nella struttura globale degli aggregati in cui si riscontrano ed evidenziano situazioni circostanziate su cui concentrare analisi di dettaglio successive.

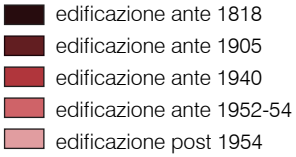


Figura 57: Carta delle Età del Costruito (MABH) elaborata per il caso studio di San Gemini


N

3.2.2. Analisi delle caratteristiche del costruito:

Il passaggio successivo consiste nell'approfondimento a scala di aggregato e di unità strutturali che risultano rappresentativi del comportamento e della vulnerabilità sismica della conformazione attuale in cui si trova il patrimonio costruito negli insediamenti storici. Questa analisi si ipotizza realizzata mediante lo studio delle tecniche costruttive e delle conformazioni degli aggregati. Come strumenti per la ricerca si fa riferimento alle fonti storiche e di archivio, oltre che ai dati catastali per il rilievo degli aggregati urbani.

La restituzione planimetrica del tessuto edilizio rappresenta il primo strumento a scala di dettaglio, nonché l'elemento cardine del rilievo del costruito. Tale strumento viene elaborato in prima battuta tramite il montaggio delle planimetrie catastali del tessuto storico, ma deve poi essere verificato con sopralluoghi successivi atti a verificare situazioni dubbie o incongrue rispetto al dato catastale. Per questo tipo di studio sono noti limiti nel reperimento del materiale planimetrico, per questioni di interpretazione dei diritti di privacy della proprietà, che rappresentano una barriera notevole all'approfondimento della conoscenza del tessuto edilizio e alla condivisione scientifica dei dati più rilevanti. Come è noto l'analisi planimetrica del tessuto edilizio non ha come fine la sola conoscenza geometrica dello stato della configurazione attuale. Essa è utilizzata da anni per giungere analiticamente all'individuazione dei processi urbani sottesi all'attuale evidenza morfologica e finalizzata alle uscite progettuali rese possibili dall'acquisizione di consapevolezza di tali processi (Strappa, 2014).

Per quanto attiene la ricerca qui esposta, essa permette inoltre di elaborare prime considerazioni sui sistemi e sulle tipologie costruttive e di approfondire i processi di formazione e trasformazione edilizia. Inoltre si configura come una corretta base per il rilievo dei dissesti e del degrado.

Carta dei caratteri costruttivi dell'esistente

Questa carta è sviluppata a partire da un'analisi dei dati presenti nelle schede Aedes. Definendo tipi di murature, associate alle tipologie di solai e coperture, è possibile identificare le tipologie costruttive prevalenti presenti nel tessuto storico. Rispetto alla scheda Aedes, ai fini proposti, perde rilevanza il dato inerente un'eventuale rilievo di danno o di agibilità (in quanto non stiamo considerando fasi post crisi, ma predisponendo dispositivi integrati tra progetto e prevenzione) ed emerge invece la esigenza di procedere ad un maggiore dettaglio nella definizione delle tipologie costruttive. Attraverso questo strumento è possibile identificare nuclei omogenei dal punto di vista costruttivo, unità edilizie e strutturali che presentano caratteristiche sostanzialmente simili fra loro. Questo permette di approfondire la conoscenza tecnica del costruito storico collegando due discipline fondamentali nell'approccio al problema, quella urbanistica e quella ingegneristica. L'analisi è stata implementata ricorrendo anche alle basi dello studio CARTIS, scheda di 1° livello per la Caratterizzazione Tipologico-Strutturale dei comparti urbani costituiti da edifici ordinari,

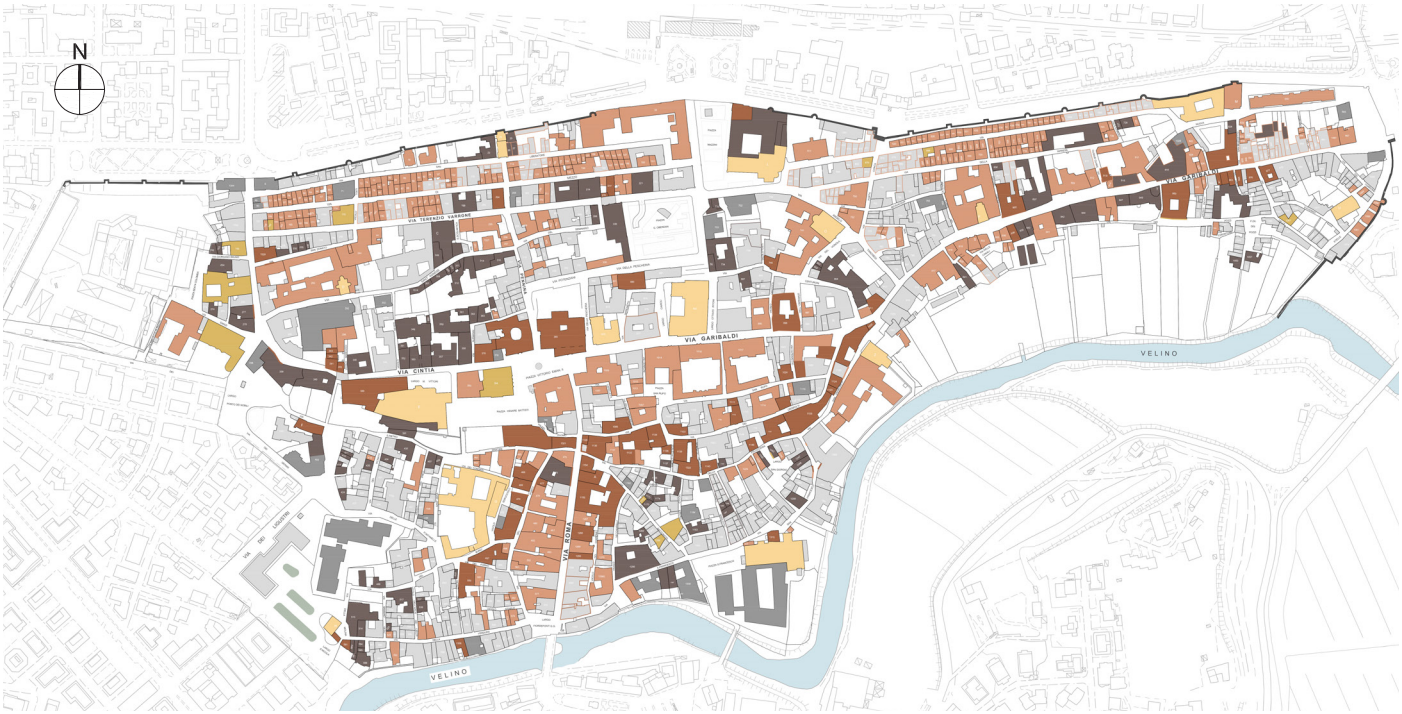


Figura 58: Carta dei Caratteri Costruttivi dell'esistente per il caso studio di Rieti

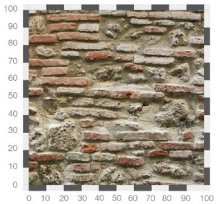
progetto Reluis, Università degli Studi di Napoli Federico II, coordinata dal prof. Giulio Zuccaro e dal Dipartimento di Protezione Civile.

Nei casi di studio, ad esempio in San Gemini, si può notare come la catalogazione costruttiva permetta di individuare ulteriori fasi di modificazione del costruito, e ulteriori suddivisioni areali, rispetto a quelle individuate non solo nella MABH ma anche nella planimetria dettagliata. L'analisi costruttiva costituisce infatti lo strumento che arriva dove si fermano i dati reperibili grazie ai catasti. Si riesce, con un approccio che si basa sul dato materiale, con un'evidenza archeologica da validare con le corrispondenti fonti documentarie, a fornire informazioni utili rispetto al patrimonio che risale alle fasi più remote. Per il caso in esempio, San Gemini, si è così evidenziato che la maggior parte del costruito, il cui impianto è già presente nel Gregoriano del 1819, è caratterizzato da quattro tipologie costruttive ben delineabili. Allo stesso tempo si raccolgono i riscontri di quanto dedotto con la MABH, per esempio l'uso di tecniche diverse, successive, nella realizzazione delle occlusioni di percorsi o annessioni di spazi comuni. Si evidenziano anche i casi di altre tipologie costruttive, che non rappresentano tipi prevalenti nel tessuto, a volte addirittura degli unicum in un'edilizia diffusa, come il caso di interventi in cemento armato nelle residenze o in tipi specialisti come chiese e teatri.

RI.01
RI.02
RI.03
RI.04
edifici in c.c.a.
emergenze architettonico-costruttive

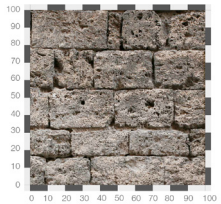


RI.01



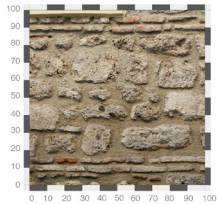
Muratura disordinata con embrici e calcari

RI.02



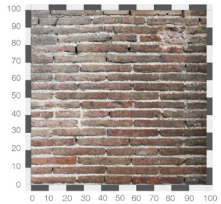
Pietra squadrata senza ricorsi

RI.03



Pietrame con ricorsi in laterizio

RI.04

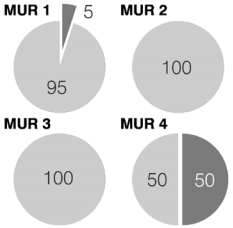


Mattoni

SEZIONE 1: Identificazione tipologica

Posizione tipologica nel contesto urbano [%]

	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Isolata	5%	-	-	50%
In Aggregato	95%	100%	100%	50%
in adiacenza	*20%*	*50%*	*50%*	*50%*
in connessione	*80%*	*50%*	-	*50%*



SEZIONE 2: Dati metrici

	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Piani totali compresi interrati [n°]	2 ÷ 5	2 ÷ 4	2 ÷ 3	2 ÷ 4
Altezza media di piano [m]	2.50 ÷ 3.49	2.50 ÷ 3.49	2.50 ÷ 3.49	3.50 ÷ 5.00
Altezza media di piano terra [m]	3.50 ÷ 5.00	3.50 ÷ 5.00	2.50 ÷ 3.49	3.50 ÷ 5.00
Piani interrati [n°]	1	1	0	1
Superficie media di piano [m²]	70 ÷ 100	100 ÷ 300	50 ÷ 70	170 ÷ 300
Età della costruzione	< 1860	< 1860	< 1860	< 1860 1861-1919
Uso prevalente	abitativo, commercio, uffici, servizi pubblici, turistico-ricettivo	abitativo, commercio, uffici	abitativo, commercio	abitativo, uffici, servizi pubblici

SEZIONE 3: Caratterizzazione tipologica della Muratura

Caratteristiche della muratura

					RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
A 1.1	**muratura IRREGOLARE**	**Pietra arrotondata**	*senza ricorsi*	Ciottoli con tessitura disordinata nel paramento				
A 1.2				Ciottoli con tessitura ordinata nel paramento				
A 1.3			*con ricorsi*	Ciottoli e mattoni				
A 1.4				Ciottoli e mattoni con ricorsi in laterizio				
A 2.1		**Pietra grezza**	*senza ricorsi*	Pietrame con tessitura disordinata nel paramento				
A 2.2				Pietrame con tessitura ordinata nel paramento				
A 2.3			*con ricorsi*	Muratura disordinata con embrici e calcare	X			
A 2.4				Pietrame con ricorsi in laterizio			X	
B 1.1	**muratura SBOZZATA**	**Pietra lastriforme**	*senza ricorsi*					
B 1.2			*con ricorsi*					
B 2.1		**Pietra pseudo-regolare**	*senza ricorsi*					
B 2.2			*con ricorsi*					
C 1.1	**muratura REGOLARE**	**Pietra squadrata**	*senza ricorsi*			X		
C 1.2			*con ricorsi*					
C 2.0		**Mattoni**						X

Figura 59: Analisi dei caratteri costruttivi per il caso studio di Rieti. Analisi tramite la Scheda AEDES e CARTIS (Reluis e DPC, 2014)

Informazioni aggiuntive sulla muratura



	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Presenza muratura a Sacco	SI	SI	SI	NO
Presenza Catene o Cordoli *(% nella tipologia)*	30%	10%	30%	15%
Collegamento trasversale	SI	non so	SI	SI
Presenza di Speroni / Contrafforti	non so	non so	non so	NO
Spessore medio pareti piano terra [cm]	70 cm	70 cm	60 cm	70 cm
Interasse medio pareti [m]	4,00 m	4,00 m	3,50 m	5,00 m

Caratteristiche dei solai



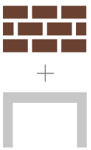
			RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
S 1.1	**Soletta DEFORMABILE**	Solaio in legno con mezzane		X		
S 1.2		Solaio in legno con tavolato singolo	X		X	
S 1.3		Solaio con travi di ferro a voltine	X		X	
S 2.1	**Soletta SEMIRIGIDA**	Solaio in legno con doppio tavolato				
S 2.2		Solaio prefabbricato del tipo SAP				
S 2.3		Solaio in ferro e tavelloni	X	X	X	X
S 3.1	**Soletta RIGIDA**	Solaio in cemento-armato a soletta piena				
S 3.2		Solaio in cemento armato a travetti prefabbricati				
S 3.3		Solaio in latero-cemento gettato in opera				

Caratteristiche delle volte



RI.01	Presenza di volte a BOTTE al piano terra
RI.02	Presenza di volte a BOTTE e a CROCIERA al piano terra
RI.03	Assenza di volte
RI.04	-

Strutture miste



Percentuale nella tipologia		10%	5%	10%	-
G 1	**C.A. (o altre strutture intelaiate) su muratura**				
G 2	**Muratura su C.A. (o altre strutture intelaiate)**				
G 3.1	**Muratura con ampliamento in pianta in C.A.**				
G 3.2	**Muratura perimetrale e pilastri interni in C.A.**				
G 3.3	**Muratura perimetrale e pilastri esterni**				
G 3.4	**Muratura confinata**				

Malta

	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Tipo	argilla, calce idraulica	argilla, calce idraulica	calce idraulica, cemento portland	malta bastarda, cemento portland
Condizioni	cattive	buone	medie	medie

Portici, Logge, Cavedi
(% nella tipologia)



	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Portici	2%	-	-	-
Logge	-	40%	-	-
Cavedi	5%	5%	-	-

Coperture



	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Forma	singola falda e falde inclinate	falde inclinate e terrazzo praticabile	falde inclinate e terrazzo praticabile	falde inclinate
Tipo	pesante	pesante	pesante	leggera, pesante
Materiale	legno e acciaio	legno, acciaio e cemento armato	legno, acciaio e cemento armato	legno e acciaio
Spingente	NO	NO	NO	-

Aperture in facciata
(% sulla superficie di facciata)



RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
30-50 %	30-50 %	20-29 %	30-50 %

Regolarità



	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Pianta	irregolare	mediamente regolare	regolare	mediamente regolare
Elevazione	mediamente regolare	mediamente regolare	regolare	regolare, mediamente regolare

Interventi strutturali della tipologia

Anno		1930 - 1960	2000 -	-	1980 -
Interventi tipici	A. Interventi locali	X			
	B. Miglioramento sismico	X	X		X
	C. Adeguamento sismico				

Aperture piano terra
(% sulla superficie di facciata al PT)



RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
30-50 %	>50 %	10-19 %	30-50 %

Stato di conservazione



SdC d'insieme	MEDIO	BUONO	SCADENTE	BUONO
SdC strutture verticali	MEDIO	BUONO	SCADENTE	BUONO
SdC strutture orizzontali	MEDIO	BUONO	SCADENTE	BUONO
SdC elementi non strutturali	BUONO	BUONO	SCADENTE	MEDIO

Tipologia di scale



	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Scale a soletta rampante	X	X		
Scale con travi a ginocchio e gradini a sbalzo	X		X	
Scale con gradini a sbalzo				
Scale in legno				
Scale su volta rampante		X		X

Fondazioni



RI.01 - RI.03	- Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi squadrati
RI.02 - RI.04	- Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi squadrati - Fondazione profonda in pietrame o blocchi squadrati

3.2.3. Analisi di vulnerabilità

Il passaggio dalla scala del singolo edificio a quella di "isolato" è un significativo salto di attenzione introdotto dalla L.R. 18/2002, che agli artt. 3 e 4 sancisce i criteri per la programmazione degli interventi, individuando "… i comuni ad elevata pericolosità sismica, ove eseguire interventi di prevenzione sismica su isolati edilizi …", specificando che il contributo regionale è destinato ad interventi che si eseguono su isolati con elevato livello di vulnerabilità, determinato sulla base delle carenze strutturali e tipologiche.

Questa parte della ricerca è stata elaborata in due fasi: una prima basata sugli studi condotti da Cremonini (2004) per il rilievo degli elementi legati alla vulnerabilità urbana del costruito, e successivamente una definizione dei livelli di vulnerabilità relativa degli aggregati, elaborata a partire dagli studi di Oliveri e Fazzio (2004) per il caso di Nocera Umbra. Al metodo tipologico-osservazionale, ritenuto uno tra i più idonei per l'analisi di vulnerabilità di aggregati murari nella città storica, si affiancano nella trattazione analisi strutturali di tipo meccanico per la descrizione e valutazione quantitativa di alcuni parametri utilizzati.

Carta delle vulnerabilità di tessuto

Già Cremonini (2004) evidenzia l'importanza di un rilievo di questo tipo, nelle sperimentazioni portate avanti dagli anni 90' nella Regione Emilia-Romagna, facendo riferimento ad un rilievo simultaneo degli aspetti geometrici, strutturali e stratigrafici a livello di aggregato. La possibilità di estendere questo concetto all'intero tessuto della città storica permette di avere un quadro più ampio di lettura e di analizzare i segni di trasformazione che hanno interessato porzioni, più o meno diffuse dell'organismo urbano come accade solitamente, e non solo di un singolo aggregato.

Elementi di particolare interesse, immediatamente leggibili e riscontrabili nell'Analisi planimetrica del tessuto edilizio, sono ad esempio "i rapporti geometrici delle pareti (B/L e B/H) evidenziando le eventuali snellezze orizzontali e verticali che, anche in relazione ai tipi di vincoli ai muri ortogonali e agli orizzontamenti, possono favorire i cinematismi per macro-elementi , cioè ribaltamenti di tutta la parete o di blocchi della parete, con creazione di cerniere di rotazione la cui posizione è abbastanza prevedibile (se la qualità muraria è sufficiente); la presenza di superfetazioni e di forti variazioni dello spessore delle murature sia in verticale sia in orizzontale, ad es. per l'inglobamento negli edifici di strutture murarie preesistenti (es. mura urbiche, muri di difesa idraulica). Altrettanto importanti sono gli elementi di discontinuità tra gli edifici perché l'esistenza di discontinuità strutturali negli isolati permette di limitare lo studio del comportamento sismico d'insieme a porzioni più ridotte dell'isolato. La mancanza di discontinuità segnala invece la possibilità d'interferenze strutturali tra i fabbricati e la possibilità di fenomeni di martellamento, ad esempio come l'esistenza di muri d'ambito di un edificio realizzati in aderenza a quelli di un altro edificio o l'esistenza di giunto tra edificio ed edificio" (Cremonini 2004).

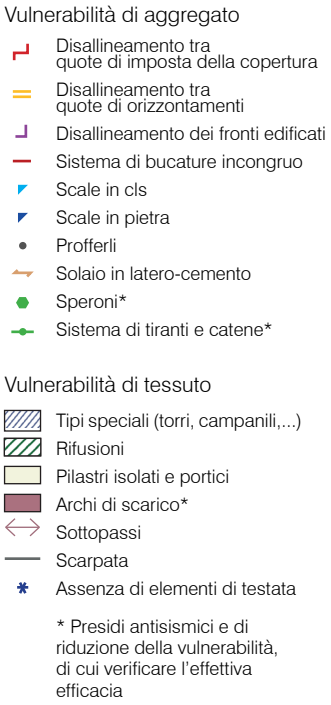


Figura 60: Carta delle delle vulnerabilità di tessuto elaborata per il caso studio di San Gemini


N

Carta dei livelli di vulnerabilità relativa

Per tale indagine si fa riferimento alle elaborazioni portate avanti dal gruppo Olivieri per il caso di Nocera Umbra (Olivieri, 2004), in cui sono stati approfonditi tanto aspetti sistemici su scala urbana (derivanti dalle ricerche condotte in Emilia-Romagna dagli anni '90, Cremonini 1994), tanto aspetti riguardanti la scala di tessuto e di aggregato.

All'interno della ricerca di Olivieri si sono sperimentati due metodi distinti per la valutazione di vulnerabilità urbana, riferiti a gradi di approfondimento e ad ambiti di indagine diversi. I due metodi sono stati definiti di primo e di secondo livello. In sintesi si può affermare che il primo metodo può essere considerato aggregato e sintetico, il secondo analitico e sistemico.

In particolare, risulta di rilevante interesse per la ricerca in atto il metodo di primo livello che mira a definire alcuni parametri di vulnerabilità in via speditiva per gli isolati, in questa trattazione sperimentata per gli aggregati. La procedura consente di individuare sinteticamente ambiti a maggiore vulnerabilità relativa a livello locale su cui procedere con ulteriore grado di approfondimento.

Il superamento di un'ottica focalizzata sul singolo edificio e la contemporanea opportunità di analizzare il costruito con un grado significativo di dettaglio sono visioni entrambi indispensabili, sia per la comprensione dei comportamenti degli edifici sotto sisma sia per disporre di un riferimento pertinente sotto il profilo urbanistico per gli interventi di mitigazione del rischio. Questa consapevolezza comporta la necessità di riferirsi ad aggregazioni scelte con specifico riguardo all'interconnessione reciproca delle unità edilizie sotto il profilo strutturale, tipologico, funzionale, assieme alla comprensione del loro ruolo nel contesto edificato e alla relazione con il sistema dei percorsi. Un campo di studi verso cui negli anni recenti vanno confluendo percorsi di diverse discipline, secondo un processo di crescita dell'elaborazione culturale, operativa, e di riflesso normativa.

In analogia con gli studi relativi all'intero centro urbano condotti dal gruppo di Olivieri (2004), è stata definita la "vulnerabilità relativa degli aggregati" ossia la suscettività al danneggiamento e alla perdita di organizzazione dovuta al complesso dei fattori di rischio cui ogni singolo isolato è soggetto, derivante da aspetti tipo-morfologici, strutturali e funzionali. Per la maggiore vicinanza alla scala edilizia, che per un singolo aggregato rende meno significativa una impostazione sistemica in senso stretto, e data la finalità di ottenere risultati facilmente raggiungibili e di immediato impiego, il metodo di valutazione adottato per gli aggregati del centro storico è assimilabile al metodo di primo livello usato nel caso di Nocera Umbra, quindi basato sulla semplice sommatoria dei livelli relativi di vulnerabilità. Le relazioni sistemiche in effetti sono significative alla scala urbana o dell'intero tessuto, in questo caso il tessuto del centro storico nel suo complesso, mentre perdono di leggibilità nel caso di un'analisi sui singoli aggregati che, seppure ancora generale, è comunque molto prossima alla scala del singolo edificio.

Ciò che si può considerare invece decisivo a questa scala è la possibilità di ottenere una valutazione il più possibile diretta dei rapporti tra la natura e la morfologia dei terreni,

le caratteristiche morfologiche, tipologiche e costruttive degli aggregati, la distribuzione di funzioni al loro interno, la loro posizione rispetto al sistema dei percorsi e degli spazi aperti.

La valutazione del livello di vulnerabilità urbana degli aggregati viene effettuata tramite la somma dei livelli relativi dei diversi parametri di vulnerabilità, e la successiva normalizzazione rispetto al valore massimo riscontrato, ha permesso di individuare gli aggregati in cui la combinazione di tali parametri produce situazioni di danneggiabilità potenziale maggiore, dal punto di vista sia fisico sia funzionale.

Come osservato da Olivieri e Fazzio (2004), i risultati del processo di valutazione della vulnerabilità sismica degli aggregati evidenziano come le situazioni di maggiore criticità siano osservabili:

- in corrispondenza dei grandi complessi specialistici e degli isolati caratterizzati da maggiore commistione tipologica;
- in corrispondenza degli isolati edificati su strutture tipologiche particolari, come gli aggregati irregolari nell'andamento planimetrico, nella configurazione altimetrica, disposti su pendii accentuati oppure soggetti a trasformazioni consistenti storiche e recenti.

Al contrario, emergono come aggregati relativamente meno vulnerabili quegli isolati ad andamento lineare regolare, prevalentemente composti da edilizia di base con un alto grado di omogeneità tipologica.

Si parla in questo caso di vulnerabilità relativa degli aggregati, perché la normalizzazione è effettuata sull'insieme di valori del singolo caso studio, e si ritiene, data la natura tipologico-osservazionale della metodologia, che i risultati abbiano una rilevanza maggiore per la gestione del territorio locale, invece che per un confronto tra città differenti. Questo approccio permetterebbe infatti di comprendere quali porzioni del tessuto siano più o meno vulnerabili, rispetto a confrontare la vulnerabilità assoluta di casi di studio in esame.

Se si osserva la distribuzione dei livelli massimi di vulnerabilità relativa, in generale è possibile notare una corrispondenza significativa tra alti livelli di vulnerabilità, alti livelli di complessità tipo-morfologica e rapporto con il sistema dei percorsi, ossia una relazione tra livelli di vulnerabilità complessiva e tipi di aggregati nel tessuto analizzato. Questa relazione, assieme alla valutazione del rapporto tra vulnerabilità sismica e qualità muraria, trova corrispondenza con le conclusioni ottenute dal confronto tra valutazioni preventive e danno effettivo; e costituisce una base significativa per la possibile applicazione del metodo in contesti urbani analoghi a quello studiato.

Per la valutazione di vulnerabilità sismica gli aggregati sono stati individuati come insieme di edifici interconnessi e da considerare unitariamente per la modellazione del loro comportamento, in base alla continuità strutturale, all'omogeneità tipologica e funzionale, al processo di trasformazione storica attraversato.

Le operazioni del metodo proposto da Olivieri, sono suddivise in un processo scandito in tre fasi:

- individuazione dei parametri significativi (indicatori) per la comprensione del comportamento sismico degli aggregati, sia sulla base della definizione delle

caratteristiche tipologiche, morfologiche e strutturali complessive che delle caratteristiche degli edifici componenti;
- attribuzione di diversi valori ai parametri a in base al livello maggiore o minore di vulnerabilità per ogni isolato;
- valutazione del l'incidenza relativa delle caratteristiche degli edifici componenti e determinazione delle caratteristiche complessive di vulnerabilità dell'isolato.

In particolare sono stati presi in esame alcuni dati generali, relativi alla dimensione dell'aggregato, al numero di edifici presenti, al numero di edifici inoccupati o utilizzati come residenza secondaria (parametro rappresentativo del grado di utilizzo e quindi considerato come una sorta di indice implicito dello stato di conservazione); inoltre si sono valutate due famiglie di indicatori:

- parametri descrittori delle caratteristiche morfologiche e tipologiche dell'aggregato, dipendenti dalla sua configurazione complessiva e dalle caratteristiche degli edifici presenti al suo interno;
- parametri descrittori delle caratteristiche strutturali generati, date dalla media delle caratteristiche degli edifici componenti e dalle relative modalità di aggregazione.

La maggior parte delle informazioni necessarie alla valutazione della vulnerabilità sono ricavabili da un'osservazione speditiva. Tuttavia, in considerazione della diversa scala di indagine e della necessità di valutare aspetti legati alla consistenza effettiva degli aggregati edilizi e al loro processo morfogenetico, indispensabile anche per una modellazione speditiva del comportamento sotto sisma di aggregati di origine storica, la raccolta dei dati può essere supportata dal reperimento di informazioni non direttamente osservabili, in particolare relative alla componente del valore di vulnerabilità dipendente dalle caratteristiche strutturali e dal grado di maggiore o minore trasformazione subita dall'aggregato.

In generale si può affermare che il riconoscimento dei confini dell'aggregato costituisce un momento fondamentale del processo, comprendendo i tipi di accostamento tra unità strutturali e architettoniche, se vi sono delle strutture interagenti, semplicemente poste in adiacenza, e quindi staticamente indipendenti. In questo caso i dati raccolti nella fase precedente di analisi delle caratteristiche costruttive, hanno costituito una buona base di partenza.

I valori degli indicatori descritti Fig. 61, in aggiunta ad indicatori sullo stato manutentivo della costruzione, possono essere sommati all'interno della stessa famiglia, ottenendo due indici parziali di vulnerabilità: l'indice di vulnerabilità per caratteristiche morfologiche e tipologiche e l'indice di vulnerabilità per caratteristiche strutturali, in modo da poter considerare in maniera disaggregata l'apporto dei due aspetti.

I due indici parziali sommati forniscono l'indice complessivo di vulnerabilità il quale, normalizzato, rappresenta i diversi livelli relativi di vulnerabilità degli isolati.

La procedura applicata non suddivide l'indice nei tre aspetti consueti e vulnerabilità diretta, indotta per contiguità, indotta da manufatti critici, in quanto, per le caratteristiche degli aggregati e, di conseguenza, per i criteri di calcolo adottati, il forte intreccio tra fattori di vulnerabilità diretta e fattori di vulnerabilità indotta non rende significativa la distinzione tra

i due aspetti, considerata invece nel momento della scelta degli indicatori.

Gli indicatori relativi alla prima classe, ossia quelli legati agli aspetti morfo-tipologici dell'aggregato, sono elencati di seguito:

- Rapporto con la morfologia del terreno
- Rapporto con gli aggregati circostanti
- Andamento planimetrico
- Discontinuità dell'andamento planimetrico
- Andamento altimetrico
- Differenza di livelli monte-valle
- Grado di commistione tipologica
- Presenza di strutture tipologiche particolari
- Grado di stratificazione
- Grado di alterazione tipologica e strutturale complessiva

Analizzando nel dettaglio gli indicatori è possibile comprendere meglio come sia effettivamente complesso scindere gli aspetti di vulnerabilità diretta da quelli di vulnerabilità indotta quando si parla di aggregati in un tessuto storico. Alcuni dei parametri descritti sono chiaramente indicatori della vulnerabilità intrinseca del manufatto (come ad esempio il 3, 4 e 5), mentre altri considerano l'interazione con altri elementi, quali l'andamento morfologico del terreno (1 e 6) o con gli aggregati circostanti (2) e con cui l'evoluzione stessa dell'aggregato si è indissolubilmente legata nella formazione del tessuto urbano. Tali indicatori derivano dall'analisi osservazionale condotta sul caso studio di Nocera Umbra e dagli studi di Borri e Avorio (2002), portati avanti sulla costruzione in muratura.

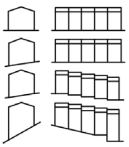
I pesi considerati nella valutazione sono inalterati rispetto a quelli proposti da Fazzio e Olivieri, essendo derivati da una valutazione per mezzo di giudizio esperto e osservazione sui danni dei terremoti precedenti si è preferito non intervenire sugli stessi, ma implementare la ricerca portando ad un passo successivo la conoscenza in materia. Si è più volte trattato nel testo infatti, di un gap mancante tra gli studi urbanistici e ingegneria strutturale, tra i due approcci e tra i modelli tipologico-osservazionali e quelli analitico-meccanici, per questo si è proceduto con la verifica e la modellazione meccanica di alcuni parametri in esame. L'approccio seguito verrà descritto nel dettaglio nel paragrafo seguente.

Figura 61: Qui sotto, schema dei parametri del modello tipologico-osservazionale, (Olivieri, 2004)

Figura 62: Nella pagina affianco sopra, dati di distribuzione dei valori di vulnerabilità relativa per gli aggregati di San Gemini

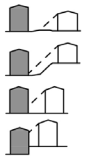
Figura 63: Nella pagina affianco sotto, Carta delle vulnerabilità relative di aggregato elaborata per il caso studio di San Gemini

1 RAPPORTO CON MORFOLOGIA TERRENO



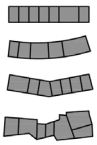
3 = In piano o con leggera pendenza
5 = Con pendenza trasversale accentuata o con compresenza di lieve pendenza trasversale e longitudinale
7 = Con pendenza trasversale accentuata e presenza di pendenza longitudinale
10 = Con pendenza trasversale e longitudinale molto accentuata

2 RAPPORTO CON GLI ISOLATI CIRCOSTANTI



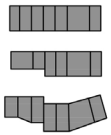
3 = Aggregati con fronti longitudinali liberi
5 = Isolati con fronti edificati prospicenti a distanza superiore all'altezza media dell'aggregato e a quota inferiore
7 = Aggregati con fronti edificati a distanza inferiore all'altezza media dell'aggregato e alla stessa quota
10 = Isolati con fronti edificati a distanza inferiore all'altezza media dell'isolato e a quota superiore (isolati a valle sovrastati da isolati a monte)

3 ANDAMENTO PLANIMETRICO



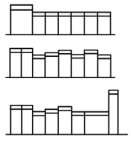
3 = Isolati con andamento regolare rettilineo o prevalentemente lineare
5 = Isolati regolari ad andamento curvilineo
7 = Isolati ad andamento irregolare prevalentemente lineare
10 = Isolati ad andamento irregolare

4 DISCONTINUITÀ DELL'ANDAMENTO PLANIMETRICO



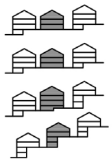
3 = Isolati privi di punti di discontinuità
5 = Isolati con presenza di un punto di discontinuità
10 = Isolati con 2 o più punti di discontinuità (rientranze, aggetti, bruschi cambiamenti di direzione)

5 ANDAMENTO ALTIMETRICO



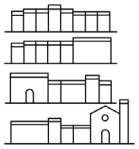
3 = Isolati composti da edifici di eguale altezza o con prevalenza di edifici di eguale altezza con presenza ridotta di edifici contigui di altezza differente
7 = Isolati con frequenti differenze di altezza tra edifici contigui
10 = Presenza di elementi di altezza eccezionale o con differenza superiore ai tre piani (torri, campanili)

6 DIFFERENZA DI LIVELLI MONTE-VALLE



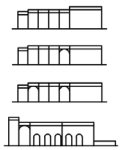
3 = Isolati privi di pendenza trasversale
5 = Isolati con 1/2 piano di differenza tra monte e valle
7 = Isolati con 1 piano di differenza tra monte e valle
10 = Aggregati con 2 piani di differenza tra monte e valle

7 GRADO DI COMMISTIONE TIPOLOGICA



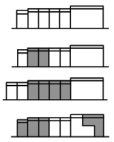
3 = Isolati composti da tipi edilizi di base
5 = Isolati composti da tipi edilizi di base e tipi residenziali speciali
7 = Isolato composto in prevalenza da tipi residenziali speciali o tipi specialistici
10 = Isolati definiti da complessi di edifici specialistici o caratterizzati da un elevato grado di commistione tra tipi edilizi differenti (di base, residenziali speciali, specialistici)

8 PRESENZA DI STRUTTURE TIPOLOGICHE PARTICOLARI

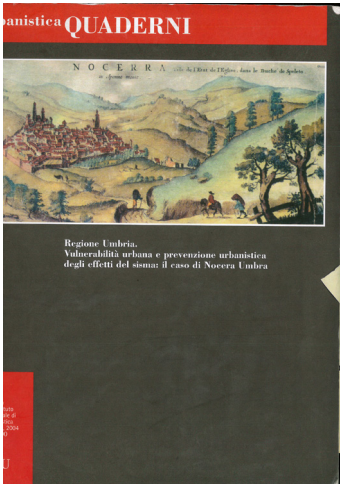


3 = Isolato privo di strutture tipologiche particolari o singolari
5 = Isolato con presenza di 1 struttura tipologica particolare
7 = Isolato con presenza di 2 o più strutture particolari
10 = Isolato caratterizzato dalla presenza di 1o più strutture tipologiche particolari continue (mura urbiche, porticati) o eccezionali (torri, campanili)

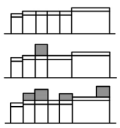
9 GRADO DI STRATIFICAZIONE



3 = Isolato non trasformato
5 = Isolato parzialmente trasformato con occlusioni
7 = Aggregato trasformato con rifusioni o accrescimenti
10 = Isolato trasformato con rifusioni, divisioni, accrescimenti, sostituzioni edilizie

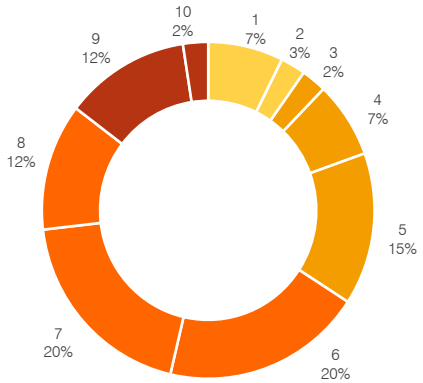


10 GRADO DI ALTERAZIONE TIPOLOGICA E STRUTTURALE COMPLESSIVA

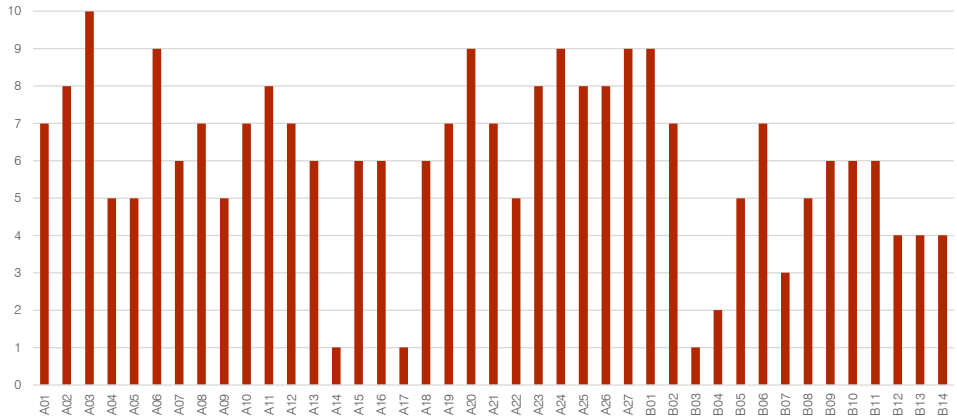


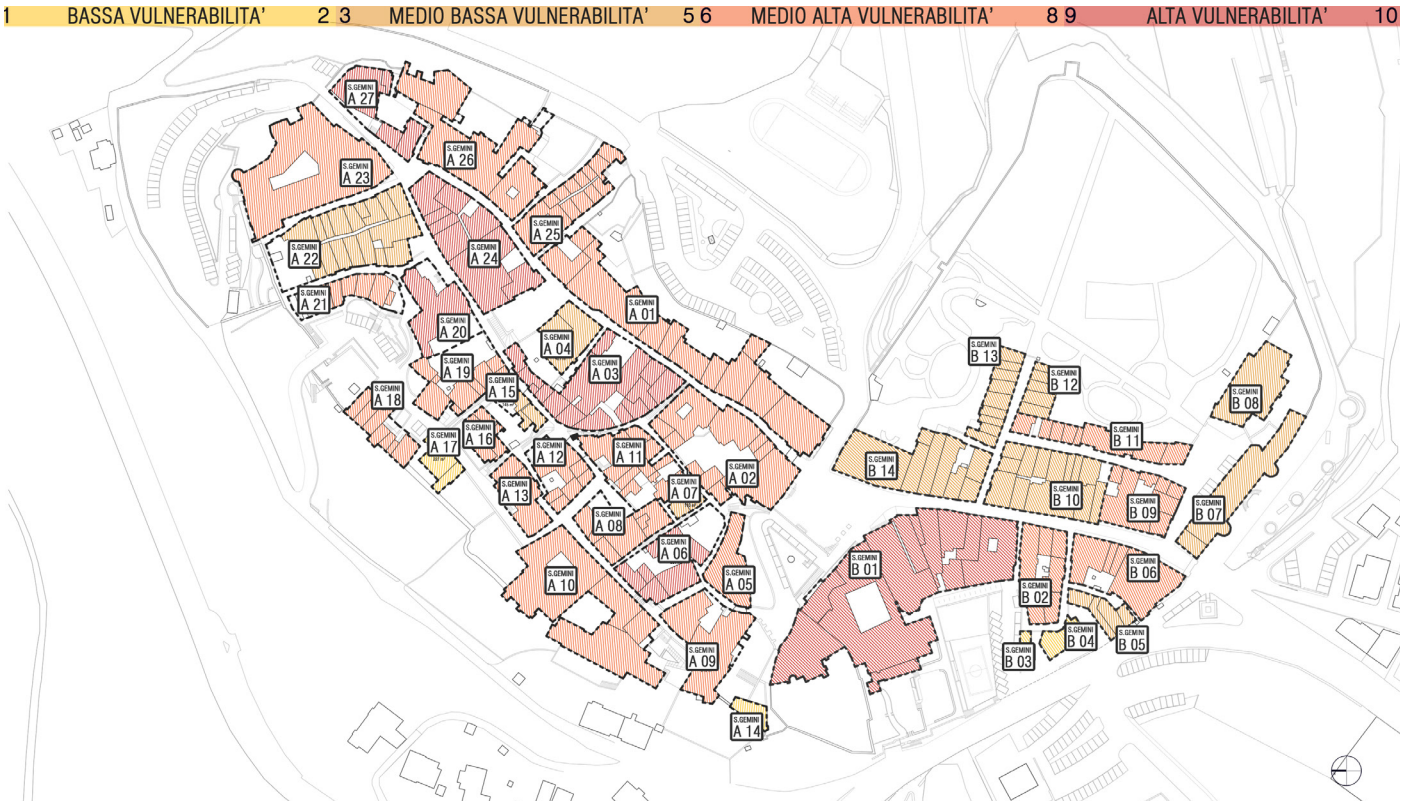
3 = Isolato non trasformato
5 = Isolato composto in prevalenza da edifici di sostituzione o manomissioni
7 = Isolato composto da una quota ridotta di efici trasformati o caratterizzati da piccole superfetazioni edilizie
10 = Isolati composti in buona parte (>30%) da edifici con sostituzioni, manomissioni, superfetazioni edilizie

Distribruzione dei valori di vulnerabilità relativa



Vulnerabilità relativa degli aggregati di San Gemini





Analisi meccanica dei parametri tipologico-osservazionali

A supporto del metodo tipologico-osservazionale utilizzato e descritto nel paragrafo precedente, si è operata la modellazione meccanica di alcuni parametri del modello.

Occorre fare una premessa iniziale, infatti al fine di effettuare una modellazione che sia il più possibile aderente alla realtà ed efficace al fine della verifica sismica, è in generale indispensabile focalizzare i caratteri fondamentali della risposta degli edifici in muratura all'azione del terremoto.

I danni tipici del costruito in muratura possono essere distinti secondo due fondamentali modalità di collasso: i cosiddetti meccanismi di primo e secondo modo.I meccanismi di primo modo coinvolgono pareti o porzioni di esse sollecitate dall'azione sismica ortogonalmente al proprio piano, con conseguente comportamento flessionale e ribaltamento (rocking). I meccanismi di secondo modo riguardano invece la risposta delle pareti nel proprio piano, con danneggiamenti tipicamente per taglio e flessione.

Sorvolando la descrizione e la valutazione in dettagli dei meccanismi di danno di cui si è sopra accennato nei dettagli principali, poiché ampiamente trattati e ormai consolidati nella pratica e conoscenza delle costruzioni murarie (Podestà, 2012), ci si vuole invece concentrare sulla risposta globale degli aggregati in muratura. L'attivazione di tali modalità di collasso è infatti strettamente dipendente dal comportamento globale dell'edificio, che è a sua volta funzione delle caratteristiche intrinseche degli elementi strutturali e, ancor prima, del grado di connessione fra essi.

Ovvio ricordare che in una costruzione in muratura è possibile identificare come elementi resistenti le pareti e gli orizzontamenti (intendendo con tale termine la categoria più ampia di solai, volte, coperture), e che alla base di una corretta concezione strutturale di un edificio in muratura vi è quindi il concetto di comportamento scatolare.

Mentre i meccanismi di ribaltamento fuori piano tendono ad attivarsi, invece, in assenza di opportuni collegamenti fra pareti ortogonali, va evidenziato che, considerando solamente i meccanismi di secondo modo, la risposta globale della muratura all'azione sismica è strettamente correlata alla risposta delle pareti nel piano e all'azione di collegamento e ripartizione esercitata dagli orizzontamenti.

Per quanto riguarda la risposta delle pareti, nei confronti delle azioni orizzontali è possibile assimilare il comportamento di una parete in muratura a quello di un assemblaggio di pannelli collegati da aree rigide. L'osservazione dei danni provocati sugli edifici esistenti dai terremoti, ha evidenziato come i danneggiamenti e i meccanismi di collasso si concentrino in porzioni ben definite della parete: i pannelli murari verticali, detti *maschi murari*, e le travi di accoppiamento in murature, dette *fasce di piano*.

I maschi sono gli elementi strutturali principali nei confronti sia delle azioni verticali sia di quelle orizzontali; le fasce sono elementi secondari, orientati orizzontalmente, che forniscono l'accoppiamento fra montanti murari nei confronti delle azioni orizzontali e influenzano il meccanismo di risposta di una parete multipiano, in maniera più significativa tanto maggiore è il numero dei piani dell'edificio (Ferrero, 2012).

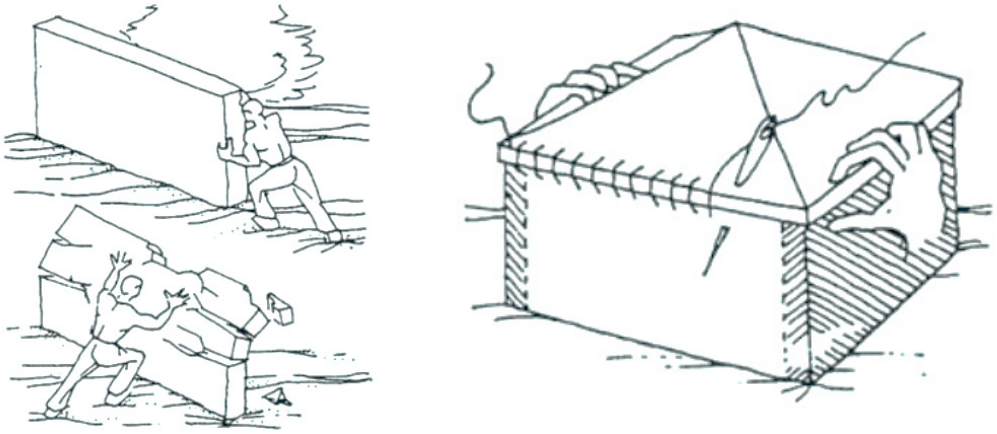


Figura 64: Schema dei meccanismi di 1° e 2° modo e del comportamento scatolare per gli edifici in muratura

Queste considerazioni hanno portato all'introduzione, per gli edifici in muratura, del cosiddetto modello a telaio equivalente, che risponde all'esigenza di disporre di un modello in grado di riprodurre il comportamento tridimensionale degli edifici in muratura, tenendo conto dell'interazione delle varie parti e delle loro non linearità.

Il criterio di modellazione a telaio equivalente è adottato dalle vigenti normative italiane per la modellazione di costruzioni in muratura. Esso è infatti esplicitamente proposto sia nelle Norme Tecniche delle Costruzioni 2008, nel caso di edifici ordinari, sia nel documento di Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale (se pure precisando che in alcuni casi – associati per lo più a peculiarità architettoniche che possono caratterizzare i palazzi monumentali, quali la presenza di logge e porticati – esso possa fornire stime approssimate che devono essere integrate poi con valutazioni specifiche).

In questa fase della ricerca, in particolare, ci si pone l'obiettivo di modellare un aggregato tipo base, su cui si possa controllare l'incidenza della variazione di un singolo parametro di vulnerabilità. Si è pertanto optato per utilizzare un metodo di calcolo e modellazione "a telaio equivalente", basandosi sui principi sopra esposti, invece che altri di normale uso come quelli ad elementi finiti più appropriati invece per altri tipi di tecniche costruttive.

La valutazione della sicurezza sismica delle strutture può essere effettuata attraverso le quattro metodologie di analisi prescritte dalle Norme tecniche delle costruzioni 2008: analisi lineare statica, analisi lineare dinamica (analisi modale), analisi non lineare statica (analisi pushover) e analisi non lineare dinamica.

I primi due metodi citati consentono di tenere conto della non linearità del materiale solamente in maniera molto approssimata e sono quindi sconsigliati nel caso delle strutture in muratura; queste, infatti, sono caratterizzate da un comportamento non lineare e risultano quindi più significativamente rappresentate attraverso le analisi non lineari.

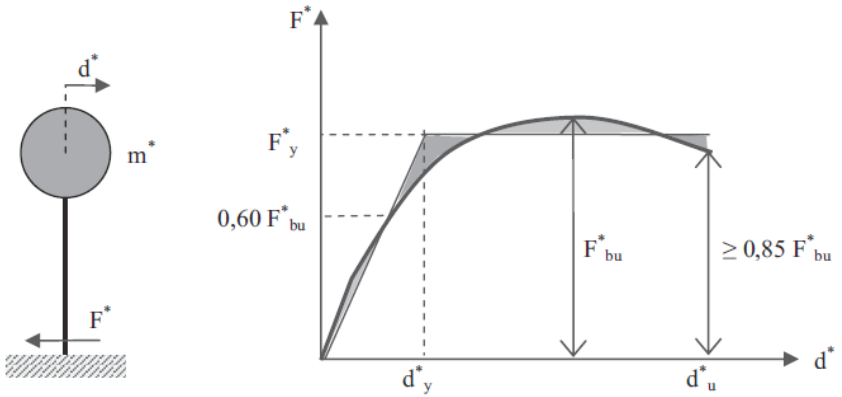


Figura 65: Schema dell'oscillatore semplice C7.3.4.1 - CNR-DT 207-2009

L'analisi statica non lineare è un tipo di analisi adatto ai sistemi dissipativi (come appunto la muratura) poiché consente di tenere conto delle non linearità del materiale; essa permette di modellare l'azione sismica direttamente attraverso forze statiche fatte crescere monotonamente, distinguendosi per questo dall'analisi dinamica non lineare in cui l'azione sismica è invece modellata indirettamente mediante accelerogrammi. Tale analisi si dice quindi "statica" in quanto la forzante esterna è applicata staticamente alla struttura, e non "lineare" per il modello di comportamento assunto per gli elementi resistenti. Nella presente tesi la verifica della sicurezza sismica è stata eseguita mediante analisi statiche non lineari (pushover).

Il risultato di tali analisi consiste in una curva che riporta convenzionalmente, per ogni passo dell'analisi, l'andamento del taglio risultante alla base rispetto allo spostamento del nodo di controllo, generalmente scelto all'ultimo livello dell'edificio.

La curva ha lo scopo di rappresentare l'evoluzione del comportamento della struttura in ambito non lineare. Lo spostamento ultimo della curva è computato in corrispondenza del passo dell'analisi in cui si verifica il decadimento del taglio di base del 20% rispetto al valore di picco. La curva ottenuta dall'analisi pushover è rappresentativa della risposta del sistema originario a N gradi di libertà e deve essere poi opportunamente convertita nella curva di capacità rappresentativa di un oscillatore semplice equivalente.

L'analisi statica non lineare richiede, infatti, che al sistema strutturale reale venga associato un sistema strutturale equivalente ad un grado di libertà. La curva di capacità del sistema reale deve quindi essere convertita in una bilineare equivalente, caratterizzata da un primo tratto elastico e un secondo tratto perfettamente plastico. La conversione della curva di capacità nella bilineare equivalente è operata tramite l'imposizione delle condizioni specificate nel CNR-DT 207-2009 (punto C.7.8.1.5.4). Il ramo elastico iniziale è definito dalla retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del

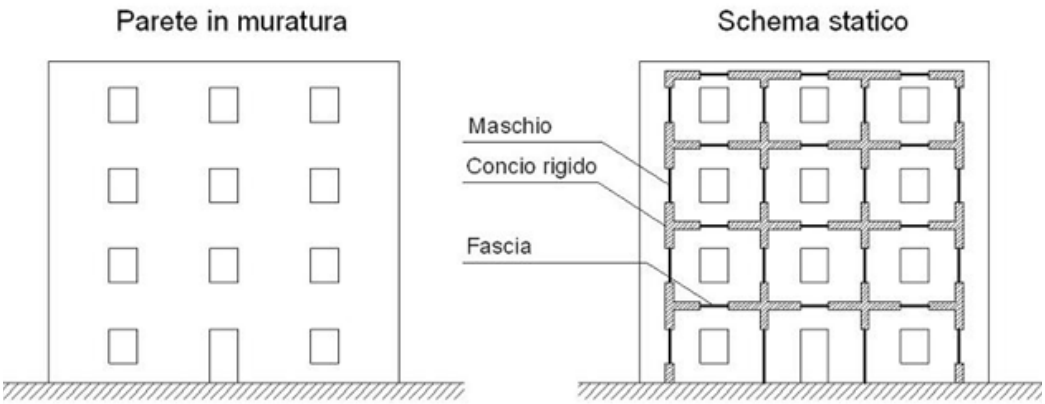


Figura 66: Schema del funzionamento del modello a telaio equivalente

70% del valore di picco; il plateau della bilineare è determinato sulla base del principio di equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente fino al punto in corrispondenza dello spostamento ultimo.

Il sistema equivalente risulta così definito in termini di periodo (T*), rigidezza (k*), resistenza (F*y), massa (m*) e spostamento ultimo (d*u).

Nell'ottica di una verifica sismica, la capacità offerta dalla struttura deve essere confrontata con la domanda richiesta dalla forzante esterna, cioè un determinato evento sismico, il tutto espresso in termini di spostamenti.

La modellazione a telaio equivalente è una strategia di modellazione tridimensionale elaborata come diretta conseguenza dell'osservazione del comportamento di edifici reali e di prove sperimentali che hanno permesso di introdurre alcune ipotesi sul funzionamento strutturale delle costruzioni in muratura. L'approccio a telaio equivalente si pone come alternativa alla modellazione di dettaglio ad elementi finiti (FEM: Finit Element Method) per le strutture murarie, ma è comunque in grado di cogliere i fenomeni principali connessi al degrado delle murature.

Il telaio equivalente consente di idealizzare in maniera efficace sia il comportamento meccanico della muratura, tenendo conto delle non linearità e delle proprietà isteriche e dissipative, sia il comportamento globale tridimensionale di un edificio. Esso rappresenta un notevole affinamento rispetto ai metodi semplificati del passato disponibili in letteratura (analisi limite dell'equilibrio, modelli a puntone equivalente, metodi di tipo POR) e consente inoltre di effettuare analisi su complessi modelli tridimensionali di strutture in muratura con un onore computazionale modesto e ridotti tempi di calcolo. Questo è reso possibile dal fatto di considerare il comportamento di maschi e fasce equivalente a quello di un elemento lineare, con il conseguente coinvolgimento di un numero di gradi di libertà inferiore rispetto agli elementi finiti.

Il criterio di modellazione a telaio equivalente è adottato dalle vigenti normative italiane (DM 2008) per la modellazione di costruzioni in muratura.

Nella categoria di modelli a telaio equivalenti rientra anche il modello a macroelementi sviluppato presso l'Università di Genova (Gambarotta e Lagomarsino, 1996; Brencich e Lagomarsino, 1997). Tale modello per l'analisi tridimensionale si distingue da tutte le altre proposte precedentemente introdotte grazie al superamento dell'ipotesi di infinita rigidezza degli orizzontamenti. In questo modo esso consente di descrivere con maggiore coerenza molte situazioni che caratterizzano gli edifici esistenti, in cui sono spesso presenti tipologie di orizzontamenti flessibili, come solai lignei e volte. Questo modello costitutivo è alla base del codice di calcolo strutturale TreMuri, sviluppato presso l'Università degli Studi di Genova (A. Galasco, S. Lagomarsino, A. Penna e S. Cattari 2009). Esso costituisce il motore di calcolo su cui si basa anche il software commerciale 3Muri ® distribuito da S.T.A DATA s.r.l. e utilizzato nelle simulazioni di controllo dei parametri tipologici descritte successivamente.

Nell'approccio a telaio equivalente maschi e fasce sono modellati con macroelementi finiti bidimensionali, rappresentativi dei pannelli murari, a due nodi con tre gradi di libertà per nodo (ux, uz, roty).

Le restanti porzioni di parete vengono dunque considerate come nodi rigidi bidimensionali di dimensioni finite, a cui sono connessi i macroelementi; questi ultimi trasmettono, ad ognuno dei nodi incidenti, le azioni lungo i tre gradi di libertà del piano.

Fatte queste premesse sulla modalità con cui si svolgono le simulazioni di controllo dei parametri tipo-morfologici, entriamo nella descrizione dettagliata del modello sviluppato.

Tra gli indicatori presentati, se ne sono scelti due particolarmente significativi dello sviluppo degli aggregati in muratura e per cui è possibile realizzare una modellazione efficace col software TREMURI:

- Discontinuità dell'andamento planimetrico
- Andamento altimetrico

In aggiunta si è valutato possibile avere un buon grado di dettaglio e controllo sui tali parametri, già con le informazioni ricavate e analizzate fino a questo punto, entrando maggiormente in gioco questioni geometriche al pari di dettagli e informazioni costruttive.

Il metodo con cui ci si approccia alla modellazione e al controllo dell'influenza che il parametro ha nella definizione della vulnerabilità dell'aggregato è il seguente: si è innanzitutto scelto un aggregato a schiera con conformazione alquanto semplice tra i casi di studio analizzati e che potesse rappresentare un caso semplificato e semplificabile per le questioni in analisi, ma che al contempo presenti i dettagli geometrici su cui si vuole indagare. Nel caso specifico si è scelto un aggregato del centro storico di San Gemini, per cui si disponeva di un dettaglio di rilievo basato su planimetrie catastali supportate da visite in loco, oltre alle analisi prima esposte, (LV2).

Successivamente si sono operate delle semplificazioni geometriche in base al parametro analizzato, andando via via a modificare poi il modello stesso attraverso l'inserimento di quelle che sono considerate le varianti geometriche significative per verificare e analizzare la variazione del comportamento globale dell'aggregato al sisma.

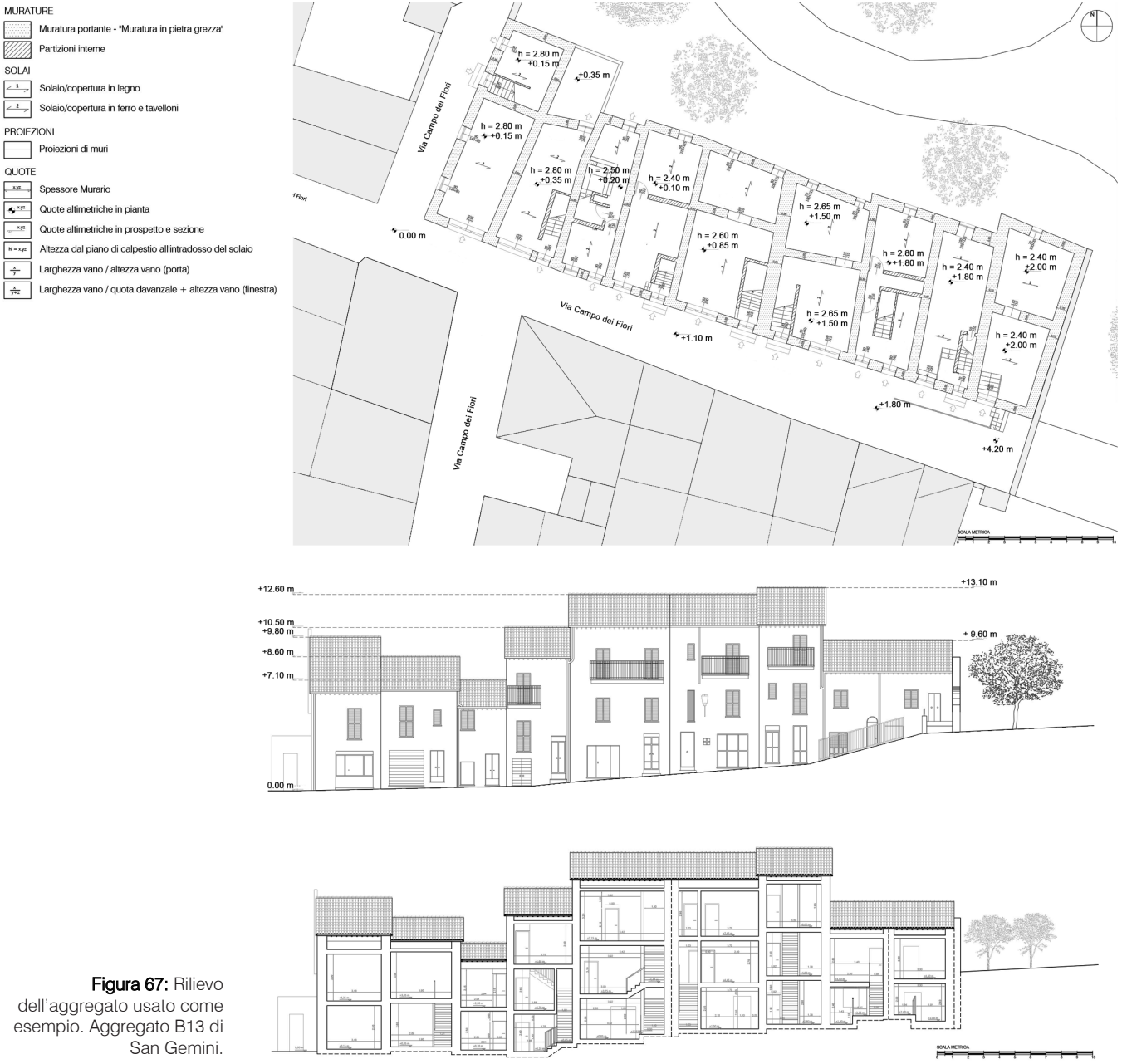


Figura 67: Rilievo dell'aggregato usato come esempio. Aggregato B13 di San Gemini.

Discontinuità dell'andamento planimetrico

Partendo dal primo parametro analizzato, ossia quello relativo alle discontinuità dell'andamento planimetrico, è possibile spiegare nel dettaglio il metodo con cui ci si è approcciati all'analisi.

Innanzitutto occorre specificare che l'aggregato presenta tutti gli elementi geometrici definiti come "discontinuità dell'andamento planimetrico" da Olivieri e Fazzio (2014), ossia: rientranze, aggetti e un cambiamento di direzione rispetto all'andamento del profilo principale. Per cui si è proceduto ad una prima semplificazione estrema della impronta a terra, riportando l'aggregato in una situazione "ideale" di configurazione a pianta regolare nel profilo esterno, sempre rispettando le non ortogonalità tra i setti trasversali e le pareti esterne (configurazione spesso presente nei centri storici per e divisioni particellari iniziali).

Si sono realizzati 5 step principali di variazione del modello, ognuno dei quali è stato caratterizzato dall'inserimento di un elemento di discontinuità aggiuntivo rispetto al precedente per poter osservare quanto questo influisse sul comportamento globale dell'aggregato. In questo caso non risultava di interesse nella modellazione la variazione altimetrica, che, anzi, avrebbe aggiunto complessità al modello di calcolo, per cui l'intero aggregato è stato tenuto a soli due piani di altezza in modo uniforme, variando solamente gli elementi di pianta.

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 - "Norme tecniche per le Costruzioni"
- C.S.LL.PP, 2009. Circolare 2 febbraio 2009 n. 617

Le verifiche, operate mediante l'esecuzione di una analisi statica non lineare, si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa, per i 5 schemi proposti.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base. Secondo le prescrizioni da normativa (D.M. 14 gennaio 2008 p. 7.3.4.1.), le condizioni di carico che devono essere esaminate sono di due tipi (vedi nota esplicativa - pag. 196):

- Distribuzione di forze proporzionale alle masse
- Distribuzione di forze proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente al primo modo di vibrare.

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio del 20% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo. La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale

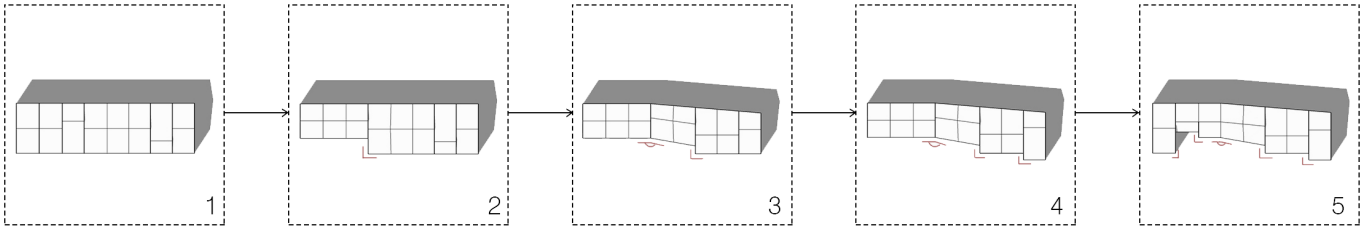


Figura 68: Schema di elaborazione del modello strutturale nei 5 step di dettaglio

in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

Le condizioni di collasso dell'elemento sono fissate in corrispondenza del raggiungimento del valore di drift ultimo corrispondente per i meccanismi considerati, ossia 0.4% per il taglio e 0.6% per la pressoflessione, limiti in accordo con le vigenti norme italiane ed europee (Eurocodice 8).

Le analisi sono state eseguite con due tipi di suolo come valore di input, dapprima un suolo di tipo A per valutare la condizione ottimale e quindi la risposta al sisma dell'aggregato priva da influenze di altri parametri, e successivamente con suolo di tipo C che risulta essere il più diffuso su territorio italiano e quello effettivamente presente nel caso in analisi.

In particolare si è iniziato con le analisi con il suolo di tipo A per escludere l'amplificazione locale, e quindi la correzioni del fattore Ss dalla valutazione, fattore che nel caso di suolo di categoria A è pari a 1. Stesso discorso vale per il fattore Cc che invece influenza Tc periodo corrispondente all'inizio del tratto a velocità costante dello spettro ed è sempre legato alla categoria di sottosuolo.

Facendo riferimento allo "Spettro di risposta elastico in accelerazione delle componenti orizzontali" (3.2.3.2.1 delle NT2008) S è il coefficiente che tiene conto della categoria di sottosuolo e delle condizioni topografiche mediante la relazione seguente

$$S = S_S \times S_T$$

essendo S_S il coefficiente di amplificazione stratigrafica (vedi Tab. 3.2.V – Fig. 70) e S_T il coefficiente di amplificazione topografica. ST non verrà considerato in questo parametro, ipotizzando un tipo di categoria topografica T1 e quindi ST =1.

Una volta terminate le analisi con categoria di sottosuolo A, riportate nella prima scheda riassuntiva (Fig. 73), si è proseguito con le stesse su categoria di suolo C (Fig. 72).

La prima differenza immediatamente visibile, nel risultato finale delle analisi, è che, mentre nel caso di suolo A, sono tutte verificate, risultano invece parzialmente verificate nel caso di suolo C. In particolare l'analisi n.4, ossia quella corrispondente al 1° modo di vibrare in direzione -X risulta sempre non verificata, tranne nel caso del dettaglio 2, dove l'aggregato sembra assumere una sua configurazione più stabile, che perde invece già nel dettaglio 3 (introducendo una variazione di direzione nella facciata su strada). Il risultato delle analisi da normativa, seppure interessante da valutare, non è però il motivo principale di questo studio, non dovendo realizzare delle analisi effettive su un oggetto reale e lavorando su una semplificazione dell'aggregato, valutando di volta in volta un singolo parametro geometrico; pertanto risulta di interesse relativo nella trattazione. Quello che invece ci interessa è l'andamento delle curve di capacità dell'aggregato al variare della configurazione geometrica, che restano invariate al variare della categoria di suolo.

Com'è possibile vedere già nella scheda di confronto, dove è immediato notare le variazioni tra i 5 step di dettaglio, all'aumentare delle discontinuità planimetriche inserite nel modello vi è un abbassamento del valore del taglio resistente massimo che l'aggregato è in grado di offrire a seguito della domanda sismica. In questo caso si riportano le curve di capacità per le direzioni + X e –X, per il 1° modo di vibrare, in quanto risultate le analisi più significative per gli schemi di modello analizzati. Nella direzione +X è possibile notare una decrescita, anche se non sostanziale, delle curve di capacità, che si abbassano dal modello del dettaglio dall'1 al 4, mentre per il 5 si ristabilisce una curva che parte con un tratto elastico più basso, risale tra la 1ª e la 2 ª nel tratto plastico, concludendo comunque con uno spostamento ultimo inferiore a tutte le curve (questo comportamento è probabilmente dovuto all'inserimento dell'ultimo elemento di discontinuità planimetrica, ossia l'avanzamento della prima cella a sinistra rispetto al filo esterno sul retro dell'aggregato che sembrerebbe ribilanciare le masse e fornire un elemento resistente nel comportamento globale del manufatto).

Sono infine riportati i grafici di sovrapposizione dei 5 livelli di dettaglio della modellazione per le analisi più significative sul complesso dei modelli realizzati, ossia l'analisi 1 e l'analisi 4, rispettivamente secondo le combinazioni masse dir+X e 1° modo dir –X. Se è vero che in direzione Y l'analisi 7 risulta la più gravosa, non è altrettanto significativa la valutazione della variazione delle curve pushover in tale analisi, questo perché proprio per la configurazione geometrica dell'aggregato non si ha una sostanziale variazione in direzione Y, e di conseguenza le curve risultano scostarsi di valori non significativi. Si è ritenuto invece significativo il comportamento in direzione X, che risulta quella in cui si apportano maggiori modifiche alla configurazione muraria dell'aggregato.

Si può quindi affermare che vi è una prima corrispondenza e verifica con quanto definito nel metodo tipologico-osservazionale utilizzato, essendovi effettivamente una variazione significativa del comportamento globale all'aumentare delle discontinuità dell'andamento planimetrico. In particolare si nota un salto tra la configurazione 2 e 3 quando si inseriscono nel modello due discontinuità e una variazione di direzione del fronte.

Tabella 3.2.I – *Probabilità di superamento* P_{V_R} *al variare dello stato limite considerato*

Stati Limite		P_{V_R} : **Probabilità di superamento nel periodo di riferimento** V_R
Stati limite di esercizio	SLO	81%
	SLD	63%
Stati limite ultimi	SLV	10%
	SLC	5%

Figura 69: Tabella 3.2.I dalle NTC 2008, Probabilità di superamento nel periodo di riferimento al variare dello stato limite considerato

Tabella 3.2.V – *Espressioni di* S_S *e di* C_C

Categoria sottosuolo	S_S	C_C
A	1,00	1,00
B	$1,00 \le 1,40 - 0,40 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,20$	$1,10 \cdot (T_C^*)^{-0,20}$
C	$1,00 \le 1,70 - 0,60 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,50$	$1,05 \cdot (T_C^*)^{-0,33}$
D	$0,90 \le 2,40 - 1,50 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,80 \cdot$	$1,25 \cdot (T_C^*)^{-0,50}$
E	$1,00 \le 2,00 - 1,10 \cdot F_o \cdot \frac{a_g}{g} \le 1,60$	$1,15 \cdot (T_C^*)^{-0,40}$

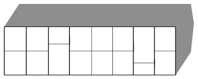
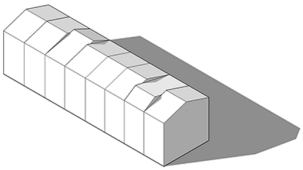
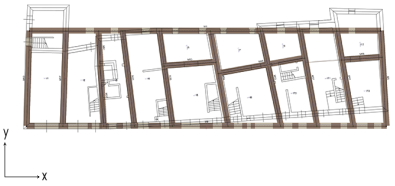
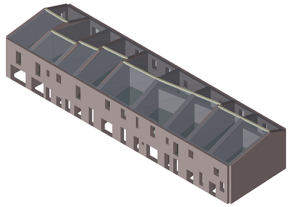
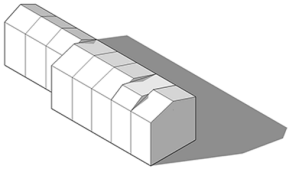
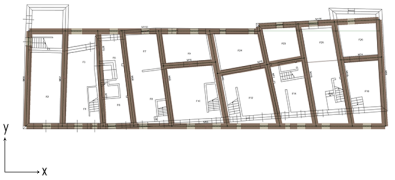
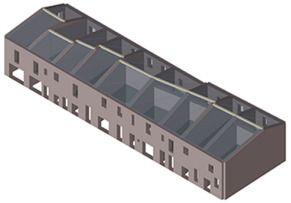
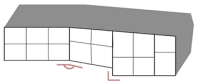
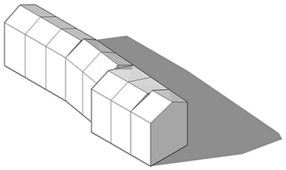
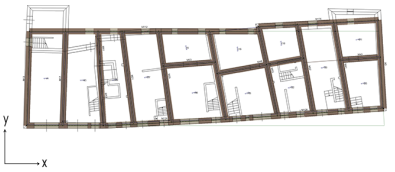
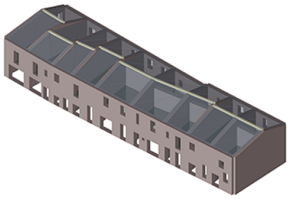
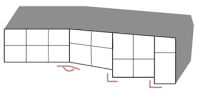
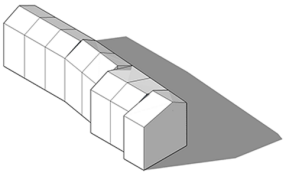
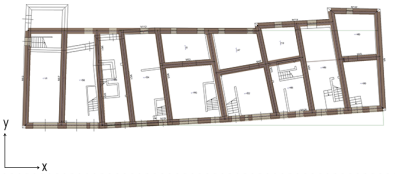
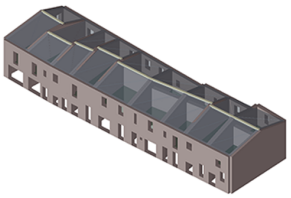
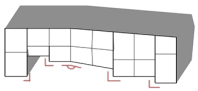
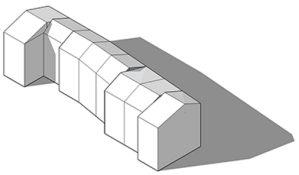
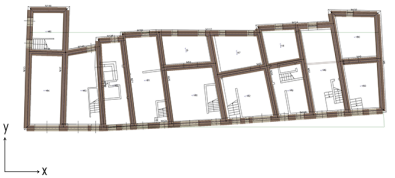
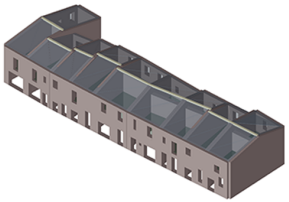
Figura 70: Tabella 3.2.V dalle NTC 2008, espressione dei parametri Ss e Cc dipendenti dalla categoria di sottosuolo

Tabella 3.2.II – *Categorie di sottosuolo*

Categoria	**Descrizione**
A	*Ammassi rocciosi affioranti o terreni molto rigidi* caratterizzati da valori di $V_{s,30}$ superiori a 800 m/s, eventualmente comprendenti in superficie uno strato di alterazione, con spessore massimo pari a 3 m.
B	*Rocce tenere e depositi di terreni a grana grossa molto addensati o terreni a grana fina molto consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 360 m/s e 800 m/s (ovvero $N_{SPT,30} > 50$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} > 250$ kPa nei terreni a grana fina).
C	*Depositi di terreni a grana grossa mediamente addensati o terreni a grana fina mediamente consistenti* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ compresi tra 180 m/s e 360 m/s (ovvero $15 < N_{SPT,30} < 50$ nei terreni a grana grossa e $70 < c_{u,30} < 250$ kPa nei terreni a grana fina).
D	*Depositi di terreni a grana grossa scarsamente addensati o di terreni a grana fina scarsamente consistenti,* con spessori superiori a 30 m, caratterizzati da un graduale miglioramento delle proprietà meccaniche con la profondità e da valori di $V_{s,30}$ inferiori a 180 m/s (ovvero $N_{SPT,30} < 15$ nei terreni a grana grossa e $c_{u,30} < 70$ kPa nei terreni a grana fina).
E	*Terreni dei sottosuoli di tipo C o D per spessore non superiore a 20 m,* posti sul substrato di riferimento (con $V_s > 800$ m/s).

Figura 71: Tabella 3.2.II dalle NTC 2008, riportante le categorie di sottosuolo

discontinuità nell'andamento planimetrico

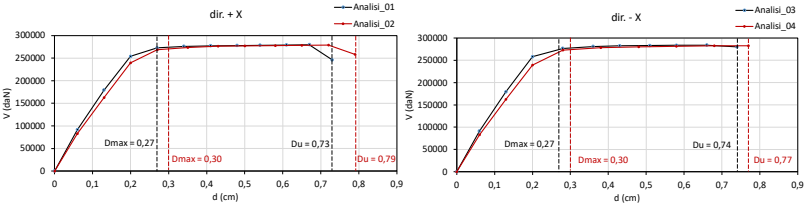
	schema pianta	schema assonometria	modello meccanico	
1				
2				
3				
4				
5				

verifiche NTC 08

curve push-over

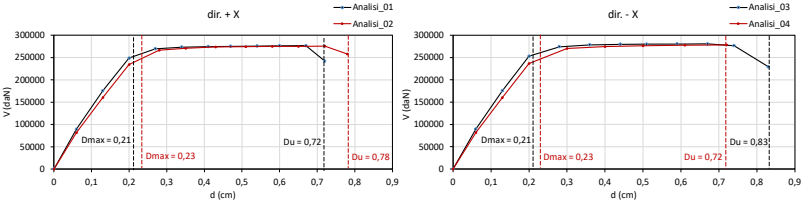
N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	α SLV	α SLD	α SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,27	0,73	1,21	0,11	0,27	0,09	0,13	2,20	2,34	1,50
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,30	0,79	1,21	0,12	0,13	0,10	0,13	2,25	1,11	1,37
3	☑	-X	Masse	0,00	0,27	0,74	1,18	0,11	0,20	0,09	0,13	2,23	1,86	1,50
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,30	0,77	1,19	0,12	0,13	0,10	0,13	2,20	1,11	1,36
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,34	0,99	1,18	0,13	0,99	0,10	0,99	2,12	5,21	6,53
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,38	1,12	1,18	0,14	1,12	0,12	1,12	2,20	5,42	6,80
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,33	0,99	1,14	0,13	0,99	0,10	0,99	2,13	5,23	6,55
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,37	1,15	1,14	0,14	1,15	0,12	1,15	2,26	5,58	7,00

modi di vibrare = 393



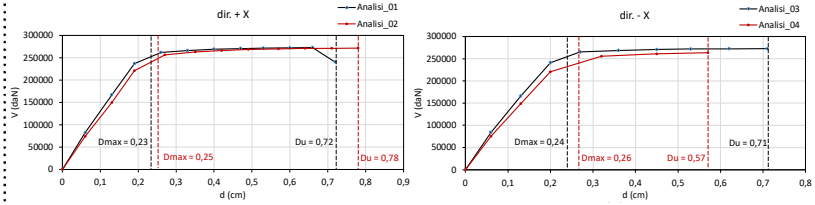
N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	α SLV	α SLD	α SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,21	0,72	0,98	0,09	0,67	0,07	0,67	2,77	6,35	7,96
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,23	0,78	0,98	0,10	0,72	0,08	0,72	2,83	6,46	8,10
3	☑	-X	Masse	0,00	0,21	0,83	0,97	0,09	0,67	0,07	0,67	3,08	6,34	7,95
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,23	0,72	0,97	0,10	0,72	0,08	0,72	2,60	6,41	8,04
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,32	1,04	1,15	0,12	1,04	0,10	1,04	2,25	5,56	6,97
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,36	1,23	1,15	0,14	1,23	0,11	1,23	2,41	5,96	7,38
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,32	0,98	1,12	0,12	0,98	0,10	0,98	2,16	5,31	6,66
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,35	1,22	1,12	0,14	1,22	0,11	1,22	2,41	5,95	7,47

modi di vibrare = 403



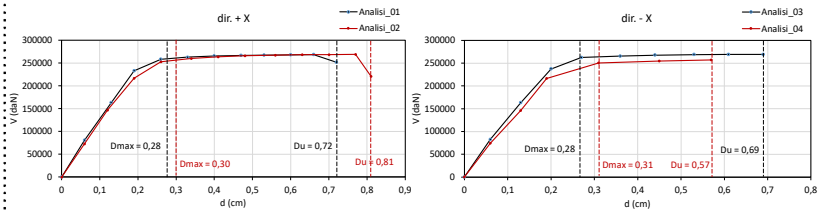
N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	α SLV	α SLD	α SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,23	0,72	1,08	0,10	0,66	0,08	0,66	2,45	5,61	7,03
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,25	0,78	1,09	0,11	0,78	0,09	0,78	2,51	6,20	7,79
3	☑	-X	Masse	0,00	0,24	0,71	1,07	0,10	0,71	0,08	0,71	2,40	5,91	7,41
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,26	0,57	1,13	0,11	0,57	0,09	0,57	1,89	4,61	5,76
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,34	0,98	1,18	0,13	0,98	0,11	0,98	2,08	5,12	6,42
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,38	1,14	1,19	0,15	1,14	0,12	1,14	2,21	5,45	6,83
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,34	0,92	1,15	0,13	0,92	0,11	0,92	1,99	4,89	6,12
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,37	1,06	1,14	0,15	1,06	0,12	1,06	2,10	5,15	6,45

modi di vibrare = 401



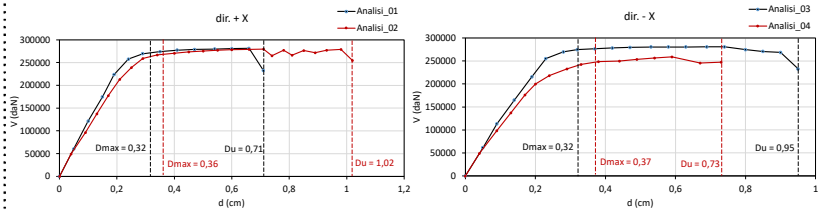
N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	α SLV	α SLD	α SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,28	0,72	1,22	0,11	0,66	0,09	0,66	2,18	4,99	6,26
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,30	0,81	1,22	0,12	0,77	0,10	0,77	2,31	5,46	6,86
3	☑	-X	Masse	0,00	0,28	0,69	1,21	0,11	0,61	0,09	0,61	2,09	4,58	5,73
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,31	0,57	1,28	0,12	0,57	0,10	0,57	1,67	4,08	5,10
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,34	1,09	1,16	0,13	1,09	0,10	1,09	2,29	5,64	7,07
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,38	1,33	1,17	0,14	1,24	0,12	1,24	2,52	5,88	7,29
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,33	1,03	1,13	0,13	1,03	0,10	1,03	2,20	5,41	6,79
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,37	1,24	1,12	0,14	1,20	0,12	1,20	2,40	5,75	7,22

modi di vibrare = 403



N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	α SLV	α SLD	α SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,32	0,71	1,27	0,13	0,66	0,10	0,66	1,91	4,37	5,47
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,36	1,02	1,27	0,14	0,74	0,12	0,50	2,36	4,48	3,91
3	☑	-X	Masse	0,00	0,32	0,95	1,26	0,13	0,74	0,10	0,74	2,37	4,84	6,06
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,37	0,73	1,40	0,14	0,59	0,12	0,54	1,79	3,63	4,16
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,33	1,04	1,15	0,12	1,04	0,10	1,04	2,25	5,54	6,95
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,36	1,19	1,16	0,14	1,19	0,12	1,19	2,34	5,78	7,26
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,32	0,95	1,12	0,12	0,95	0,10	0,95	2,09	5,13	6,43
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,36	1,13	1,12	0,14	1,13	0,12	1,13	2,26	5,56	6,97

modi di vibrare = 425



dettaglio1

N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	a SLV	a SLD	a SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,58	0,73	1,77	0,16	0,27	0,13	0,13	1,17	1,45	1,00
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,62	0,79	1,77	0,18	0,13	0,15	0,13	1,19	0,74	0,91
3	☑	-X	Masse	0,00	0,57	0,74	1,73	0,16	0,20	0,13	0,13	1,19	1,24	1,00
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,62	0,77	1,74	0,18	0,13	0,15	0,13	1,18	0,74	0,91
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,78	0,99	1,70	0,19	0,99	0,16	0,99	1,16	2,66	3,29
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,87	1,12	1,73	0,22	1,12	0,18	1,12	1,18	2,74	3,40
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,77	0,99	1,65	0,19	0,99	0,16	0,99	1,17	2,68	3,32
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,85	1,15	1,67	0,22	1,15	0,18	1,15	1,21	2,82	3,50

dettaglio2

N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	a SLV	a SLD	a SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,41	0,72	1,43	0,13	0,67	0,11	0,67	1,47	3,23	4,00
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,44	0,78	1,44	0,15	0,72	0,12	0,72	1,50	3,27	4,06
3	☑	-X	Masse	0,00	0,41	0,83	1,42	0,13	0,67	0,11	0,67	1,64	3,23	4,00
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,44	0,72	1,42	0,15	0,72	0,12	0,72	1,40	3,26	4,04
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,74	1,04	1,64	0,19	1,04	0,15	1,04	1,24	2,81	3,49
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,84	1,23	1,68	0,21	1,23	0,17	1,23	1,28	2,98	3,69
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,73	0,98	1,61	0,19	0,98	0,15	0,98	1,20	2,72	3,37
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,83	1,22	1,63	0,21	1,22	0,17	1,22	1,28	2,99	3,71

dettaglio3

N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	a SLV	a SLD	a SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,49	0,73	1,58	0,15	0,67	0,12	0,67	1,32	2,90	3,60
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,52	0,79	1,59	0,16	0,73	0,13	0,73	1,34	2,94	3,64
3	☑	-X	Masse	0,00	0,49	0,72	1,56	0,15	0,72	0,12	0,72	1,30	3,03	3,76
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,54	0,49	1,66	0,16	0,49	0,13	0,49	0,94	2,17	2,68
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,80	0,97	1,70	0,19	0,97	0,16	0,97	1,13	2,61	3,23
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,88	1,24	1,72	0,22	1,24	0,18	1,24	1,25	2,91	3,61
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,78	0,98	1,65	0,19	0,98	0,16	0,98	1,15	2,64	3,27
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,86	1,16	1,66	0,22	1,16	0,18	1,16	1,21	2,81	3,48

dettaglio4

N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	a SLV	a SLD	a SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,58	0,73	1,78	0,17	0,67	0,14	0,67	1,17	2,57	3,19
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,61	0,79	1,77	0,18	0,79	0,15	0,79	1,20	2,79	3,46
3	☑	-X	Masse	0,00	0,59	0,70	1,76	0,17	0,62	0,14	0,62	1,13	2,41	2,99
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,64	0,47	1,89	0,18	0,47	0,15	0,47	0,81	1,87	2,31
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,78	1,09	1,67	0,19	1,09	0,16	1,09	1,24	2,84	3,52
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,87	1,36	1,70	0,22	1,36	0,18	1,36	1,35	3,15	3,91
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,76	1,03	1,63	0,19	1,03	0,16	1,03	1,20	2,76	3,42
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,85	1,24	1,64	0,22	1,24	0,18	1,24	1,27	2,97	3,68

dettaglio5

N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	a SLV	a SLD	a SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,66	0,74	1,84	0,18	0,68	0,15	0,68	1,08	2,38	2,95
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,71	0,92	1,85	0,21	0,87	0,17	0,63	1,21	2,69	2,63
3	☑	-X	Masse	0,00	0,67	0,92	1,84	0,19	0,65	0,15	0,65	1,26	2,28	2,82
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,74	0,65	1,94	0,21	0,65	0,17	0,65	0,92	2,13	2,64
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,75	1,05	1,64	0,19	1,05	0,15	1,05	1,24	2,82	3,50
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,84	1,26	1,68	0,21	1,22	0,17	1,22	1,30	2,97	3,68
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,73	0,98	1,60	0,19	0,98	0,15	0,98	1,19	2,71	3,36
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,82	1,16	1,62	0,21	1,16	0,17	1,16	1,24	2,89	3,59

Figura 72: Verifiche dei modelli strutturali per il parametro, su suolo di categoria C

Nota espicativa della scelta delle distribuzioni di forze d'inerzia utilizzate nelle analisi con il software 3MURI:

Dalle NTC 2008 - § 7.3.4.1.
Si devono considerare almeno due distribuzioni di forze d'inerzia, ricadenti l'una nelle distribuzioni principali (Gruppo 1) e l'altra nelle distribuzioni secondarie (Gruppo 2) appresso illustrate.

Gruppo 1 - Distribuzioni principali:

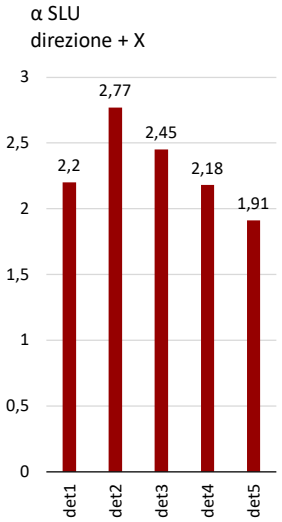
1° modo
- distribuzione proporzionale alle forze statiche di cui al § 7.3.3.2, applicabile solo se il modo di vibrare fondamentale nella direzione considerata ha una partecipazione di massa non inferiore al 75% ed a condizione di utilizzare come seconda distribuzione la 2 a);
- distribuzione corrispondente ad una distribuzione di accelerazioni proporzionale alla forma del modo di vibrare, applicabile solo se il modo di vibrare fondamentale nella direzione considerata ha una partecipazione di massa non inferiore al 75%;
- distribuzione corrispondente alla distribuzione dei tagli di piano calcolati in un'analisi dinamica lineare, applicabile solo se il periodo fondamentale della struttura è superiore a TC.

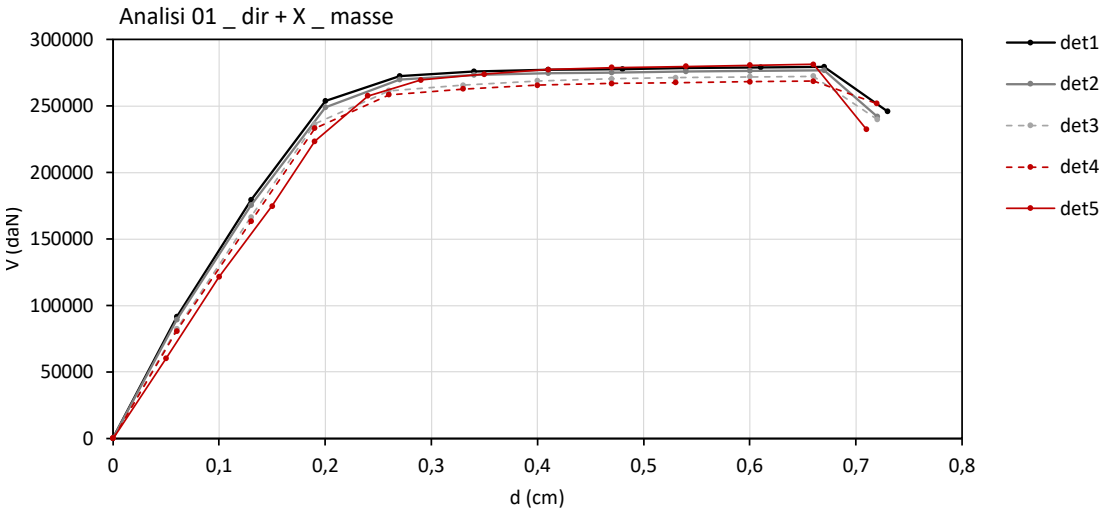
Gruppo 2 - Distribuzioni secondarie:

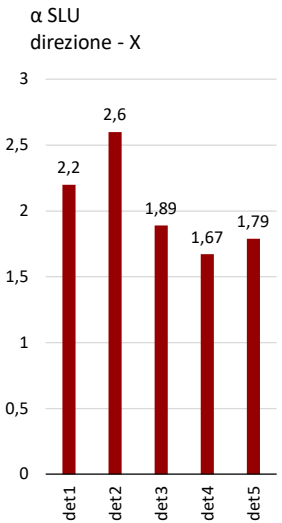
masse
- a) distribuzione uniforme di forze, da intendersi come derivata da una distribuzione uniforme di accelerazioni lungo l'altezza della costruzione;
- b) distribuzione adattiva, che cambia al crescere dello spostamento del punto di controllo in funzione della plasticizzazione della struttura.

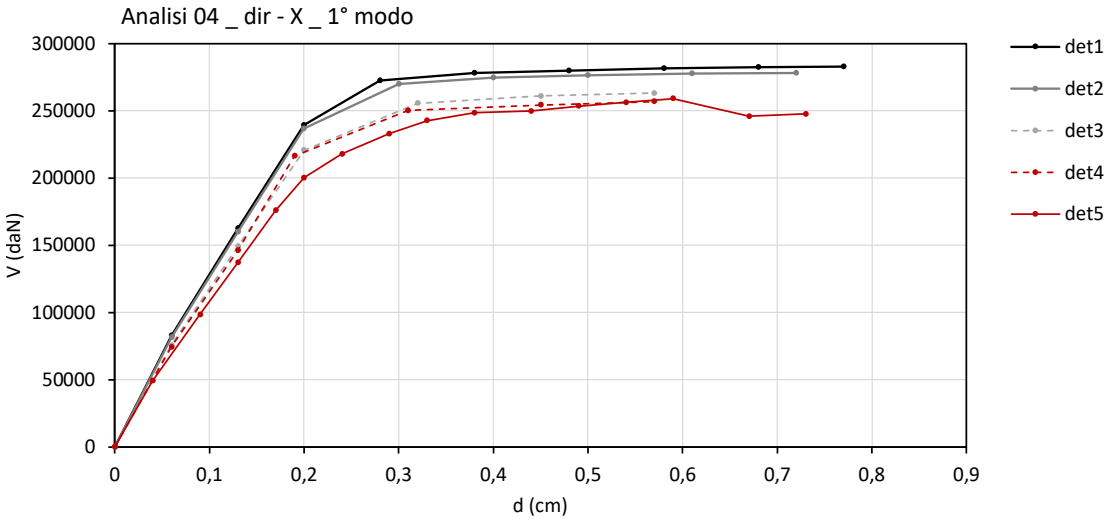
Figura 73: Nelle pagine precedenti, scheda riassuntiva di analisi del parametro

Figura 74: Confronto tra le curve di capacità dei 5 modelli di dettaglio sviluppati per studio del parametro, analisi secondo il 1° modo di vibrare in direzione +X, -X e +Y









Andamento altimetrico

Il secondo parametro analizzato è invece quello legato all'andamento altimetrico dell'aggregato. Sebbene l'aggregato scelto non presenti elementi di altezza eccezionale o con differenza superiore ai tre piani (come il caso di torri o campanili), vi sono numerose e frequenti variazioni di altezza tra le unità strutturali contigue.

Anche in questo caso si sono realizzati 5 step di dettagli di variazione del modello, ognuno dei quali caratterizzato dell'inserimento di un elemento di discontinuità rispetto al precedente. Per la valutazione di questa discontenta nella geometria dell'aggregato si è partiti da una configurazione planimetrica più possibile alla situazione reale, ossia simile al modello di dettaglio 5 usato e descritto nel paragrafo precedente (discontinuità dell'andamento planimetrico), a cui però si sono apportate piccole semplificazioni, per ridurre l'onere computazionale.

Il primo modello di dettaglio presenta dunque la situazione di un aggregato privo di variazioni altimetriche. Nel secondo si inserisce una variazione in abbassamento di una delle unità strutturali, più bassa di circa 1,50 m rispetto all'adiacente. Nel terzo si inserisce la variazione sostanziale di un piano per il blocco delle 4 unità strutturali centrali dell'aggregato, mentre nel quarto e nel quinto si affinano di volta in volta le variazioni altimetriche minori tra le 4 unità strutturali più alte.

Anche in questo caso le condizioni di carico esaminate sono di due tipi (vedi nota esplicativa - pag. 196), appartenenti rispettivamente ai due gruppi indicati in normativa nelle NTC 2008:

- Distribuzione di forze proporzionale alle masse
- Distribuzione di forze proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente al primo modo di vibrare.

In questo caso risultano significative tanto le analisi in direzione X quanto quelle in direzione Y, date le variazioni apportate negli step di dettaglio al modello. Interessa meno invece la differenza tra andamento in verso positivo e negativo nella stessa direzione, dove le curve di capacità si presentano pressoché simili.

Dalla scheda riassuntiva dell'analisi (Fig. 76), emerge subito un primo dato di interesse relativo all'andamento delle curve di capacità: all'inserimento dell'innalzamento di un piano del blocco centrale costituito dalle 4 unità strutturali aventi altezza maggiore rispetto a quelle adiacenti, si nota una variazione sostanziale del comportamento globale dell'aggregato in direzione Y. La curva di capacità relativa all'analisi con distribuzione di forze proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente al primo modo di vibrare (chiamata per brevità 1° modo), subisce una brusca interruzione al raggiungimento di valori relativamente bassi del taglio resistente. È possibile notare l'inizio del comportamento tipico della costruzione in muratura, dove l'irregolarità della curva è sintomo di rottura di uno o più elementi strutturali importanti che danno luogo ad una improvvisa mancanza di resistenza. Il Du spostamento ultimo della curva, computato in corrispondenza del passo dell'analisi in cui si verifica il decadimento del taglio di base del 20% rispetto al valore di picco, viene in questo caso raggiunto per valori del V taglio resistente pari circa a 400000 daN, per

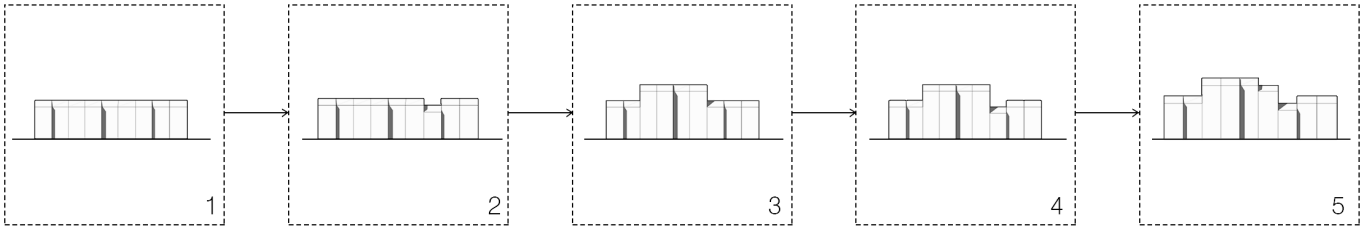


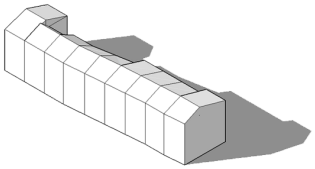
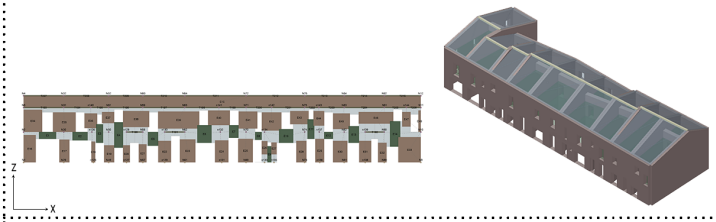
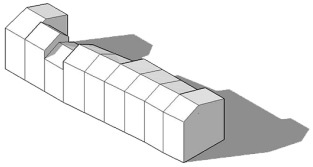
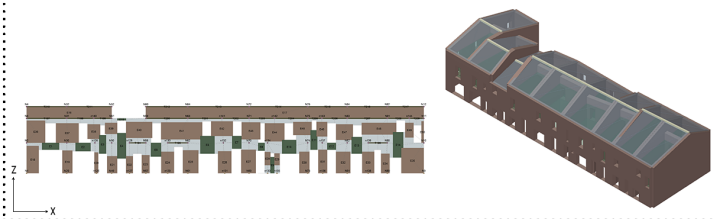
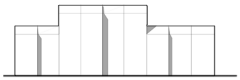
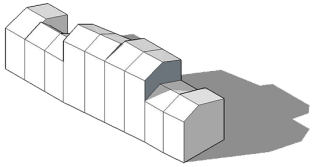
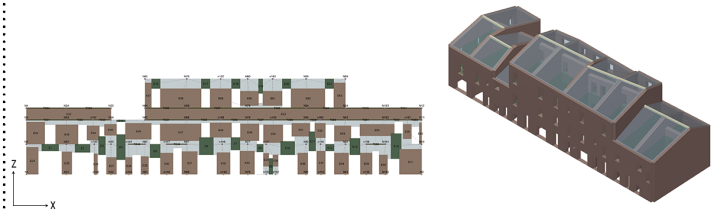
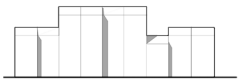
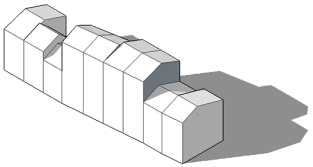
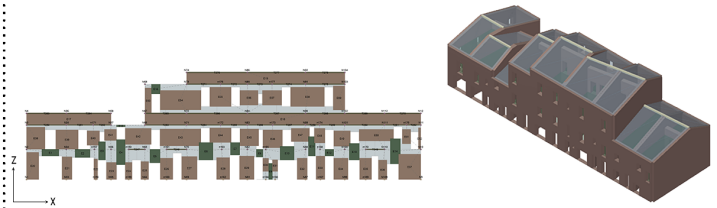
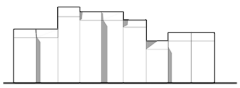
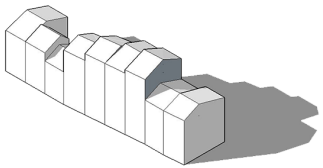
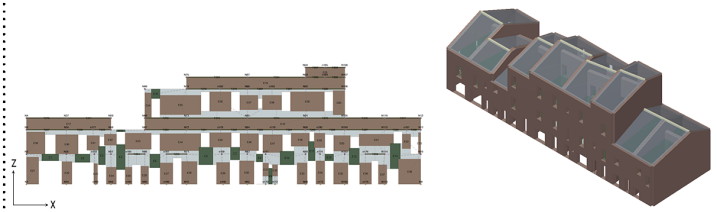
Figura 75: Schema di elaborazione del modello strutturale nei 5 step di dettaglio

cui risulta Du = 0,61 cm, e un Dmax = 0,59 cm per l'analisi in esame. Al crescere delle variazioni altimetriche (dettaglio 4 e 5) l'analisi 4, 1° modo in direzione + Y, presenta delle curve pushover via via più basse, con una minore capacità deformativa dell'aggregato e con un Du inferiore.

É possibile leggere la variazione del comportamento globale dell'aggregato anche attraverso l'andamento dei rispettivi αslv riportati al fianco del confronto tra le curve di capacità dei 5 modelli (Fig. 77).

Le analisi in direzione X, mostrano invece un andamento pressoché similare del comportamento globale dei 5 modelli di dettaglio nel tratto elastico della curva, variando invece leggermente nel tratto plastico. È possibile notare un salto di circa 30000 daN (circa del 10%) nel taglio resistente offerto tra il dettaglio 2 e il 3, ossia quando si inserisce il nucleo con un piano di altezza di differenza. Questa variazione geometrica, sembra innalzare la capacità deformativa globale dell'aggregato in direzione X, al contrario di quanto accade e già discusso in direzione Y, fino alla configurazione ultima (dettaglio 5), che presenta però lo spostamento ultimo Du più basso. Nonostante questo particolare, però il modello va in crisi in direzione Y per valori molto più bassi già dal dettaglio 3.

andamento altimetrico

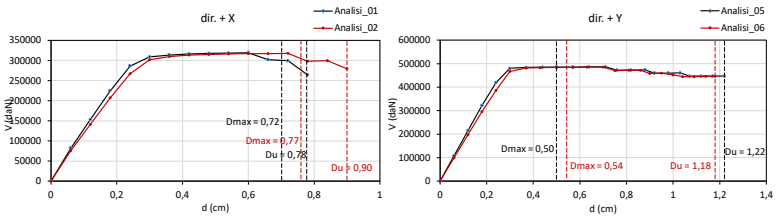
	schema pianta	schema assonometria	modello meccanico
1			
2			
3			
4			
5			

verifiche NTC 08

curve push-over

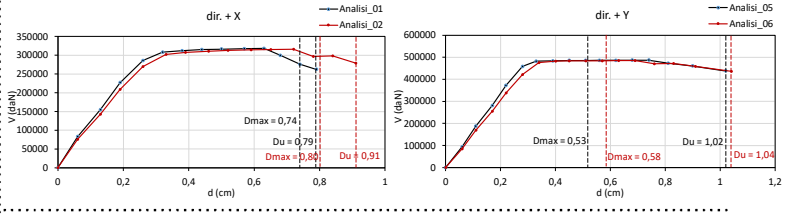
N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	α SLV	α SLD	α SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,72	0,78	2,39	0,26	0,60	0,24	0,60	1,08	2,15	2,29
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,77	0,90	2,39	0,28	0,72	0,26	0,72	1,16	2,39	2,55
3	☑	-X	Masse	0,00	0,71	0,66	2,31	0,25	0,60	0,23	0,60	0,95	2,18	2,33
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,76	0,96	2,38	0,28	0,72	0,26	0,72	1,24	2,41	2,57
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,50	1,22	1,54	0,17	0,71	0,16	0,71	1,95	3,25	3,47
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,54	1,18	1,54	0,19	0,70	0,18	0,70	1,90	3,04	3,24
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,50	1,24	1,50	0,17	0,74	0,16	0,74	2,00	3,40	3,62
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,54	1,20	1,50	0,19	0,73	0,18	0,73	1,94	3,18	3,39

modi di vibrare = 421



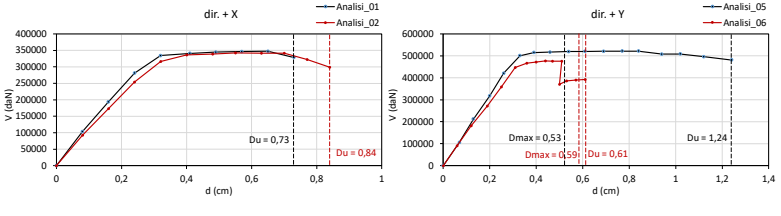
N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	α SLV	α SLD	α SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,74	0,79	2,37	0,26	0,63	0,25	0,63	1,06	2,16	2,30
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,80	0,91	2,36	0,29	0,72	0,27	0,72	1,12	2,29	2,44
3	☑	-X	Masse	0,00	0,73	0,53	2,47	0,26	0,53	0,24	0,53	0,75	1,87	2,00
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,79	0,40	2,67	0,29	0,40	0,27	0,40	0,55	1,34	1,43
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,53	1,02	1,52	0,18	0,74	0,17	0,74	1,67	3,24	3,45
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,58	1,04	1,53	0,20	0,69	0,19	0,69	1,61	2,85	3,04
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,53	1,16	1,49	0,18	0,74	0,17	0,74	1,88	3,24	3,45
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,57	1,17	1,49	0,20	0,75	0,19	0,75	1,79	3,08	3,28

modi di vibrare = 425



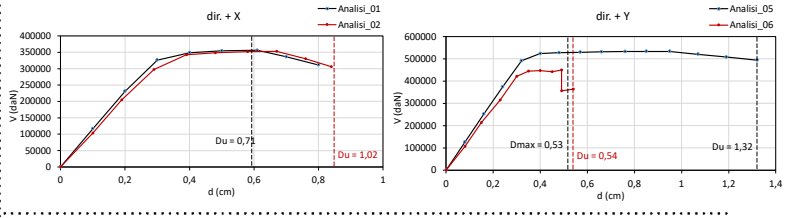
N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	α SLV	α SLD	α SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,80	0,73	2,52	0,31	0,65	0,29	0,65	0,91	2,06	2,20
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,85	0,84	2,58	0,33	0,55	0,31	0,55	0,99	1,67	1,78
3	☑	-X	Masse	0,00	0,81	0,89	2,50	0,32	0,76	0,30	0,76	1,09	2,38	2,54
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,86	1,00	2,59	0,33	0,74	0,31	0,74	1,16	2,23	2,38
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,53	1,24	1,50	0,20	0,84	0,19	0,84	2,00	3,79	4,05
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,59	0,61	1,74	0,23	0,44	0,21	0,44	1,02	1,87	1,99
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,52	1,05	1,44	0,20	1,05	0,19	1,05	1,84	4,69	5,00
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,59	0,60	1,74	0,23	0,51	0,21	0,51	1,02	2,15	2,29

modi di vibrare = 504



N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	α SLV	α SLD	α SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,83	0,80	2,61	0,32	0,61	0,30	0,61	0,97	1,90	2,03
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,88	0,84	2,63	0,33	0,67	0,31	0,67	0,96	2,02	2,15
3	☑	-X	Masse	0,00	0,82	0,78	2,49	0,32	0,78	0,30	0,78	0,96	2,47	2,63
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,87	0,90	2,61	0,33	0,69	0,31	0,69	1,04	2,10	2,24
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,53	1,32	1,48	0,21	0,95	0,20	0,95	2,02	4,32	4,61
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,59	0,54	1,81	0,24	0,49	0,22	0,49	0,91	2,07	2,21
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,52	1,15	1,43	0,21	1,15	0,20	1,15	2,03	4,91	5,23
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,59	0,53	1,88	0,24	0,44	0,22	0,44	0,90	1,88	2,00

modi di vibrare = 570



N.	Inserisci in relazione	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Dmax SLV [cm]	Du SLV [cm]	q* SLV	Dmax SLD [cm]	Du SLD [cm]	Dmax SLO [cm]	Do SLO [cm]	α SLV	α SLD	α SLO
1	☑	+X	Masse	0,00	0,82	0,72	2,60	0,31	0,61	0,29	0,61	0,88	1,93	2,06
2	☑	+X	1° modo	0,00	0,87	0,80	2,64	0,33	0,69	0,31	0,69	0,91	2,09	2,23
3	☑	-X	Masse	0,00	0,81	0,80	2,56	0,31	0,66	0,29	0,66	0,99	2,13	2,27
4	☑	-X	1° modo	0,00	0,85	0,83	2,68	0,32	0,59	0,30	0,59	0,97	1,83	1,95
5	☑	+Y	Masse	0,00	0,53	1,32	1,49	0,21	1,01	0,20	1,01	2,01	4,57	4,87
6	☑	+Y	1° modo	0,00	0,60	0,57	1,96	0,24	0,40	0,22	0,40	0,96	1,69	1,80
7	☑	-Y	Masse	0,00	0,53	1,16	1,43	0,21	1,16	0,20	1,16	2,05	4,88	5,21
8	☑	-Y	1° modo	0,00	0,60	0,56	1,94	0,24	0,45	0,22	0,45	0,95	1,91	2,03

modi di vibrare = 604

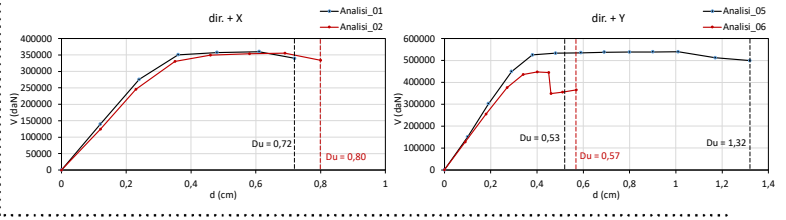
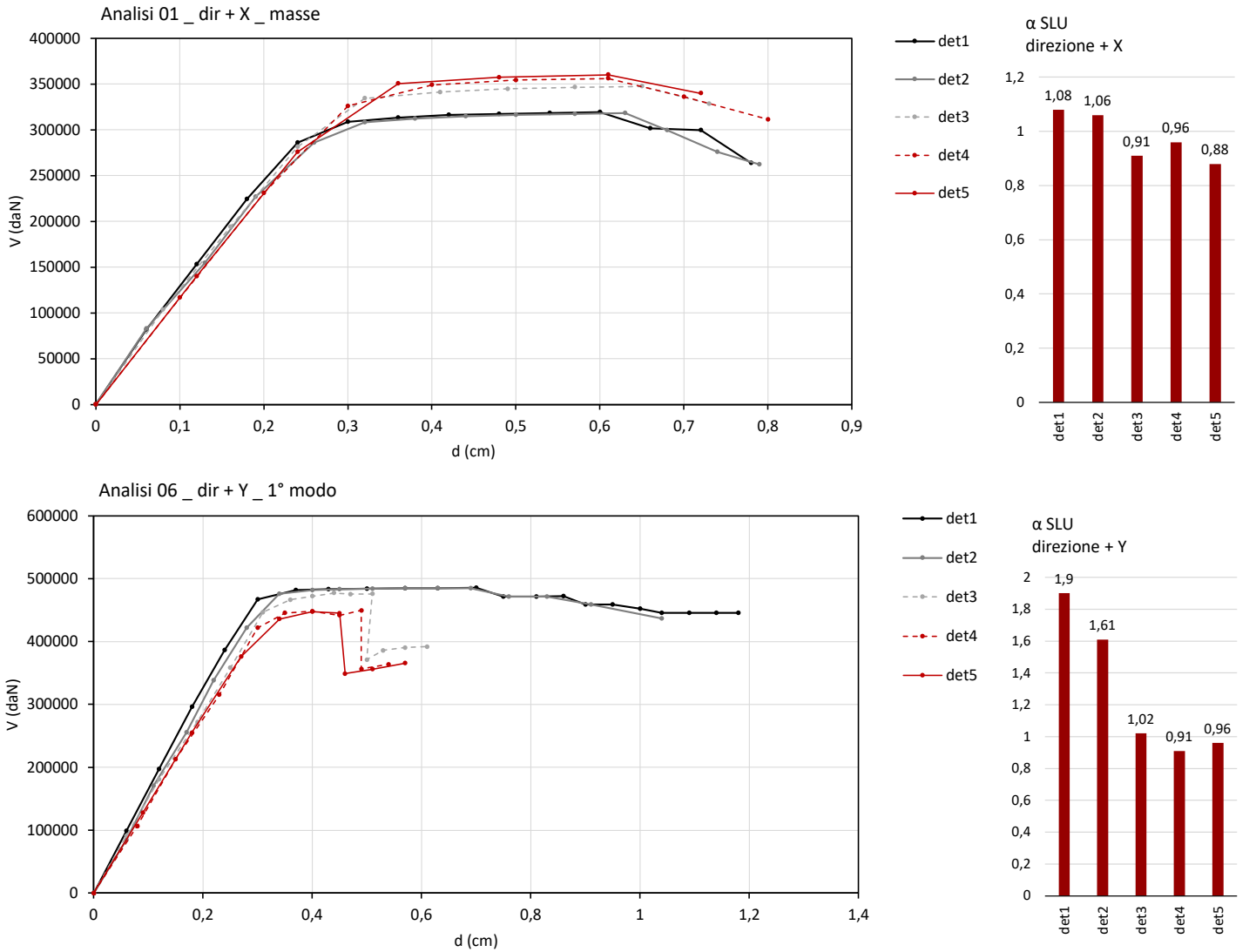


Figura 76: Nelle pagine precedenti, scheda riassuntiva di analisi del parametro

Figura 77: Confronto tra le curve di capacità dei 5 modelli di dettaglio sviluppati per studio del parametro, analisi secondo le combinazioni masse in direzione + X e il 1° modo di vibrare in direzione +Y



3.2.4. Classificazione dell'ambiente costruito

In una concezione sistemica, l'ambiente considerato nelle sue componenti naturali e antropizzate, è, di fatto, tutto ciò che circonda l'uomo.

Nell'ambiente l'uomo ha edificato le sue abitazioni, i luoghi di scambio, segnandone il panorama con artefatti ideati e organizzati spesso con precisa volontà d'arte tentando di tradurre, alle diverse scale, l'affermazione di Aristotele secondo cui tutti i principi dell'urbanistica si riassumono nell'idea che una città debba offrire agli abitanti sicurezza e felicità.

Si tratta di un archivio di forme che nel tempo hanno modificato l'ambiente, rappresentano documenti di storia, oggetti e segni diversi legati a significativi episodi storici o semplicemente funzionali allo svolgimento della vita della città che hanno modificato il carattere dei luoghi conferendogli forma e struttura. Ambiti in continua trasformazione in cui non basta identificare le componenti discrete ma di cui è necessario cogliere le relazioni. Questi siti, così strutturati sono identificati con il nome di nuclei insediativi e costituiscono, nel loro insieme l'oggetto della salvaguardia e tutela (Cerroni, 2010).

Come riportato nella Carta di Cracovia: "la conservazione nel contesto urbano ha per oggetto insiemi di edifici e spazi scoperti che costituiscono parti di aree urbane più vaste, o di interi piccoli nuclei insediativi urbani o rurali, comprensivi di valori intangibili".

Possiamo definire nuclei insediativi urbani quelle organizzazioni spaziali in cui le relazioni tra gli edifici e il loro intorno sono stabilite "attraverso un processo formativo storico compiuto e acquisito nella memoria del luogo" il cui significato consiste nel permanere, sul medesimo luogo della sua configurazione nei suoi caratteri distintivi essenziali.

In via esemplificativa, nel nostro specifico ambito di interesse, (si tralasceranno in questa sede gli insediamenti archeologici), i nuclei urbani possono ricondursi a tre classificazioni fondamentali, che, la norma in materia di beni culturali e ambientali della regione Campania, identifica nei seguenti (art. 2 L.R. 192/1996 n°3 e DLgs.29/ottobre /1999 n° 490):

- centri storici minori: gli impianti urbanistici o agglomerati insediativi urbani che siano stati centri di cultura locale o di produzione artistica e che, accanto alle testimonianze di cultura materiale, contengano opere d'arte entro il contesto storico per cui sono nate e in rapporto con il tessuto urbano, esteso al contesto paesaggistico di pertinenza come individuato nell'iconografia tradizionale, e che conservano l'aspetto o i connotati d'insieme della città antica o di una consistente parte di essa;
- nuclei antichi: insediamenti extraurbani minori come casali, masserie, casini di caccia, conventi, abbazie, fortificazioni, connessi allo sviluppo storico di un insediamento maggiore o di un sistema insediativo territoriale;
- quartieri urbani antichi: frammenti o parti di insediamenti urbani sopravvissuti alla distruzione o a profonde modificazioni dei rispettivi centri abitati, che, pur non possedendo autonomia funzionale, conservano valore storico-documentale e connotati artistico-ambientali d'insieme.

I tre ambiti definiti dal decreto della Regione Campania si relazionano tra di loro dilatando e incrementando la complessità delle azioni di progetto.

Il centro storico, così come a scala diversa, le sue aree urbane, sono infatti parte di un intero più ampio e solo in questo senso va riguardato come una realtà dinamica e non come un oggetto da contemplare o da considerare come una semplice attrazione turistica scissa dal contesto.

È nel 1990 nel corso del convegno di Gubbio organizzato dall'ANCSA che viene affermato questo concetto che viene spiegato con chiarezza da Roberto Gambino.

"Lo spostamento dai centri ai territori storici non rappresenta affatto un banale salto di scala, una semplice dilatazione spaziale, del campo di attenzione: implica invece una considerazione qualitativamente diversa delle dinamiche e delle problematiche interessanti. In particolare, una maggiore attenzione per i sistemi di relazione che legano fra loro i fatti urbani, per le reti ecologiche che supportano gli ecosistemi urbani e territoriali, per le reti infrastrutturali che assicurano la coesione e la stabilità di organizzazioni territoriali, per i sistemi cui si affida la leggibilità dei sistemi paesistici. …"

Si riporta a titolo esplicativo la LR della Regione Sardegna in materia di Tutela e Valorizzazione dei centri storici del 1988, in cui si può notare già l'uso sintattico di alcuni termini significativi per i ragionamenti in atto.

Art. 2 – Definizione

1. Si considerano Centri storici gli agglomerati urbani che conservano nell'organizzazione territoriale, nell'impianto urbanistico o nelle strutture edilizie i segni di una formazione remota e di proprie originarie funzioni abitative, economiche sociali e politiche e culturali. […]

Art. 5 – Repertorio dei centri storici

[…] I requisiti per l'inserimento dei comuni nel repertorio sono costituiti dalla sussistenza di:

a. Un patrimonio edilizio urbanistico consolidato e perimetrato in base al confronto dei catasti storici antecedenti l'anno 1940 in cui sia riconoscibile lo stato attuale:

1. Un tessuto urbanistico connettivo, costituito da vie, piazze, spazi pubblici e isolati, sostanzialmente invariato;

2. un patrimonio edilizio <u>prevalentemente</u> formato da tipologie edilizie caratterizzanti l'insediamento storico;

b. caratteristiche costruttive e tecnologiche <u>prevalentemente</u> omogenee;

c. elementi architettonici omogenei e diffusi; […]

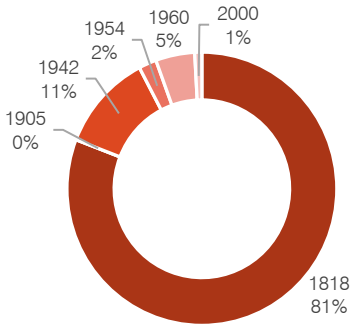
Regione Sardegna l. 13 ottobre 1988, n. 29 Tutela e Valorizzazione dei centri storici della Sardegna

Ecco quindi che si susseguono già in quella data e in quell'ambito l'uso ripetuto del termine "prevalente". È qui che si vuole porre l'attenzione. Si, perché sebbene l'urbanistica facesse uso e rimando alle "zone omogenee" per la pianificazione, il grande dilemma sui centri storici, sulla città storica, che prima era definita "zona omogena A" è andato via via

Figura 78: distribuzione dei dati di età del costruito, tipologie costruttive e vulnerabilità per il caso studio di San Gemini.

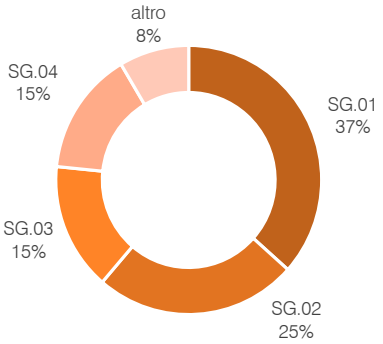
distribuzione età del costruito

anno	parcitelle	percentuale
1818	190	81%
1905	0	0%
1942	27	11%
1954	5	2%
1960	11	5%
2000	2	1%
totale	235	100%



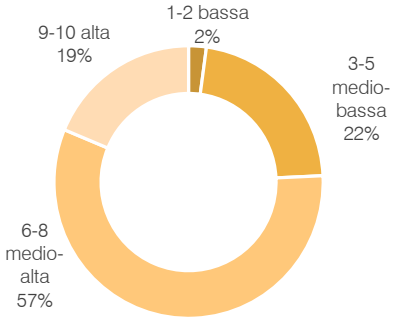
distribuzione tipologie costruttive

codice	parcitelle	percentaule
SG.01	86	37%
SG.02	58	25%
SG.03	36	15%
SG.04	35	15%
altro	20	9%
totale	235	100%



distribuzione vulnerabilità di aggregato

valore	parcitelle	percentuale
1-2 bassa	5	2%
3-5 medio-bassa	52	22%
6-8 medio-alta	134	57%
9-10 alta	44	19%
totale	235	100%



modificandosi nella cultura scientifica passando poi, nella pianificazione più recente, ad una gestione per ambiti e sistemi (ad esempio il PSC di Bologna del 2008, a seguito della LR 20/2000). Questo perché, per tutta la città ma per la città storica in particolare, parlare di omogeneità occorre parlare di una prevalenza di dato, ma non è possibile discuterne in termini assoluti.

Su scala urbana e territoriale, ovviamente rappresenta una modalità di semplificazione e gestione di dinamiche ben più complesse, che favoriscono la gestione del processo stesso di pianificazione, perdendo di definizione e accuratezza man mano che si scende di scala fino ad entrare nel dettaglio materiale costituente il tessuto e l'ambiente costruito di una singola "zona omogenea". Questo è tanto più vero nel caso della città storica che ha subito dinamiche di trasformazione nel corso dei secoli, nel suo evolversi e adattarsi a nuove situazioni e configurazioni legate ai cambiamenti sociali e culturali. Dalle analisi riportare nei paragrafi precedenti appare chiaro quanto le modificazioni avvenute in una città storica, già solo nell'ultimo secolo e mappate con la cartografia tecnica disponibile, mostrino un organismo in evoluzione continua. Un organismo che ha modificato al suo interno parti non funzionali in un determinato momento storico, ha dovuto riassemblarsi o curare alcune ferite a seguito di disastri, o anche evolversi per affrontare nuovi fattori della vita contemporanea. Che questi siano rappresentati da grandi sventramenti per l'allargamento di strade, modificazioni di grandi complessi specialistici come Municipi o Palazzi, o anche piccole modificazioni di proprietà per l'evoluzione tipologica di alcune porzioni di tessuto, o ancora ricostruzioni parziali o risarcimenti a seguito di eventi calamitosi, hanno portato ad una modifica di una struttura già non omogenea per cui il grado di commistione e di "disturbo" è stato incrementato.

La città però si è riadattata e ha assorbito le modifiche facendole proprie nello scorrere del tempo, ma bisogna tenere a mente una cosa fondamentale: la città storica non può essere definita omogena dal punto di vista costruttivo.

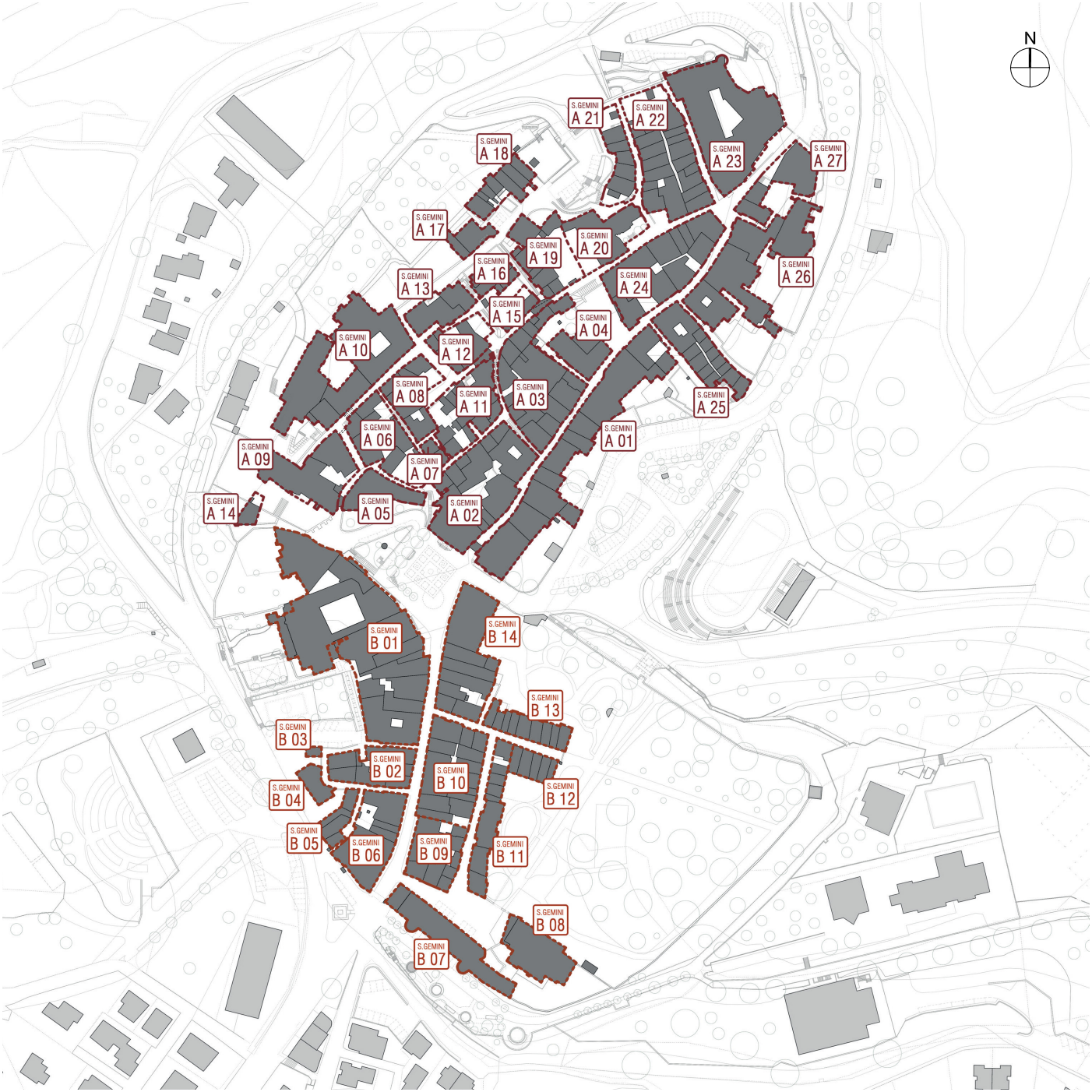
A supporto di quanto affermato, le recenti normative si stanno evolvendo in tale direzione, aumentando la consapevolezza di dover agire su oggetti non uniformi tra loro. Ad esempio nella definizione degli aggregati della LR 2012 dell'Emilia Romagna: art. 2 "Definizioni" della Legge Regionale 21 Dicembre 2012 n.16. Emilia-Romagna:

> *per "Aggregato edilizio", si intende un insieme di unità strutturali che siano accorpate tra loro o a contatto, le quali possono interagire sotto un'azione sismica o dinamica in genere. Gli aggregati edilizi sono presenti nel centro storico, nel tessuto urbano consolidato e negli abitati rurali e presentano in genere caratteristiche costruttive non omogenee e stratificatesi nel tempo, con collegamenti strutturali più o meno efficaci tra le diverse unità strutturali.*

Ed ecco che in queste righe è possibile leggere un'importante evoluzione nello studio della città storica e su cui si approfondirà la ricerca personale.

In primis vi è un passaggio di scala o di accuratezza nelle definizioni degli oggetti in esame all'interno dell'ambiente costruito. Non si parla più infatti di "isolati" cosi come

Figura 79: Carta di individuazione degli aggregati elaborata per il caso studio di San Gemini


N
S.GEMINI A 21
S.GEMINI A 22
S.GEMINI A 23
S.GEMINI A 27
S.GEMINI A 18
S.GEMINI A 17
S.GEMINI A 19
S.GEMINI A 20
S.GEMINI A 16
S.GEMINI A 13
S.GEMINI A 24
S.GEMINI A 26
S.GEMINI A 15
S.GEMINI A 04
S.GEMINI A 10
S.GEMINI A 12
S.GEMINI A 08
S.GEMINI A 11
S.GEMINI A 03
S.GEMINI A 25
S.GEMINI A 06
S.GEMINI A 01
S.GEMINI A 09
S.GEMINI A 07
S.GEMINI A 14
S.GEMINI A 05
S.GEMINI A 02
S.GEMINI B 01
S.GEMINI B 14
S.GEMINI B 13
S.GEMINI B 03
S.GEMINI B 02
S.GEMINI B 10
S.GEMINI B 04
S.GEMINI B 12
S.GEMINI B 05
S.GEMINI B 06
S.GEMINI B 09
S.GEMINI B 11
S.GEMINI B 08
S.GEMINI B 07

definiti nelle ricerche di Olivieri e dei predecessori (fino al primo decennio del 2000 quindi), bensì di aggregati.

Aggregati, che come abbiamo visto nelle analisi precedenti possono essere "simili" per storia ed età all'interno del patrimonio costruito storico, ma che presentano delle disomogeneità dei caratteri del costruito, nelle differenti apparecchiature murarie e nelle alterazioni tipologiche del complesso costruito o nel dettaglio di alcuni elementi. Avanzamenti di fronti, sopraelevazioni, occlusioni o altre modifiche locali di un edificio o dell'intero aggregato avvenute in periodi differenti possono presentare caratteristiche costruttive differenti rispetto a quelle prevalenti dell'oggetto d'analisi.

È per questo motivo che nella classificazione proposta si procede con un'analisi del "tipo prevalente", nei tre campi di indagine esaminati: età del costruito, caratteri costruttivi e vulnerabilità relativa.

Da una prima analisi dei dati raccolti, divisi per particelle catastali, è possibile notare e analizzare la distruzione dei valori all'interno di un centro storico, nella figura 78 ad esempio si riportano quelli per il caso studio di San Gemini.

Si può leggere come la disomogeneità dei caratteri del costruito non trovi un immediato riscontro con la valutazione accurata delle età del costruito, così come elaborata e spiegata nei paragrafi 3.2.1. e 3.2.2., né direttamente con la vulnerabilità relativa, almeno non a livello edilizio. La connessione fra i dati può però fungere da guida nella valutazione a scala di aggregato, nella comprensione della varietà del costruito e quindi del comportamento dello stesso, che ovviamente non può essere schedato come omogeneo nella complessità di una città storica.

Partendo cosi dall'analisi sul singolo edificio o particella catastale (per il caso di San Gemini le due categorie combaciano con una buona approssimazione, in alternativa si potrebbe ragionare per unità strutturali), si è stilata una schedatura delle caratteristiche di ogni aggregato della città storica, determinando di conseguenza la percentuale di modificazione, letta nel suo reciproco come percentuale di dato omogeneo sul complesso del singolo aggregato. Di conseguenza è possibile definire una età prevalente del costruito di un aggregato, e una tipologia costruttiva prevalente, sul complessivo dell'aggregato stesso.

Di seguito si riportano gli schemi di analisi e i dati elaborati per un caso studio, quello di San Gemini, che con un ridotto numero di aggregati, meglio permette di comprendere l'applicazione dei ragionamenti fin qui esposti.

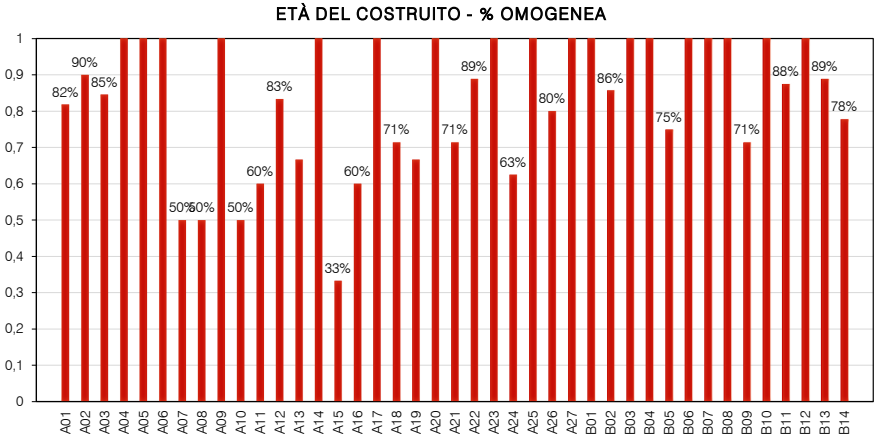
Figura 80: Tabella di elaborazione dei dati per il caso di San Gemini

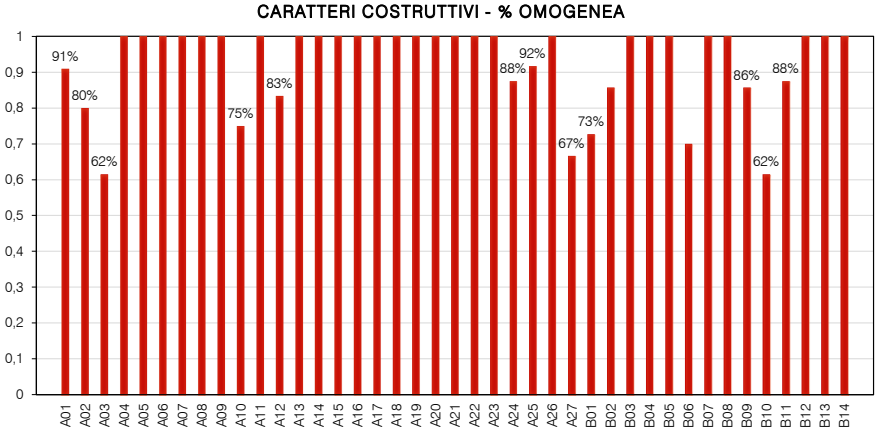
aggregato	particella	età del costruito					tipologia costruttiva						vulnerabilità aggregato	
		anno	n. tot	moda	n. prev	% prev	valore	cod.	n. tot	moda	n. prev	% prev	valore	moda
A01			11	1818	9	0,82			11	2	10	0,91		7
	97	1954					SG.02	2					7	
	B	1818					altro	5					7	
	99	1818					SG.02	2					7	
	100	1818					SG.02	2					7	
	101	1818					SG.02	2					7	
	102	1818					SG.02	2					7	
	103	1818					SG.02	2					7	
	104	1818					SG.02	2					7	
	105	1818					SG.02	2					7	
	106	1818					SG.02	2					7	
	373	1942					SG.02	2					7	
A02			10	1818	9	0,90			10	2	8	0,80		8
	107	1818					SG.02	2					8	
	108	1818					SG.02	2					8	
	109	1942					SG.02	2					8	
	110	1818					SG.02	2					8	
	111	1818					SG.02	2					8	
	136	1818					SG.01	1					8	
	137	1818					SG.01	1					8	
	139	1818					SG.02	2					8	
	140	1818					SG.02	2					8	
	141	1818					SG.02	2					8	
A03			13	1818	11	0,85			13	1	8	0,62		10
	113	1818					SG.02	2					10	
	114	1942					SG.02	2					10	
	115	1818					SG.01	1					10	
	116	1818					SG.02	2					10	
	118	1942					SG.02	2					10	
	123	1818					SG.01	1					10	
	125	1818					SG.01	1					10	
	127	1818					SG.01	1					10	
	128	1818					SG.01	1					10	
	130	1818					SG.02	2					10	
	131	1818					SG.01	1					10	
	134	1818					SG.01	1					10	
	135	1818					SG.01	1					10	
A04			2	1818	2	1,00			2	2	2	1,00		5
	119	1818					SG.02	2					5	
	120	1818					SG.02	2					5	
A05			1	1818	1	1,00			1	2	1	1,00		5
	198	1818					SG.02	2					5	
A06			7	1818	7	1,00			7	2	7	1,00		9
	198	1818					SG.02	2					9	
	198	1818					SG.02	2					9	
	192	1818					SG.02	2					9	
	194	1818					SG.02	2					9	
	196	1818					SG.02	2					9	
	197	1818					SG.02	2					9	
	371	1818					SG.02	2					9	

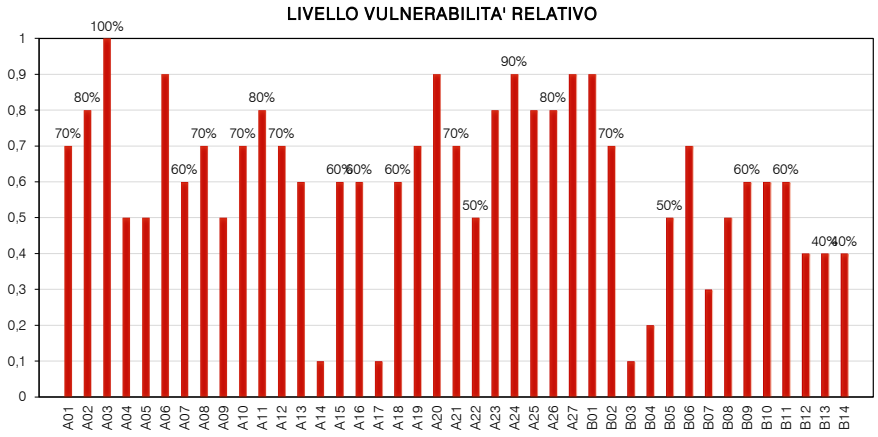
aggregato	età del costruito: età prevalente	età del costruito: % prevalente	tipologia costruttiva: tip prevalente	tipologia costruttiva: % prevalente	vulnerabilità: livello relativo	vulnerabilità: livello relativo
A01	1818	82%	SG.02	91%	7	70%
A02	1818	90%	SG.02	80%	8	80%
A03	1818	85%	SG.01	62%	10	100%
A04	1818	100%	SG.02	100%	5	50%
A05	1818	100%	SG.02	100%	5	50%
A06	1818	100%	SG.02	100%	9	90%
A07	1942	50%	SG.01	100%	6	60%
A08	1942	50%	SG.02	100%	7	70%
A09	1818	100%	SG.02	100%	5	50%
A10	2000	50%	altro	75%	7	70%
A11	1818	60%	SG.01	100%	8	80%
A12	1818	83%	SG.01	83%	7	70%
A13	1818	67%	SG.02	100%	6	60%
A14	1942	100%	SG.02	100%	1	10%
A15	1818	33%	SG.01	100%	6	60%
A16	1818	60%	SG.01	100%	6	60%
A17	1954	100%	altro	100%	1	10%
A18	1818	71%	SG.01	100%	6	60%
A19	1818	67%	SG.01	100%	7	70%
A20	1818	100%	SG.02	100%	9	90%
A21	1818	71%	SG.01	100%	7	70%
A22	1818	89%	SG.01	100%	5	50%
A23	1818	100%	altro	100%	8	80%
A24	1942	63%	SG.02	88%	9	90%
A25	1818	100%	SG.01	92%	8	80%
A26	1818	80%	SG.02	100%	8	80%
A27	1818	100%	SG.01	67%	9	90%
B01	1818	100%	SG.03	73%	9	90%
B02	1818	86%	SG.03	86%	7	70%
B03	1942	100%	altro	100%	1	10%
B04	1960	100%	altro	100%	2	20%
B05	1960	75%	altro	100%	5	50%
B06	1818	100%	SG.03	70%	7	70%
B07	1818	100%	SG.03	70%	3	30%
B08	1818	100%	altro	100%	5	50%
B09	1818	71%	SG.04	86%	6	60%
B10	1818	100%	SG.04	62%	6	60%
B11	1818	88%	SG.04	88%	6	60%
B12	1818	100%	SG.04	100%	4	40%
B13	1818	89%	SG.04	100%	4	40%
B14	1818	78%	SG.03	100%	4	40%
min		33%		62%		10%
max		100%		100%		100%
range		17%		10%		23%

Figura 81: Tabella riassuntiva dei dati per il caso di San Gemini

Figura 82: Grafici con le percentuali di dato omogeno per singolo aggregato per Età del Costruito, Caratteri Costruttivi e valore di Vulnerabilità Relativa per il caso di San Gemini


ETÀ DEL COSTRUITO - % OMOGENEA
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
82%
90%
85%
50%
50%
50%
60%
83%
33%
60%
71%
71%
71%
89%
63%
80%
86%
75%
71%
88%
89%
78%
A01 A02 A03 A04 A05 A06 A07 A08 A09 A10 A11 A12 A13 A14 A15 A16 A17 A18 A19 A20 A21 A22 A23 A24 A25 A26 A27 B01 B02 B03 B04 B05 B06 B07 B08 B09 B10 B11 B12 B13 B14


CARATTERI COSTRUTTIVI - % OMOGENEA
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
91%
80%
62%
75%
83%
88%
92%
67%
73%
86%
62%
88%
A01 A02 A03 A04 A05 A06 A07 A08 A09 A10 A11 A12 A13 A14 A15 A16 A17 A18 A19 A20 A21 A22 A23 A24 A25 A26 A27 B01 B02 B03 B04 B05 B06 B07 B08 B09 B10 B11 B12 B13 B14


LIVELLO VULNERABILITA' RELATIVO
1
0,9
0,8
0,7
0,6
0,5
0,4
0,3
0,2
0,1
0
70%
80%
100%
60%
70%
70%
80%
70%
60%
60%
60%
70%
50%
90%
80%
70%
50%
60%
60%
40%
40%
A01 A02 A03 A04 A05 A06 A07 A08 A09 A10 A11 A12 A13 A14 A15 A16 A17 A18 A19 A20 A21 A22 A23 A24 A25 A26 A27 B01 B02 B03 B04 B05 B06 B07 B08 B09 B10 B11 B12 B13 B14

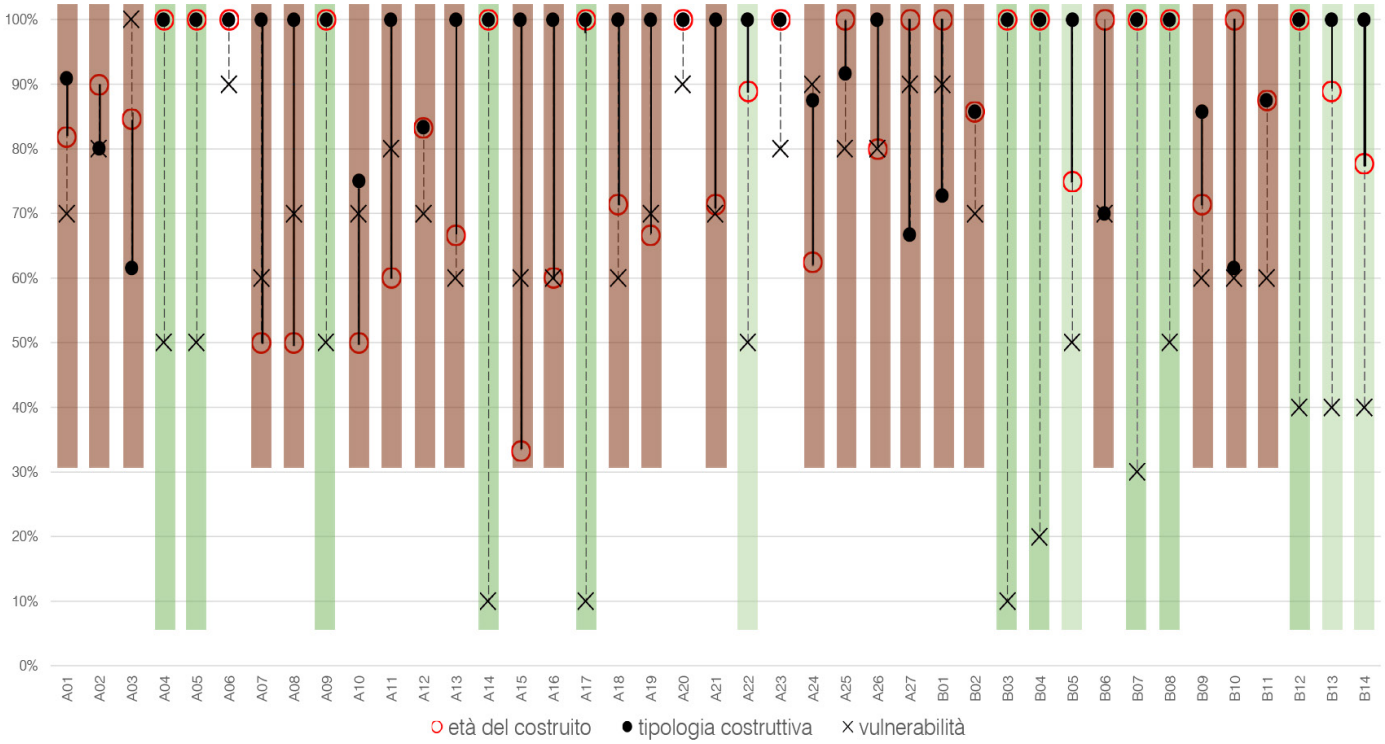
Correlando i dati delle analisi mostrate si può notare un legame tra le percentuali di dato omogeneo di età del costruito e tipologia costruttiva e vulnerabilità relativa.

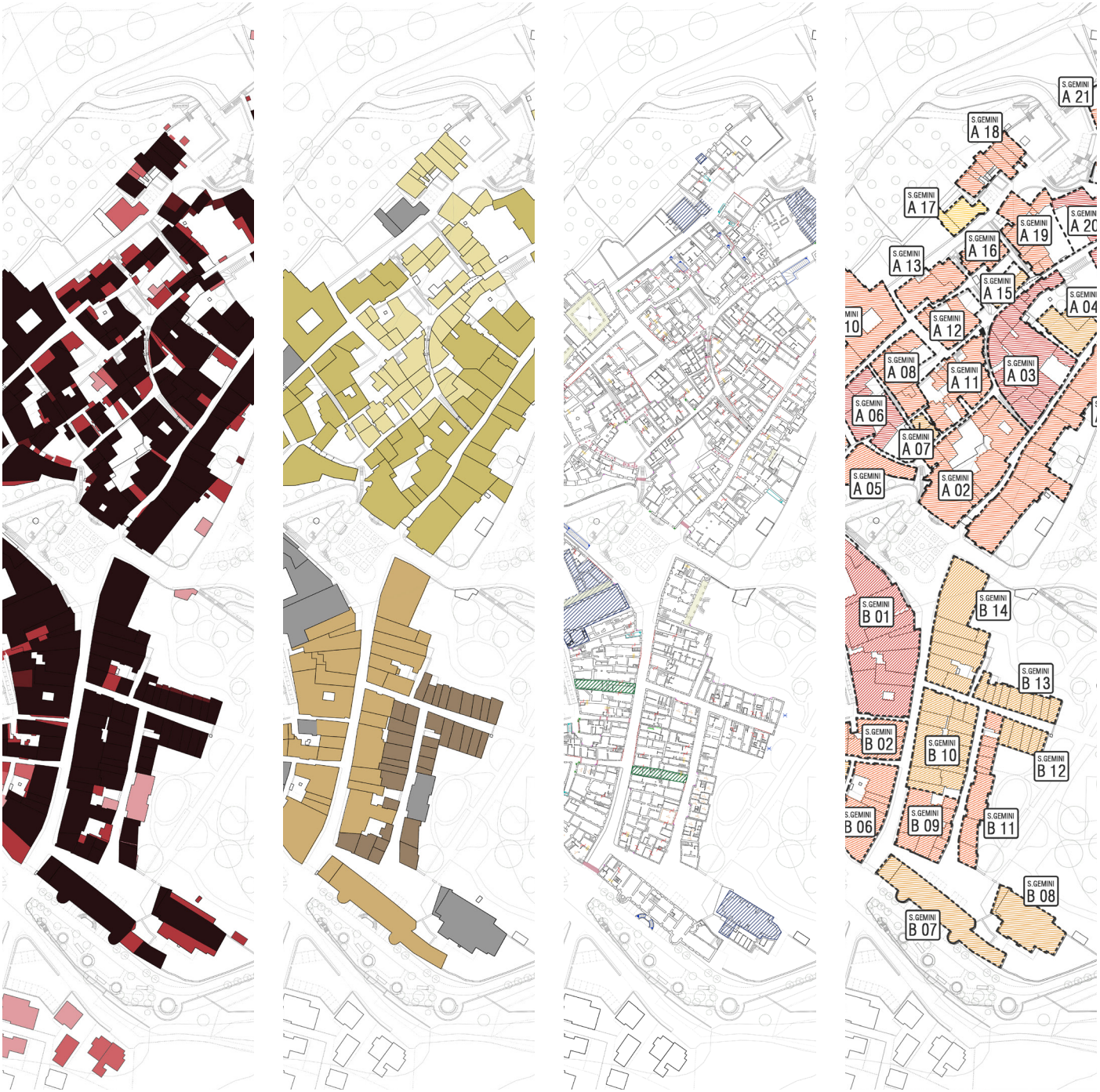
Se infatti non vi è una corrispondenza diretta tra età del costruito e tipologia costruttiva, per le ragioni spiegate sopra (a porzioni di aggregato più o meno coeve possono corrispondere tecniche costruttive differenti infatti, o modificazioni non troppo distanti reciprocamente nel tempo hanno le stesse o simili caratteristiche costruttive prevalenti), si può leggere un primo dato di correlazione con la vulnerabilità relativa d'aggregato nel tessuto.

Si possono così distinguere due macrocategorie: ad aggregati con elevate percentuali di omogeneità nel dato temporale e costruttivo, corrispondo solitamente valori medio-bassi di vulnerabilità relativa all'interno del tessuto (quelli evidenziati in verde), ad aggregati con anche solo una delle due caratteristiche con percentuali al di sotto dell'75% e con uno scostamento tra i due valori superiore al 25% corrispondo valori medio-alti di vulnerabilità (rosso scuro). Tra i verdi vanno poi evidenziati quelli riportati gli aggregati evidenziati in verde più chiaro, con un discostamento tra i valori di percentuale omogenea di età costruito e caratteristiche costruttive inferiore al 25% con uno dei due sempre al 100%, che hanno valori più alti di vulnerabilità, rispetto a quelli dove entrambi i parametri sono alla percentuale completa.

Ovviamente sono presenti alcune esclusioni e particolarità, specialmente in aggregati comprendenti strutture tipologiche particolari o specialistiche, come il caso ad esempio dell'aggregato A20 che si aggrappa alle mura di cinta e l'A23 interamente costituito dal monastero.

Figura 83: Grafico di correlazione dei dati Età del Costruito, Caratteri Costruttivi e valore di Vulnerabilità Relativa per singolo aggregato per per il caso di San Gemini




S.GEMINI A 21
S.GEMINI A 18
S.GEMINI A 17
S.GEMINI A 19
S.GEMINI A 16
S.GEMINI A 13
S.GEMINI A 15
S.GEMINI A 12
S.GEMINI A 08
S.GEMINI A 11
S.GEMINI A 03
S.GEMINI A 06
S.GEMINI A 07
S.GEMINI A 05
S.GEMINI A 02
S.GEMINI B 01
S.GEMINI B 14
S.GEMINI B 13
S.GEMINI B 02
S.GEMINI B 10
S.GEMINI B 12
S.GEMINI B 09
S.GEMINI B 11
S.GEMINI B 08
S.GEMINI B 07

3.2.5. Indirizzi e Strategie conclusive

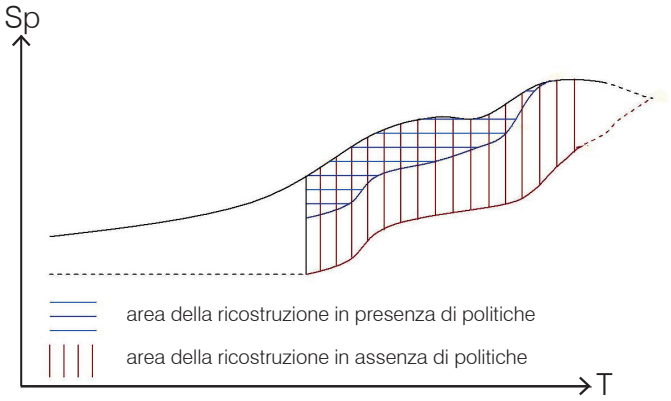


Figura 84: Nella pagina affianco: le carte sviluppate nelle analisi e l'importanza di leggerle in parallelo

Figura 85: Rielaborazione da: S.Caldaretti, W.Fabietti; A.Riggio: La vulnerabilità sismica dei sistemi territoriali, Ed. DEI, Roma, 1987

L'importanza di leggere queste analisi e mappe in parallelo sta nella necessità di identificare le fasi della costituzione storica e la condizione attuale del patrimonio urbano costruito. Dalla consapevolezza dell'età e delle caratteristiche costruttive del tessuto urbano diventa possibile dedurre la precarietà esistente e di conseguenza la potenziale presenza di vulnerabilità aggiuntiva derivante dalla modificazione che si è verificata nel corso del tempo.

Gli indirizzi e strategie conclusive mirano ad integrare il concetto di resilienza urbana nella logica quotidiana della gestione del territorio, che ormai deve affrontare le tematiche di rischio e sicurezza come dato fondamentale e non legato solo a specialismi chiamati in causa a fronte di danni ormai manifesti.

Da quanto scritto fino ad ora, si è potuto enunciare l'importanza di entrambi gli approcci studiati, tanto quello urbanistico/sistemico quanto quello strutturale/analitico e le possibili correlazioni qualitative e quantitative fra i due.

In questa parte finale si vogliono ulteriormente ricongiungere i due approcci in una sintesi conclusiva per la gestione della città storica. Consapevoli a questo punto che una indicizzazione e parametrizzazione della resilienza come dato materiale su un tessuto urbano, agendo sul lato costruito, potrebbe risultare riduttivo dei ragionamenti fin qui esposti, si vuole però cercare di intervenire sull'approccio olistico al tema e su una caratteristica più efficacemente modificabile all'interno dei processi di gestione del territorio, ossia sulla "rapidità". Rapidità di gestione e scelta delle opzioni operative nella fase pre-disastro, di preparazione, per poter ottimizzare la possibile sequenza di interventi nel miglioramento del comportamento globale di un tessuto storico e rapidità nella ricostruzione eventuale post-evento. Come mostrato anche da Caldaretti, Fabietti e Riggio (1987), una ricostruzione che abbia avuto alla base delle politiche di prevenzione e preparazione ha ovviamente delle tempistiche più ridotte che in caso contrario (Fig. 85). Nasce così la strategia conclusive della "matrice delle priorità", a corollario della quale si colloca anche uno schema di gestione degli attori del processo.

La matrice delle Priorità

L'integrazione di sistemi di pianificazione con scopo di prevenzione e riduzione del rischio derivante da disastri naturali è uno dei primi obiettivi a livello di scala di analisi. L'insediamento urbano è vulnerabile in quanto sistema, e pertanto vi è bisogno di un approccio su ampia scala per iniziare a definire le strategie e gli indirizzi da seguire nelle fasi di approfondimento dell'analisi.

Nasce dunque l'idea e la necessità di coniugare i dati materiali sul costruito storico e l'approccio sistemico per poter utilizzare al meglio i dati analizzati. la base della strategia si struttura su due importanti ragioni scaturite dallo studio della materia. In primis la gestione dell'urgenza, come riportato nel report Guidance Note on Recovery: Pre-Ricovery Disater Plan (UNISDR and IRP, 2012) parlando della "tirannia dell'Urgenza", la pressione schiacciante di agire in fretta pone forse la più grande sfida per i responsabili e i progettisti della ricostruzione. L'azione urgente è spesso necessaria per scongiurare la stagnazione economica e di declino. Ma cosa si può definire urgente? O meglio, in una situazione di ripresa, recupero e ricostruzione cosa si può definire più urgente di un'altra?

In secondo luogo, dallo studio dei piani di ricostruzione in Abruzzo dopo il terremoto del 2009, si è potuto constatare che uno dei prodotti finali richiesto a tutti i responsabili dei piani fosse proprio un "cronoprogramma" o programmazione temporale degli interventi, inserito tra gli elementi principali del piano nel Decreto del Commissario Delegato per la Ricostruzione n.3 del 9 marzo 2010 riportante le "Linee Guida per i Piani di Ricostruzione", che quindi risulta strumento necessario e fondamentale questo tipo di elaborazioni, in particolare strutturato per zone dell'ambiente costruito così come richiesto ad integrazione anche dall'USRC per alcuni piani (Ufficio Speciale di Ricostruzione del Cratere).

Si è dunque ritenuto idoneo un approccio di tipo matriciale per coniugare da un lato i risultati delle analisi esposte sul dato costruito e dall'altro l'approccio sistemico su scala di tessuto, per un'ottimizzazione temporale della gestione del processo, sia di prevenzione e preparazione che di ricostruzione. Ritorna dunque la domanda esposta qualche rigo sopra: cosa si può definire più urgente di un'altra?

Pianificare significa anche stabilire un 'ordine di priorità con il quale si svolgeranno le attività. Come si può riuscire a definire le priorità con successo? Stabilire correttamente le priorità e con esse fissare un budget temporale e di risorse da assegnare a ognuna un'attività imporrante.

Il generale Dwight Eisenhower, nonché 34° presidente degli Stati Uniti d'America, sosteneva che ciò che è importante raramente è urgente e ciò che è urgente raramente è importante**.** Il filosofo economista Stephen Covey ha poi divulgato il Principio decisionale di Eisenhower nel suo libro "Le 7 abitudini della gente altamente efficace" (1989).

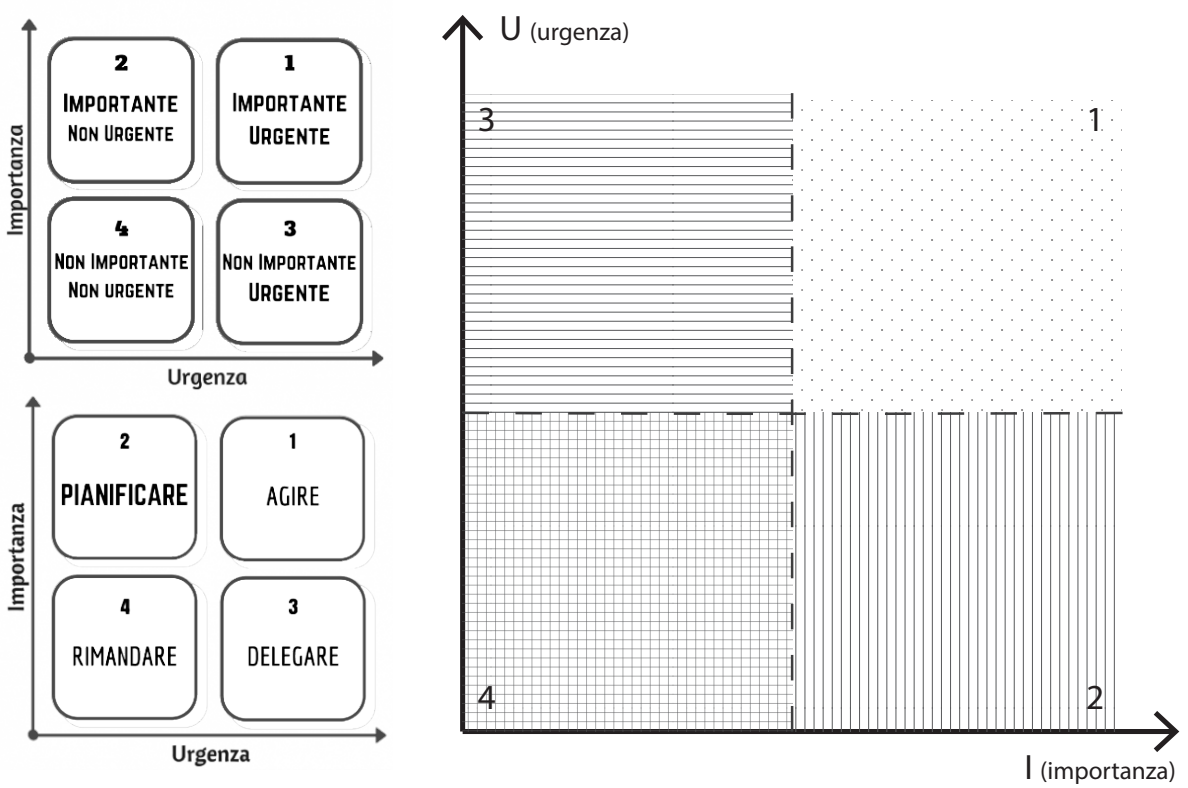
Nel suo testo, Covey ha strutturato una matrice decisionale per aiutare gli individui a definire la distinzione tra ciò che è importante e ciò che non lo è, tra ciò che è urgente e ciò che non lo è.

La matrice, che quindi prende il nome di “Matrice di Eisenhower” o “Quadranti di Covey” è costituita da un quadrato diviso in quattro scatole, o quadranti, etichettati nel seguente modo:

1. Urgente / Importante,
2. Non è urgente / importante,
3. Urgente / non importante,
4. Non urgenti / non importante.

Le parole chiave per la comprensione del modello sono due: urgenza e importanza. L’aggettivo ‘”urgente”’ è riferito a condizioni in cui il tempo a disposizione per realizzare l’attività è poco, richiede attenzione nell’immediato, può portare alla risoluzione di un problema oppure riguardare una scadenza stabilita da altri, che noi abbiamo condiviso o a cui ci allineiamo, perciò va considerata in modo oggettivo, mentre si definisce un’attività “importante” quando se ne considera il valore fondamentale per conseguire gli obiettivi prefissati, spesso interessa i valori e i principi di una persona, quindi ha una componente strategica e soggettiva.

Figura 86: Schema di funzionamento della “Matrice di Eisenhower” o “Quadranti di Covey”



Per individuare le attività realmente importanti, si possono considerare diversi punti di vista: quello del valore aggiunto, ovvero chiedersi se l'attività porta cambiamenti positivi significativi o migliora le performance, quello della fonte, ovvero chiedersi chi ne sta imponendo lo svolgimento (se stessi o altri) e quello della tipologia dell'attività. svolta (di routine o strategiche). Il criterio dovrebbe essere quello di ritenere importanti quelle attività a elevato valore aggiunto, imposte soprattutto dal contenuto strategico.

Classificate in questo modo, le azioni si differenziano tra priorità di tempo: quelle non strategiche, ma in scadenza, e quelle che possono essere delegate perché non importanti; e priorità di importanza: ovvero quelle attività assolutamente da pianificare per evirare che diventino urgenti cd entrino nell'area di crisi. Se pianificate con adeguato anticipo anche queste possono essere delegate perché nonostante l'imponanza, si ha a disposizione il tempo per istruire e controllare il delegato ad esempio. Si identificano poi le attività classificate come priorità di tempo e importanza quelle da svolgere subito, personalmente e con grande cura. Ii rischio di crisi in questo caso è elevato soprattutto se contemporaneamente si devono affrontare altri impegni, gestire emergenze ed eccezioni. Infine, vi sono le attività a bassa urgenza e importanza, l'area della routine di attività relative all'ordinaria amministrazione, poco faticose, ma a cui bisogna prestare attenzione affinché non portino via troppo tempo e risorse ad altre attività importante (Berenschot, 2005).

Proprio sulle definizioni dei termini "urgente" ed "importante", sulla oggettività maggiore dell'uno e sulle scelte strategiche e soggettività dell'altro, si struttura l'idea base dell'approccio matriciale per la strategia di sintesi.

Le analisi relative al costruito storico hanno un elemento di oggettività, impostate su analisi di dati, cartografie e indagini, e dall'altro lato la lettura degli elementi di un sistema di tessuto, quali strutture strategiche, sistemi residenziali, degli spazi aperti e pubblici, o ancora la gestione del territorio in aree con sovrapposizione di rischi, sono più legate all'approccio sistemico e di scelte strategiche. Per cui da un lato possiamo avere i dati di input per definire l'urgenza di una porzione dell'ambiente costruito su dato oggettivo, e dell'altro una definizione del valore di importanza sul lato strategico e di gestione territoriale.

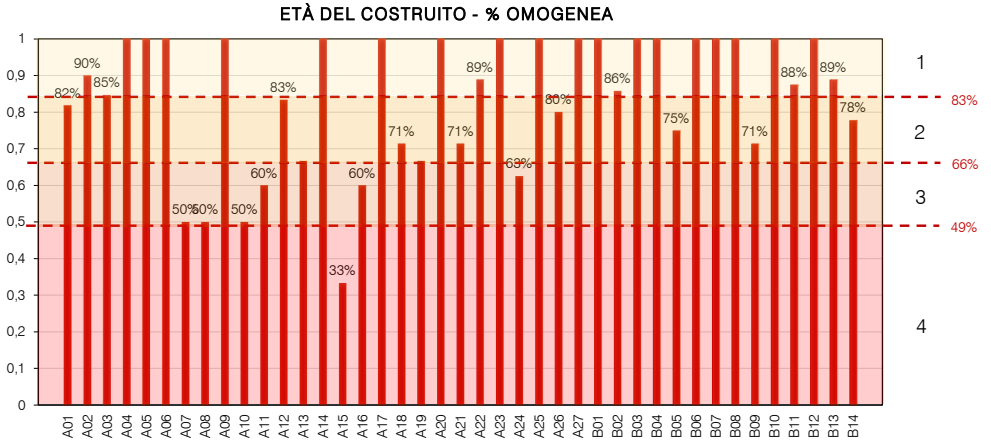
Come mostrato nella Fig. 87 l'idea è quella di avere 4 range di valori per le 3 analisi sul dato materiale che vadano a definire il valore complessivo di Urgenza, mentre gli approcci sistemici possano funzionare da fattori amplificativi (x1,5) del dato oggettivo per definire invece l'importanza.

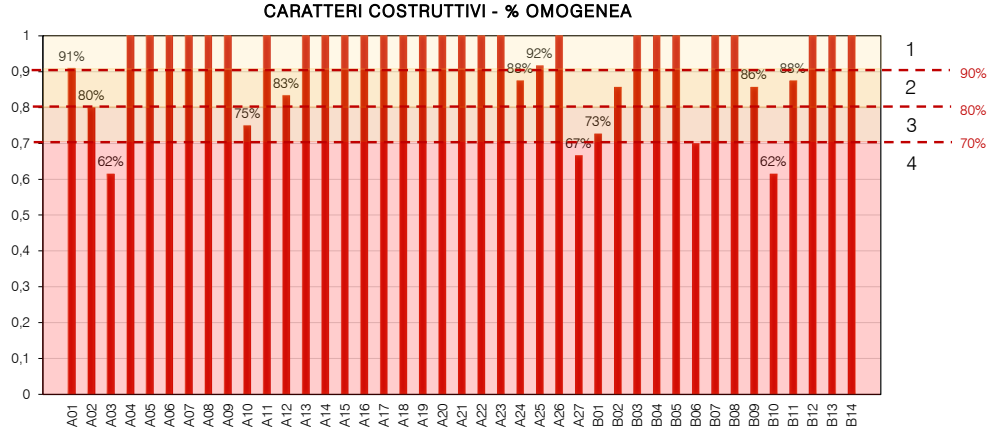
I range per i dati delle analisi su età del costruito, caratteri costruttivi e vulnerabilità vengono impostati in maniera relativa sul singolo caso di studio, avendo ovviamente validità e scopo locale, e ogni parametro in base ai propri valori sugli aggregati che in questa fase sono considerati l'unità di intervento. Perciò come mostrato in Fig. 87, i range tra i 3 parametri ovviamente non assumono lo stesso intervallo, e i grafici esposti nel precedente paragrafo sul caso di San Gemini ad esempio, possono essere rielaborati come di seguito.

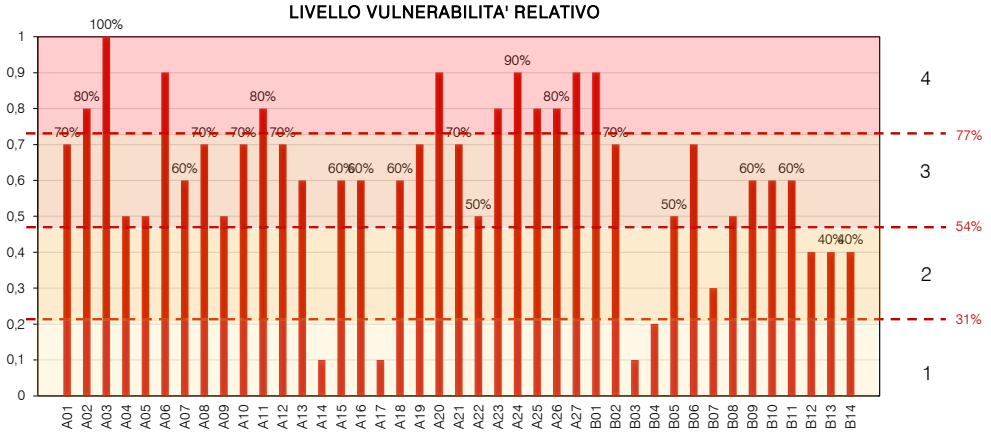
Per quanto riguarda i fattori amplificativi che definiscono il valore di importanza, questi andranno valutati di volta in volta in base al caso applicativo date le specificità richieste.

Si riporta a titolo esemplificativo il ragionamento condotto sul caso di San Gemini dove

Figura 87: Grafici con le percentuali di dato omogeno per singolo aggregato per Età del Costruito, Caratteri Costruttivi e valore di Vulnerabilità Relativa per il caso di San Gemini, con la divisione in range e relativo valore attribuito.


ETÀ DEL COSTRUITO - % OMOGENEA
1
2
3
4
83%
66%
49%


CARATTERI COSTRUTTIVI - % OMOGENEA
1
2
3
4
90%
80%
70%


LIVELLO VULNERABILITA' RELATIVO
4
3
2
1
77%
54%
31%

si sono tenuti in considerazione i seguenti elementi:

- Presenza di Strutture Strategiche
- Sovrapposizione nell'area con altri rischi
- Presenza di Luoghi d'identità locale
- Interferenza con infrastrutture strategiche
- Appartenenza al sistema delle attività economiche
- Appartenenza al sistema degli spazi aperti

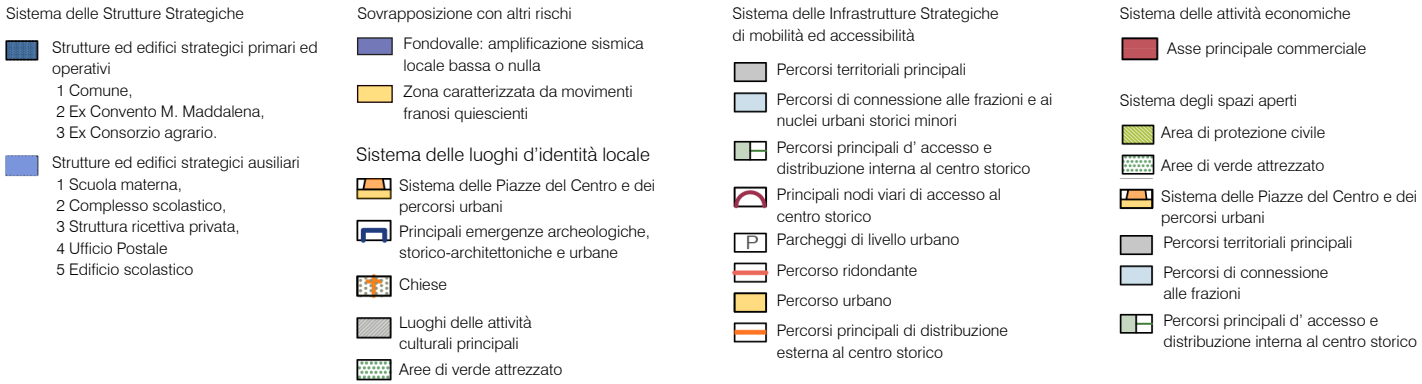
I valori così ottenuti da un lato come somma dei tre parametri delle analisi sul costruito, e dall'altro come moltiplicazione tra tale dato e il numero di fattori amplificativi presenti, il cui ciascun valore è definito in incremento del 50%, sono poi stati normalizzati in scala 10 sul totale dei valori di urgenza e importanza per tutti gli aggregati della città storica; definendo in tale modo una coppia di valori (x,y) di ingresso nella matrice per ciascun aggregato.

Il risultato di questa elaborazione permette di definire dunque urgenza e importanza relativa di intervento su una parte di città, cercando di guidare il processo di preparazione in fase preventiva, o in caso sfortunato di fungere da base per quello di ricostruzione in fase post-disastro. Si riporta nelle Fig. 89-92 l'elaborazione grafica della matrice, e la relativa cartografia per il caso di San Gemini.

Per la taratura della matrice e la verifica dell'ipotesi alla base dell'idea si è applicato lo stesso processo di analisi e studio su uno dei comuni colpiti dal sisma dell'Abruzzo del 2009, per cui si avevano a disposizione una buona quantità di dati e un confronto con il cronoprogramma che era stato realizzato. In particolare si è operato sul comune di Ovindoli, centro di ridotte dimensioni che ha permesso un'agile gestione del dato, ma al tempo stesso alquanto danneggiato dal terremoto e con alcune peculiarità di sistema.

In questo caso ad esempio si vuole sottolineare la valutazione di un sistema aggiuntivo rispetto al caso di San Gemini, perché qui di particolare valenza: il sistema Residenziale, per valutare la prevalenza di residenze principali. In molti dei comuni abruzzesi colpiti dal sisma si è infatti notato il legame tra danneggiamenti e stato di manutenzione delle abitazioni, molte infatti risultano essere seconde residenze, non vissute quotidianamente e spesso in uno stato manutentivo inferiore rispetto alle prime case. Se da un lato questo

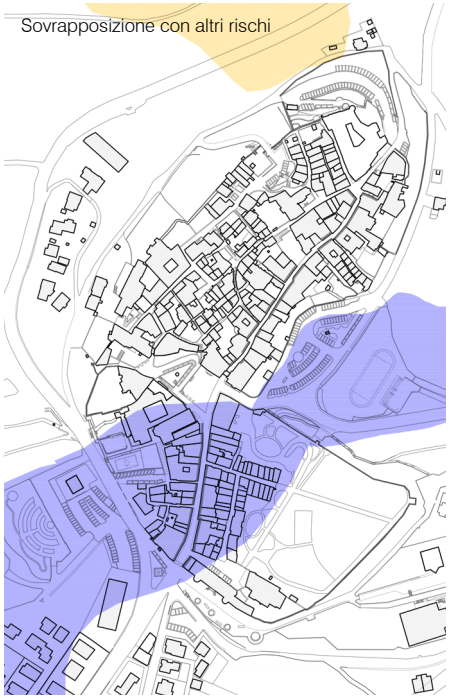
Figura 88: Schemi e mappe dello studio delle componenti sistemiche dei tessuti urbani e della compresenza con altri fattori di rischio, che vanno a definire i fattori amplificativi per la determinazione del valore di Importanza all'interno della Matrice delle Priorità. Elaborazioni per il caso studio di San Gemini. Sotto: le legende delle carte.



Sistema delle Strutture Strategiche



Sovrapposizione con altri rischi



Sistema dei luoghi d'identità locale



Sistema delle Infrastrutture Strategiche
di mobilità ed accessibilità



Sistema delle attività economiche



Sistema degli spazi aperti



ha purtroppo favorito alcuni danneggiamenti, dall'altro risulta un elemento importante da tenere in considerazione nello stilare un cronoprogramma per poter risarcire prima quelle abitazioni effettivamente utilizzate come prima casa e per poter ridare un tetto ai relativi abitanti.

Si può notare dal confronto tra l'esito dell'applicazione della matrice delle priorità e il cronoprogramma allegato al piano di ricostruzione una buona corrispondenza del dato. Da un lato la scala cromatica in toni di rosso per l'applicazione della matrice, dall'altro in toni di viola il cronoprogramma, per conservare la grafica originaria del piano di ricostruzione, sono entrambi definiti su 4 categorie.

Vi sono due eccezioni: una legata all'aggregato 06 che è salito di una categoria rispetto al dato iniziale, probabilmente più basso inizialmente per una mancanza di informazioni, l'aggregato è infatti costituito prevalentemente da abitazioni secondarie per cui non erano reperibili neanche gli esiti di agibilità; e una legata all'edificio singolo 09 che da prima categoria è passato in ultima, qui il dato di importanza così elevato potrebbe essere legato ad altri fattori non bene esplicitati nel piano o alla possibilità di sistemare in tempi più rapidi l'oggetto dato che di un'unica proprietà ed edificio singolo rispetto agli aggregati.

	Età del costruito		Caratteri Costruttivi		Vulnerabilità	
A01	82%	2	91%	1	70%	3
A02	90%	1	80%	3	80%	4
A03	85%	1	62%	4	100%	4
A04	100%	1	100%	1	50%	2
A05	100%	1	100%	1	50%	2
A06	100%	1	100%	1	90%	4
A07	50%	3	100%	1	60%	3
A08	50%	3	100%	1	70%	3
A09	100%	1	100%	1	50%	2
A10	50%	3	75%	3	70%	3
A11	60%	3	100%	1	80%	4
A12	83%	1	83%	2	70%	3

	presenza Str. Strategiche	sovrapposizio ne altri rischi	presenza luoghi identità	interferenza infrastrutture strategiche	sistema att economiche	sistema spazi aperti	# fattori
A01			si	si	si	si	4
A02	si		si	si	si	si	5
A03				si	si		2
A04			si	si	si		3
A05			si				1
A06							0
A07							0
A08							0
A09			si				1
A10	si						1
A11							0
A12							0

	Urgenza	Urgenza normalizzata	Importanza	Importanza normalizzata
A01	6	**5**	36	**5**
A02	8	**8**	60	**8**
A03	9	**10**	27	**4**
A04	4	**2**	18	**3**
A05	4	**2**	6	**1**
A06	6	**5**	0	**0**
A07	7	**7**	0	**0**
A08	7	**7**	0	**0**
A09	4	**2**	6	**1**
A10	9	**10**	14	**2**
A11	8	**8**	0	**0**
A12	6	**5**	0	**0**

U = età del costruito
+
caratteri costruttivi
+
vlnerabilità relativa

I = U * #fattori

	100<x<80	80<x<60	60<x<40	x<40	Urgenza
Età del Costruito	1	2	3	4	10
Caratteri Costruttivi	1	2	3	4	10
Vulnerabilità	4	3	2	1	10
fattore amplificativo1	1,5	1,5	1,5	1,5	
fattore amplificativo2	1,5	1,5	1,5	1,5	
fattore amplificativo3	1,5	1,5	1,5	1,5	
Importanza	27	31,5	36	40,5	25,88
					30

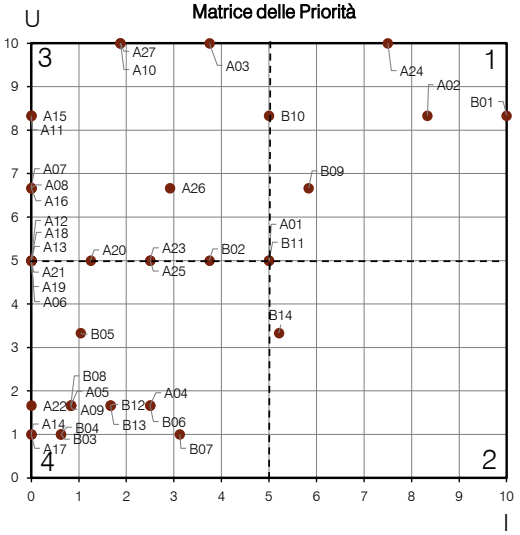


Figura 89: Tabella esplicativa per la parametrizzazione dei valori e dei fattori amplificativi

Figura 90: Matrice esplicativa dei valori di input per "urgenza" e "importanza"

Figura 91: Matrice delle Priorità per il caso di SanGemini

Figura 92: Nella pagina affianco: Carta delle Priorità, graficizzazione della Matrice

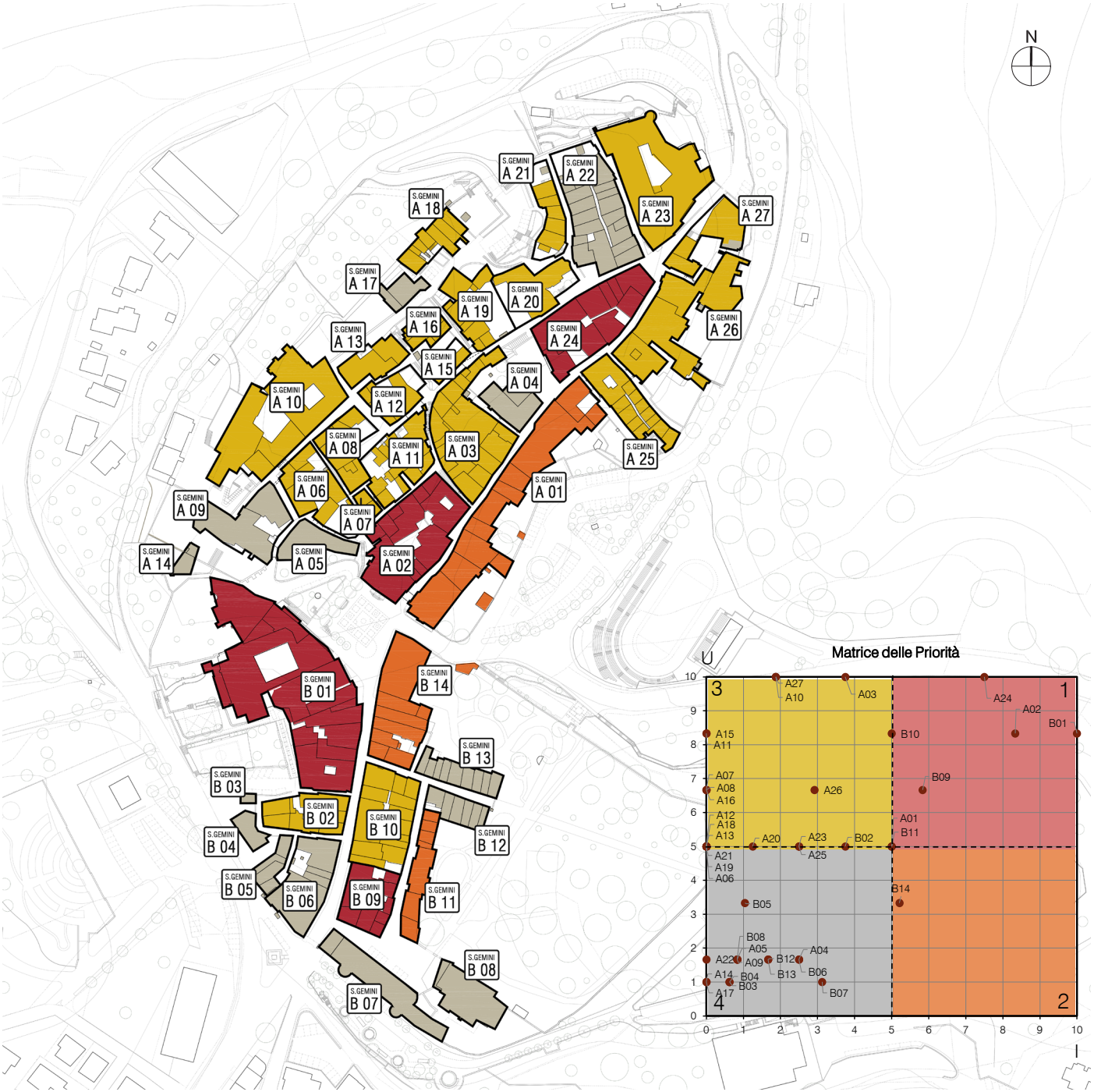

N
S.GEMINI A 01
S.GEMINI A 02
S.GEMINI A 03
S.GEMINI A 04
S.GEMINI A 05
S.GEMINI A 06
S.GEMINI A 07
S.GEMINI A 08
S.GEMINI A 09
S.GEMINI A 10
S.GEMINI A 11
S.GEMINI A 12
S.GEMINI A 13
S.GEMINI A 14
S.GEMINI A 15
S.GEMINI A 16
S.GEMINI A 17
S.GEMINI A 18
S.GEMINI A 19
S.GEMINI A 20
S.GEMINI A 21
S.GEMINI A 22
S.GEMINI A 23
S.GEMINI A 24
S.GEMINI A 25
S.GEMINI A 26
S.GEMINI A 27
S.GEMINI B 01
S.GEMINI B 02
S.GEMINI B 03
S.GEMINI B 04
S.GEMINI B 05
S.GEMINI B 06
S.GEMINI B 07
S.GEMINI B 08
S.GEMINI B 09
S.GEMINI B 10
S.GEMINI B 11
S.GEMINI B 12
S.GEMINI B 13
S.GEMINI B 14
Matrice delle Priorità
U
I
1
2
3
4
A27 A10 A03 A24 A02 B01
A15 A11 B10
A07 A08 A16 A26 B09
A12 A18 A13 A20 A23 B02 A01 B11
A21 A19 A06 A25
B05 B14
B08 A05 A04
A22 A09 B12 B13 B06
A14 B04 B03 B07
A17
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

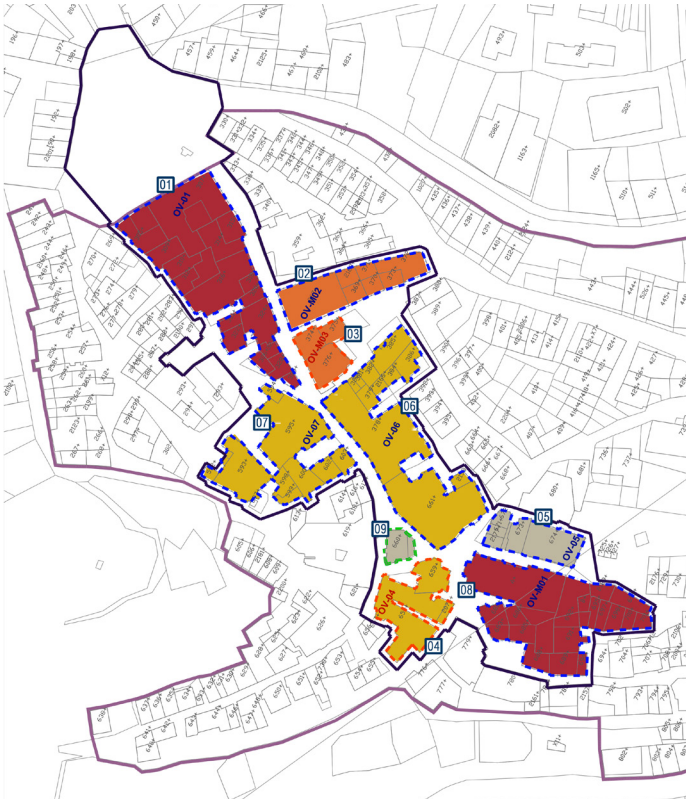
Figura 93: Valutazione della Matrice delle Priorità per il caso di Ovindoli (Abruzzo) e confornto con il cronoprogramma elaborato nel piano di ricostruzione

	Età del costruito		Caratteri Costruttivi		Vulnerabilità	
A01	53%	4	57%	4	80%	4
A02	86%	2	71%	3	40%	2
A03	67%	3	67%	3	30%	1
A04	50%	4	50%	4	50%	2
A05	100%	1	80%	2	60%	3
A06	73%	2	67%	3	80%	4
A07	30%	4	67%	3	70%	3
A08	78%	2	50%	4	100%	4
A09	100%	1	100%	1	10%	1

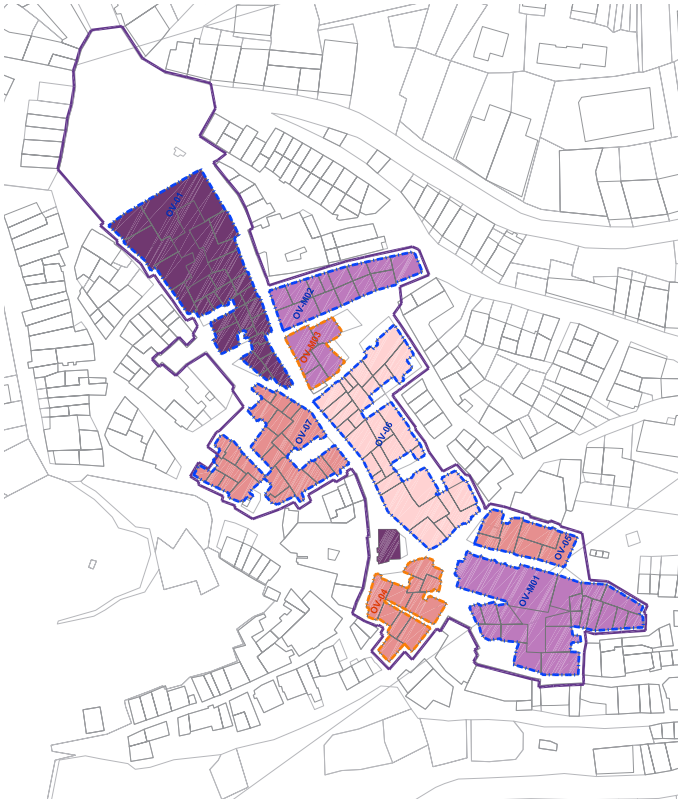
presenza Str. Strategiche	sovrapposizion e altri rischi	sistema residenziale (abitaz princ)	presenza luoghi identità	sistema beni culturali	interferenza infrastrutture strategiche	sistema att economiche	sistema spazi aperti	# fattori
			si	si	si	si	si	5
		si	si	si	si		si	5
		si	si		si		si	4
	si				si			2
			si				si	2
			si	si	si			3
				si	si			2
			si	si	si		si	4
			si	si	si		si	4

Urgenza	Urgenza normalizzata	Importanza	Importanza normalizzata
12	**10**	90	**10**
7	**4**	53	**6**
7	**4**	42	**5**
10	**8**	30	**3**
6	**3**	18	**2**
9	**7**	41	**5**
10	**8**	30	**3**
10	**8**	60	**7**
3	**1**	18	**2**

Carta delle Priorità, graficizzazione della Matrice



Fasi del Cronoprogramma dal PdR di Ovindoli, elaborato 4.4.b



Gli attori del processo

Gli enti pubblici al livello, nazionale, regionale e di governo locale nei paesi colpiti da un disastro potrebbero già aver sviluppato delle politiche e delle normative edilizie e di gestione del territorio, comprese le disposizioni speciali per gestire la pianificazione post-disastro. L'attuazione della politica può rientrare nella giurisdizione di diversi Ministeri e a diversi livelli. La maggior parte delle aree urbane colpite dal disastro hanno spesso politiche e normative edilizie e di gestione del territorio, in genere sotto la giurisdizione di una commissione o un dipartimento di pianificazione locale.

La pianificazione come processo è inevitabile in uno scenario di ricostruzione, che la decisione sia quella di ricostruire solo le case o sia quella di raggiungere uno sviluppo resiliente completo ai disastri futuri. Le domande chiave sono: Quanto dettagliato sarà il processo di pianificazione? il processo di pianificazione consentirà la ricostruzione o può diventare un impedimento in sé? Queste domande trovano risposta definendo il processo di pianificazione stesso. Possiamo pianificare per semplici layout di abitazioni dove il suolo è disponibile o è possibile aiutare comunità colpite attraverso un processo di pianificazione correttamente strutturato, che si traduce in comunità che esprimono i loro bisogni e aspirazioni. Mentre quest'ultima opzione può richiede più tempo, il tempo stesso richiesto può essere gestito sincronizzando le azioni necessarie con il processo di ricostruzione (World Bank, 2013).

La mancanza di informazioni è spesso presentata come un motivo per rinunciare alla pianificazione, e il disastro potrebbe aver peggiorato una situazione già inadeguata, distruggendo alcune informazioni o rendendone l'accesso più difficile. Informazioni supplementari possono essere facilmente integrate usando vari mezzi, comprese le tecnologie dell'informazione e i metodi partecipativi di raccolta dati. La mancanza di informazioni dovrebbe però, quasi mai rappresentare un motivo per non pianificare.

Anche la mancanza di capacità istituzionale spesso scoraggia i responsabili delle decisioni dal tentare un processo di pianificazione. Mentre questo di solito presuppone sia l'esistenza di un quadro giuridico e istituzionale che la capacità professionale per attuare i piani preparati, questi non sono dei prerequisiti assoluti.

Per tenere focalizzato l'obiettivo della ricostruzione, vi è una forte necessità di un processo di pianificazione se:

- l'impatto del disastro è intenso e diffuso;
- vi è la necessità di ridurre i rischi futuri dagli stessi o da altri tipi di catastrofi;
- lo spostamento della popolazione colpita è probabilmente dovuto alla perdita di terreni, il diritto alla terra, problemi di proprietà, o ad un'alta vulnerabilità delle località abitative pre-disastro;
- i compiti della ricostruzione risultano complessi (World Bank, 2013).

L'uso del suolo e la pianificazione sono di solito regolati dalla normativa e devono essere effettuati in conformità con tali leggi, mentre i processi di ricostruzione ad hoc tendono a tradursi in grovigli legali e problemi di vario genere (proprietà, ecc). Allo stesso tempo,

le leggi e le istituzioni esistenti possono essere inadeguati per rispondere alle esigenze post-disastro, e quindi le necessità di un aggiornamento dovrebbero essere valutate immediatamente dopo il disastro. Ciò è particolarmente importante se il quadro e gli strumenti giuridici non riflettono gli aspetti pratici di come le persone costruiscono, e quindi contribuiscono a costruzioni ed uso del suolo informali che possono essi stessi contribuire al verificarsi di un disastro.

Un piccolo gruppo di sociologi e antropologi provenienti da oltre il limite culturale dell'egemonia di tecnici che lavorano prettamente sul rischio, ha sviluppato tre osservazioni, in particolare: in primo luogo, tali rischi fisici sono sempre gestiti e hanno un riscontro all'interno dei sistemi sociali, ad esempio da parte di organizzazioni e istituzioni che dovrebbero gestire e controllare l'attività a rischio. In secondo luogo, l'entità dei rischi fisici è funzione diretta della qualità delle relazioni e processi sociali. In terzo luogo, il rischio principale, anche per le attività tecnicamente più intense, anzi forse soprattutto per queste, è quello di dipendenza sociale dalle istituzioni e dagli attori che potrebbero essere, e probabilmente sono sempre più, alieno all'argomento specifico, con informazioni inaccessibili alla maggior parte delle persone colpite dal rischio in questione (Ulrich, 1986).

Come sostiene Ulrich, un processo di apprendimento riflessivo riconoscerebbe le condizioni riguardanti le conclusioni scientifiche, elaborando le domande sociali che questo implica, e esaminandole con il vantaggio delle differenti forme di conoscenza detenute da persone diverse dai soli tecnici del settore. Questo processo di apprendimento riflessivo necessita la negoziazione tra le diverse epistemologie e forme subculturali, tra diversi discorsi, e comporta lo sviluppo delle identità sociali o morali degli attori coinvolti.

Le argomentazioni in questione, quindi, necessitano di essere negoziabili.

La domanda da porsi dunque è la seguente: "In cosa può migliorare questo approccio e da dove deve partire?"

Innanzitutto, il Sindaco che inizia questo processo dovrebbe comprendere che un approccio di questo genere, condiviso e negoziato, è anche più difficile da attaccare da parte di opposizioni politiche, poiché appunto concordato con la popolazione attraverso processi partecipati.

In questo modo l'oggetto, ossia il piano, diventa anche un attore del processo, ricombinando gli elementi del processo si ottiene una nuova configurazione, un nuovo inizio. L'oggetto del dibattito, che in questo caso è il piano e la gestione della città, può aiutare ad unire gli attori nonostante le idee iniziali differenti. Questo concetto rimanda all'ecologia politica, rimarcando come quando, ad esempio, Latour parla di "epistemologia politica" e "cosmopolitiche", non intende affermare che quella conoscenza e sapere dovrebbero essere considerati meri strumenti nell'esercizio del potere, al contrario, lo scopo del "parlamento delle cose Latouriano" è esattamente quello di sforzarsi di trovare la miglior articolazione possibile dei nostri ibridi contemporanei. Questo tipo di articolazione di cui parla può assicurare che le decisioni collettive siano basare su solide fondamenta sperimentate e condivise. Il concetto è inoltre rimarcato dalla necessità di un range di differenti capacità (scientifiche, politiche, morali e diplomatiche) da applicare allo stesso insieme di temi.

Figura 94: Schema degli Attori chiave nel processo di Pianificazione e Ricostruzione. Fonte: Safer Homes, Stronger Comunities. A handbook for Reconstruction after Natural Disasters. pag 133. (World Bank, 2010)

Attori chiave nel processo di Pianificazione e Ricostruzione.

Livello di governo	Ruoli
Il governo centrale o nazionale	• Richiamare le leggi nazionali, se la situazione lo richiede. • Mobilitare le agenzie governative interessate, le Commissioni, e supervisionare la pianificazione. • Fornire finanziamento o sostegno per l'accesso ai finanziamenti internazionali. • Fornire competenze tecniche specializzate, se necessario. • Garantire che gli investimenti pubblici siano conformi ai piani e ai codici.
Livello regionale	• Fornire mandato legale per i piani. • Creare il contesto politico in cui vengono preparati i piani. • Mobilitare le agenzie governative interessate, compresi gli enti regionali, per guidare e sostenere il processo di pianificazione. • Fornire competenze tecniche quando richiesto. • Fornire finanziamento o sostegno per l'accesso ai finanziamenti. • Se è necessaria la pianificazione regionale, eseguire il processo di pianificazione.
Livello locale	• Eseguire il processo di pianificazione a livello locale. • Creare strutture per consentire la partecipazione della comunità. • Attuare i piani preparati con la partecipazione della comunità. • Approvare piani e stabilire il quadro normativo per l'attuazione. • Effettuare campagne di comunicazione e programmi di formazione per garantire la conformità con i piani e codici. • Esaminare e approvare i piani di ricostruzione, far rispettare i codici di costruzione e regolamenti di uso del suolo, le attività di ispezione e amministrare le sanzioni.
Collettività (persone colpite così come anche la collettività interessata in generale)	• Partecipare ai processi di pianificazione, nelle scelte materiali e strategiche. • Sviluppare una visione collettiva per il futuro della comunità. • Arrivare a questioni condivise sulle scelte politiche del consenso che interessano la le comunità. • Se pertinente, preparare piani dettagliati a livello comunitario, in conformità con politiche più ampie
Intermediari del processo Project facilitators (progettisti, le organizzazioni non governative [ONG], e altri intermediari)	• Interpretare le politiche del governo per definire le azioni per la pianificazione. • Educare la comunità e i referenti politici agli elementi essenziali della pianificazione per la ricostruzione. • Interpretare le informazioni tecniche e offrire possibili scelte per il governo e le comunità per consentire un processo decisionale informato. • Sviluppare e realizzare progetti che rispettano i piani e la normativa
Esperti tecnici	• Effettuare indagini tecniche, raccolta di dati e analisi per supportare la pianificazione. • Sviluppare raccomandazioni tecniche e opzioni. • Assistere l'attuazione dei piani e dei codici.

Latour descrive la sua idea politico-filosofica in termini di "Dingpolitik" (la politica delle cose), un nuovo tipo di politica, qualitativamente parlando, che prende il nome da una parola tedesca che significa sia "cose" che "assemblea" (Latour 2005). In sintesi, il significato della sua "politica delle cose" è riconducibile a un punto chiave: l'universo Latouriano si basa e si focalizza sempre su gli oggetti materiali (dalle misurazioni tecnico-scientifiche fino agli organismi biologici, gli ecosistemi e il clima). Pertanto, sembra giustificabile che questi oggetti ibridi meritino il proprio assetto politico e, in questo senso, il parlamento delle cose è espressamente una questione di "Dingpolitik", dato che, secondo il pensiero Latouriano, la rappresentazione duplice di umani e cose/oggetti, degli ibridi natura-cultura, costituiscono la più grande sfida politica dei nostri tempi. Il parlamento delle cose, e quindi la politica delle cose, si basa sul rendere le cose (oggetti materiali, ibridi, elementi concreti) il centro delle discussioni politiche, di conflitti e compromessi. È importante comunque sottolineare come il pernsiero di Latour della Dingpolitik si costruisce come alternativa ad un altro tipo di struttura politico-sociale, meglio conosciuta come Realpolitik. Questa è sinonimo di quel tipo di politica organizzata che tutti conosciamo dai mass-media: una economistica, dei fatti e delle modalità di affrontare gli interessi e le relazioni di potere tra i vari gruppi sociali, ossia la normale politica che si attua in parlamento organizzata attorno ai partiti politici. (Anders Blok e Torben Elgaard Jensen, 2011)

È proprio su questi principi che si propone la riorganizzazione degli attori coinvolti, legando la capacità di interagire attorno ad un oggetto come il piano e la città stessa, attorno allo strumento che permette un differente punto di vista della questione materiale. Ciò porta ad un ordine differente da quello attuale e per cui il centro del dibattito si trasforma da oggetto ad agente e strumento, guidando le decisioni attraverso una mediazione e un dibattito sul dato concreto.

La proposta consta di alcuni elementi fondamentali, primo tra tutti l'offerta di visualizzazione del rischio, delle possibilità messe sul tavolo, su cui discutere e trovare un accordo tra gli specialisti dei tematismi coinvolti e la popolazione interessata. Cosa si vuole fare? Vivere col massimo livello di rischio o sacrificare qualcosa, qualche elemento dell'ambiente costruito per migliorare la condizione attuale? E nel caso non si voglia o non si possa intervenire ora, cosa è necessario recuperare e ricostruire nella fase post-disastro? Questa domanda risulta di rilevante interesse, poichè viviamo sempre in uno stato di incertezza, qualunque sia il grado scelto o auspicabile di sicurezza, ma si possono e si devono prendere scelte per poter cambiare la situazione o ripristinarla in seguito ad un evento disastroso.

In quest'ottica il Piano di Preparazione altro non è che uno strumento di comunicazione.

Si tratta di ritagliare e riorganizzare la configurazione attuale del processo di coinvolgimento degli attori chiave. Quello che è un esperto tecnico esterno chiamato a posteriori per redigere un piano di ricostruzione, dovrebbe diventare l'esperto mediatore del processo di implementazione della resilienza urbana attivato in un tempo t0 della vita dell'organismo urbano. Un processo che può avere il tempo di svilupparsi lontano dalle tempistiche stringenti della fase emergenziale, quando la priorità è invece la salvaguardia

della vita delle persone. Un processo che può svilupparsi con logiche più razionali e strutturate di quelle dettate dalla necessità di rattoppare in fretta e furia un tessuto urbano ferito e mutilato, ma che può prevedere delle possibili cure da applicare al paziente ferito.

La riorganizzazione non può sempre avvenire a posteriori, quando ormai il problema è palesato, perché così facendo ovviamente la struttura esistente non è in grado di affrontare la situazione manifesta. La sua riorganizzazione e l'acquisizione delle capacità necessarie ad affrontare la situazione di crisi, richiede delle tempistiche e delle modalità non sempre definibili a priori e controllabili. Se al contrario invece, tale processo di organizzazione della struttura avvenisse almeno in parte a priori, in un tempo non sospetto di possibili crisi, ci sarebbe la possibilità di organizzare in modo razionale le risorse necessarie. Facendo riferimento a quanto espresso nella "teoria dei sistemi" di Niklas Luhmann, si propone un superamento dei modelli dei sistemi chiusi verso una sovrapposizione del sapere. In generale, un sistema è definito da un confine tra se stesso e il suo ambiente, dividendolo da un infinitamente complesso, o caotico, ambiente esterno. L'interno del sistema è quindi una zona di ridotta complessità: la comunicazione all'interno opera selezionando solo una quantità limitata di tutte le informazioni disponibili all'esterno. La questione da affrontare in questo caso però necessità di una sovrapposizione di saperi e tecnicismi che necessitano di un superamento di queste barriere conoscitive e amministrative, per facilitare la riorganizzazione del sistema ad affrontare l'evento disturbativo in questione. Questo concetto risulta indissolubilmente legato alla teoria ecologica della resilienza, per cui il sistema necessita di riorganizzarsi a seguito di un evento disturbativo. Quanto tempo occorra e in che modalità questa riorganizzazione avvenga, è proprio uno degli elementi su cui si può maggiormente lavorare ed intervenire ad oggi per incrementare la resilienza del sistema stesso.

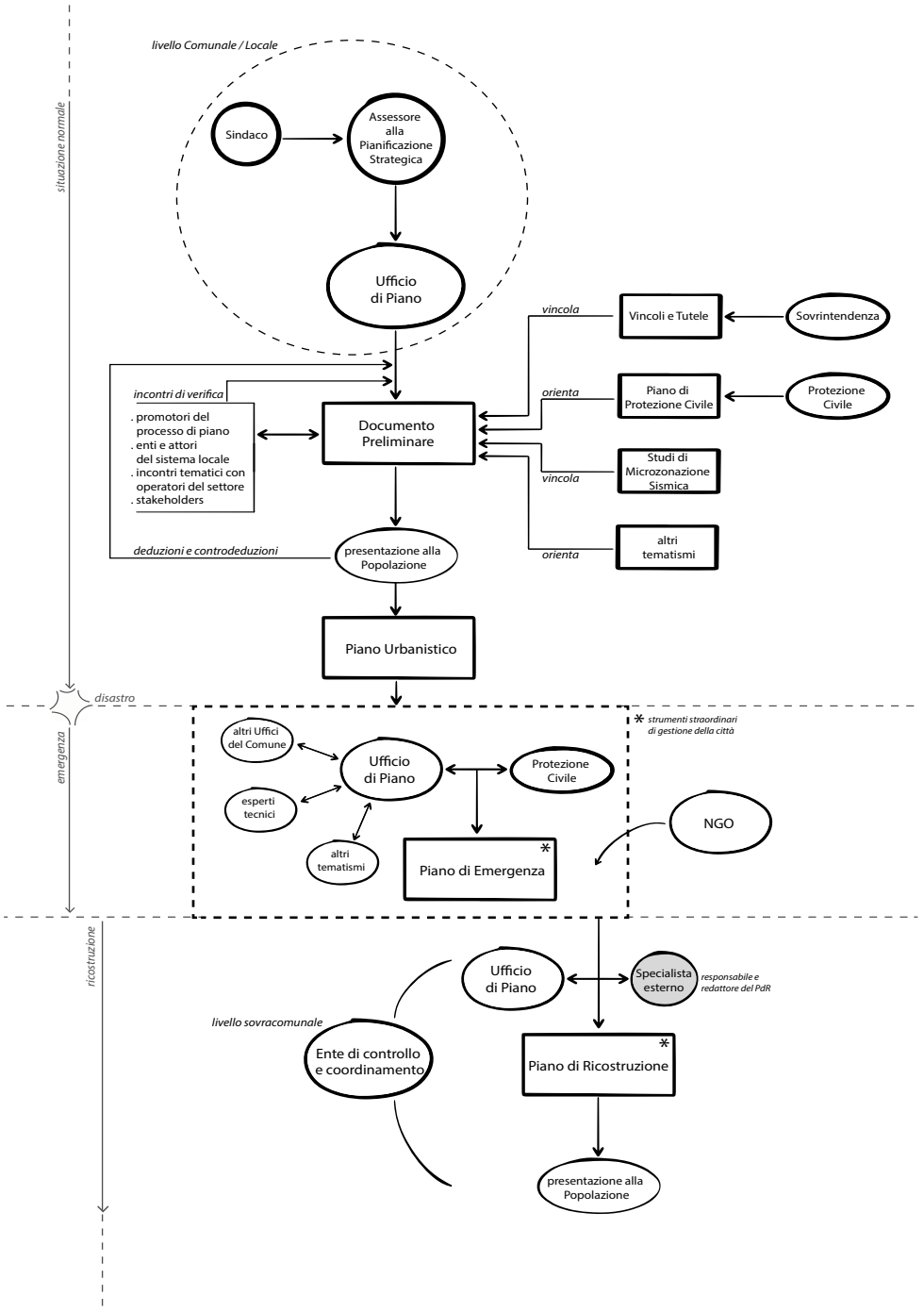


Figura 95: Schema del processo nella situazione attuale

Situazione proposta

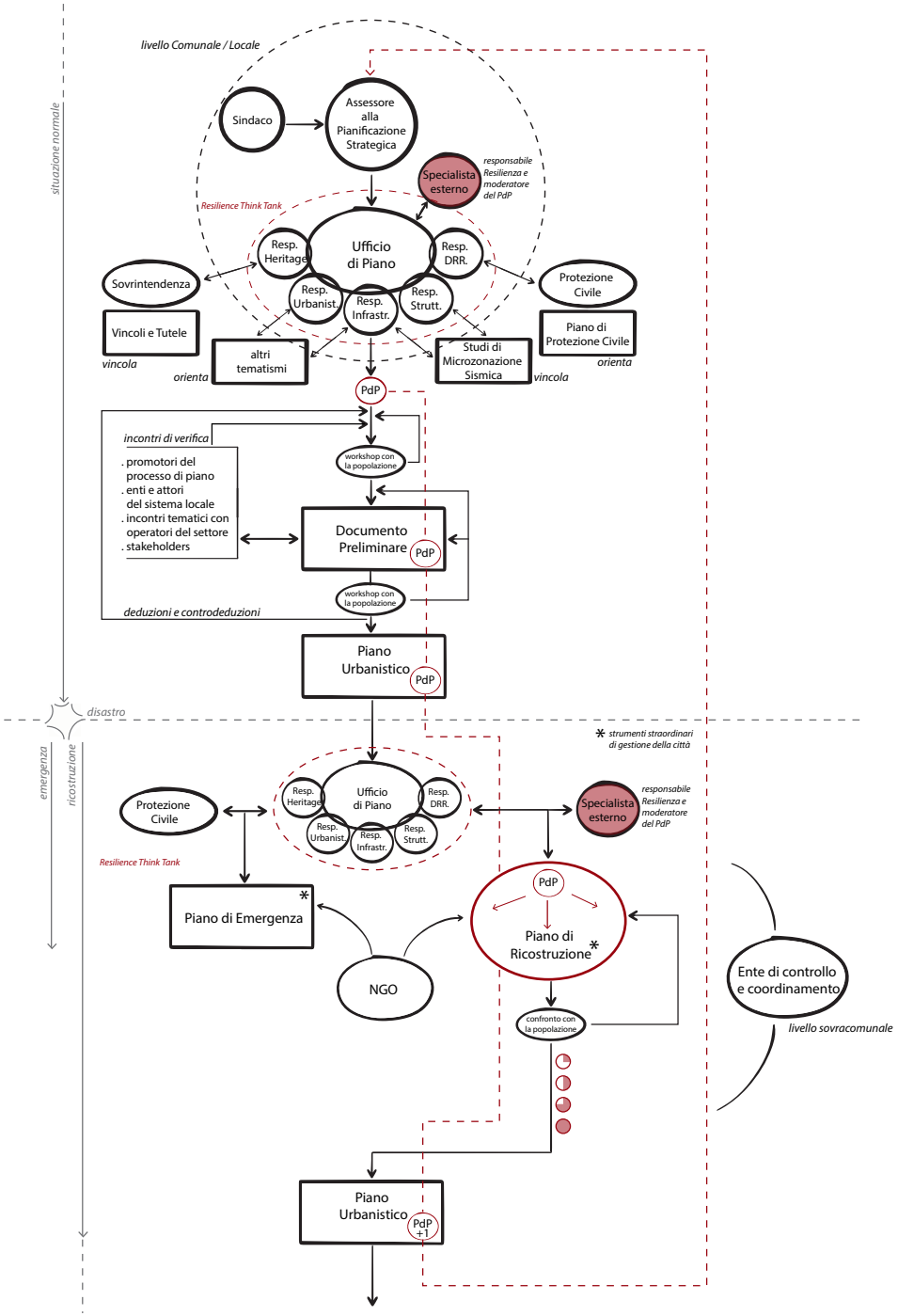


Figura 96: Schema del processo nella situazione proposta

3.3. Reference list

Avorio, A. 2002. Metodologia speditiva di stima della vulnerabilità, in "Studio sulla vulnerabilità sismica a scala urbana e proposta di interventi per il centro storico di Città di Castello attraverso l'indagine tipologica e l'utilizzo di un data base georeferenziato", Atti della giornata di studi Pericolosità sismica locale nell'alta valle del Tevere. Studi di vulnerabilità e microzonazione: prospettive", pp. 95-102. Perugia.

Beck, Ulrich.1986. Risikogesellschaft – Auf dem Weg in eine andere Moderne (Risk Society)

Beck, Ulrich. 1992. Risk Society: Towards a New Modernity. London: Sage

Beck, Ulrich. 1998. World Risk Society. Cambridge: Polity Press.

Beltramo, S., 2008. Stratigrafia dell'insediamento urbano: i catasti come strumento di lettura storica. Presented at the Descriptio Urbis - Measuring and representing the modern and contemporary city.

Berenschot, 2005. Modelli di management: idee e strumenti. Pearson Education, Milano.

Blok, A., Jensen, T. 2011. Bruno Latour : hybrid thoughts in a hybrid world. London Routledge.

Brencich, A., Lagomarsino, S., 1997 "Un modello a macroelementi per l'analisi ciclica di pareti murarie", 8° Congresso ANIDIS, Taormina, Vol. 1, pp. 319- 326.

C.S.LL.PP., 2009. Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP. Circolare sulle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008

C.S.LL.PP., 2012. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Studio propedeutico all'elaborazione di strumenti d'indirizzo per l'applicazione della normativa sismica agli insediamenti storici. Italia, 2012.

Caldaretti, S., Fabietti, W., Riggio, A., 1987. La vulnerabilità sismica dei sistemi territoriali. DEI.

Cerroni, F., 2010. Progettare il costruito: tecnologie per la riqualificazione sostenibile di siti ad elevata qualità storica e ambientale. Gangemi, Roma.

Covey S. 1994, "First Things First", Simon & Schuster-USA/UK

Covey, S.R., 1989. Seven Habits of Highly Effective People: Restoring the Character Ethic, 1st edition. ed. Simon & Schuster, New York.

Covey, S.R., 2004. The 7 habits of highly effective people: restoring the character ethic. Free Press, New York [etc.].

Cremonini I., 1994. Rischio sismico e pianificazione nei centri storici. Metodologie ed esperienze in Emilia Romagna, Istituto Nazionale di Urbanistica Emilia Romagna, Firenze, Allinea, 1994

Cremonini I., a cura di, 2004 Regione Emilia-Romagna. Analisi, Valutazione e Riduzione dell'Esposizione e della Vulnerabilità Sismica dei Sistemi Urbani nei Piani Urbanistici Attuativi, Bologna.

Davis, I. 2005. What Makes a Disaster, http://tilz.tearfund.org/Publications/Footsteps+11-20/Footsteps+18, accessed on 22 luglio 2015.

Fabietti W., 1999 a cura di, Vulnerabilità urbanistica e trasformazione dello spazio urbano, Alinea, Firenze, 1999

Fazzio F. 2004. La valutazione della vulnerabilità urbana: il caso di Nocera Umbra, in Olivieri M., a cura di, Regione Umbria. Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra , Urbanistica, Quaderni, Collana dell'Istituto Nazionale di Urbanistica, INU, Supplemento al n.124 di Urbanistica Quaderno 44, Anno X, 2004

Ferrero, C., 2012. Consolidamento e adeguamento sismico del Teatro Politeama "Giuseppe Verdi" di Carrara. Tesi di Laurea Specialistica. Relatore: Prof. Sergio Lagomarsino. Università di Genova.

Gabrielli B.,(a cura di), 1997: Patrimonio 2000: un progetto per il territorio storico, Rel. generale, Convegno-Congresso ANCSA, Modena.

Galasco, A., Lagomarsino, S., Penna, A., Cattari S. (2009), TREMURI program: Seismic Analyses of 3D Masonry Buildings, University of Genoa

Gambarotta, L., Lagomarsino, S., 1996, "Sulla risposta dinamica di pareti in muratura", Atti del Convegno Nazionale "La Meccanica delle Murature tra Teoria e Progetto", Messina, 18-20 settembre 1996, , Pitagora Ed. Bologna.

Guzman, M. 2002. The total disaster risk management approach: an introduction, paper presented at the Regional Workshop on Networking and Collaboration among NGOs of Asian Countries in Disaster Reduction and Response, 20-22 February, Kobe, Japan.

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M.

14 gennaio 2008, G.U. 26-2-2009, N. 47 - suppl.ord. N. 27. Ministero Infrastrutture e Trasporti, D.M. 14 gennaio 2008.

Krogerus, M., Tschäppeler, R., 2012. The Decision Book: 50 Models for Strategic Thinking, 1 edition. ed. W. W. Norton & Company.

Latour, B. 2005. Reassembling the social : an introduction to actor-network-theory. Oxford Oxford University Press.

Latour, B., Romano, G. Piaggesi, E. (2011). Dingpolitik : come rendere le cose pubbliche. Milano Postmedia.

Loi, M., 2016. Tre decenni di piani di recupero in Abruzzo: Dai divieti al recupero della bellezza. Gangemi Editore spa.

Longhi, A., 2009. Dai catasti figurati ai catasti descrittivi? Letture regressive del territorio, in: Fonti, Metafonti E Gis per L'indagine Della Struttura Storica Del Territorio / Matteo Panzeri e Angela Farrugia (a cura di). Celid, TORINO, pp. 61–70.

Max Lock Centre, 2006. Mind the Gap, Royal Institute of Chartered Surveyors, London.

Norme Tecniche per le Costruzioni, G.U. 4-2-2008, N. 29.

Olivieri M., a cura di, 2004 Regione Umbria. Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra, Urbanistica, Quaderni, Collana dell'Istituto Nazionale di Urbanistica, INU, Supplemento al n.124 di Urbanistica Quaderno 44, Anno X, 2004

Podestà, S., 2012. Verifica sismica di edifici in muratura: aggiornato a NTC e linee guida per la valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica. D. Flaccovio, Palermo.

Preti, P., Puricelli, 2011. La guida del Sole 24 ore alla gestione delle PMI: la soluzione alle problematiche più tipiche della piccola e media impresa italiana, 2. ed. aggiornata. ed. Gruppo 24 ore, Milano.

Terranova A., 1999. "I centri storici nella città diffusa: continuità e discontinuità, omogeneità e differenza, in un progetto italiano della qualità urbana" in, Rassegna di Architettura e urbanistica, n. 86/87, 19.

World Bank, 2010. Safer Homes, Stronger Communities: A Handbook for Reconstructing after Natural Disasters Phelps, P.M., Jha, A.K., Pittet, D., Sena, S., Barenstein, J.D., 2010.

World Bank, 2013. Jha, Abhas K., Todd W. Miner, and Zuzana Stanton-Geddes. 2013. Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice. World Bank Publications.



CONCLUSIONI

CONCLUSIONI

Indirizzi e strategie per la pianificazione preventiva

La ricerca condotta ha perseguito l'obiettivo di costruire indirizzi e strategie per integrare il concetto di resilienza urbana nella logica quotidiana della gestione del territorio, che ormai deve affrontare le tematiche di rischio e sicurezza come dato fondamentale e non legato solo a specialismi chiamati in causa a fronte di danni ormai manifesti.

Un'efficace pianificazione a monte, per i rischi a breve e lungo termine, offre dunque un'opportunità unica per i progettisti per ripensare le pratiche del passato, migliorare la sostenibilità degli insediamenti umani, e preparare efficacemente le comunità ad affrontare le future minacce e rischi.

In particolare l'indagine dell'ambiente costruito, mirata ad integrare la fase di pianificazione preventiva, in grado di indirizzare i professionisti coinvolti nelle scelte decisionali e progettuali della ricostruzione ex-post operando in fase preventiva, dimostra come effettivamente si possano avviare opportuni processi di conoscenza e analisi per dover fronteggiare quello che viene definito "rischio residuale" e impostare correttamente i rapporti di interdisciplinarietà tra i settori coinvolti nella ricostruzione.

Matrice delle priorità e approccio multidisciplinare

Il prodotto finale della ricerca, la matrice delle priorità messa in campo per la lettura sinottica delle analisi sull'ambiente costruito (età del costruito, caratteri costruttivi e valutazioni di vulnerabilità di tessuto) permette di leggere il dato materiale analizzato e metterlo in relazione con gli apporti sistemici opportuni per una gestione strategica del territorio interessato.

La rilevanza dell'approccio multidisciplinare si riscontra nel fornire una lettura chiara ed immediata della sovrapposizione dei rischi, dell'importanza dei sistemi urbani necessari alla conservazione delle attività basilari per la vita di un centro storico e utili come volano e motore per la ricostruzione eventuale post disastro.

Il lavoro di ricerca dimostra la necessità dell'approccio multi-scalare di analisi seguito, indagando la scala del tessuto e dell'aggregato edilizio, che rappresenta il livello opportuno delle indagini sulle performance della città storica.

I risultati della ricerca hanno evidenziato come i caratteri morfologici dei tessuti urbani ed i caratteri di aggregazione assumano una rilevanza sulle prestazioni del costruito, almeno pari alle caratteristiche costruttive e tecnologiche del singolo edificio, e come in un'ottica di gestione del territorio tali apporti vadano approfonditi ed integrati nelle attuali valutazione della vulnerabilità sismica.

La verifica tramite modellazione meccanica di due dei parametri osservazionali e tipologici di valutazione speditiva elaborata per validare numericamente gli strumenti che dalle diverse analisi sono apparsi più convincenti, evidenzia proprio la necessità di implementazioni delle valutazioni di vulnerabilità per la costruzione in aggregato, per il contesto specifico dei centri storici.

	Età del costruito		Caratteri Costruttivi		Vulnerabilità	
A01	82%	2	91%	1	70%	3
A02	90%	1	80%	3	80%	4
A03	85%	1	62%	4	100%	4
A04	100%	1	100%	1	50%	2
A05	100%	1	100%	1	50%	2
A06	100%	1	100%	1	90%	4
A07	50%	3	100%	1	60%	3
A08	50%	3	100%	1	70%	3
A09	100%	1	100%	1	50%	2
A10	50%	3	75%	3	70%	3
A11	60%	3	100%	1	80%	4
A12	83%	1	83%	2	70%	3

presenza Str. Strategiche	sovrapposizio ne altri rischi	presenza luoghi identità	interferenza infrastrutture strategiche	sistema att economiche	sistema spazi aperti	# fattori
		sì	sì	sì	sì	4
sì		sì	sì	sì	sì	5
			sì	sì		2
		sì	sì	sì		3
		sì				1
						0
						0
						0
		sì				1
sì						1
						0
						0

Urgenza	Urgenza normalizzata	Importanza	Importanza normalizzata
6	**5**	36	**5**
8	**8**	60	**8**
9	**10**	27	**4**
4	**2**	18	**3**
4	**2**	6	**1**
6	**5**	0	**0**
7	**7**	0	**0**
7	**7**	0	**0**
4	**2**	6	**1**
9	**10**	14	**2**
8	**8**	0	**0**
6	**5**	0	**0**

Figura 97: Tabella esplicativa per la parametrizzazione dei valori e dei fattori amplificativi

	100<x<80	80<x<60	60<x<40	x<40	Urgenza
Età del Costruito	1	2	3	4	10
Caratteri Costruttivi	1	2	3	4	10
Vulnerabilità	4	3	2	1	10
fattore amplificativo1	1,5	1,5	1,5	1,5	
fattore amplificativo2	1,5	1,5	1,5	1,5	
fattore amplificativo3	1,5	1,5	1,5	1,5	
Importanza	27	31,5	36	40,5	**25,88**
					30

Figura 98: Matrice esplicativa dei valori di input per "urgenza" e "importanza"

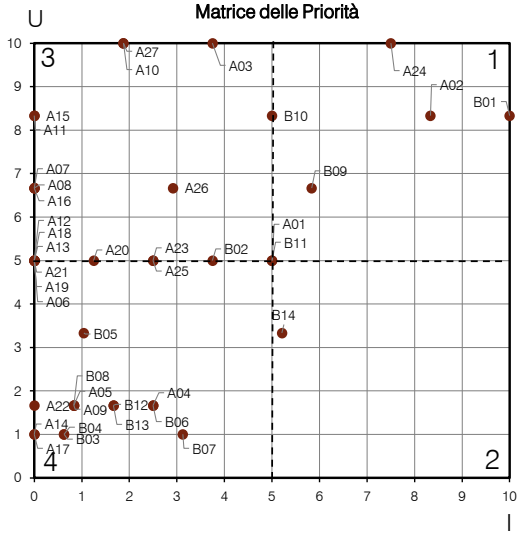


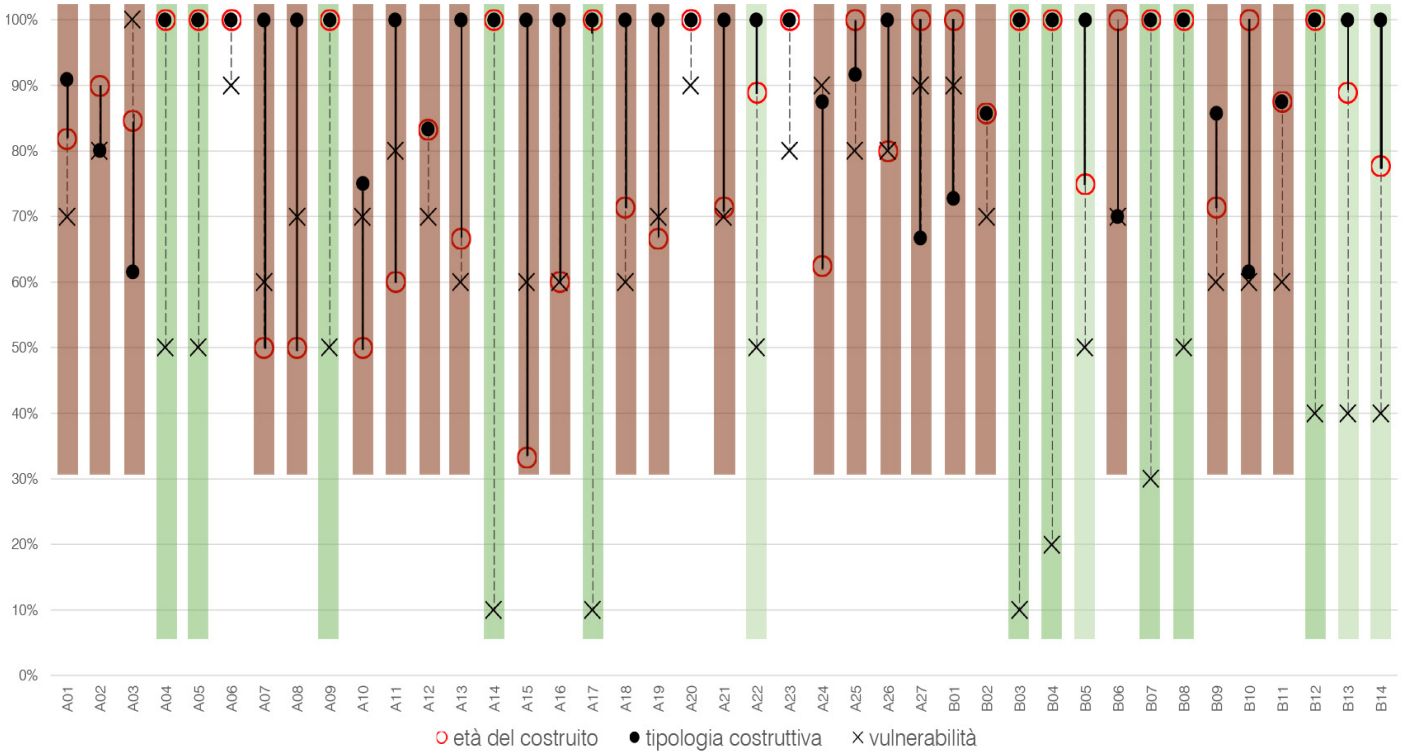
Figura 99: Matrice delle Priorità per il caso di San Gemini (pag. 228 - capitolo 3)

Implementazione conoscenza per la performance del costruito storico

Il lavoro si inquadra nell'obiettivo più generale di contribuire all'implementazione di un corpo di conoscenza relativo al comportamento del costruito in aggregato delle città storiche, che rappresenti una base scientifica su cui fondare principi e linee guida di intervento per il miglioramento delle performance del costruito esistente.

L'analisi sul dato materiale del patrimonio costruito ha permesso di evidenziare e comprendere un primo rapporto esistente tra le modificazioni avvenute sull'edificato e la relativa vulnerabilità sismica, contribuendo ad accrescere la conoscenza e consapevolezza della configurazione attuale della città storica. Questo lavoro si pone nell'ottica, ormai sempre più diffusa, di una ragionata modalità di azione sull'edificato in aggregato che non può interessarsi solo del singolo intervento edilizio prescindendo dal contesto costruito in cui si inserisce. Occorre quindi continuare a lavorare per favorire interventi concertati nel rispetto della costruzione adiacente per implementare la performance di sicurezza e non creare nuovi elementi di vulnerabilità.

Figura 100: Grafico di correlazione dei dati Età del Costruito, Caratteri Costruttivi e valore di Vulnerabilità Relativa per singolo aggregato per per il caso di San Gemini (pag. 219 - capitolo 3)



Possibili sviluppi futuri della ricerca

Il lavoro di ricerca fornisce molteplici spunti di approfondimento delle tematiche trattate. Due sono le principali possibili linee di sviluppo della ricerca:

1. Approfondimento di indagine sul rapporto tra modelli-tipologico osservazionali e meccanici a scala di aggregato, andando oltre il livello del singolo edificio.
   Questa, attraverso ulteriori analisi e più dettagliate dei parametri morfotipologici mediante modellazione meccanica, potrebbe portare alla creazione di un database di verifica sul costruito diffuso, ad oggi assente a differenza del costruito monumentale.
   La seconda riguarda l'approfondimento di indagine tra vulnerabilità costruttiva e pericolosità locale.
2. Approfondimento dell'indagine sulla relazione della pericolosità sismica locale nella modificazione costruttiva della città storica e le antorpizzazioni del suolo.
   Analizzare le relative variazioni comportate al costruito, potrebbe aumentare la consapevolezza di eventuali vulnerabilità aggiuntive create, indagando le relazioni tra le disomogeneità dei caratteri costruttivi, l'evoluzione costruttiva e la vulnerabilità sismica alla luce della storia sismica degli aggregati.

Oltre alle possibili linee di ricerca da approfondire, i risultati della tesi possono portare ad applicazioni di gestione del patrimonio costruito, per i casi studio in esame con i dati già elaborati, e per altri comuni utilizzando la stessa metodologia esposta. Sarebbe infatti possibile ed auspicabile un'integrazione dei dati con due piattaforme software, ormai entrate in uso nella pratica quotidiana.

1. Integrazione dei risultati della ricerca su piattaforme OpenGIS
   Diffusione dei dati di valutazione come base per la progettazione in aggregato, che deve necessariamente tener presente delle condizioni attuali delle unità strutturali ed edilizie con cui quella in esame e progetto del singolo privato è strutturata in aggregato
2. Integrazione della modellazione con sistemi BIM / BIMHERITAGE
   Per integrare rilievo architettonico, costruttivo e strutturale in un unico output per la valutazione dei progetti in aggregato, operando nel crescente settore di ricerca del BimHeritage.

Si è, dunque, evidenziato come quello tra eventi sismici e patrimonio costruito risulti essere uno dei rapporti più interessanti e necessari da indagare in ambito nazionale ed europeo. L'approccio presentato è strutturato in modo tale da poter valutare la commistione con altri tipi di disastri localizzati nelle aree in esame, e la possibilità di estendere il metodo anche ad altri tipi di catastrofi.

Figura 102: Schema di elaborazione del modello strutturale nei 5 step di dettaglio per la verifica meccanica dei parametri tipologico-osservazionali (pag. 189 - capitolo 3)

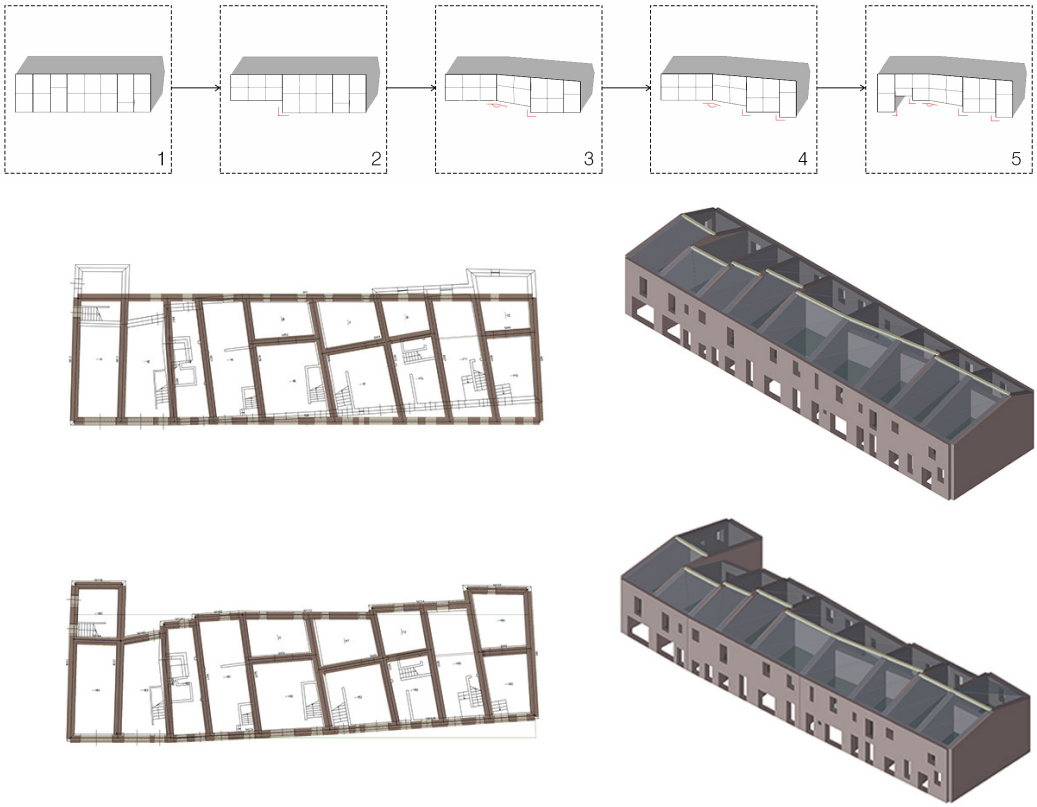
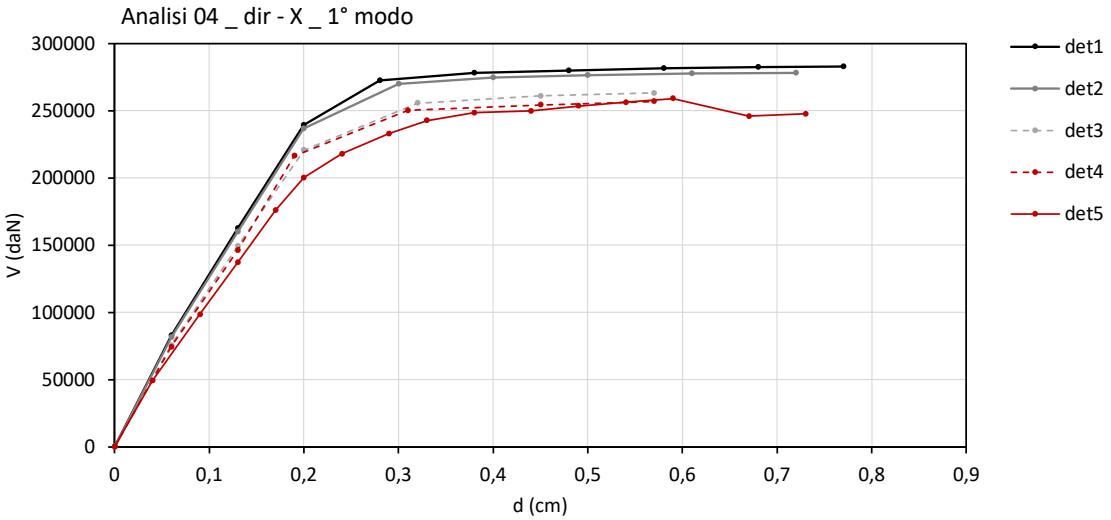


Figura 101: Confronto tra le curve di capacità dei 5 modelli di dettaglio sviluppati per studio del parametro, analisi secondo il 1° modo di vibrare in direzione -X (pag. 203 - capitolo 3)



CONCLUSIONS

Instructions and strategies for preventive planning

The conducted research has pursued the aim of creating strategies to integrate the concept of urban resilience within the daily logic of territory management, which is now due to face risk and safety related issues as main fact and not only related to specialisms involved to tackle damages.

An effective planning, in order to deal with short and log term risks, offers a unique opportunity to architects to rethink past practices, improve sustenability of human establishments, as well as effectively prepare communities to tackle future threats and risks.

In particular, the study of the built environment, aimed to integrate the preventive planning phase that addresses all the decision makers and architects involved in the preventive "ex-post" reconstruction, shows how effectively it is possible to start a process of knowledge and analysis to face the so called "residual risk" and establish correctly the interdisciplinary relationship between the sectors involved the process of recontruction.

Matrix of the priorities and multidisciplinary approach

The final product of the research, the matrix of the priorities involved for a synoptic analysis over the built environment (built age, building characteristics, and evaluations of pattern vulnerability) allows to read the analized material and relate it to all the systemic contributions for a strategic management of the given territory.

The importance of the multidisciplinary approach is visible when giving a clear and immediate analysis of the overlapping of the risks as well as the importance of the urban systems which are necessary for the living of the historical center, and useful for potential post-disaster recontruction

Multiscalar approach and analysis scales

The research shows the necessity of the analysis' multiscalar approach by studying the scale of the pattern as well as the building aggregate, which represents the right level of the investigations over the historical town' performance.

The results of the research have highlighted how the morphological features and the aggregation ones become relevant in the performances of the built, as much as the construction and technological features of the single building, The research has also shown that, within the perspective of teritory management, these contributions should be examined more in depth and integrated with the current evaluations of the sysmic vulnerability.

The test through mechanic modelling of two of the observational and typological parameters of the quick assessment elaborated to validate numerically the instruments that the analysis proved to be more convincing, has highlighted the vulnerability assessment implementations for the aggregate building with regards to the specific context of the historical centers.

Knowledge implementation for the performance of the historical built

The general purpose of the research is to contribute to the implementation of the knowledge of the historical town aggregate building' behaviour, which would represent a scientific basis for intervention principles and guidelines to improve the existing built performance.

The analisys of the material regarding the built heritage allowed to highlight and understand a first relationship between the alterations on the built and the relative sismic

vulnerability, contributing to increase the knowledge and awareness of the historical town actual configuration.

Research possible future developments

The research works within the approach, more and more common, of an action modality over the aggregate built which couln't be focused only on the single building not considering its building context

It is necessary to continue working to encourage coordinated actions with respect of the adjacent construction in order to enhance the safety performance and not to create new elements of vulnerability.

Two are the development guidelines that can be found in the research:

1. *Analysis on the relationship between typological observational and mechanical models on a aggregate scale beyond the level of the single building.*
   This, through further and more detailed analysis of the morfotypological parameters through mechanical modelling, could create a database for verification of the common building, so far absent compared to the monumental building.
2. *Analysis on the relationship between the local sismic risk within the building alteration of the historical town and the territory anthropization.*
   The analysis of the relative variations on the built could increase the awareness of new potential vulnerabilities by investigating on the relarionships between the non homogeneus building features, the building evolution and the sismic vulnerability in the light of sismic history of the aggregates.

Apart from the guidelines, the research results can conduct to management applications of the built heritage for the cases taken into examination through the elaborated data, as well as the others using the same methodology. An integration of the data with two software platforms is actually possible and auspicable.

1. *Integration of research results on OpenGIS platforms*
   Circulation of the assessment data as a base for the aggregate planning, which has to considering the current conditions of the structural and building units which the examined one as well as the single private project is structures in aggregate with.
2. *Integration of the modelling with BIM / BIMHERITAGE systems*
   To integrate architectural, constructive and structural survey within a unique output for the assessment of the aggregate projects, operating within the BimHeritage research field.

It has been highlighted that the relationship between the sismic events and built heritage is supposed to be one of most interesting and necessary to investigate at national and european level.

The presented approach is structured in order to evaluate the mixture with other disasters localized in the focused areas, and the possibility to extend the method to other types of catastrophes.



appendice

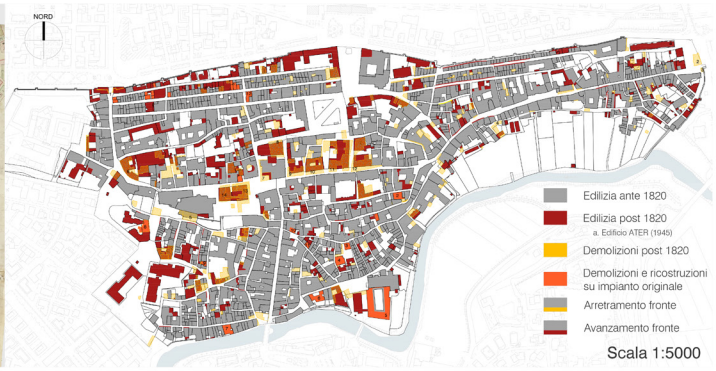
caso studio 1
RIETI

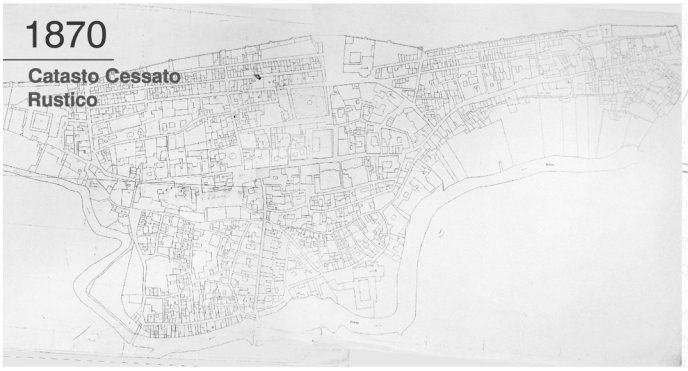




1. Analisi dell’evoluzione urbana
Carta dei confronti dei catasti storici







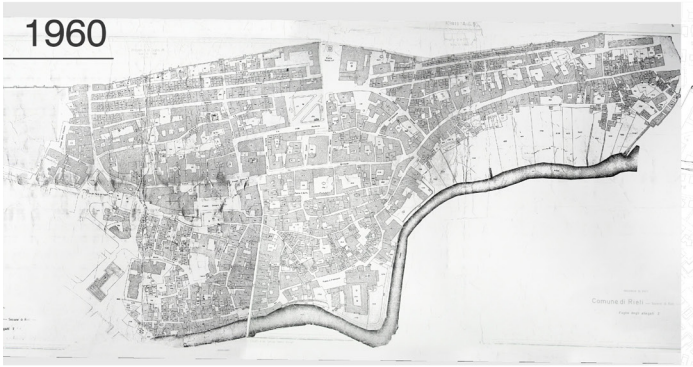


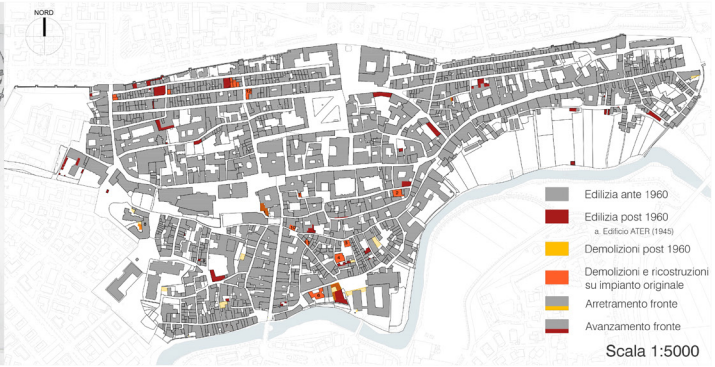


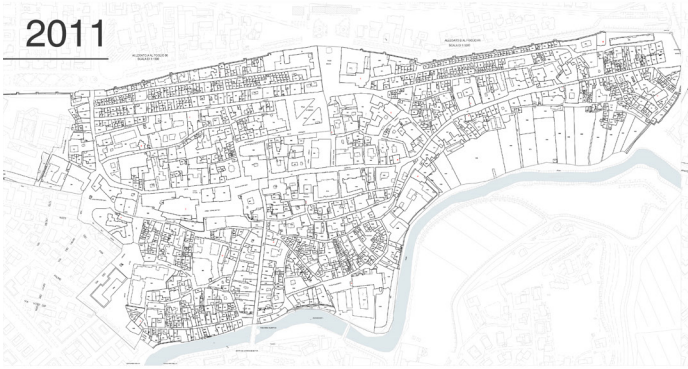



1943 - 50
Catasto
Unitario


NORD
Edilizia ante 1943-50
Edilizia post 1943-50
a. Edificio ATER (1945)
Demolizioni post 1943-50
Demolizioni e ricostruzioni
su impianto originale
Arretramento fronte
Avanzamento fronte
Scala 1:5000

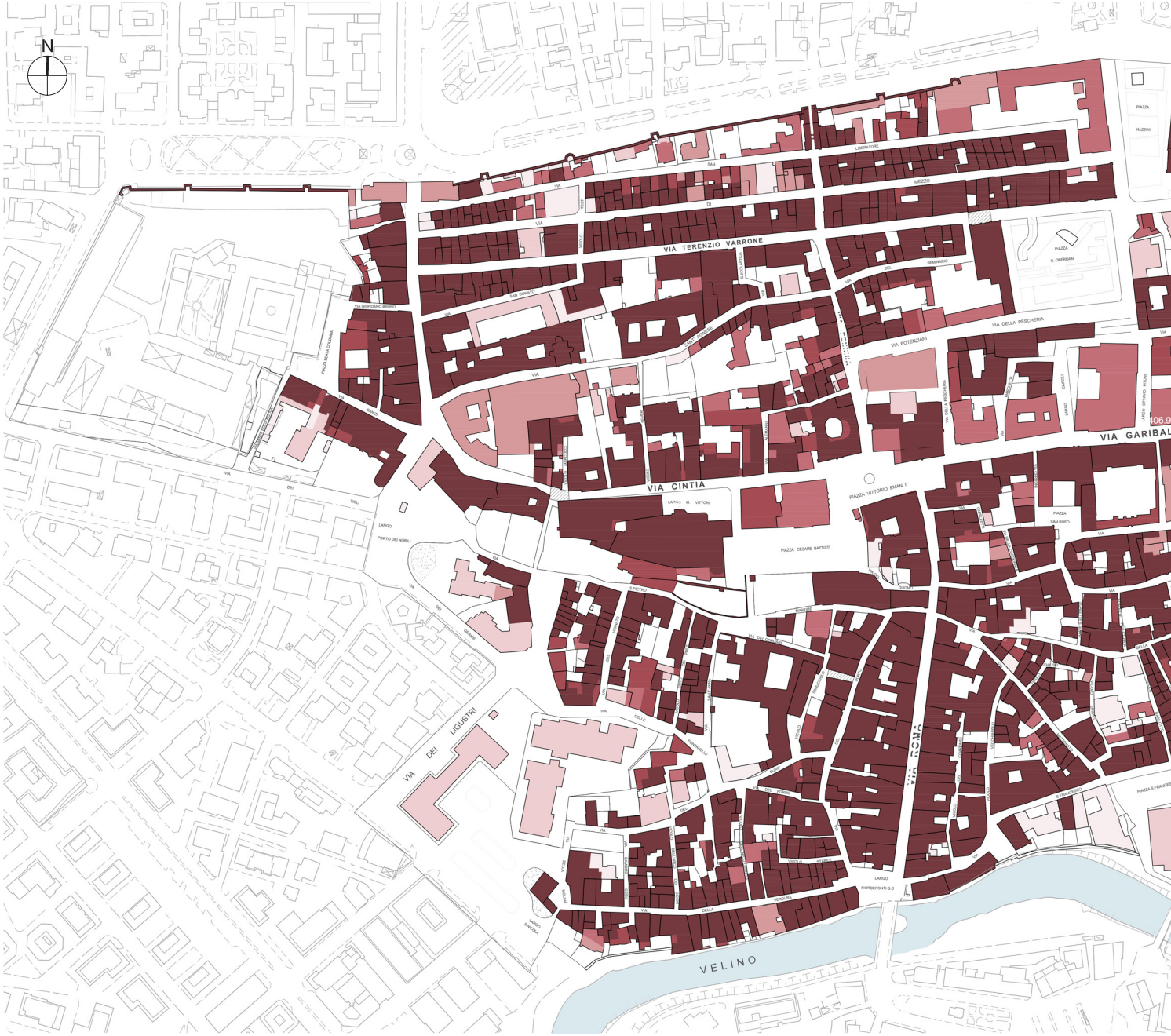

1960

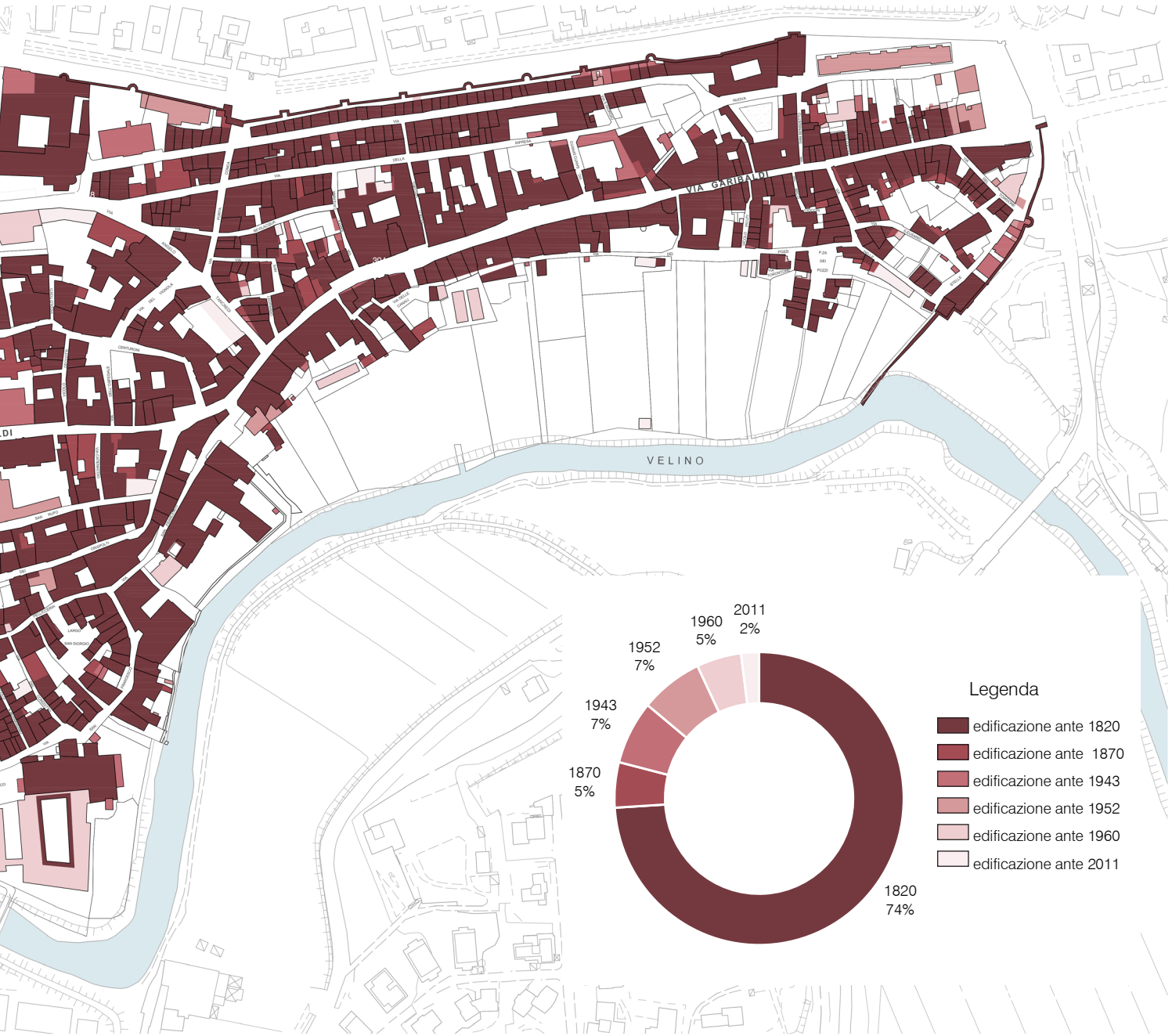

NORD
Edilizia ante 1960
Edilizia post 1960
a. Edificio ATER (1945)
Demolizioni post 1960
Demolizioni e ricostruzioni
su impianto originale
Arretramento fronte
Avanzamento fronte
Scala 1:5000


2011

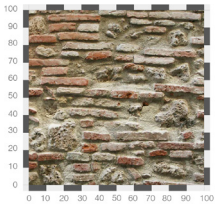

NORD
Edilizia ante 2011
Edilizia post 2011
Scala 1:5000

Carta delle Età del Costruito



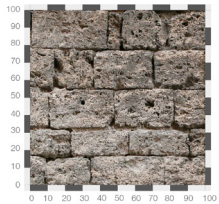

VIA GARIBALDI
VELINO
2011
2%
1960
5%
1952
7%
1943
7%
1870
5%
1820
74%
Legenda
edificazione ante 1820
edificazione ante 1870
edificazione ante 1943
edificazione ante 1952
edificazione ante 1960
edificazione ante 2011

RI.01



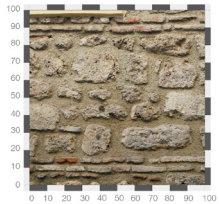
Muratura disordinata con embrici e calcari

RI.02



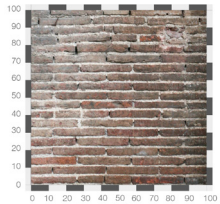
Pietra squadrata senza ricorsi

RI.03



Pietrame con ricorsi in laterizio

RI.04

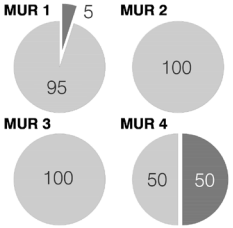


Mattoni

SEZIONE 1: Identificazione tipologica

Posizione tipologica nel contesto urbano [%]

	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Isolata	5%	-	-	50%
In Aggregato	95%	100%	100%	50%
in adiacenza	*20%*	*50%*	*50%*	*50%*
in connessione	*80%*	*50%*	-	*50%*



SEZIONE 2: Dati metrici

	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Piani totali compresi interrati [n°]	2 ÷ 5	2 ÷ 4	2 ÷ 3	2 ÷ 4
Altezza media di piano [m]	2.50 ÷ 3.49	2.50 ÷ 3.49	2.50 ÷ 3.49	3.50 ÷ 5.00
Altezza media di piano terra [m]	3.50 ÷ 5.00	3.50 ÷ 5.00	2.50 ÷ 3.49	3.50 ÷ 5.00
Piani interrati [n°]	1	1	0	1
Superficie media di piano [m²]	70 ÷ 100	100 ÷ 300	50 ÷ 70	170 ÷ 300
Età della costruzione	< 1860	< 1860	< 1860	< 1860 1861-1919
Uso prevalente	abitativo, commercio, uffici, servizi pubblici, turistico-ricettivo	abitativo, commercio, uffici	abitativo, commercio	abitativo, uffici, servizi pubblici

SEZIONE 3: Caratterizzazione tipologica della Muratura

Caratteristiche della muratura

					RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
A 1.1	muratura IRREGOLARE	Pietra arrotondata	*senza ricorsi*	Ciottoli con tessitura disordinata nel paramento				
A 1.2				Ciottoli con tessitura ordinata nel paramento				
A 1.3			*con ricorsi*	Ciottoli e mattoni				
A 1.4				Ciottoli e mattoni con ricorsi in laterizio				
A 2.1		Pietra grezza	*senza ricorsi*	Pietrame con tessitura disordinata nel paramento				
A 2.2				Pietrame con tessitura ordinata nel paramento				
A 2.3			*con ricorsi*	Muratura disordinata con embrici e calcare	X			
A 2.4				Pietrame con ricorsi in laterizio			X	
B 1.1	muratura SBOZZATA	Pietra lastriforme	*senza ricorsi*					
B 1.2			*con ricorsi*					
B 2.1		Pietra pseudo-regolare	*senza ricorsi*					
B 2.2			*con ricorsi*					
C 1.1	muratura REGOLARE	Pietra squadrata	*senza ricorsi*			X		
C 1.2			*con ricorsi*					
C 2.0		Mattoni						X

Informazioni aggiuntive sulla muratura



	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Presenza muratura a Sacco	SI	SI	SI	NO
Presenza Catene o Cordoli *(% nella tipologia)*	30%	10%	30%	15%
Collegamento trasversale	SI	non so	SI	SI
Presenza di Speroni / Contrafforti	non so	non so	non so	NO
Spessore medio pareti piano terra [cm]	70 cm	70 cm	60 cm	70 cm
Interasse medio pareti [m]	4,00 m	4,00 m	3,50 m	5,00 m

Caratteristiche dei solai



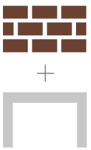
			RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
S 1.1	**Soletta DEFORMABILE**	Solaio in legno con mezzane		X		
S 1.2		Solaio in legno con tavolato singolo	X		X	
S 1.3		Solaio con travi di ferro a voltine	X		X	
S 2.1	**Soletta SEMIRIGIDA**	Solaio in legno con doppio tavolato				
S 2.2		Solaio prefabbricato del tipo SAP				
S 2.3		Solaio in ferro e tavelloni	X	X	X	X
S 3.1	**Soletta RIGIDA**	Solaio in cemento-armato a soletta piena				
S 3.2		Solaio in cemento armato a travetti prefabbricati				
S 3.3		Solaio in latero-cemento gettato in opera				

Caratteristiche delle volte



RI.01	Presenza di volte a BOTTE al piano terra
RI.02	Presenza di volte a BOTTE e a CROCIERA al piano terra
RI.03	Assenza di volte
RI.04	-

Strutture miste



	Percentuale nella tipologia	10%	5%	10%	-
G 1	**C.A. (o altre strutture intelaiate) su muratura**				
G 2	**Muratura su C.A. (o altre strutture intelaiate)**				
G 3.1	**Muratura con ampliamento in pianta in C.A.**				
G 3.2	**Muratura perimetrale e pilastri interni in C.A.**				
G 3.3	**Muratura perimetrale e pilastri esterni**				
G 3.4	**Muratura confinata**				

Malta

	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Tipo	argilla, calce idraulica	argilla, calce idraulica	calce idraulica, cemento portland	malta bastarda, cemento portland
Condizioni	cattive	buone	medie	medie

Portici, Logge, Cavedi
(% nella tipologia)



	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Portici	2%	-	-	-
Logge	-	40%	-	-
Cavedi	5%	5%	-	-

Coperture



	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Forma	singola falda e falde inclinate	falde inclinate e terrazzo praticabile	falde inclinate e terrazzo praticabile	falde inclinate
Tipo	pesante	pesante	pesante	leggera, pesante
Materiale	legno e acciaio	legno, acciaio e cemento armato	legno, acciaio e cemento armato	legno e acciaio
Spingente	NO	NO	NO	-

Aperture in facciata
(% sulla superficie di facciata)



RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
30-50 %	30-50 %	20-29 %	30-50 %

Regolarità



	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Pianta	irregolare	mediamente regolare	regolare	mediamente regolare
Elevazione	mediamente regolare	mediamente regolare	regolare	regolare, mediamente regolare

Interventi strutturali della tipologia

Anno		1930 - 1960	2000 -	-	1980 -
Interventi tipici	A. Interventi locali	X			
	B. Miglioramento sismico	X	X		X
	C. Adeguamento sismico				

Aperture piano terra
(% sulla superficie di facciata al PT)



RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
30-50 %	>50 %	10-19 %	30-50 %

Stato di conservazione



SdC d'insieme	MEDIO	BUONO	SCADENTE	BUONO
SdC strutture verticali	MEDIO	BUONO	SCADENTE	BUONO
SdC strutture orizzontali	MEDIO	BUONO	SCADENTE	BUONO
SdC elementi non strutturali	BUONO	BUONO	SCADENTE	MEDIO

Tipologia di scale



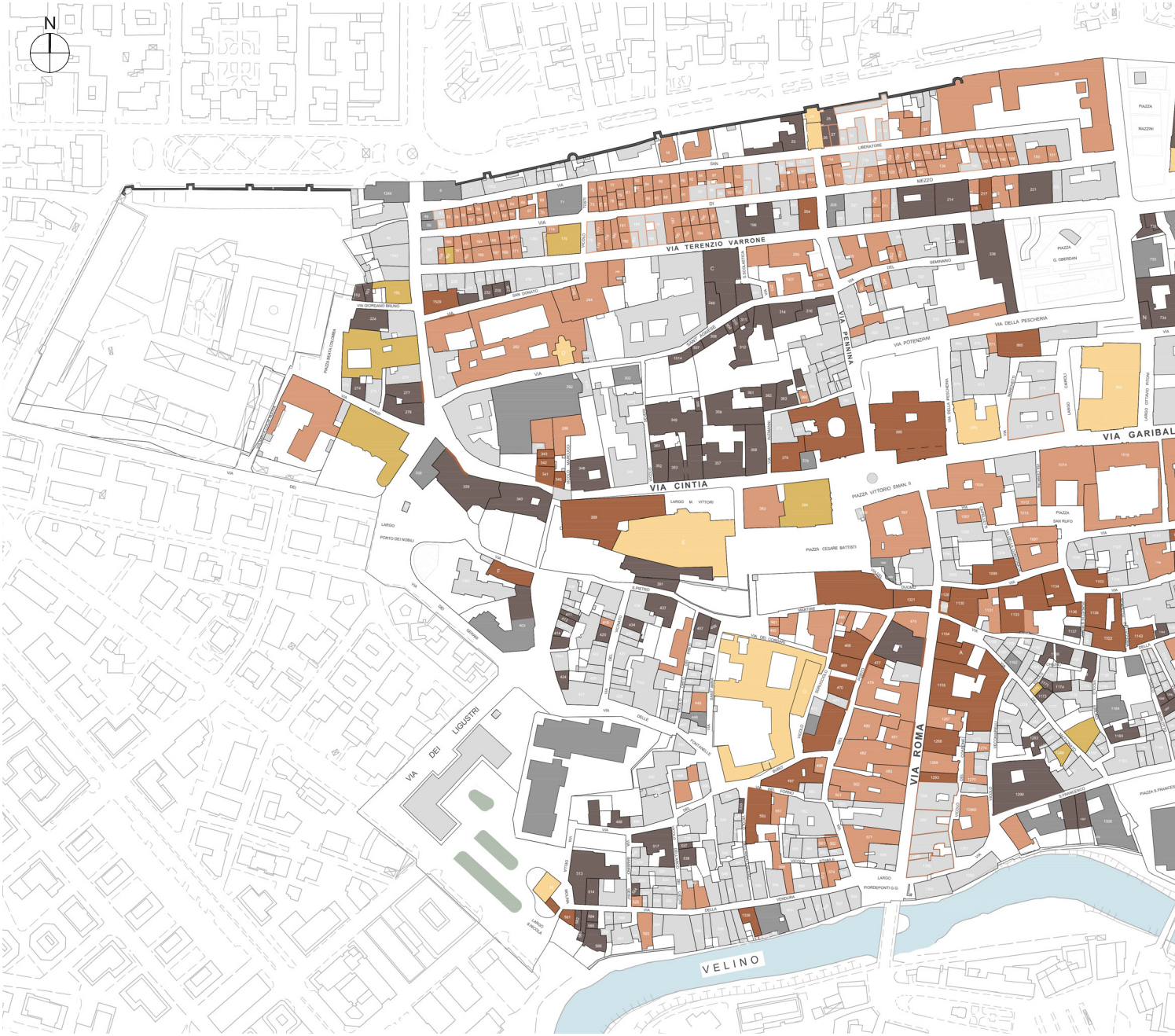
	RI.01	RI.02	RI.03	RI.04
Scale a soletta rampante	X	X		
Scale con travi a ginocchio e gradini a sbalzo	X		X	
Scale con gradini a sbalzo				
Scale in legno				
Scale su volta rampante		X		X

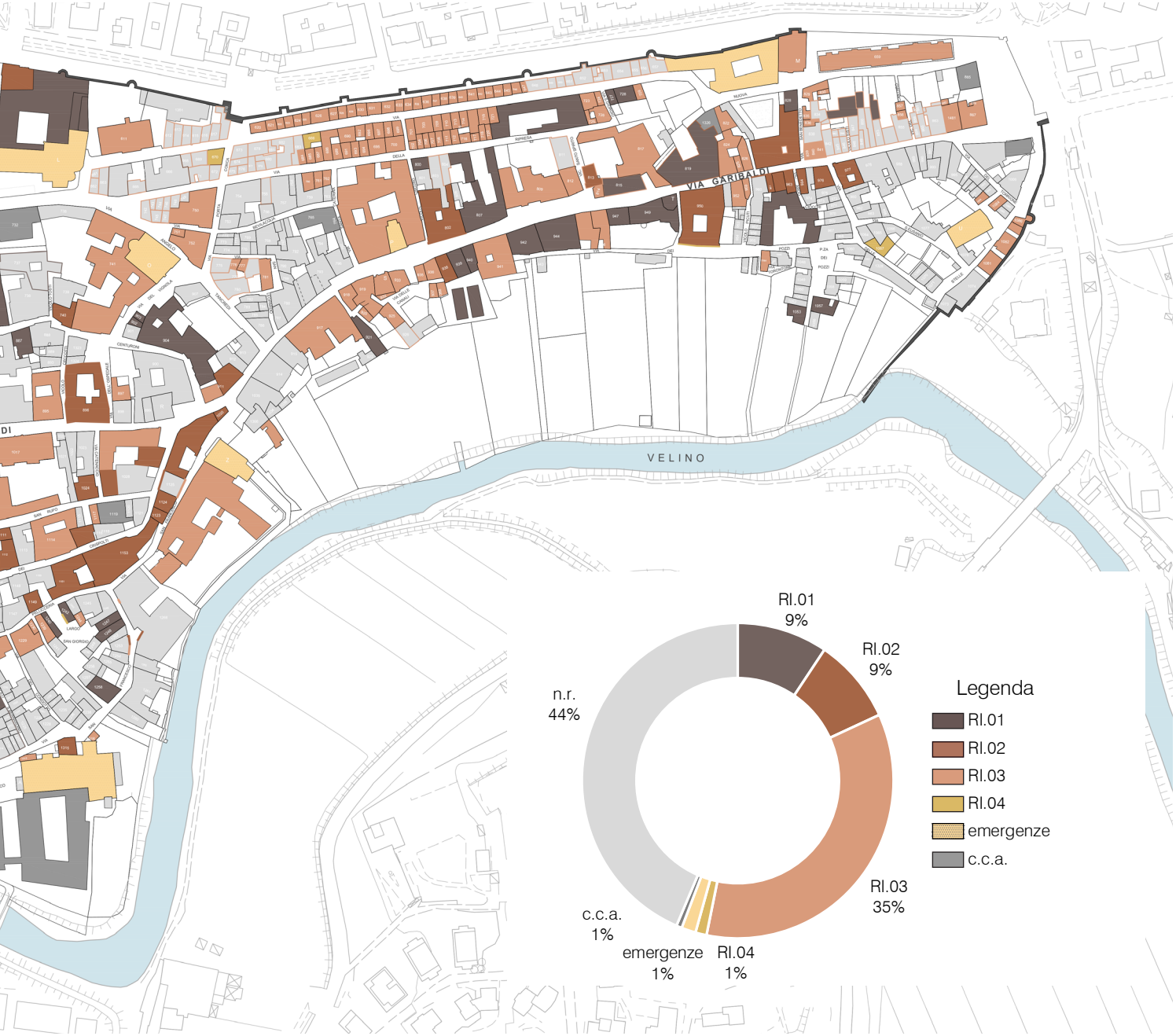
Fondazioni



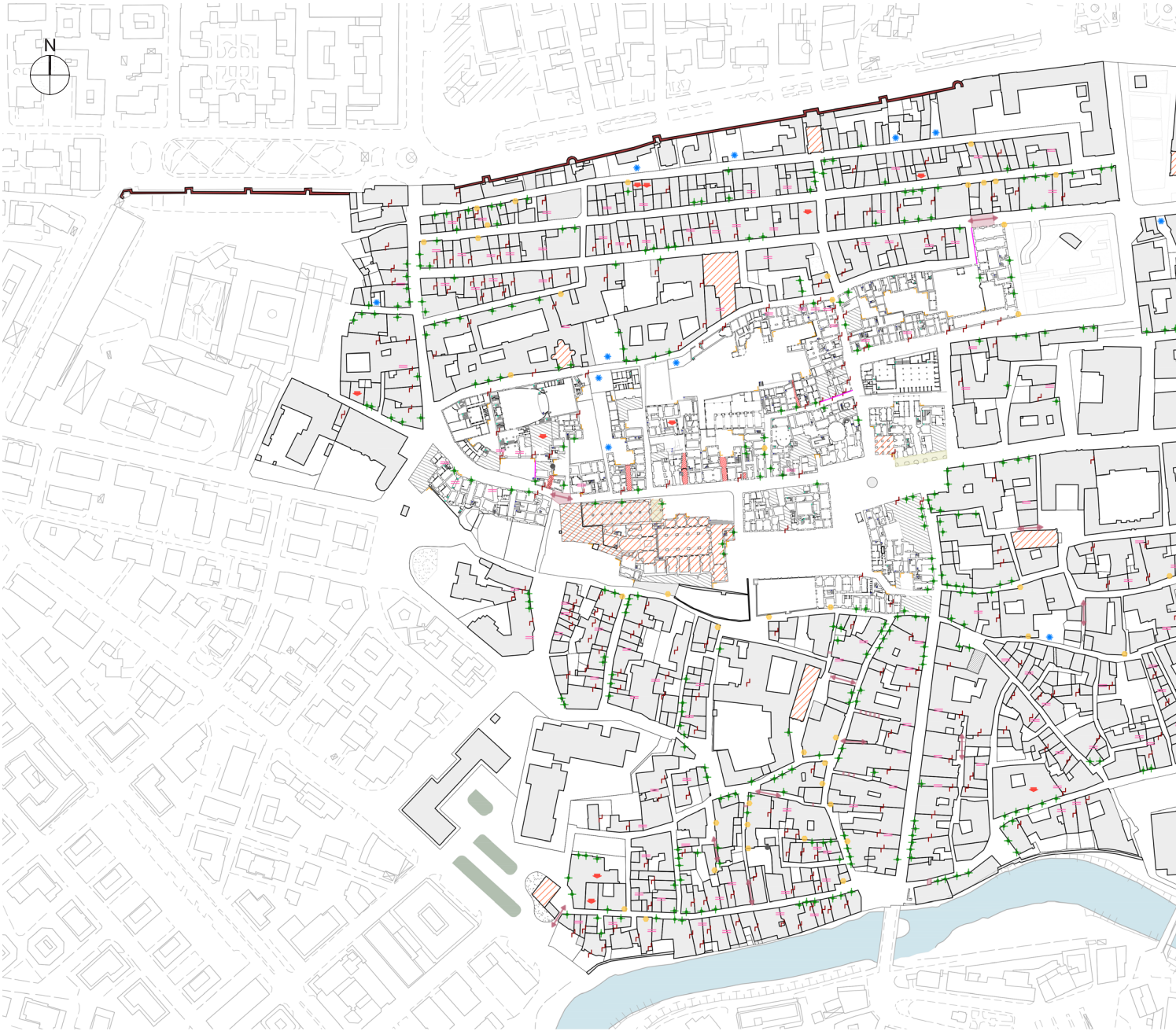
RI.01 - RI.03	- Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi squadrati
RI.02 - RI.04	- Fondazione superficiale continua in pietrame o blocchi squadrati - Fondazione profonda in pietrame o blocchi squadrati

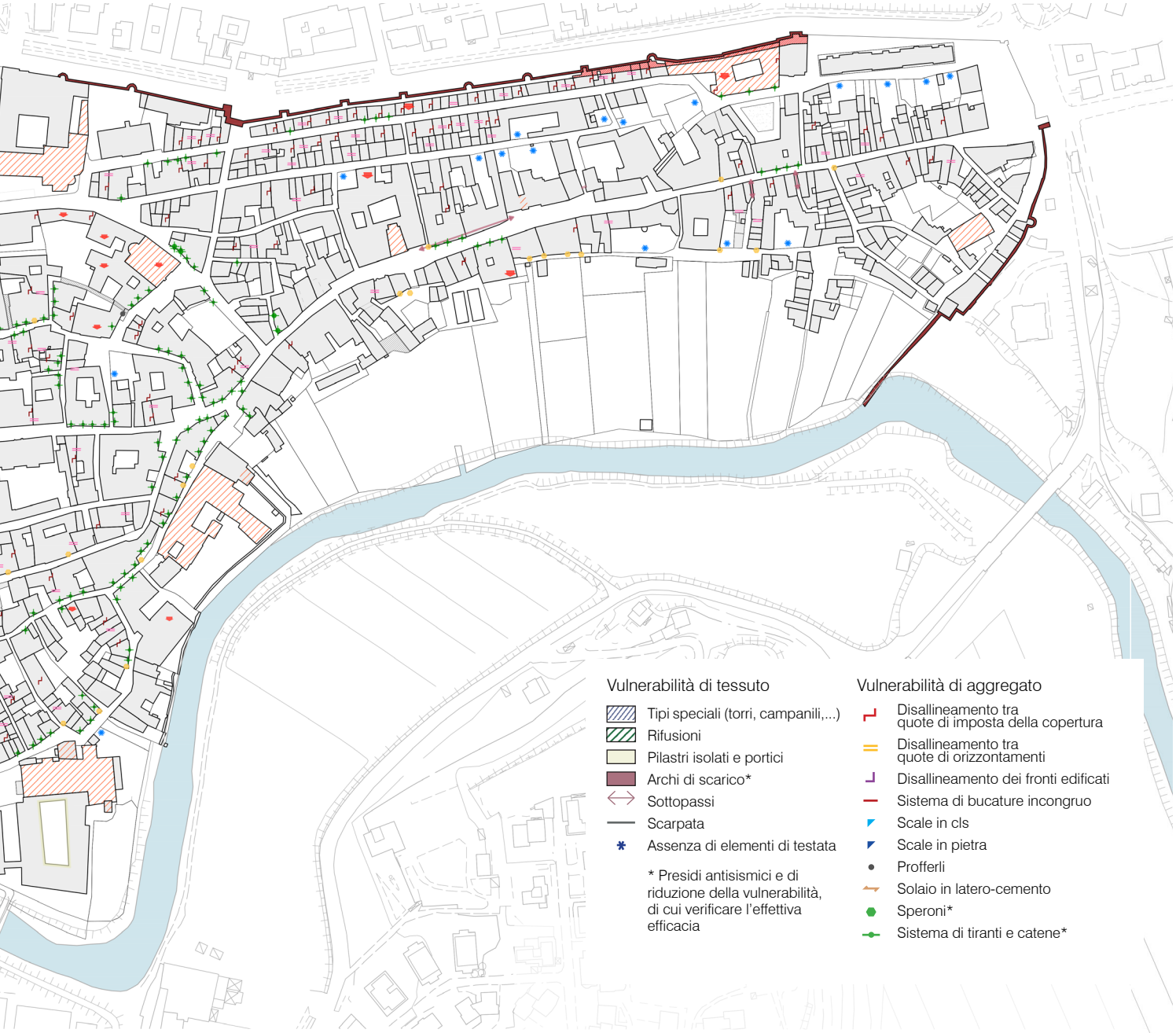
Carta dei Caratteri Costruttivi dell'Esistente



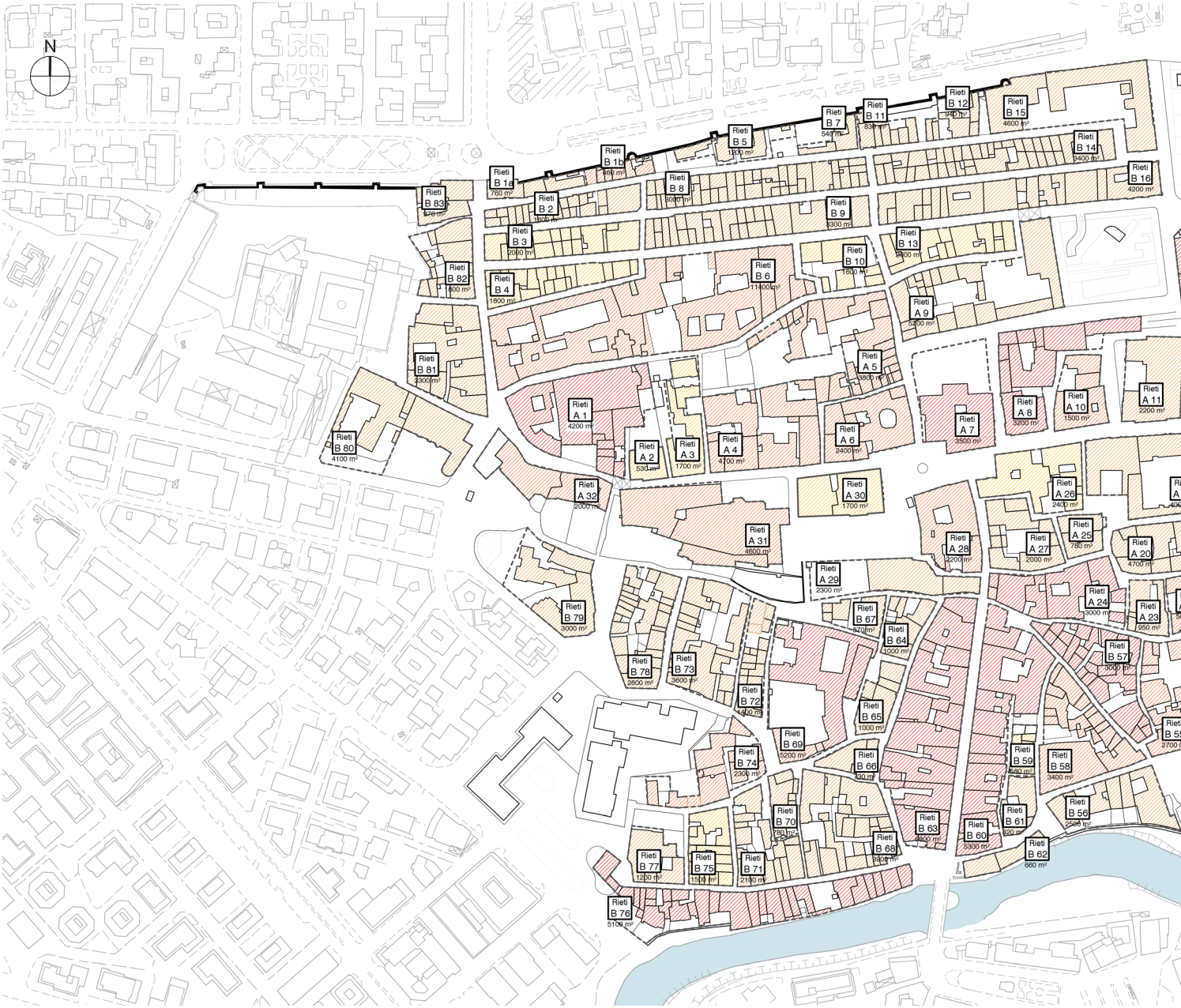

VIA GARIBALDI
VELINO
RI.01
9%
RI.02
9%
RI.03
35%
RI.04
1%
emergenze
1%
c.c.a.
1%
n.r.
44%
Legenda
RI.01
RI.02
RI.03
RI.04
emergenze
c.c.a.

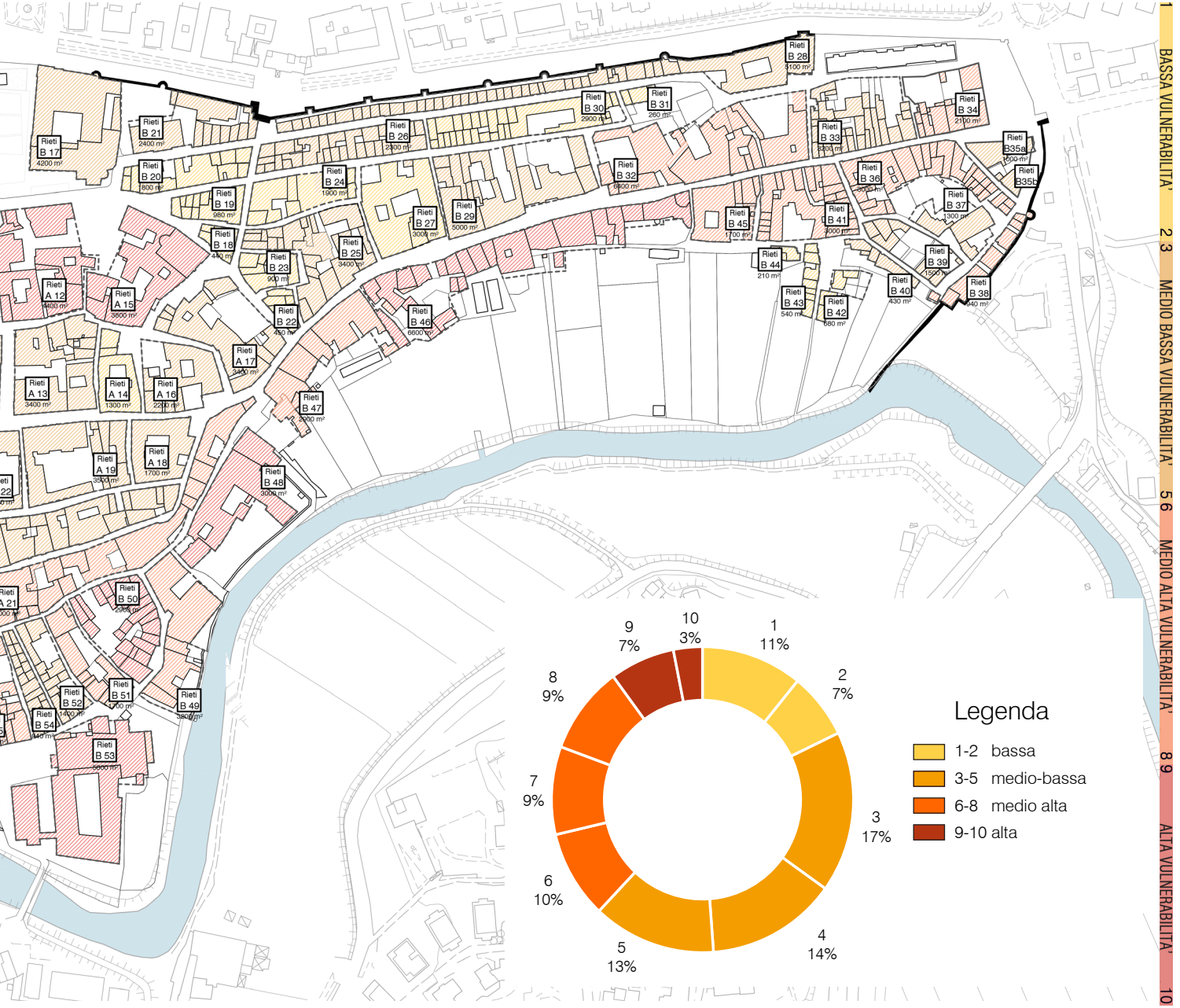
3. Analisi di vulnerabilità
Carta delle vulnerabilità di tessuto




Vulnerabilità di tessuto
Tipi speciali (torri, campanili,...)
Rifusioni
Pilastri isolati e portici
Archi di scarico*
Sottopassi
Scarpata
Assenza di elementi di testata
* Presidi antisismici e di riduzione della vulnerabilità, di cui verificare l'effettiva efficacia
Vulnerabilità di aggregato
Disallineamento tra quote di imposta della copertura
Disallineamento tra quote di orizzontamenti
Disallineamento dei fronti edificati
Sistema di bucature incongruo
Scale in cls
Scale in pietra
Profferli
Solaio in latero-cemento
Speroni*
Sistema di tiranti e catene*

Carta dei livelli di Vulnerabilità Relativa



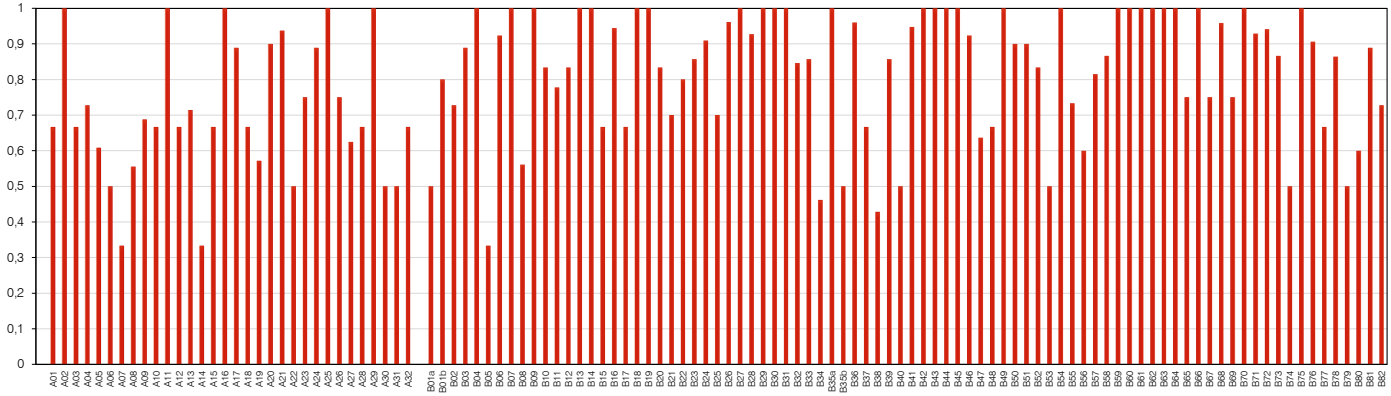

1 BASSA VULNERABILITA'
2 3 MEDIO BASSA VULNERABILITA'
5 6 MEDIO ALTA VULNERABILITA'
8 9 ALTA VULNERABILITA'
10
1 11%
2 7%
3 17%
4 14%
5 13%
6 10%
7 9%
8 9%
9 7%
10 3%
Legenda
1-2 bassa
3-5 medio-bassa
6-8 medio alta
9-10 alta

aggregato	età del costruito		tipologia costruttiva		vulnerabilità	
	età prevalente	% prevalente	tip prevalente	% prevalente	livello relativo	
A01	1820	67%	2	43%	9	91%
A02	1820	100%	1	100%	1	10%
A03	1820	67%	3	67%	1	10%
A04	1820	73%	1	100%	8	76%
A05	1820	61%	1	91%	7	65%
A06	1820	50%	2	75%	8	79%
A07	1820	33%	2	67%	10	100%
A08	1820	56%	3	33%	9	89%
A09	1820	69%	3	80%	5	53%
A10	1820	67%	2	67%	6	58%
A11	1943	100%	5	100%	3	32%
A12	1820	67%	1	80%	10	95%
A13	1820	71%	1	50%	4	44%
A14	1820	33%	2	100%	1	10%
A15	1820	67%	3	25%	9	92%
A16	1820	100%	3	100%	4	38%
A17	1820	89%	2	75%	4	38%
A18	1820	67%	3	67%	4	38%
A19	1820	57%	2	50%	5	52%
A20	1820	90%	2	50%	4	36%
A21	1820	94%	2	89%	7	70%
A22	1820	50%	3	100%	4	36%
A23	1820	75%	2	100%	3	35%
A24	1820	89%	2	75%	9	91%
A25	1820	100%	3	100%	4	39%
A26	1820	75%	3	100%	2	23%
A27	1820	63%	3	50%	3	35%
A28	1820	67%	2	67%	7	70%
A29	1820	100%	2	100%	3	27%
A30	1943	50%	3	50%	1	10%
A31	1820	50%	2	50%	6	64%
A32	1820	67%	1	67%	8	76%
B01a	1943	50%			5	50%
B01b	1943	80%			6	58%
B02	1820	73%	3	86%	5	48%
B03	1820	89%	3	87%	2	21%
B04	1820	100%	1	80%	1	10%
B05	1960	33%	3	100%	3	26%
B06	1820	92%	3	86%	7	74%
B07	1943	100%	1	100%	3	32%
B08	1820	56%	3	100%	5	48%
B09	1820	100%	3	88%	3	33%
B10	1820	83%	3	100%	2	21%

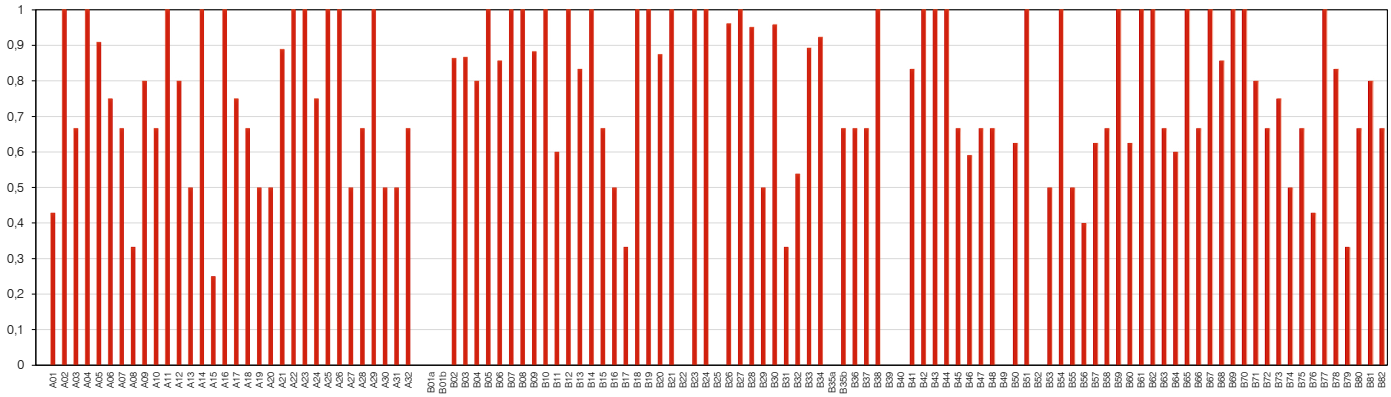
aggregato	età del costruito		tipologia costruttiva		vulnerabilità	
	età prevalente	% prevalente	tip prevalente	% prevalente	livello relativo	
B11	1820	78%	1	60%	4	44%
B12	1870	83%	3	100%	3	35%
B13	1820	100%	3	83%	1	10%
B14	1820	100%	3	100%	5	45%
B15	1943	67%	3	67%	3	26%
B16	1820	94%	3	50%	5	55%
B17	1820	67%	1	33%	5	48%
B18	1820	100%	3	100%	2	15%
B19	1820	100%	3	100%	1	10%
B20	1820	83%	3	88%	2	24%
B21	1820	70%	3	100%	5	48%
B22	1820	80%			1	11%
B23	1820	86%	3	100%	1	11%
B24	1820	91%	3	100%	1	10%
B25	1820	70%			5	47%
B26	1820	96%	3	96%	3	29%
B27	1820	100%	3	100%	1	10%
B28	1820	93%	3	95%	4	44%
B29	1820	100%	3	50%	5	48%
B30	1820	100%	3	96%	2	21%
B31	1820	100%	1	33%	2	21%
B32	1820	85%	3	54%	6	58%
B33	1820	86%	3	89%	4	39%
B34	1820	46%	3	92%	6	61%
B35a	1820	100%			3	29%
B35b	1952	50%	3	67%	3	32%
B36	1820	96%	3	67%	6	64%
B37	1820	67%	3	67%	5	52%
B38	1820	43%	3	100%	6	58%
B39	1820	86%			3	26%
B40	1820	50%			4	41%
B41	1820	95%	2	83%	6	64%
B42	1820	100%	2	100%	1	12%
B43	1820	100%	2	100%	1	11%
B44	1820	100%	3	100%	1	10%
B45	1820	100%	3	67%	6	58%
B46	1820	92%	3	59%	9	88%
B47	1820	64%	3	67%	6	64%
B48	1820	67%	3	67%	9	94%
B49	1820	100%			6	61%
B50	1820	90%	1	63%	8	83%
B51	1820	90%	3	100%	6	61%
B52	1820	83%			5	52%
B53	1820	50%	6	50%	9	89%

aggregato	età del costruito		tipologia costruttiva		vulnerabilità	
	età prevalente	% prevalente	tip prevalente	% prevalente	livello relativo	
B54	1820	100%	2	100%	5	45%
B55	1820	73%	1	50%	8	85%
B56	2000	60%	5	40%	4	41%
B57	1820	81%	1	63%	9	89%
B58	1820	87%	1	67%	7	65%
B59	1820	100%	3	100%	2	23%
B60	1820	100%	2	63%	10	97%
B61	1820	100%	3	100%	4	38%
B62	1820	100%	3	100%	5	45%
B63	1820	100%	3	67%	10	97%
B64	1820	100%	3	60%	3	33%
B65	1820	75%	2	100%	3	33%
B66	1820	100%	3	67%	3	35%
B67	1820	75%	3	100%	3	32%
B68	1820	96%	3	86%	5	47%
B69	1820	75%	4	100%	7	67%
B70	1820	100%	1	100%	4	41%
B71	1820	93%	3	80%	3	33%
B72	1820	94%	1	67%	5	47%
B73	1820	87%	1	75%	4	44%
B74	1820	50%	1	50%	7	71%
B75	1820	100%	1	67%	2	15%
B76	1820	91%	2	43%	9	91%
B77	1820	67%	1	100%	4	44%
B78	1820	86%	1	83%	3	33%
B79	1820	50%	1	33%	3	35%
B80	1820	60%	3	67%	3	33%
B81	1820	89%	1	80%	4	41%
B82	1820	73%	1	67%	3	35%
B83	1952	67%			4	36%
min		33%		25%		10%
max		100%		100%		100%
range		17%		19%		23%

ETÀ DEL COSTRUITO - % OMOGENEA



CARATTERI COSTRUTTIVI - % OMOGENEA



LIVELLO VULNERABILITA' RELATIVO

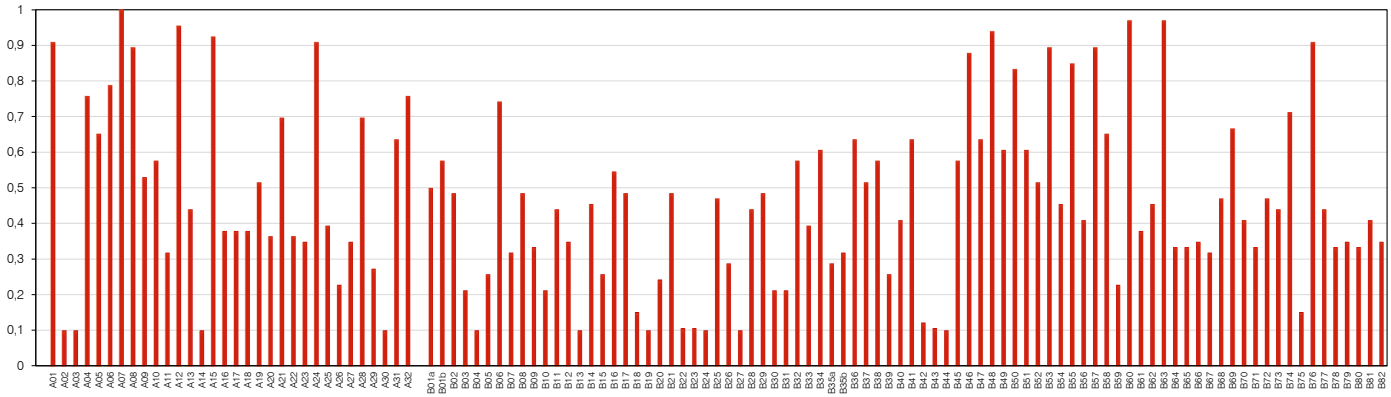
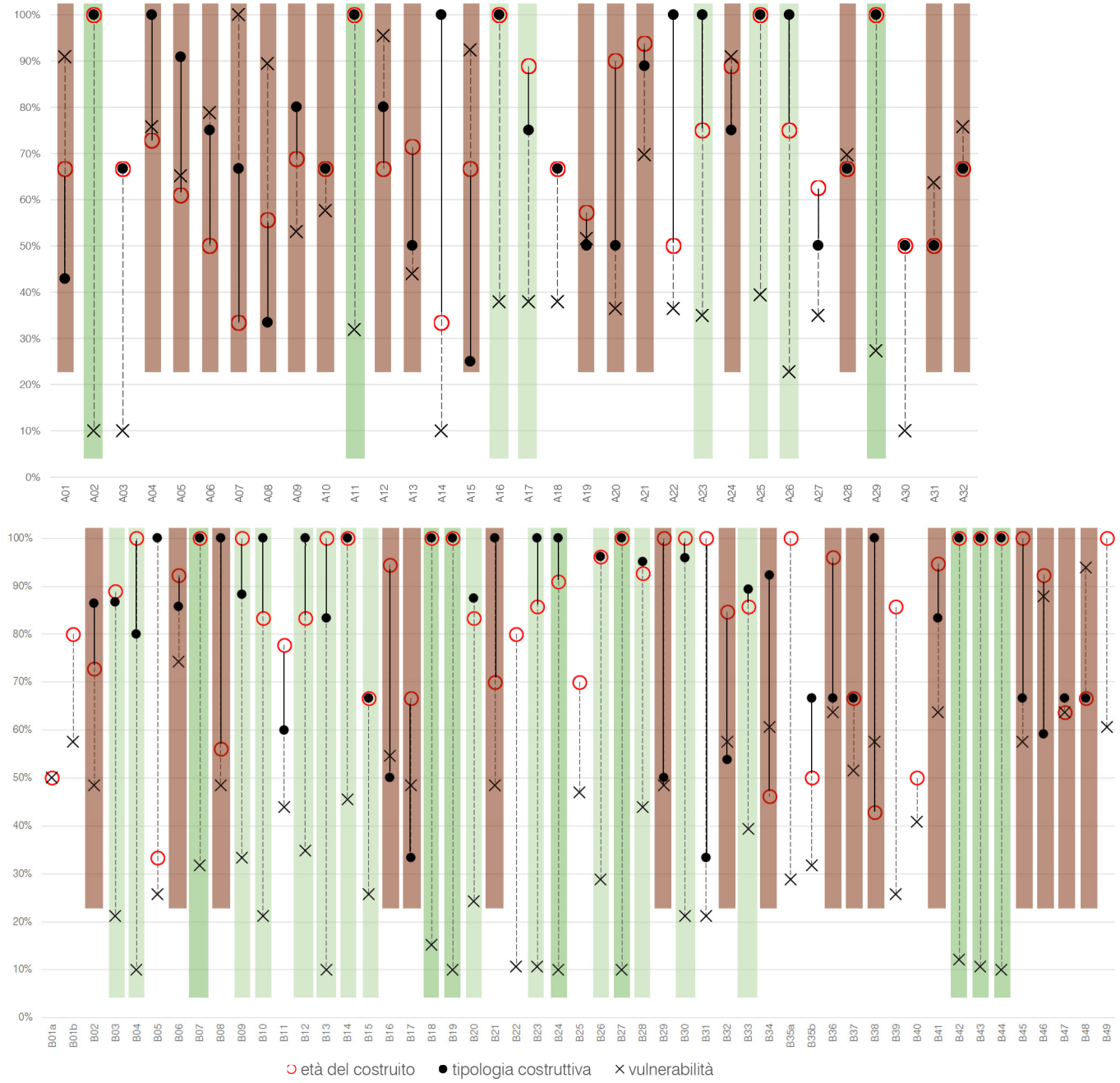
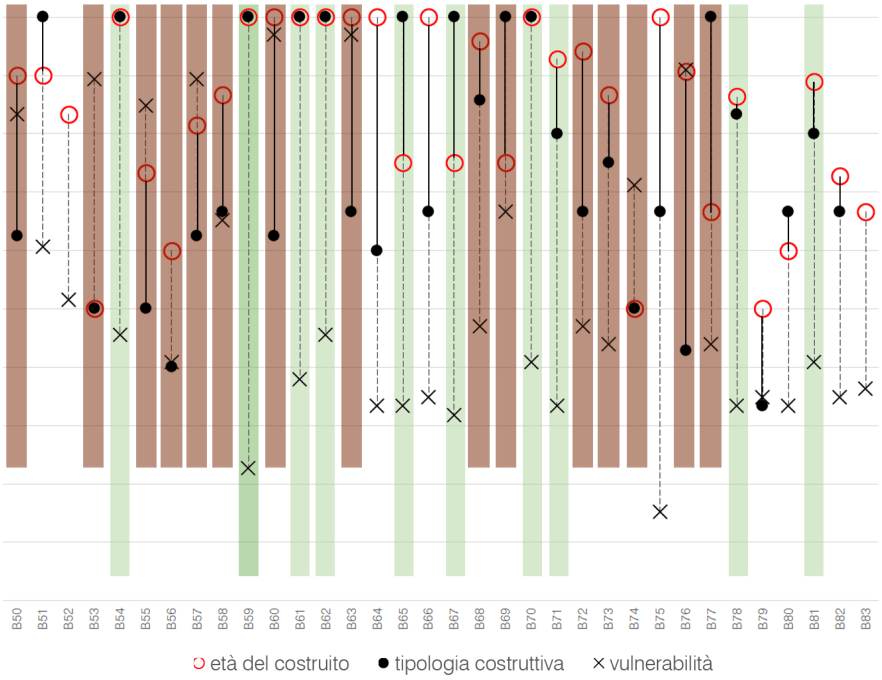


GRAFICO DI CORRELAZIONE DEI DATI SUL COSTRUITO

Correlazione dei dati di Età del Costruito, Caratteri Costruttivi e valore di Vulnerabilità Relativa per singolo aggregato per per il caso di San Gemini

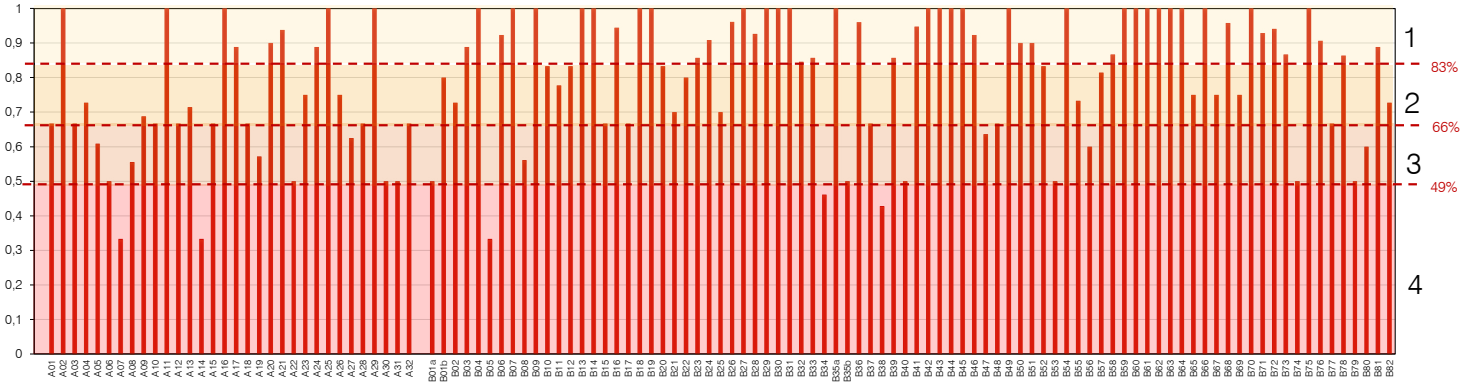




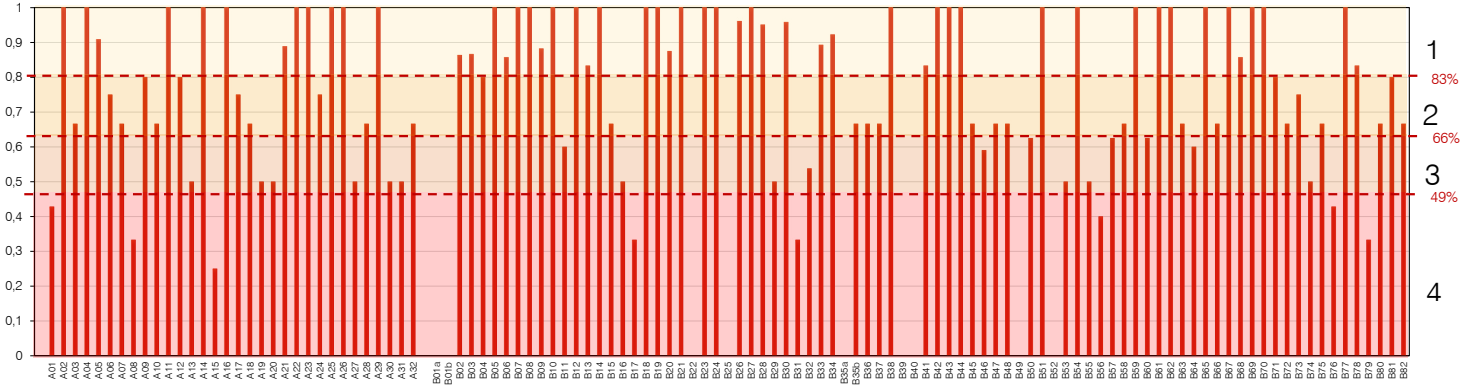
Nel grafico di correlazione dei dati sul costruito, si possono così distinguere due macrocategorie: ad aggregati con elevate percentuali di omogeneità nel dato temporale e costruttivo, corrispondo solitamente valori medio-bassi di vulnerabilità relativa all'interno del tessuto (quelli evidenziati in verde), ad aggregati con anche solo una delle due caratteristiche con percentuali al di sotto dell'75% e con uno scostamento tra i due valori superiore al 25% corrispondo valori medio-alti di vulnerabilità (rosso scuro). Tra i verdi vanno poi evidenziati quelli con un discostamento tra i valori di percentuale omogenea di età costruito e caratteristiche costruttive inferiore al 25%, che hanno valori più alti di vulnerabilità, rispetto a quelli dove entrambi i parametri sono alla percentuale completa (verde chiaro).

	Età del costruito		Caratteri Costruttivi		Vulnerabilità		presenza Str. Strategiche	sovrapposizione altri rischi (rischio idraulico)	presenza luoghi identità (beni culturali e luoghi di relazione)	interferenza infrastrutture strategiche	sistema att economiche	sistema spazi aperti	# fattori	Urgenza	Urgenza normalizzata	Importanza	Importanza normalizzata
A01	67%	2	43%	4	91%	4	si		si	si	si		4	10	9	60	10
A02	100%	1	49%	3	10%	1	si			si			2	5	3	15	3
A03	67%	2	67%	2	10%	1			si	si			2	5	3	15	3
A04	73%	2	100%	1	76%	3				si	si		2	6	4	18	3
A05	61%	3	91%	1	65%	3				si	si		2	7	5	21	4
A06	50%	3	75%	2	79%	4			si	si	si		3	9	8	41	7
A07	33%	4	67%	2	100%	4	si		si	si	si		4	10	9	60	10
A08	56%	3	33%	4	89%	4				si	si	si	3	11	10	50	8
A09	69%	2	80%	2	53%	2	si			si	si	si	4	6	4	36	6
A10	67%	2	67%	2	58%	3			si	si			2	7	5	21	4
A11	100%	1	100%	1	32%	2			si	si			2	4	1	12	2
A12	67%	2	80%	2	95%	4					si	si	2	8	6	24	4
A13	71%	2	50%	3	44%	2				si	si		2	7	5	21	4
A14	33%	4	100%	1	10%	1				si	si		2	6	4	18	3
A15	67%	2	25%	4	92%	4	si		si		si		3	10	9	45	8
A16	100%	1	100%	1	38%	2			si	si	si		3	4	1	18	3
A17	89%	1	75%	2	38%	2				si			1	5	3	8	1
A18	67%	2	67%	2	38%	2				si	si		2	6	4	18	3
A19	57%	3	50%	3	52%	2				si	si		2	8	6	24	4
A20	90%	1	50%	3	36%	2							0	6	4	0	0
A21	94%	1	89%	1	70%	3					si		1	5	3	8	1
A22	50%	3	100%	1	36%	2			si	si			2	6	4	18	3
A23	75%	2	100%	1	35%	2							0	5	3	0	0
A24	89%	1	75%	2	91%	4				si	si		2	7	5	21	4
A25	100%	1	100%	1	39%	2			si				1	4	1	6	1
A26	75%	2	100%	1	23%	1				si	si		2	4	1	12	2
A27	63%	3	50%	3	35%	2				si	si		2	8	6	24	4
A28	67%	2	67%	2	70%	3			si	si	si	si	4	7	5	42	7
A29	100%	1	100%	1	27%	1	si		si	si	si	si	5	3	1	23	4
A30	50%	3	50%	3	10%	1				si	si	si	3	7	5	32	5
A31	50%	3	50%	3	64%	3			si	si		si	3	9	8	41	7
A32	67%	2	67%	2	76%	3			si	si	si		3	7	5	32	5
B01a	50%	3	0%	4	50%	2				si	si		2	9	8	27	5
B01b	80%	2	0%	4	58%	3				si			1	9	8	14	2
B02	73%	2	86%	1	48%	2				si	si		2	5	3	15	3
B03	89%	1	87%	1	21%	1				si	si		2	3	1	9	2
B04	100%	1	80%	2	10%	1			si	si	si		3	4	1	18	3
B05	33%	4	100%	1	26%	1				si			1	6	4	9	2
B06	92%	1	86%	1	74%	3			si		si		2	5	3	15	3
B07	100%	1	100%	1	32%	2				si			1	4	1	6	1
B08	56%	3	100%	1	48%	2					si		1	6	4	9	2
B09	100%	1	88%	1	33%	2					si		1	4	1	6	1
B10	83%	1	100%	1	21%	1					si		1	3	1	5	1
B11	78%	2	60%	3	44%	2			si	si			2	7	5	21	4
B12	83%	1	100%	1	35%	2				si			1	4	1	6	1
B13	100%	1	83%	1	10%	1				si	si		2	3	1	9	2
B14	100%	1	100%	1	45%	2					si		1	4	1	6	1
B15	67%	2	67%	2	26%	1	si		si	si		si	4	5	3	30	5
B16	94%	1	50%	3	55%	3				si		si	2	7	5	21	4
B17	67%	2	33%	4	48%	2	si		si			si	3	8	6	36	6
B18	100%	1	100%	1	15%	1							0	3	1	0	0
B19	100%	1	100%	1	10%	1							0	3	1	0	0
B20	83%	1	88%	1	24%	1							0	3	1	0	0
B21	70%	2	100%	1	48%	2				si			1	5	3	8	1
B22	80%	2	0%	4	11%	1				si			1	7	5	11	2
B23	86%	1	100%	1	11%	1							0	3	1	0	0
B24	91%	1	100%	1	10%	1							0	3	1	0	0
B25	70%	2	0%	4	47%	2				si	si		2	8	6	24	4

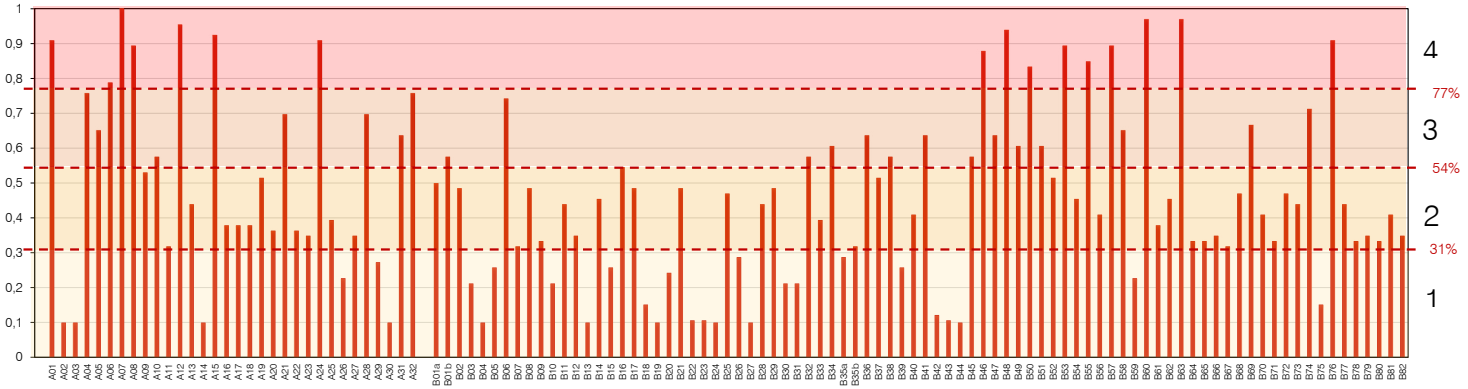
ETÀ DEL COSTRUITO - % OMOGENEA



CARATTERI COSTRUTTIVI - % OMOGENEA

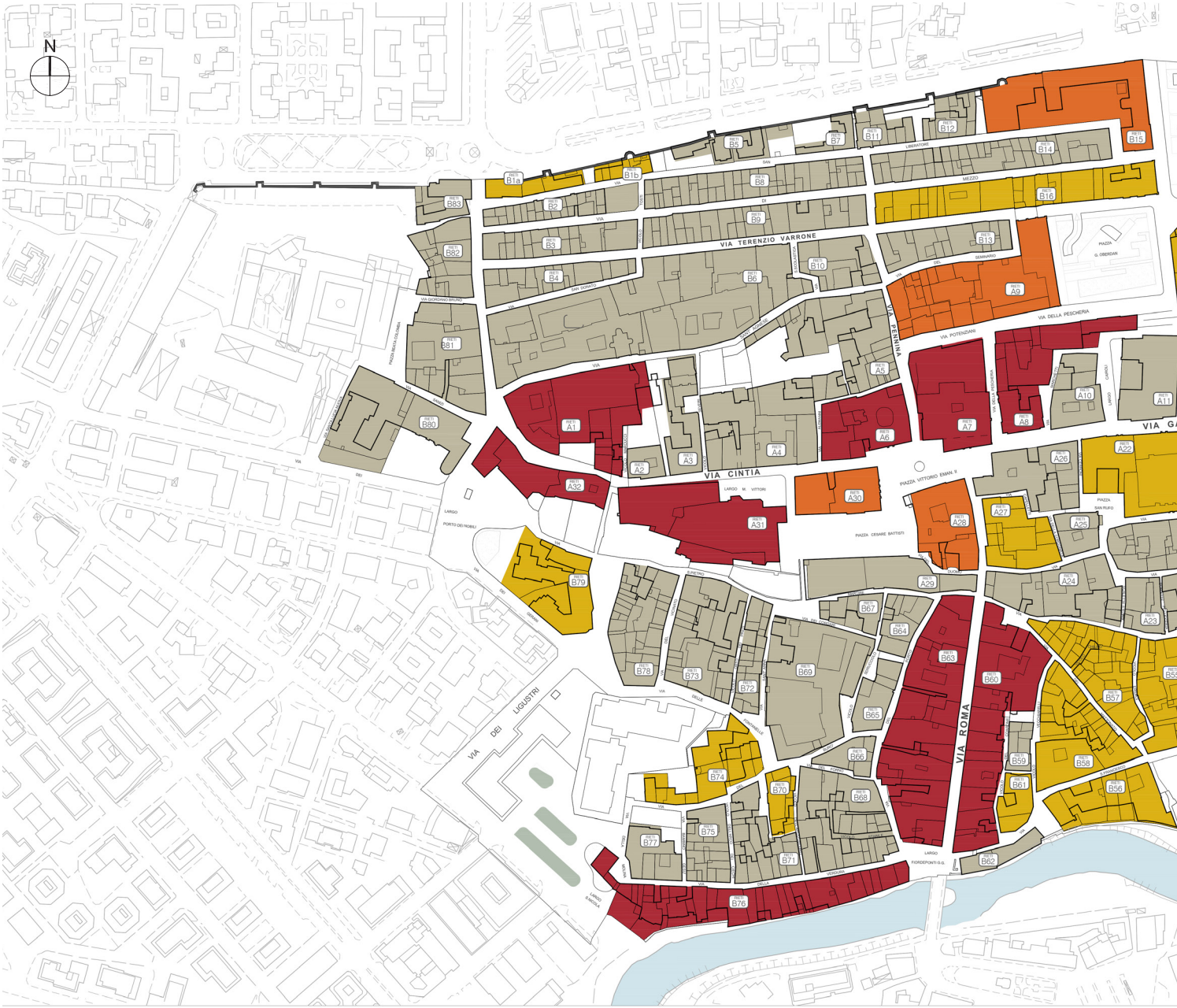


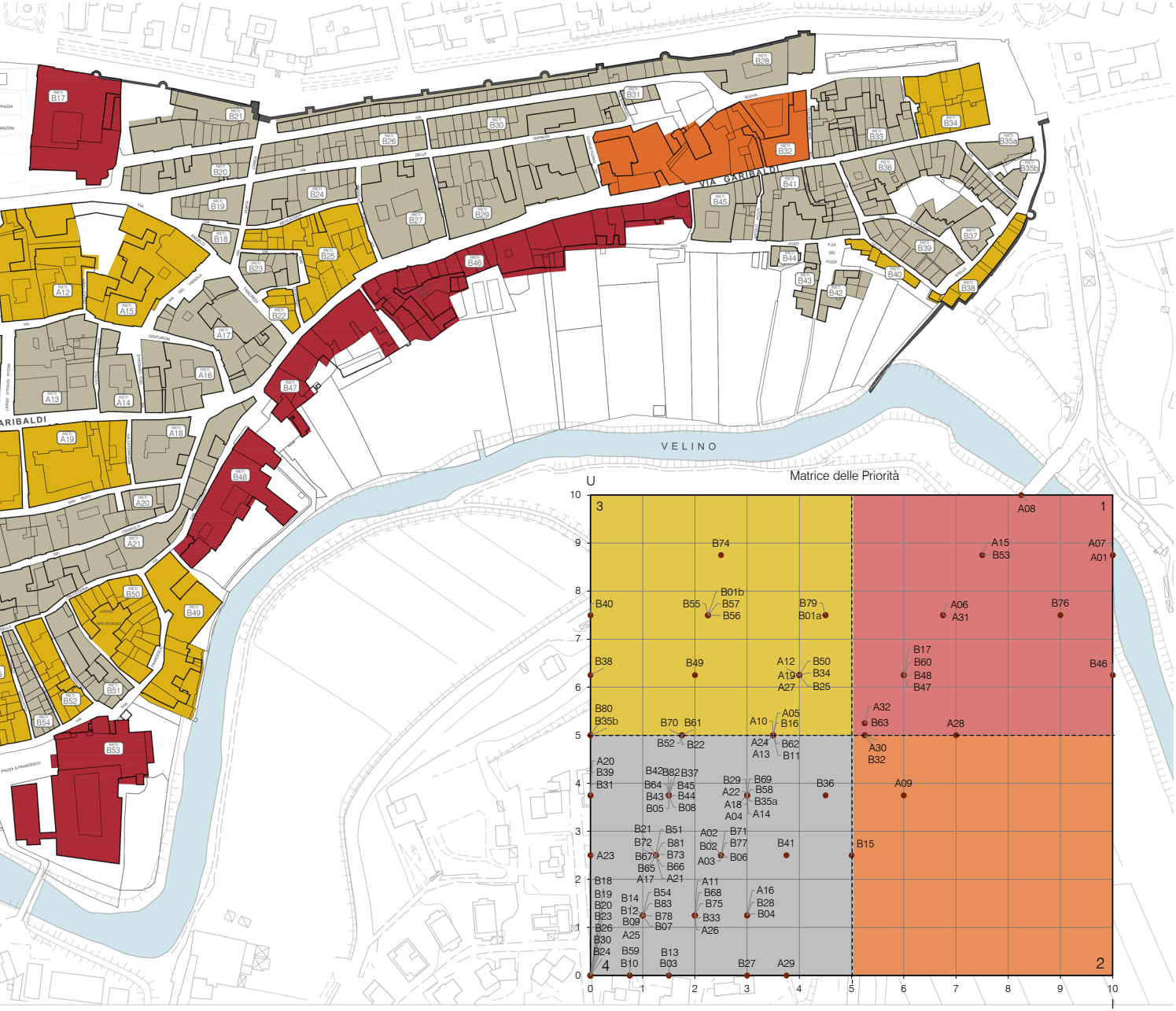
LIVELLO VULNERABILITA' RELATIVO



	Età del costruito		Caratteri Costruttivi		Vulnerabilità		presenza Str. Strategiche	sovrapposizione altri rischi (rischio idraulico)	presenza luoghi identità (beni culturali e luoghi di relazione)	interferenza infrastrutture strategiche	sistema att economiche	sistema spezi aperti	# fattori	Urgenza	Urgenza normalizzata	Importanza	Importanza normalizzata
B26	96%	1	96%	1	29%	1							0	3	1	0	0
B27	100%	1	100%	1	10%	1	si		si	si	si		4	3	1	18	3
B28	93%	1	95%	1	44%	2	si		si	si			3	4	1	18	3
B29	100%	1	50%	3	48%	2				si	si		2	6	4	18	3
B30	100%	1	96%	1	21%	1							0	3	1	0	0
B31	100%	1	0%	4	21%	1							0	6	4	0	0
B32	85%	1	54%	3	58%	3	si		si	si			3	7	5	32	5
B33	86%	1	89%	1	39%	2				si	si		2	4	1	12	2
B34	46%	4	92%	1	61%	3				si	si		2	8	6	24	4
B35a	100%	1	0%	4	29%	1				si	si		2	6	4	18	3
B35b	50%	3	67%	2	32%	2							0	7	5	0	0
B36	96%	1	67%	2	64%	3			si	si	si		3	6	4	27	5
B37	67%	2	67%	2	52%	2			si				1	6	4	9	2
B38	43%	4	100%	1	58%	3							0	8	6	0	0
B39	86%	1	0%	4	26%	1							0	6	4	0	0
B40	50%	3	0%	4	41%	2							0	9	8	0	0
B41	95%	1	83%	1	64%	3	si			si	si		3	5	3	23	4
B42	100%	1	0%	4	12%	1		si					1	6	4	9	2
B43	100%	1	0%	4	11%	1		si					1	6	4	9	2
B44	100%	1	0%	4	10%	1		si					1	6	4	9	2
B45	100%	1	67%	2	58%	3				si			1	6	4	9	2
B46	92%	1	59%	3	88%	4	si	si	si	si	si		5	8	6	60	10
B47	64%	3	67%	2	64%	3		si	si	si			3	8	6	36	6
B48	67%	2	67%	2	94%	4	si	si	si				3	8	6	36	6
B49	100%	1	0%	4	61%	3		si					1	8	6	12	2
B50	90%	1	63%	3	83%	4		si	si				2	8	6	24	4
B51	90%	1	100%	1	61%	3		si					1	5	3	8	1
B52	83%	1	0%	4	52%	2		si					1	7	5	11	2
B53	50%	3	50%	3	89%	4	si	si	si				3	10	9	45	8
B54	100%	1	100%	1	45%	2		si					1	4	1	6	1
B55	73%	2	50%	3	85%	4		si					1	9	8	14	2
B56	60%	3	40%	4	41%	2		si					1	9	8	14	2
B57	81%	2	63%	3	89%	4		si					1	9	8	14	2
B58	87%	1	67%	2	65%	3		si	si				2	6	4	18	3
B59	100%	1	100%	1	23%	1		si					1	3	1	5	1
B60	100%	1	63%	3	97%	4		si	si		si		3	8	6	36	6
B61	100%	1	0%	4	38%	2		si					1	7	5	11	2
B62	100%	1	0%	4	45%	2		si		si			2	7	5	21	4
B63	100%	1	67%	2	97%	4		si	si		si		3	7	5	32	5
B64	100%	1	60%	3	33%	2		si					1	6	4	9	2
B65	75%	2	100%	1	33%	2		si					1	5	3	8	1
B66	100%	1	67%	2	35%	2		si					1	5	3	8	1
B67	75%	2	100%	1	32%	2		si					1	5	3	8	1
B68	96%	1	86%	1	47%	2		si			si		2	4	1	12	2
B69	75%	2	100%	1	67%	3		si	si				2	6	4	18	3
B70	100%	1	0%	4	41%	2		si					1	7	5	11	2
B71	93%	1	80%	2	33%	2		si			si		2	5	3	15	3
B72	94%	1	67%	2	47%	2		si					1	5	3	8	1
B73	87%	1	75%	2	44%	2		si					1	5	3	8	1
B74	50%	3	0%	4	71%	3		si					1	10	9	15	3
B75	100%	1	67%	2	15%	1		si			si		2	4	1	12	2
B76	91%	1	43%	4	91%	4		si	si		si	si	4	9	8	54	9
B77	67%	2	100%	1	44%	2		si				si	2	5	3	15	3
B78	86%	1	83%	1	33%	2		si					1	4	1	6	1
B79	50%	3	0%	4	35%	2		si	si				2	9	8	27	5
B80	60%	3	67%	2	33%	2							0	7	5	0	0
B81	89%	1	80%	2	41%	2					si		1	5	3	8	1
B82	73%	2	67%	2	35%	2					si		1	6	4	9	2
B83	67%	2	0%	4	36%	2					si		1	4	1	6	1

Matrice delle Priorità




VIA GARIBALDI
VELINO
Matrice delle Priorità
U
I
3
1
4
2
A08
A15
B53
A07
A01
B74
B01b
B57
B56
B55
B40
B79
B01a
A06
A31
B76
B17
B60
B48
B47
B46
B38
B49
A12
A19
A27
B50
B34
B25
B80
B35b
B70
B61
B52
B22
A10
A05
B16
A24
A13
B62
B11
A32
B63
A28
A30
B32
A20
B39
B31
B42
B82
B37
B64
B45
B43
B44
B05
B08
B29
A22
A18
A04
B69
B58
B35a
A14
B36
A09
B21
B51
B72
B81
B67
B73
B65
B66
A17
A21
A02
B02
A03
B71
B77
B06
B41
B15
A23
B18
A11
B68
B75
B33
A26
A16
B28
B04
B19
B20
B23
B26
B30
B24
B14
B12
B09
B54
B83
B78
B07
A25
B59
B10
B13
B03
B27
A29

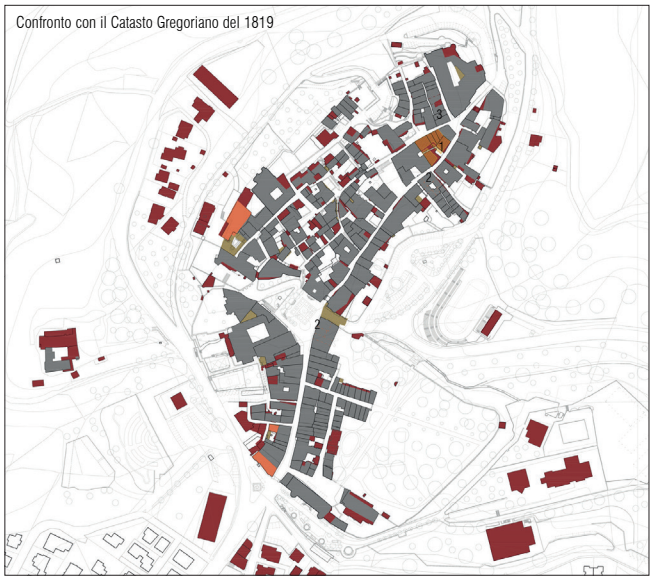
caso studio 2
SAN GEMINI

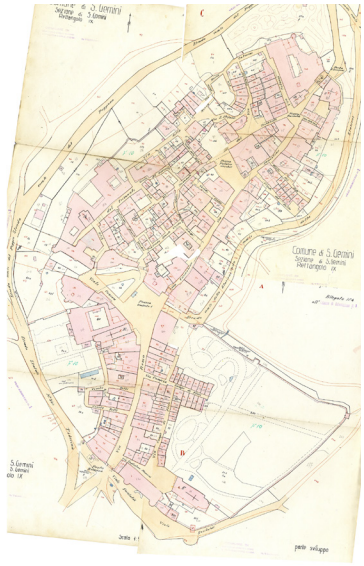


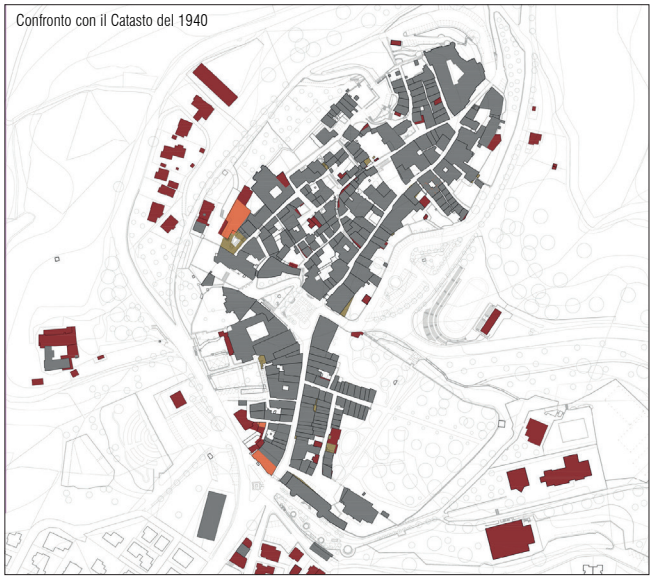


1. Analisi dell'evoluzione urbana
Carta dei confronti dei catasti storici









edificazione
ante catasto in analisi

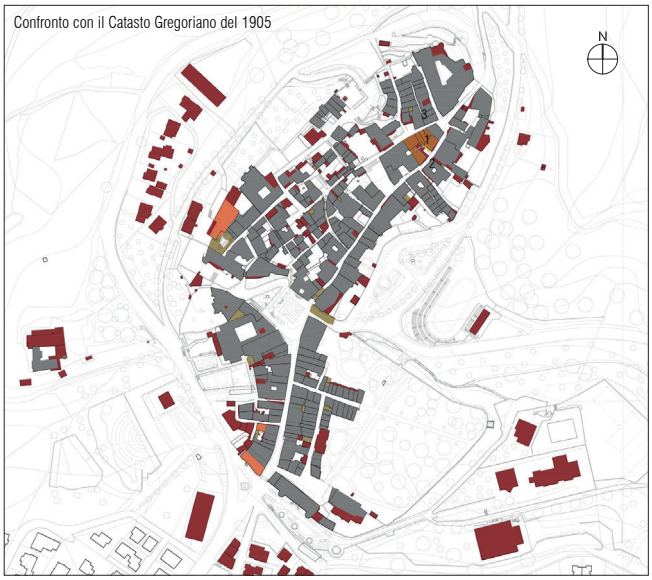
edificazione
post catasto in analisi

demolizioni

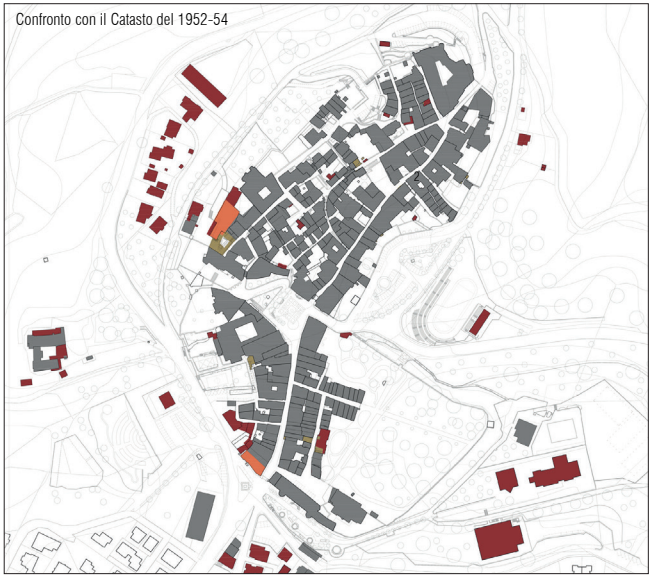
sostituzione
tramite ricostruzione

sostituzione parziale e
nuova costruzione (*)




Confronto con il Catasto Gregoriano del 1905
N




Confronto con il Catasto del 1952-54

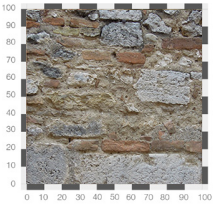
Carta delle Età del Costruito



2. Analisi delle Caratteristiche del Costruito
Carta dei caratteri costruttivi dell'esistente

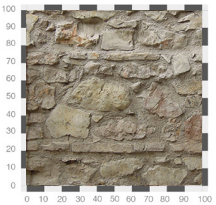


SG.01



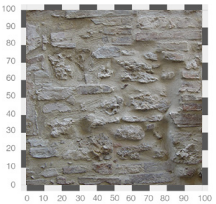
Muratura in pietra grezza senza ricorsi e ordinata nel paramento

SG.02



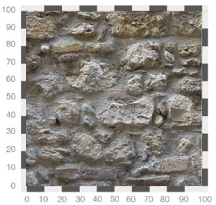
Muratura disordinata con embrici e calcari

SG.03



Muratura disordinata con embrici e calcari

SG.04



Muratura disordinata con embrici e calcari

SEZIONE 1: Identificazione Tipologia

Posizione tipologia nel contesto urbano [%]

		SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
ISOLATA		-	-	-	-
IN AGGREGATO		100%	100%	100%	100%
	in adiacenza	5%	5%	5%	5%
	in connessione	95%	95%	95%	95%



SEZIONE 2: Dati metrici

	SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
Piani Totali compresi interrati [n°]	2 ÷ 4	3 ÷ 4	3 ÷ 5	1 ÷ 3
Altezza media di piano [m]	2,50 ÷ 3,49	3,50 ÷ 5,00	3,50 ÷ 5,00	2,50 ÷ 3,50
Altezza media di piano terra [m]	≤ 2,50	3,50 ÷ 5,00	3,50 ÷ 5,00	2,50 ÷ 3,50
Piani interrati [n°]	0	1	1 ÷ 2	1
Superficie media di piano [mq]	50 ÷ 70	70 ÷ 100	70 ÷ 170	50 ÷ 100
Età della costruzione	≤ 1860	≤ 1860	≤ 1860	≤ 1860
Uso prevalente	Abitativo	Abitativo	Abitativo	Abitativo
		Commercio	Commercio	Commercio
		Uffici	Uffici	Uffici

SEZIONE 3.1: Caratterizzazione tipologica MURATURA

Caratteristiche MURATURA:

					SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
A 1.1	MURATURA IRREGOLARE	Pietra arrotondata	Senza ricorsi	Ciottoli con tessitura disordinata nel parametro				
A 1.2				Ciottoli con tessitura ordinata nel parametro				
A 1.3			Con ricorsi	Ciottoli e mattoni				
A 1.4				Ciottoli e mattoni con ricorsi in laterizio				
A 2.1		Pietra grezza	Senza ricorsi	Pietrame con tessitura disordinata nel parametro				
A 2.2				Pietrame con tessitura ordinata nel parametro	X			
A 2.3			Con ricorsi	Muratura disordinata con embrici e calcare		X	X	X
A 2.4				Pietrame con ricorsi in laterizio				
B 1.1	MURATURA SBOZZATA	Pietra Lastriforme	Senza ricorsi					
B 1.2			Con ricorsi					
B 2.1		Pietra pseudo regolare	Senza ricorsi					
B 2.2			Con ricorsi					
C 1.1	MURATURA REGOLARE	Pietra squadrata	Senza ricorsi					
C 1.2			Con ricorsi					
C 2.0		Mattoni						

Informazioni aggiuntive muratura:



	SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
Presenza muratura a sacco	SI	NO	SI	SI
Presenza catene o cordoli (% nella tipologia)	-	60%	70%	60%
Collegamento trasversale	NO	SI	SI	SI
Presenza di speroni/contrafforti	SI	SI	SI	SI
Spessore medioprevalente Pareti Piano Terra	60 cm	80 cm	75 cm	75 cm
Interasse medioprevalente Pareti	4,00 m	5,00 m	5,00 m	5,00 m

Caratteristiche SOLAI:



			SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
S 1.1	SOLETTA DEFORMABILE	Solaio in legno con mezzane	X	X		X
S 1.2		Solaio in legno con tavolato singolo	X	X	X	
S 1.3		Solaio con travi di ferro a voltine			X	X
S 2.1	SOLETTA SEMIRIGIDA	Solaio in legno con doppio tavolato				
S 2.2		Solaio prefabbricato del tipo SAP				
S 2.3		Solaio in ferro e tavelloni				
S 3.1	SOLETTA RIGIDA	Solaio in cemento armato a soletta piena				
S 3.2		Solaio in cemento armato a travetti prefabbricati				
S 3.3		Solaio latero-cemento gettato in opera				

Caratteristiche VOLTE:



	SG 01		SG 02		SG 03		SG 04	
	PT	PI	PT	PI	PT	PI	PT	PI
VOLTA A BOTTE	5%		80%		40%		40	
VOLTA A BOTTE CON LUNETTE								
VOLTA A BOTTE CON TESTE A PADIGLIONE								
VOLTA A SPECCHIO O A SCHIFO			70%		20%			
VOLTA A PADIGLIONE								
VOLTA A CROCIERA			20%		20%		20%	
VOLTA A VELA								
VOLTA A IMBUTO O VENTAGLIO SU PIANTA QUADRATA								

Malta:

	SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
TIPO	Calce; argilla	Calce; argilla	Calce; argilla	Calce; argilla
CONDIZIONI	Medie	Buone	Cattive	Cattive

Portici, logge, cavedi

(% nella tipologia)



	SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
PORTICI	-	-	-	-
LOGGE	-	X (10%)	-	-
CAVEDI	X (90%)	X (60%)	-	-

SEZIONE 1: Identificazione Tipologia

Copertura:



	SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
FORMA	Falde inclinate	Falde inclinate	Falde inclinate (90%) Terrazzo praticabile (10%)	Falde inclinate (90%) Terrazzo praticabile (10%)
TIPO	Leggera (10%) Pesante (90%)	Leggera	Leggera (45%) Pesante (55%)	Leggera (45%) Pesante (55%)
MATERIALE	Legno (10%) Cemento Armato (90%)	Legno (80%) Cemento Armato (20%)	Legno (50%) Cemento Armato (50%)	Legno (50%) Cemento Armato (50%)
SPINGENTE	NO	NO	NO	NO

Aperture in facciata:

(% sulla superficie della facciata)



SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
20 ÷ 29 %	30 ÷ 50 %	20 ÷ 29 %	20 ÷ 29 %

Regolarità:



	SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
PIANTA	Mediamente regolare	Mediamente regolare, irregolare	Mediamente regolare	Mediamente regolare
ELEVAZIONE	Mediamente regolare	Regolare	Mediamente regolare	Mediamente regolare

Interventi strutturali della tipologia:

ANNO		SG 01 1978 - 1985	SG 02 1960 - 1990	SG 03 1960 - 1990	SG 04 1960 - 1990
INTERVENTI TIPICI	A Interventi locali	X (60%)	X (50%)		
	B Miglioramento sismico	X (40%)	X (50%)		
	C Adeguamento sismico	-	-		

Aperture piano terra

(% sulla superficie della facciata al PT)



SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
30 ÷ 50 %	30 ÷ 50 %	30 ÷ 50 %	20 ÷ 30 %

Stato di conservazione:



	SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
SdC d'insieme	Buono	Buono	Buono	Medio
SdC strutture verticali	Buono	Buono	Buono	Medio
SdC strutture orizzontali	Buono	Buono	Buono	Medio
SdC elementi non strutturali	Buono	Buono	Buono	Medio

Tipologie di scale:



	SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
Scale a soletta rampante				
Scale con travi a ginocchio e gradino a sbalzo				
Scale con gradini a sbalzo				
Scale in legno	X			
Scale su volta rampante		X	X	X

Fondazioni:

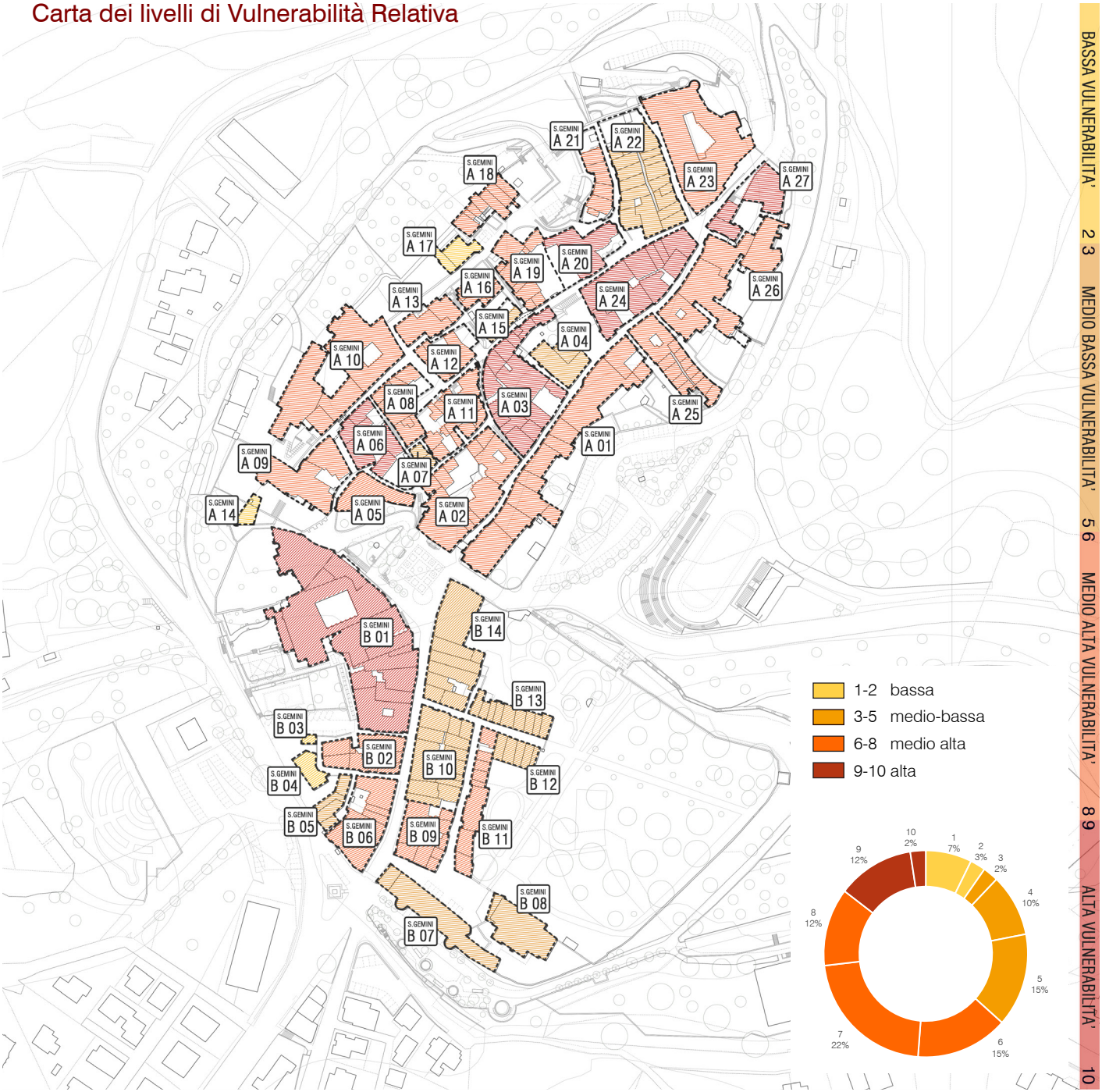


	SG 01	SG 02	SG 03	SG 04
Fondazione superficiale continua in petrame e blocchi squadrati	X	X	X	X
Fondazione profonda in pietrame e blocchi squadrati			X	X
Fondazione su archivi rovesci			X	X

3. Analisi di vulnerabilità
Carta delle vulnerabilità di tessuto



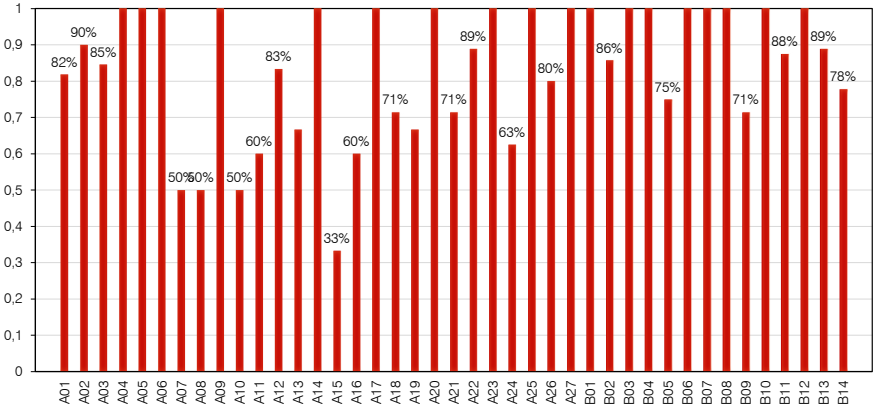
Carta dei livelli di Vulnerabilità Relativa



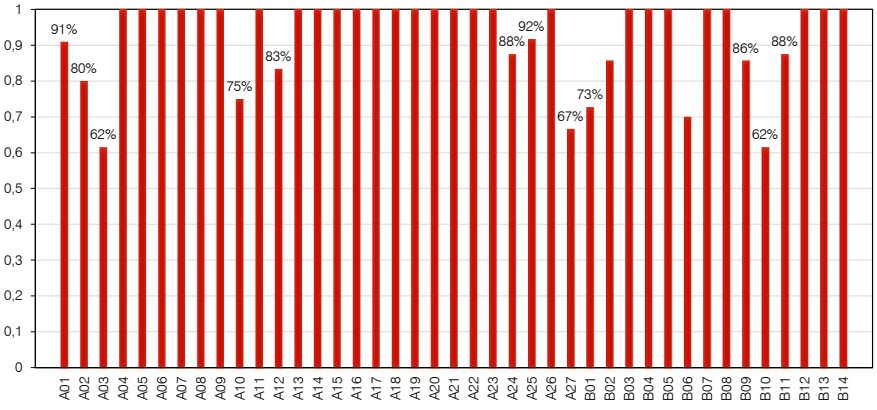
4. Classificazione dell'ambiente costruito

aggregato	età del costruito		tipologia costruttiva		vulnerabilità	
	età prevalente	% prevalente	tip prevalente	% prevalente	livello relativo	
A01	1818	82%	SG.02	91%	7	70%
A02	1818	90%	SG.02	80%	8	80%
A03	1818	85%	SG.01	62%	10	100%
A04	1818	100%	SG.02	100%	5	50%
A05	1818	100%	SG.02	100%	5	50%
A06	1818	100%	SG.02	100%	9	90%
A07	1942	50%	SG.01	100%	6	60%
A08	1942	50%	SG.02	100%	7	70%
A09	1818	100%	SG.02	100%	5	50%
A10	2000	50%	altro	75%	7	70%
A11	1818	60%	SG.01	100%	8	80%
A12	1818	83%	SG.01	83%	7	70%
A13	1818	67%	SG.02	100%	6	60%
A14	1942	100%	SG.02	100%	1	10%
A15	1818	33%	SG.01	100%	6	60%
A16	1818	60%	SG.01	100%	6	60%
A17	1954	100%	altro	100%	1	10%
A18	1818	71%	SG.01	100%	6	60%
A19	1818	67%	SG.01	100%	7	70%
A20	1818	100%	SG.02	100%	9	90%
A21	1818	71%	SG.01	100%	7	70%
A22	1818	89%	SG.01	100%	5	50%
A23	1818	100%	altro	100%	8	80%
A24	1942	63%	SG.02	88%	9	90%
A25	1818	100%	SG.01	92%	8	80%
A26	1818	80%	SG.02	100%	8	80%
A27	1818	100%	SG.01	67%	9	90%
B01	1818	100%	SG.03	73%	9	90%
B02	1818	86%	SG.03	86%	7	70%
B03	1942	100%	altro	100%	1	10%
B04	1960	100%	altro	100%	2	20%
B05	1960	75%	altro	100%	5	50%
B06	1818	100%	SG.03	70%	7	70%
B07	1818	100%	SG.03	70%	3	30%
B08	1818	100%	altro	100%	5	50%
B09	1818	71%	SG.04	86%	6	60%
B10	1818	100%	SG.04	62%	6	60%
B11	1818	88%	SG.04	88%	6	60%
B12	1818	100%	SG.04	100%	4	40%
B13	1818	89%	SG.04	100%	4	40%
B14	1818	78%	SG.03	100%	4	40%
min		33%		62%		10%
max		100%		100%		100%
range		17%		10%		23%

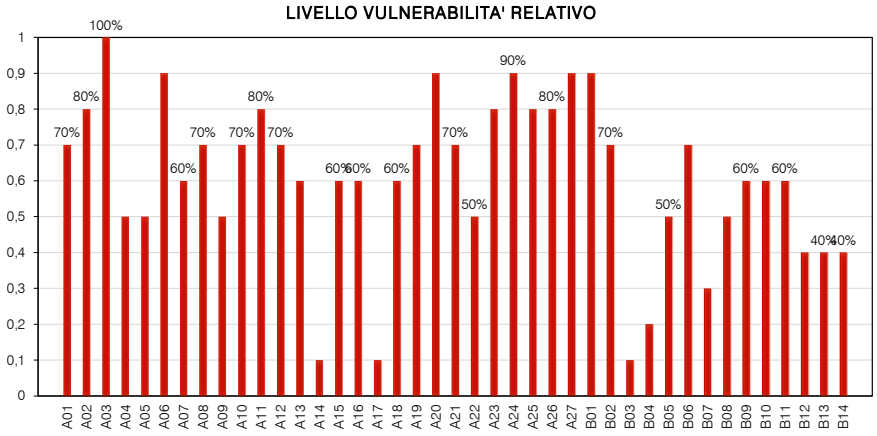
ETÀ DEL COSTRUITO - % OMOGENEA



CARATTERI COSTRUTTIVI - % OMOGENEA



LIVELLO VULNERABILITA' RELATIVO

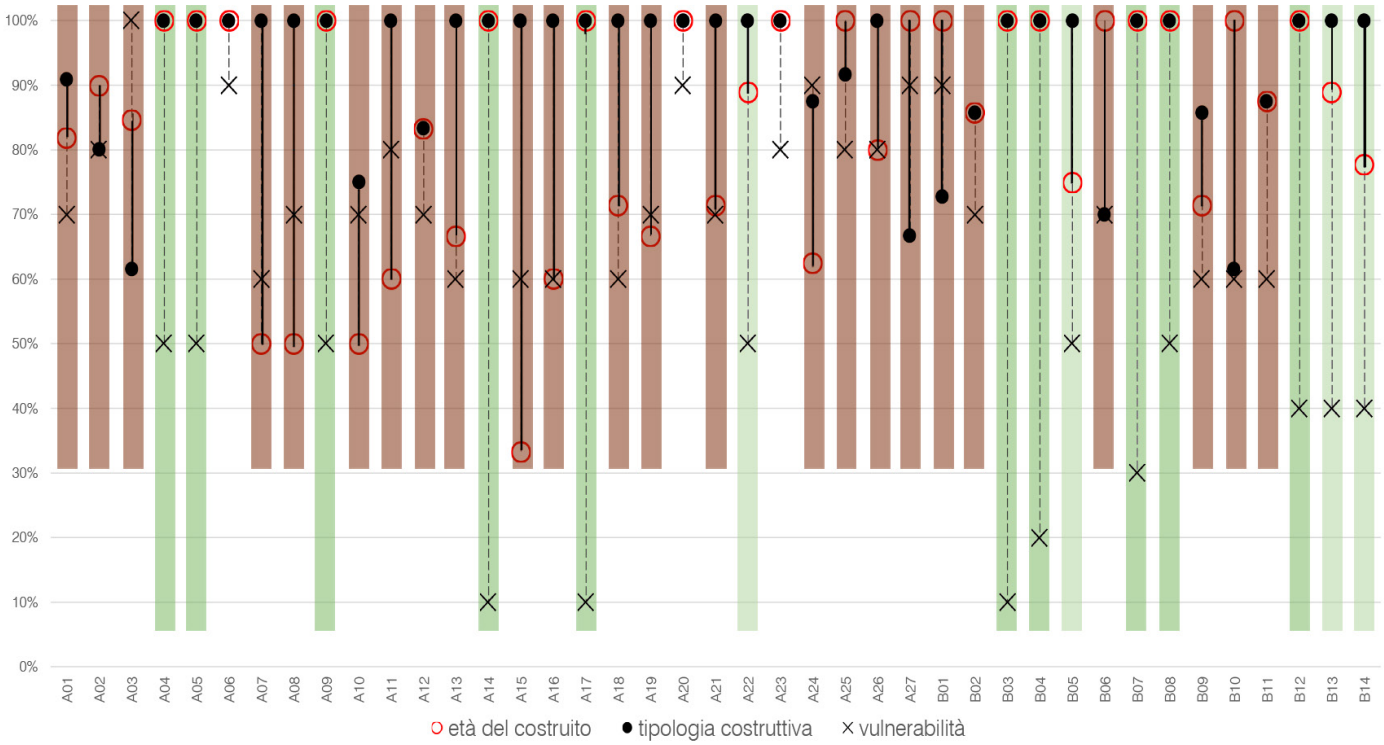


Nel grafico di correlazione dei dati sul costruito, si possono così distinguere due macrocategorie: ad aggregati con elevate percentuali di omogeneità nel dato temporale e costruttivo, corrispondo solitamente valori medio-bassi di vulnerabilità relativa all'interno del tessuto (quelli evidenziati in verde), ad aggregati con anche solo una delle due caratteristiche con percentuali al di sotto dell'75% e con uno scostamento tra i due valori superiore al 25% corrispondo valori medio-alti di vulnerabilità (rosso scuro). Tra i verdi vanno poi evidenziati quelli con un discostamento tra i valori di percentuale omogenea di età costruito e caratteristiche costruttive inferiore al 25% con uno dei due sempre al 100%, che hanno valori più alti di vulnerabilità, rispetto a quelli dove entrambi i parametri sono alla percentuale completa (verde chiaro).

Ovviamente sono presenti alcune esclusioni e particolarità, specialmente in aggregati comprendenti strutture tipologiche particolari o specialistiche, come il caso ad esempio dell'aggregato A20 che si aggrappa alle mura di cinta, A23 interamente costituito dal monastero.

GRAFICO DI CORRELAZIONE DEI DATI SUL COSTRUITO

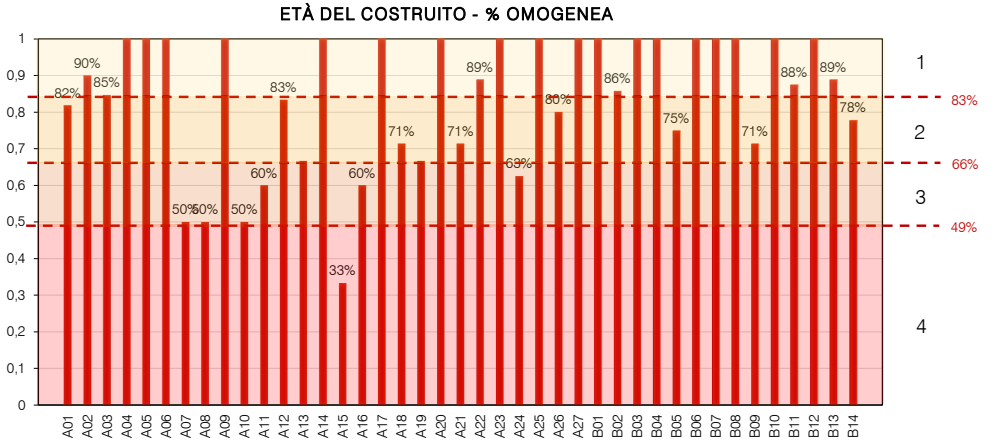
Correlazione dei dati di Età del Costruito, Caratteri Costruttivi e valore di Vulnerabilità Relativa per singolo aggregato per per il caso di San Gemini

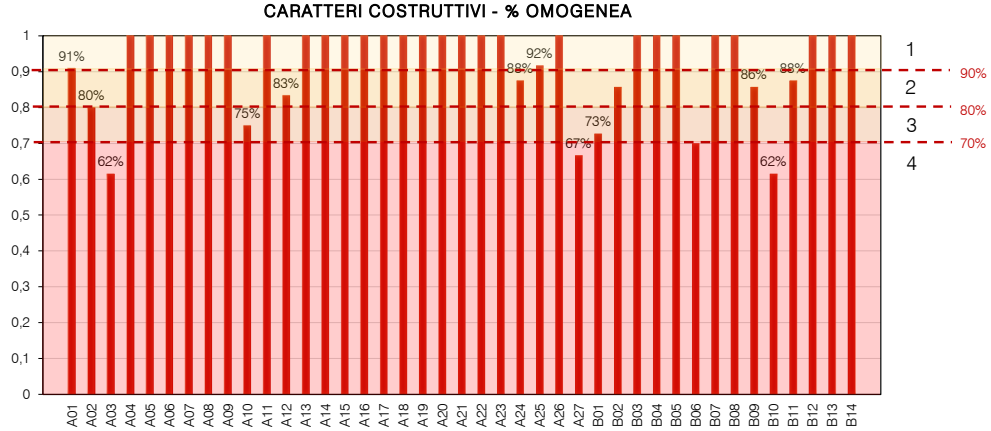


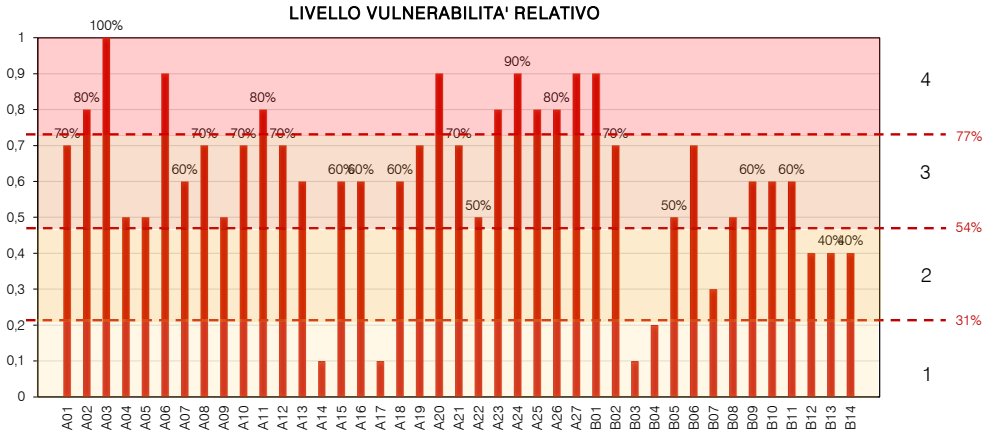
	Età del costruito		Caratteri Costruttivi		Vulnerabilità	
A01	82%	2	91%	1	70%	3
A02	90%	1	80%	3	80%	4
A03	85%	1	62%	4	100%	4
A04	100%	1	100%	1	50%	2
A05	100%	1	100%	1	50%	2
A06	100%	1	100%	1	90%	4
A07	50%	3	100%	1	60%	3
A08	50%	3	100%	1	70%	3
A09	100%	1	100%	1	50%	2
A10	50%	3	75%	3	70%	3
A11	60%	3	100%	1	80%	4
A12	83%	1	83%	2	70%	3
A13	67%	2	100%	1	60%	3
A14	100%	1	100%	1	10%	1
A15	33%	4	100%	1	60%	3
A16	60%	3	100%	1	60%	3
A17	100%	1	100%	1	10%	1
A18	71%	2	100%	1	60%	3
A19	67%	2	100%	1	70%	3
A20	100%	1	100%	1	90%	4
A21	71%	2	100%	1	70%	3
A22	89%	1	100%	1	50%	2
A23	100%	1	100%	1	80%	4
A24	63%	3	88%	2	90%	4
A25	100%	1	92%	1	80%	4
A26	80%	2	100%	1	80%	4
A27	100%	1	67%	4	90%	4
B01	100%	1	73%	3	90%	4
B02	86%	1	86%	2	70%	3
B03	100%	1	100%	1	10%	1
B04	100%	1	100%	1	20%	1
B05	75%	2	100%	1	50%	2
B06	100%	1	70%	0	70%	3
B07	100%	1	100%	1	30%	1
B08	100%	1	100%	1	50%	2
B09	71%	2	86%	2	60%	3
B10	100%	1	62%	4	60%	3
B11	88%	1	88%	2	60%	3
B12	100%	1	100%	1	40%	2
B13	89%	1	100%	1	40%	2
B14	78%	2	100%	1	40%	2

	presenza Str. Strategiche	sovrapposizione altri rischi	presenza luoghi identità	interferenza infrastrutture strategiche	sistema att economiche	sistema spazi aperti	# fattori
A01			si	si	si	si	4
A02	si		si	si	si	si	5
A03				si	si		2
A04			si	si	si		3
A05			si				1
A06							0
A07							0
A08							0
A09			si				1
A10	si						1
A11							0
A12							0
A13							0
A14							0
A15							0
A16							0
A17							0
A18							0
A19							0
A20			si				1
A21							0
A22							0
A23	si			si			2
A24	si		si	si	si		4
A25				si	si		2
A26				si	si		2
A27				si			1
B01	si	si	si	si	si	si	6
B02		si		si	si		3
B03		si					1
B04		si					1
B05		si					1
B06		si		si	si		3
B07	si	si	si	si	si		5
B08			si				1
B09		si	si	si	si		4
B10		si		si	si		3
B11		si	si	si		si	4
B12		si				si	2
B13		si				si	2
B14		si	si	si	si	si	5

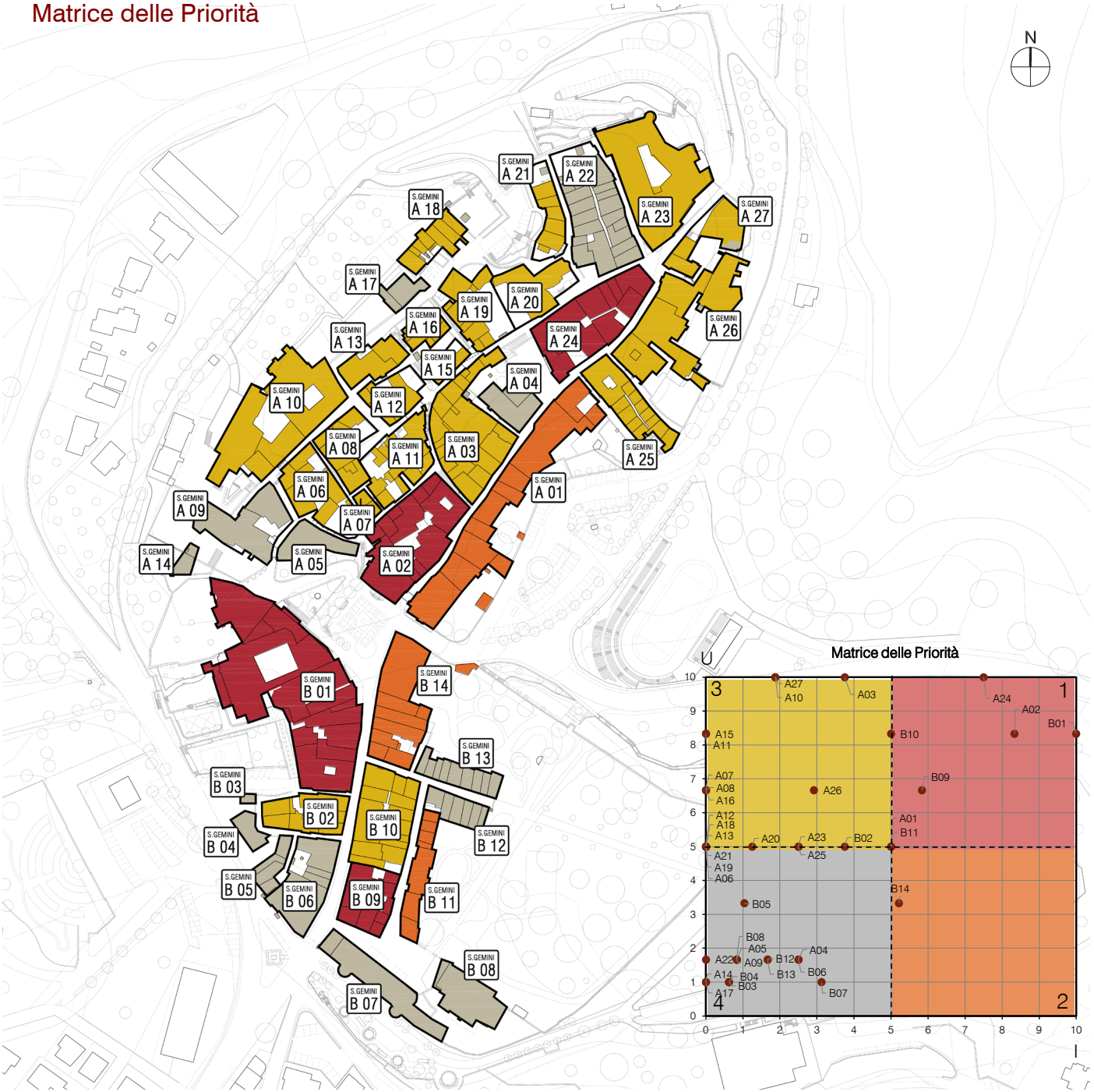
	Urgenza	Urgenza normalizzata	Importanza	Importanza normalizzata
A01	6	**5**	36	**5**
A02	8	**8**	60	**8**
A03	9	**10**	27	**4**
A04	4	**2**	18	**3**
A05	4	**2**	6	**1**
A06	6	**5**	0	**0**
A07	7	**7**	0	**0**
A08	7	**7**	0	**0**
A09	4	**2**	6	**1**
A10	9	**10**	14	**2**
A11	8	**8**	0	**0**
A12	6	**5**	0	**0**
A13	6	**5**	0	**0**
A14	3	**1**	0	**0**
A15	8	**8**	0	**0**
A16	7	**7**	0	**0**
A17	3	**1**	0	**0**
A18	6	**5**	0	**0**
A19	6	**5**	0	**0**
A20	6	**5**	9	**1**
A21	6	**5**	0	**0**
A22	4	**2**	0	**0**
A23	6	**5**	18	**3**
A24	9	**10**	54	**8**
A25	6	**5**	18	**3**
A26	7	**7**	21	**3**
A27	9	**10**	14	**2**
B01	8	**8**	72	**10**
B02	6	**5**	27	**4**
B03	3	**1**	5	**1**
B04	3	**1**	5	**1**
B05	5	**3**	8	**1**
B06	4	**2**	18	**3**
B07	3	**1**	23	**3**
B08	4	**2**	6	**1**
B09	7	**7**	42	**6**
B10	8	**8**	36	**5**
B11	6	**5**	36	**5**
B12	4	**2**	12	**2**
B13	4	**2**	12	**2**
B14	5	**3**	38	**5**


ETÀ DEL COSTRUITO - % OMOGENEA
1
2
3
4
83%
66%
49%


CARATTERI COSTRUTTIVI - % OMOGENEA
1
2
3
4
90%
80%
70%


LIVELLO VULNERABILITA' RELATIVO
4
3
2
1
77%
54%
31%

Matrice delle Priorità



Norme di riferimento

Sono stati recepiti, per le analisi di cui in seguito, i principi e le regole riportate nelle normative seguenti:

- Decreto Ministeriale 14 gennaio 2008 - “Norme tecniche per le Costruzioni”
- C.S.LL.PP, 2009. Circolare 2 febbraio 2009 n. 617
- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n.3274
- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n.3431
- Ordinanza Presidente del Consiglio dei Ministri n.3362

Descrizione del modello

Primo passo - definizione di sensibilità del modello strutturale

1: tetto strutturale/pareti trasversali unite

- maschi murari di 10 m con pareti innestate che si rompono come unico pannello -

2: tetto strutturale/pareti trasversali divise - soluzione ottimale -

3: tetto non strutturale/pareti trasversali unite/solai piani di copertura

- congruenza modello/realtà basso -

4: nessun tetto/pareti trasversali unite/solai piani di copertura

- congruenza modello/realtà basso -

5: tetto non strutturale -

- congruenza modello/realtà basso -

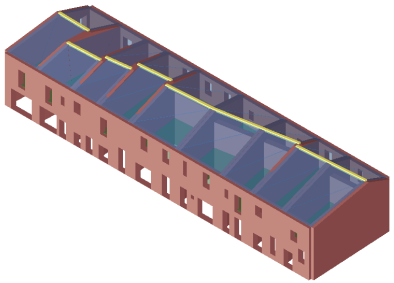
Secondo passo - definizione dei dettagli costruttivi del modello strutturale

0: Modello privo di cordoli e travi

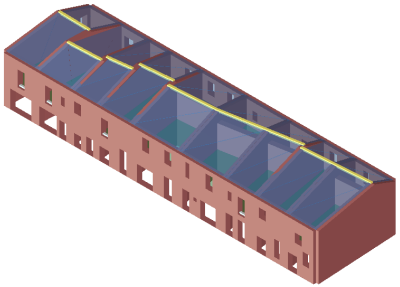
1: Modello con cordoli in c.a. al 1 livello

2: Modello con cordoli e travi in c.a. al 1 e 2 livello

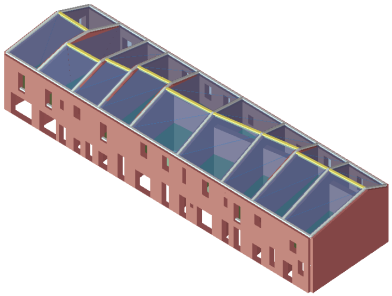
3: Modello con cordoli in c.a. al 1 livello e travi in legno al 2 livello



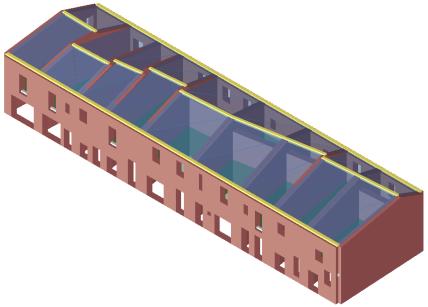
0



1



2

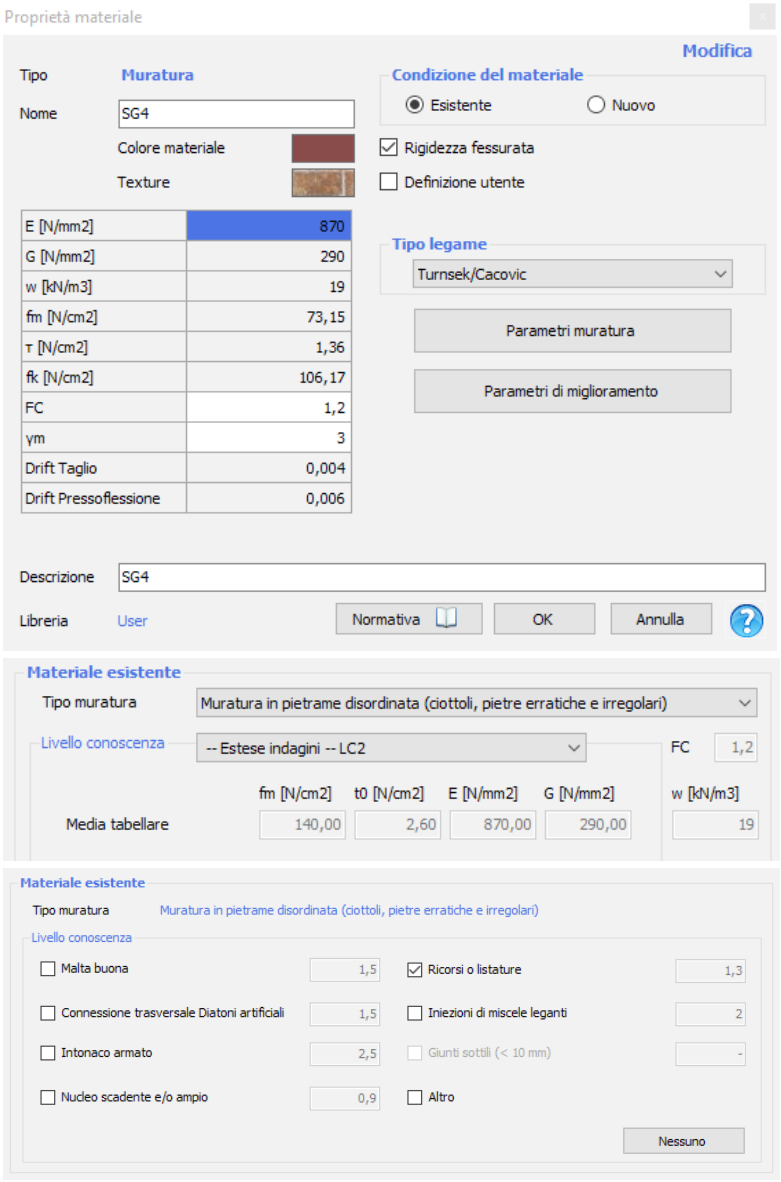


3

1.Materiali

Muratura

Nome	E [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fm [N/cm2]	T/fvm0 [N/cm2]
SG4	870,00	290,00	19	60,96	1,13

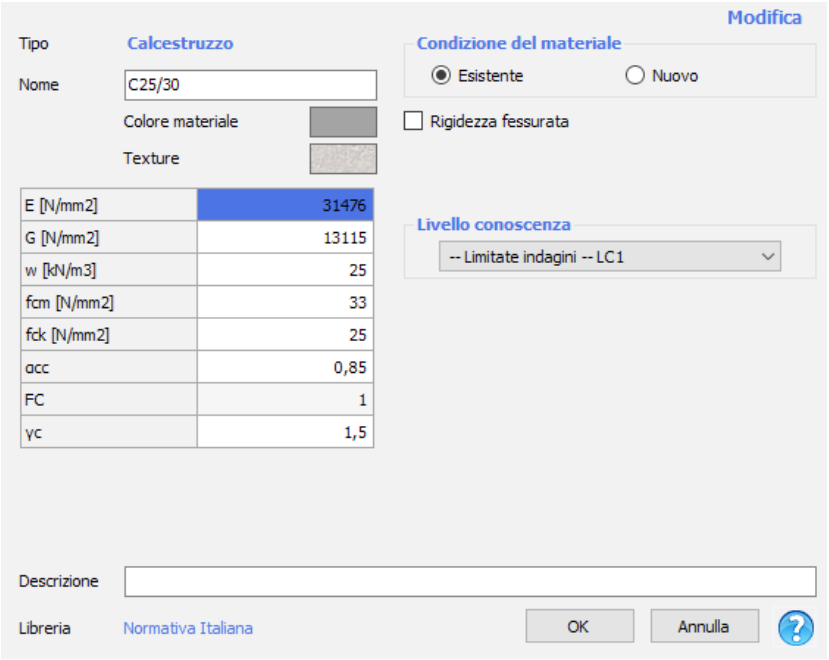


Acciaio armatura

Nome	E [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fym [N/mm2]	fyk [N/mm2]
B450	206.000,00	79.231,00	79	484,00	450,00

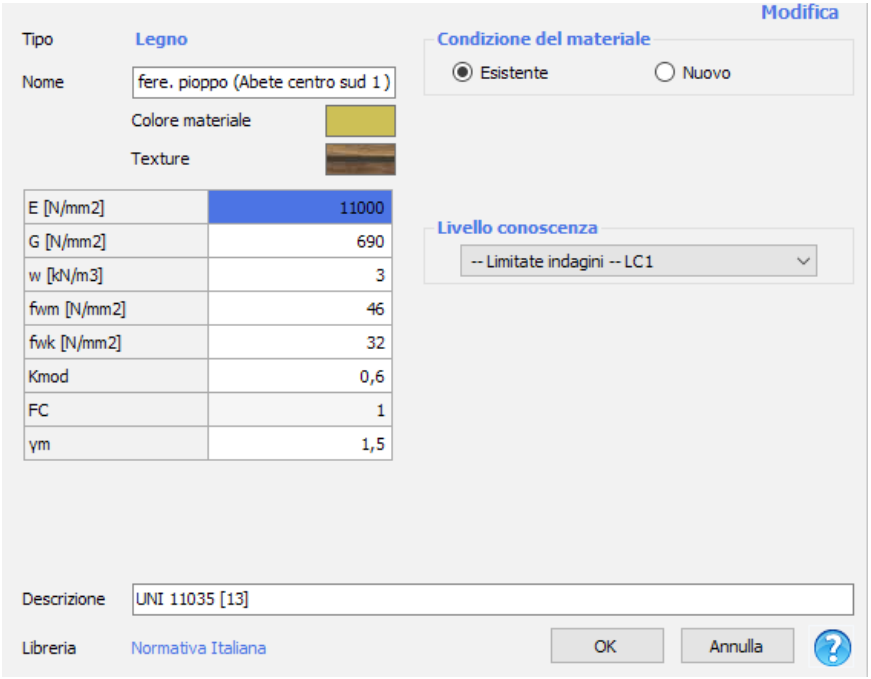
Calcestruzzo

Nome	E [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fcm [N/mm2]	fck [N/mm2]
C25/30	31.476,00	13.115,00	25	33,00	25,00



Legno

Nome	E [N/mm2]	G [N/mm2]	Peso specifico [kN/m3]	fwm [N/mm2]	fwk [N/mm2]
ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	11.000,00	690,00	3	46,00	32,00



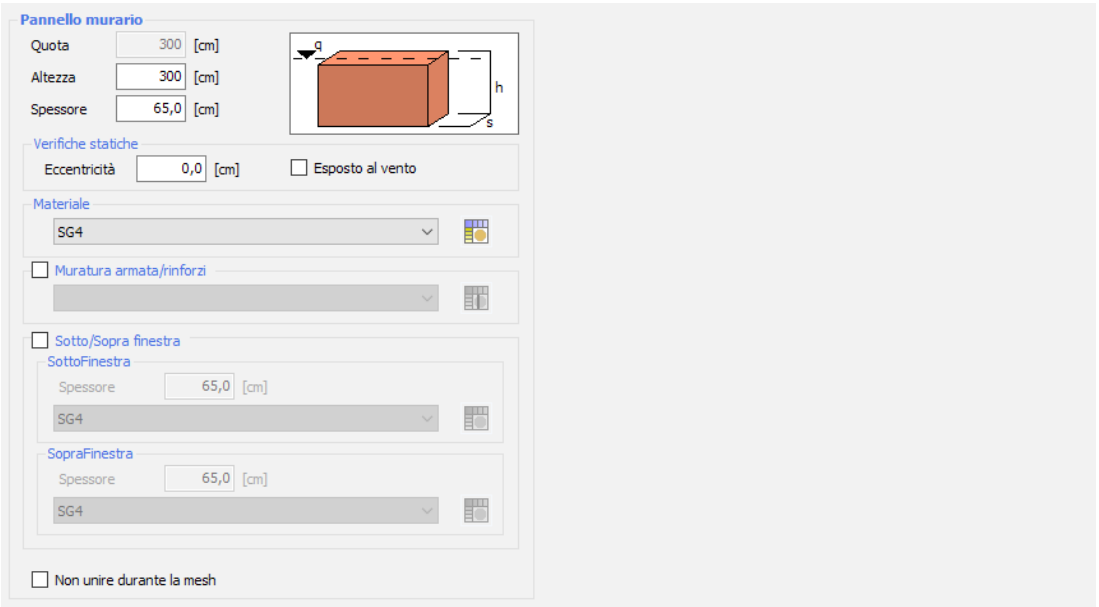
2. Elementi di struttura

2.1. Pannelli murari

Modello 0

Pannello murario

N.	Parete	Materiale	Rinforzo	Quota [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]
1	1	SG4	-	300	300	65,0
...						

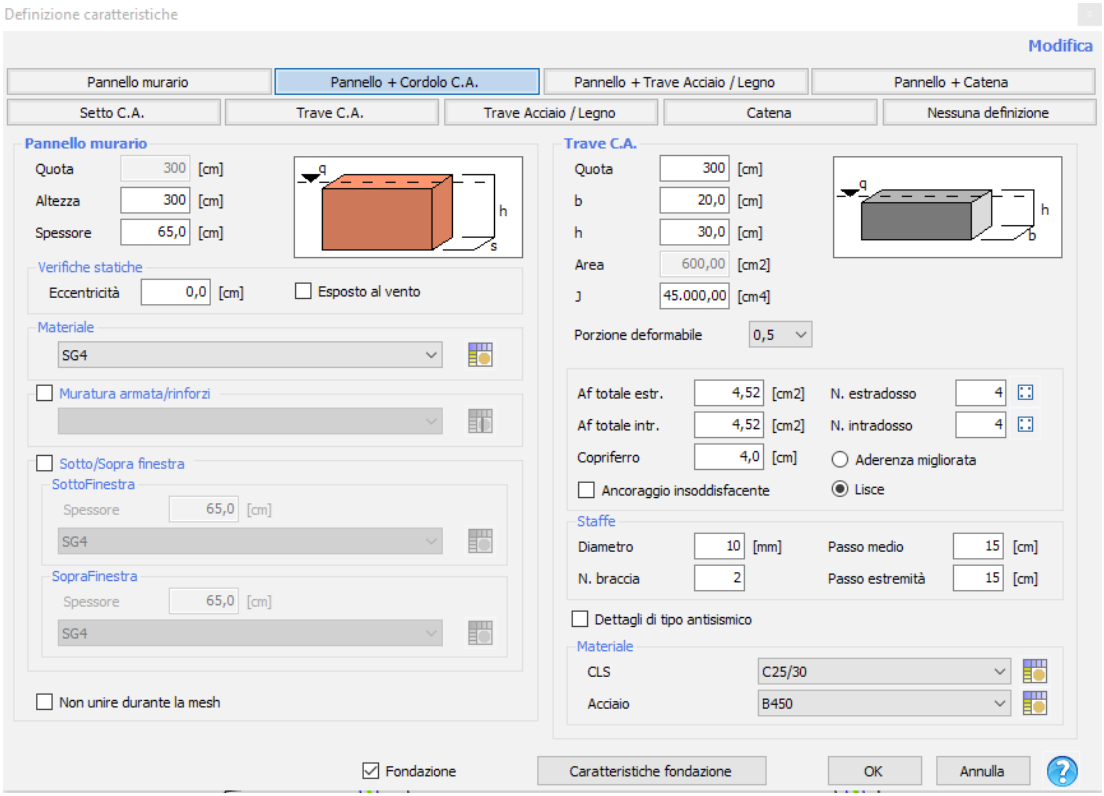


Modello 1/2/3

Livello 1
Pannello + Cordolo C.A.

N.	Parete	Materiale pannello	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale calcestruzzo	Materiale acciaio	Quota cordolo [cm]	Base sezione [cm]	Altezza sezione [cm]
1	1	SG4	300	300,0	65,0	C25/30	B450	300	20,0	30,0
...										

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	Af intrad. [cm2]	Af estrad. [cm2]	N. barre intrad.	N. barre Estrad.	Copriferro [cm]	Passo staffe [cm]	Area staffe [cm2]	Porzione deformabile
1	1	600,00		4,52	4,52	4	4	4,0	15	1,57	0,50
...											

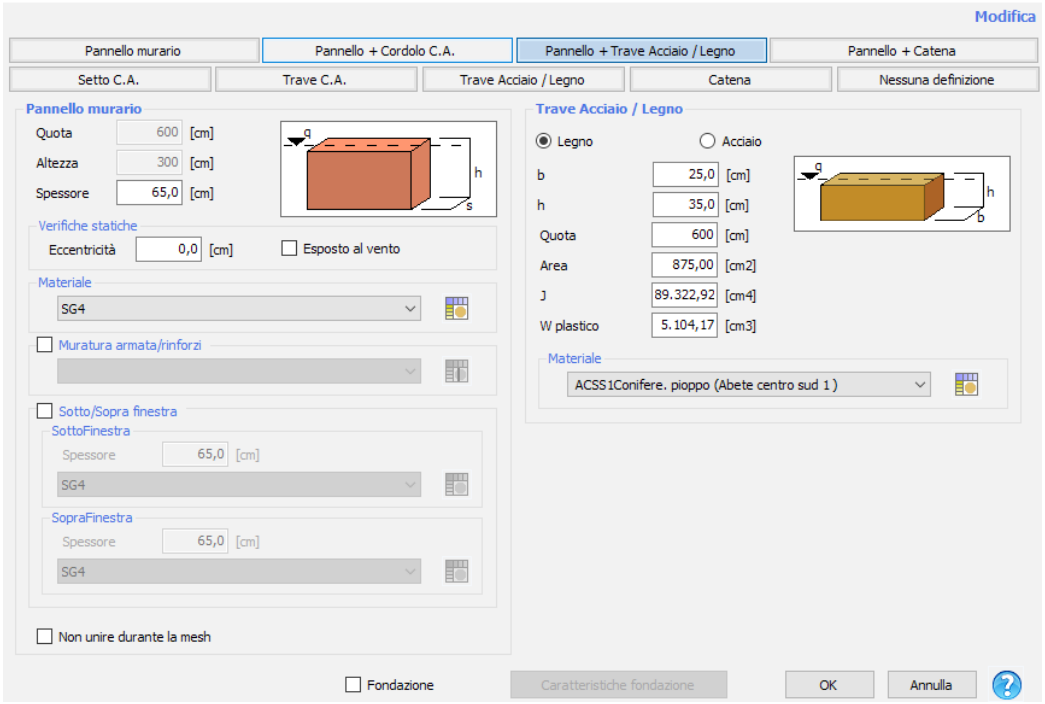


Modello 3
Livello 2
Pannello + Trave Acciaio / Legno (1)

N.	Parete	Materiale pannello	Rinforzo	Quota pannello [cm]	Altezza [cm]	Spessore [cm]	Materiale trave	Quota I [cm]	Quota J [cm]
63	1	SG4	-	600	300,0	65,0	ACSS1 Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	600	600
65	3	SG4	-	600	300,0	65,0	ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	600	600

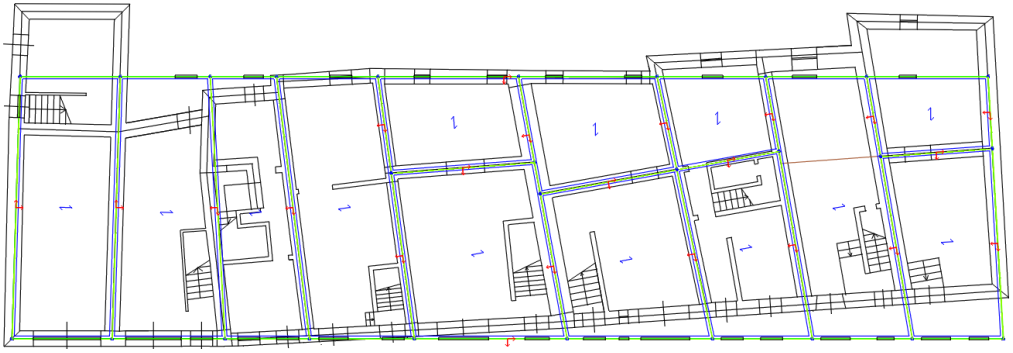
Pannello + Trave Acciaio / Legno (2)

N.	Parete	Area [cm2]	J [cm4]	W plastico [cm3]
63	1	875,00	89.322,92	5.104,17
65	3	875,00	89.322,92	5.104,17

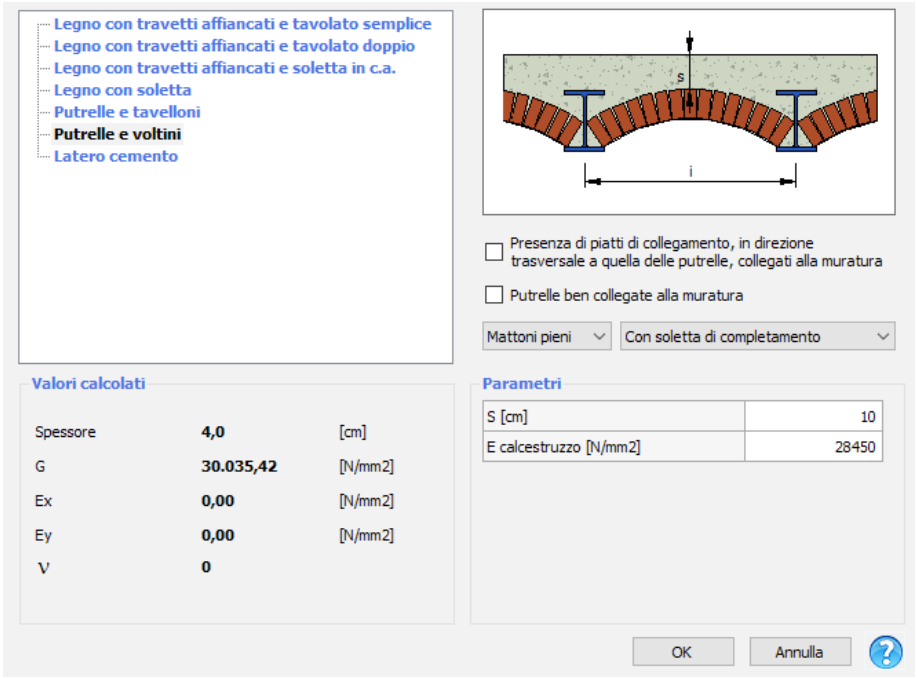


2.2. Solaio

Schema solai



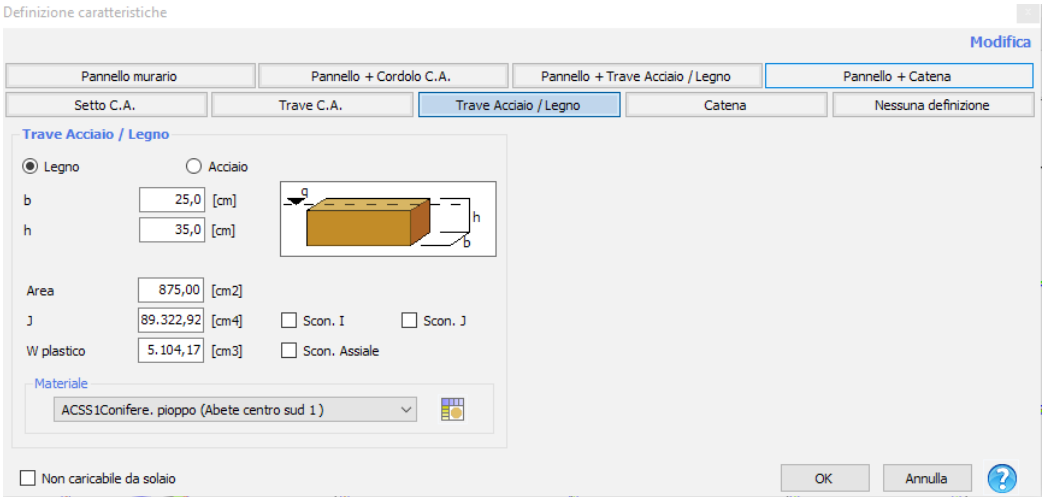
N.	Quota [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
1	300	4,0	30.035,42	0,00	0,00	Monodirezionale	Putrelle e voltine
...							



Livello 2

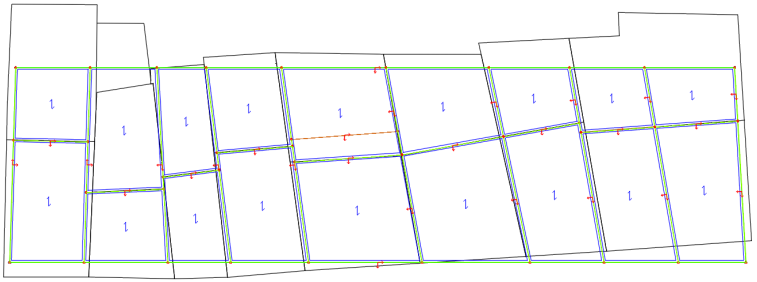
Trave Acciaio / Legno

N.	Parete	Materiale	Area [cm2]	J [cm4]	W plastico [cm3]
95	17	ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	600,00	45.000,00	3.000,00
98	20	ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	600,00	45.000,00	3.000,00
99	21	ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	600,00	45.000,00	3.000,00
100	22	ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	600,00	45.000,00	3.000,00
108	24	ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	600,00	45.000,00	3.000,00
109	25	ACSS1Conifere. pioppo (Abete centro sud 1)	600,00	45.000,00	3.000,00

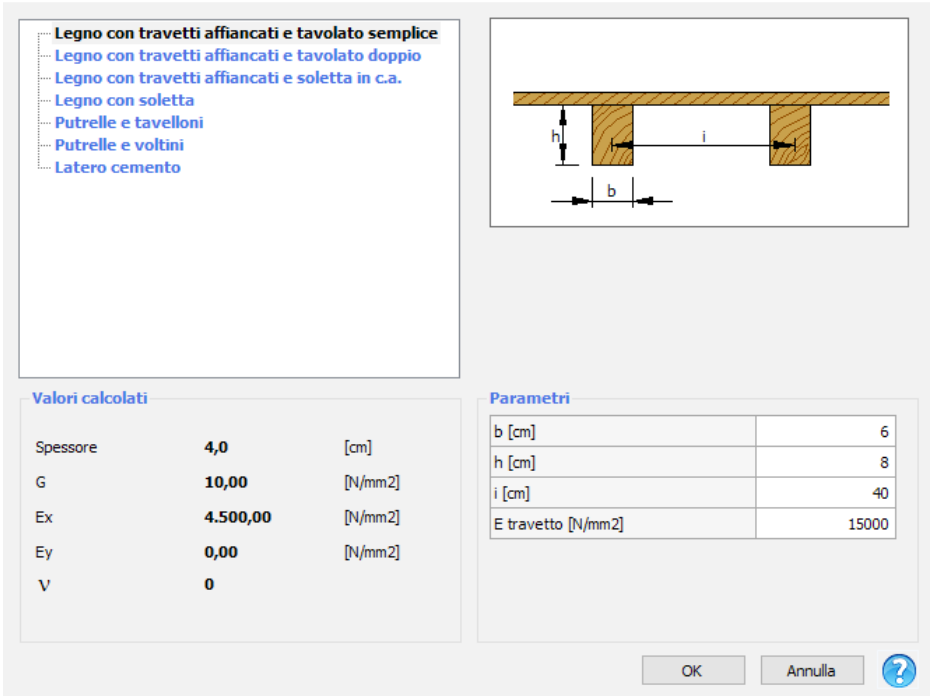


2.4 Falda

Schema falde



N.	Quota min [cm]	Quota max [cm]	Spessore [cm]	G [N/mm2]	Ex [N/mm2]	Ey [N/mm2]	Scarico masse	Tipo
1	600	720	4,0	10,00	4.500,00	0,00	Monodirezionale	Legno con travetti affiancati e tavolato semplice
...								



3. Geometria del modello

La modellazione dell'edificio viene realizzata mediante l'inserimento di pareti che vengono discretizzate in macroelementi, rappresentativi di maschi murari e fasce di piano deformabili; i nodi rigidi sono indicati nelle porzioni di muratura che tipicamente sono meno soggette al danneggiamento sismico. Solitamente i maschi e le fasce sono contigui alle aperture, i nodi rigidi rappresentano elementi di collegamento tra maschi e fasce. La concezione matematica che si nasconde nell'impiego di tale elemento, permette di riconoscere il meccanismo di danno, a taglio nella sua parte centrale o a pressoflessione sui bordi dell'elemento in modo da percepire la dinamica del danneggiamento così come si presenta effettivamente nella realtà.

I nodi del modello, sono nodi tridimensionali a 5 gradi di libertà (le tre componenti di spostamento nel sistema di riferimento globale e le rotazioni intorno agli assi X e Y) o nodi bidimensionali a 3 gradi di libertà (due traslazioni e la rotazione nel piano della parete). Quelli tridimensionali vengono usati per permettere il trasferimento delle azioni, da un primo muro a un secondo disposto trasversalmente rispetto al primo. I nodi di tipo bidimensionale hanno gradi di libertà nel solo piano della parete permettendo il trasferimento degli stati di sollecitazione tra i vari punti della parete.

Gli orizzontamenti, sono modellati con elementi solaio a tre nodi connessi ai nodi tridimensionali, sono caricabili perpendicolarmente al loro piano dai carichi accidentali e permanenti; le azioni sismiche caricano il solaio lungo la direzione del piano medio. Per questo l'elemento finito solaio viene definito con una rigidezza assiale, ma nessuna rigidezza flessionale, in quanto il comportamento meccanico principale che si intende sondare è quello sotto carico orizzontale dovuto al sisma.

4. Carichi

Le verifiche allo stato limite ultimo (SLV) e allo stato limite di esercizio (SLD; SLO); devono essere effettuate per la seguente combinazione della azione sismica con le altre azioni [Norme Tecniche 2008 p.3.2.4].

$$E + G_1 + G_2 + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

dove:

E	azione sismica per lo stato limite in esame;
G1	peso proprio di tutti gli elementi strutturali;
G2	peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
y2i	coefficiente di combinazione;
QKi	valore caratteristico della azione variabile;

Gli effetti dell'azione sismica saranno valutati tenendo conto delle masse associate ai seguenti carichi gravitazionali:

$$G_1 + G_2 + \sum_i \Psi_{2i} Q_{Ki}$$

I valori dei vari coefficienti sono scelti in base alla destinazione d'uso dei vari solai secondo quanto indicato nella norma. [Norme Tecniche 2008 Tabella 2.5.1]. Si assume nella tabella seguente Gk = G1+G2

5. Analisi incrementale a collasso (push-over)

Al fine di eseguire le dovute verifiche nei riguardi dell'edificio in questione, si è deciso di procedere con l'esecuzione di una analisi statica non lineare.

Le verifiche richieste si concretizzano nel confronto tra la curva di capacità per le diverse condizioni previste e la domanda di spostamento prevista dalla normativa.

La curva di capacità è individuata mediante un diagramma spostamento-taglio massimo alla base.

Secondo le prescrizioni da normativa [D.M. 14 gennaio 2008 p. 7.3.4.1.], le condizioni di carico che devono essere esaminate sono di due tipi:

- Distribuzione di forze proporzionale alle masse

$$F_i = \frac{m_i}{\sum_i m_i}$$

- Distribuzione di forze proporzionali al prodotto delle masse per la deformata corrispondente al primo modo di vibrare.

L'analisi, eseguita in controllo di spostamento, procede al calcolo della distribuzione di forze che genera il valore dello spostamento richiesto. L'analisi viene fatta continuare fino a che non si verifica il decadimento del taglio del 20% dal suo valore di picco. Si calcola così il valore dello spostamento massimo alla base dell'edificio generato da quella distribuzione di forze. Questo valore di spostamento costituisce il valore ultimo dell'edificio.

Lo spostamento preso in esame per il tracciamento della curva di capacità è quello di un punto dell'edificio detto nodo di controllo.

La normativa richiede il tracciamento di una curva di capacità bi-lineare di un sistema equivalente (SDOF). Il tracciamento di tale curva deve avvenire con una retta che, passando per l'origine interseca la curva del sistema reale in corrispondenza del 70% del valore di picco; la seconda retta risulterà parallela all'asse degli spostamenti tale da generare l'equivalenza delle aree tra i diagrammi del sistema reale e quello equivalente.

La determinazione della curva relativa al sistema equivalente, permette di determinare il periodo con cui ricavare lo spostamento massimo richiesto dal sisma, secondo gli spettri riportati sulla normativa .

La normativa definisce una eccentricità accidentale del centro delle masse pari al 5% della massima dimensione dell'edificio in direzione perpendicolare al sisma.

In base alla tipologia dell'edificio e alle scelte progettuali che si ritengono più idonee, si può decidere la condizione di carico sismico da prendere in esame.

Carico sismico: Individua quale delle due tipologie di distribuzioni (proporzionale alle masse o al primo modo) prendere in esame.

Direzione: Individua la direzione lungo cui viene caricata la struttura (X o Y del sistema globale) dal carico sismico.

Al fine di individuare la condizione di carico sismico più gravosa, si è deciso di eseguire le analisi distinte per tipologia di carico, direzione del sisma e di eventuali eccentricità accidentali.

N.	Dir. sisma	Carico sismico proporzionale	Eccentricità [cm]	Livello	Nodo
1	+X	Masse	0,0	2	63
2	+X	1° modo	0,0	2	63
3	-X	Masse	0,0	2	63
4	-X	1° modo	0,0	2	63
5	+Y	Masse	0,0	2	63
6	+Y	1° modo	0,0	2	63
7	-Y	Masse	0,0	2	63
8	-Y	1° modo	0,0	2	63

6. Spettro da normativa

Gli spettri di risposta, sono definiti in funzione del reticolo di riferimento definito nella "Tabella 1" (parametri spettrali) in allegato alle Norme Tecniche 14 gennaio 2008 .

Tale tabella fornisce, in funzione delle coordinate geografiche (latitudine, longitudine), i parametri necessari a tracciare lo spettro. I parametri forniti dal reticolo di riferimento sono:

- ag: accelerazione orizzontale massima del terreno;
- F0: valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale;
- T*C: periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale.

La trilogia di valori qui descritta, è definita per un periodo di ritorno assegnato(TR), definito in base alla probabilità di superamento di ciascuno degli stati limite.

Tali valori, saranno pertanto definiti per ciascuno degli stati limite esaminati (vedere tabella).

Lo spettro sismico dipende anche dalla "Classe del suolo" e dalla "categoria topografica" (vedere tabella).

	SLV	SLD	SLO
Ag	1,58	0,67	0,54
F0	2,46	2,51	2,52
Tc*	0,31	0,28	0,27
Tr	475,00	50,00	30,00

	SLV	SLD	SLO
Ss	1,00	1,00	1,00
Tb	0,10	0,09	0,09
Tc	0,31	0,28	0,27
Td	2,24	1,87	1,82

7. Risultati

Secondo le indicazioni da normativa si devono eseguire le seguenti verifiche:

Stato limite Ultimo (SLV): $D_{\max} \leq D_u$

Dmax: Spostamento massimo richiesto dalla normativa individuato dallo spettro elastico.

Du: Spostamento massimo offerto dalla struttura corrispondente con il decadimento della curva Push-over di un valore pari al 20% di quello massimo.

q* < 3: q*: rapporto tra la forza di risposta elastica e la forza di snervamento del sistema equivalente

Stato limite di Danno (SLD): $D_{\max}^{SLD} \leq D_d$

$D_{\max}^{SLD}$: Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di danno.

Dd: Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.003).

Stato limite di Operatività (SLO): $D_{\max}^{SLO} \leq D_O$

$D_{\max}^{SLO}$: Spostamento massimo richiesto dalla normativa, calcolato in base allo spettro sismico definito per lo stato limite di operatività.

DO: Spostamento massimo corrispondente al valore che causa il superamento del valore massimo di drift di piano (0.002).

O.P.C.M. 3362 dell' 8 luglio 2004:Questa normativa prescrive il calcolo degli indicatori di rischio.

Il parametro α_U e' considerato un indicatore del rischio di collasso, il parametro α_E un indicatore del rischio di inagibilita' dell'opera.

Questi parametri vengono calcolati come indicato nel seguito:

PGADS :accelerazione stimata di danno severo

PGADL :accelerazione stimata di danno lieve

α_U = PGADS/ PGA

α_E = PGADL/ PGA

8. Dettaglio verifiche

Modello 0

				SLV			SLD		SLO		
N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	Du [cm]	q*	Ver.	Dd [cm]	Ver.	Do [cm]	α SLU	α SLD
1	+X	Masse	0,0	0,66	0,85	Sì	0,66	Sì	0,66	3,54	8,18
2	+X	1° modo	0,0	0,75	0,86	Sì	0,70	Sì	0,70	3,50	8,08
3	-X	Masse	0,0	0,78	0,84	Sì	0,64	Sì	0,64	3,56	8,23
4	-X	1° modo	0,0	0,82	0,84	Sì	0,73	Sì	0,73	3,58	8,27
5	+Y	Masse	0,0	1,05	1,59	Sì	1,05	Sì	1,05	1,88	4,35
6	+Y	1° modo	0,0	1,44	1,60	Sì	1,44	Sì	1,44	1,88	4,34
7	-Y	Masse	0,0	0,99	1,56	Sì	0,99	Sì	0,99	1,92	4,45
8	-Y	1° modo	0,0	1,45	1,55	Sì	1,45	Sì	1,45	1,93	4,46

Modello1

				SLV			SLD		SLO		
N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	Du [cm]	q*	Ver.	Dd [cm]	Ver.	Do [cm]	α SLU	α SLD
1	+X	Masse	0,0	0,62	0,85	Sì	0,56	Sì	0,56	3,54	8,18
2	+X	1° modo	0,0	0,69	0,86	Sì	0,64	Sì	0,64	3,50	8,10
3	-X	Masse	0,0	0,63	0,84	Sì	0,51	Sì	0,51	3,55	8,21
4	-X	1° modo	0,0	0,74	0,85	Sì	0,61	Sì	0,61	3,54	8,19
5	+Y	Masse	0,0	1,05	1,62	Sì	1,05	Sì	1,05	1,85	4,29
6	+Y	1° modo	0,0	1,45	1,62	Sì	1,45	Sì	1,45	1,85	4,28
7	-Y	Masse	0,0	0,99	1,58	Sì	0,99	Sì	0,99	1,90	4,38
8	-Y	1° modo	0,0	1,44	1,57	Sì	1,44	Sì	1,44	1,91	4,41

Modello2

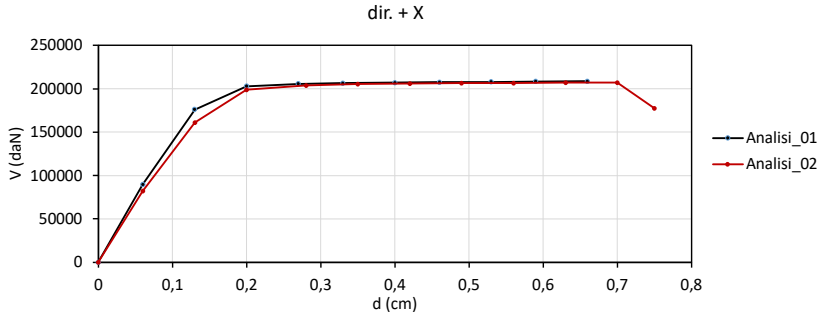
				SLV			SLD		SLO		
N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	Du [cm]	q*	Ver.	Dd [cm]	Ver.	Do [cm]	α SLU	α SLD
1	+X	Masse	0,0	0,75	0,86	Sì	0,62	Sì	0,62	3,49	8,07
2	+X	1° modo	0,0	0,82	0,87	Sì	0,75	Sì	0,75	3,47	8,02
3	-X	Masse	0,0	0,76	0,85	Sì	0,63	Sì	0,63	3,54	8,19
4	-X	1° modo	0,0	0,84	0,85	Sì	0,69	Sì	0,69	3,54	8,28
5	+Y	Masse	0,0	1,05	1,62	Sì	1,05	Sì	1,05	1,85	4,28
6	+Y	1° modo	0,0	1,45	1,62	Sì	1,45	Sì	1,45	1,85	4,27
7	-Y	Masse	0,0	1,05	1,59	Sì	1,05	Sì	1,05	1,89	4,37
8	-Y	1° modo	0,0	1,47	1,58	Sì	1,47	Sì	1,47	1,90	4,40

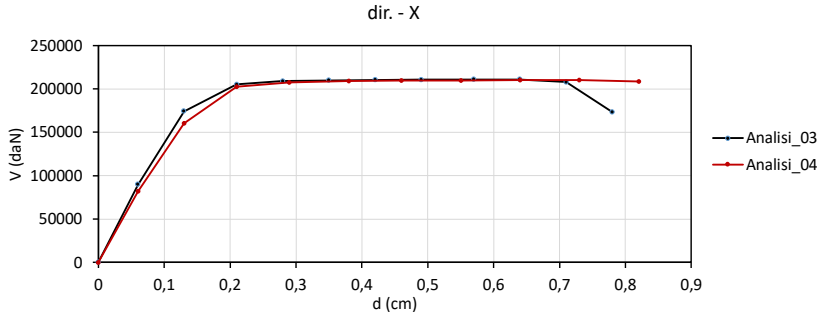
Modello 3

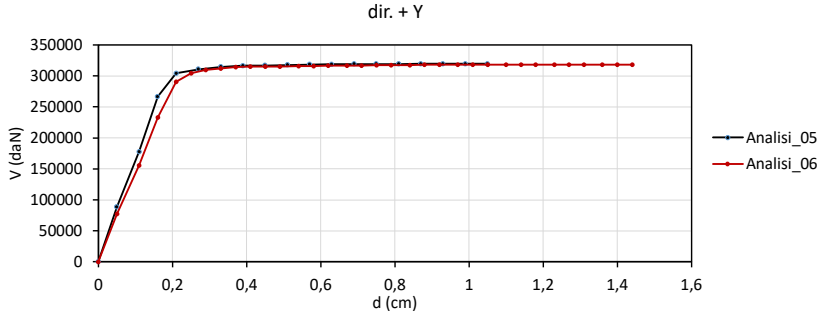
				SLV			SLD		SLO		
N.	Dir. sisma	Car. sismico prop.	Ecc. [cm]	Du [cm]	q*	Ver.	Dd [cm]	Ver.	Do [cm]	α SLU	α SLD
1	+X	Masse	0,0	0,75	0,89	Sì	0,62	Sì	0,62	3,37	7,79
2	+X	1° modo	0,0	0,82	0,90	Sì	0,75	Sì	0,75	3,34	7,73
3	-X	Masse	0,0	0,76	0,88	Sì	0,63	Sì	0,63	3,42	7,91
4	-X	1° modo	0,0	0,84	0,88	Sì	0,70	Sì	0,70	3,42	7,91
5	+Y	Masse	0,0	1,05	1,61	Sì	1,05	Sì	1,05	1,87	4,31
6	+Y	1° modo	0,0	1,42	1,61	Sì	1,42	Sì	1,42	1,86	4,31
7	-Y	Masse	0,0	1,05	1,57	Sì	1,05	Sì	1,05	1,91	4,41
8	-Y	1° modo	0,0	1,44	1,56	Sì	1,44	Sì	1,44	1,92	4,43

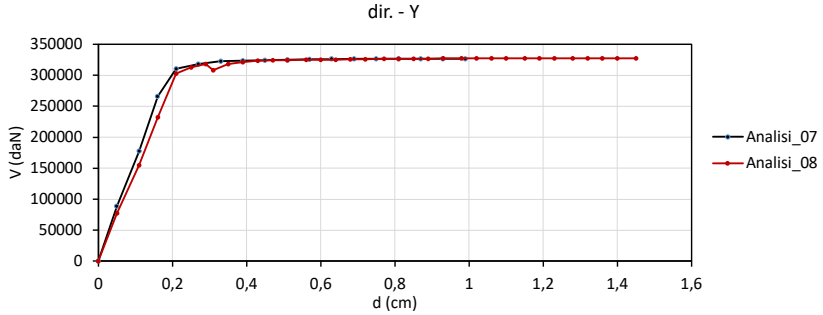
9. Curve di capacità

Modello 0

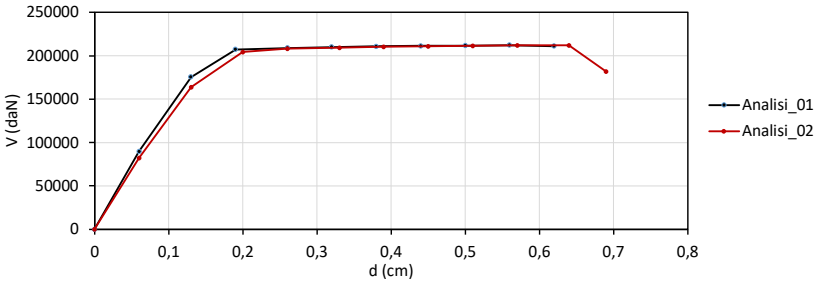




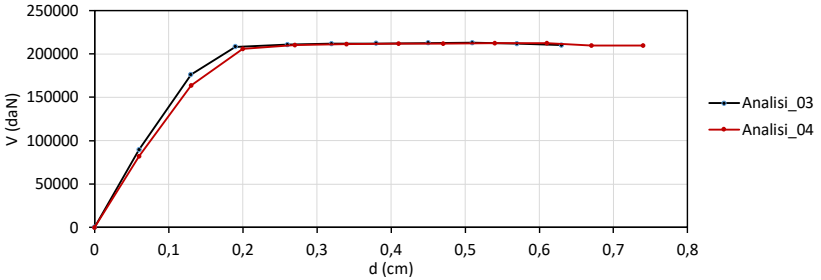




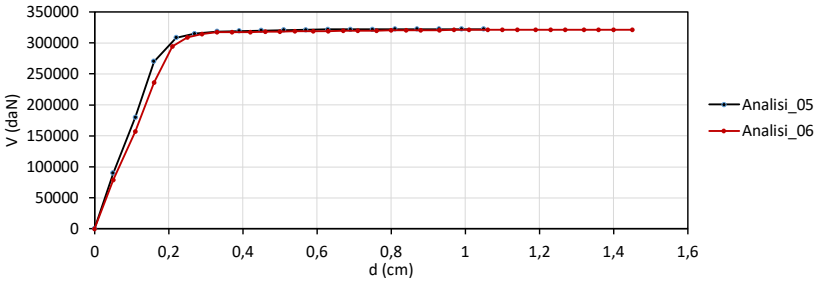
dir. + X



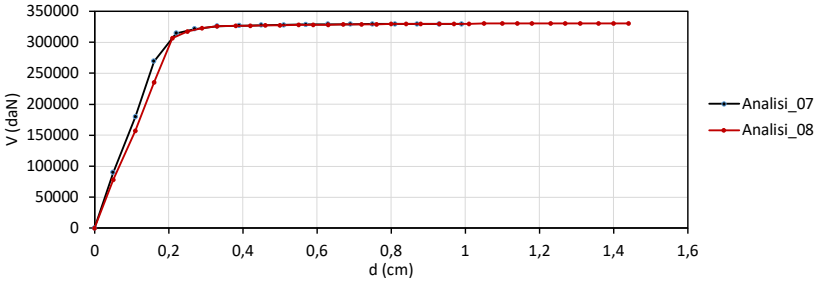
dir. - X

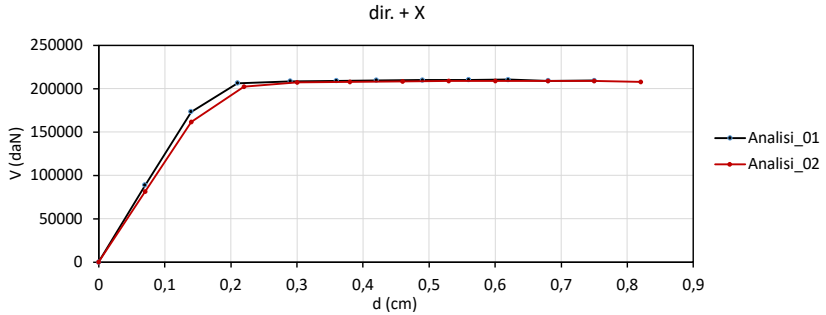


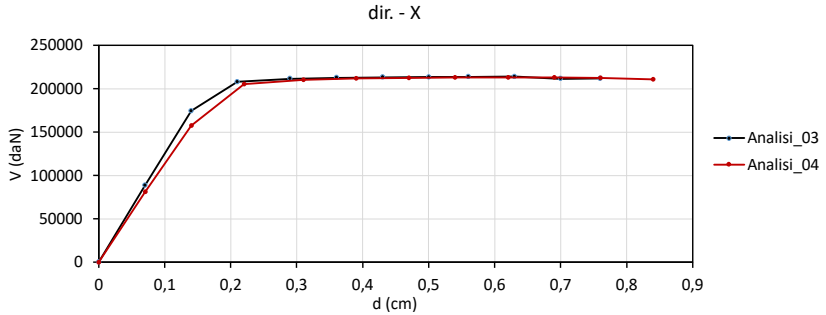
dir. + Y

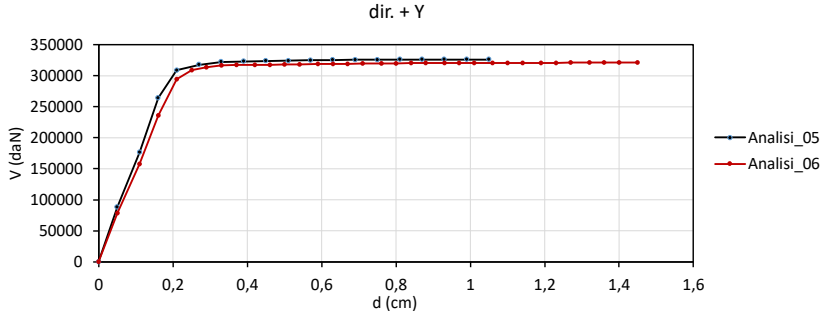


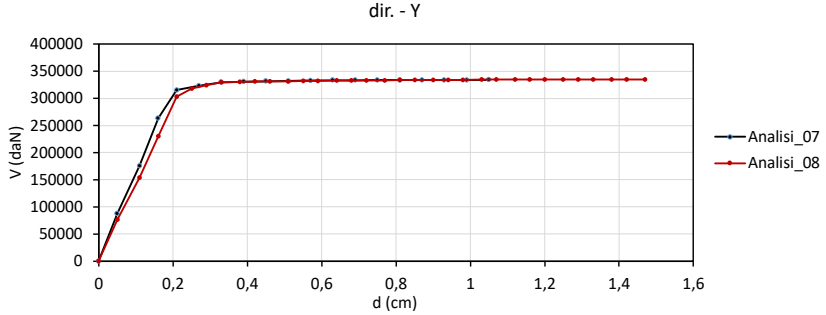
dir. - Y

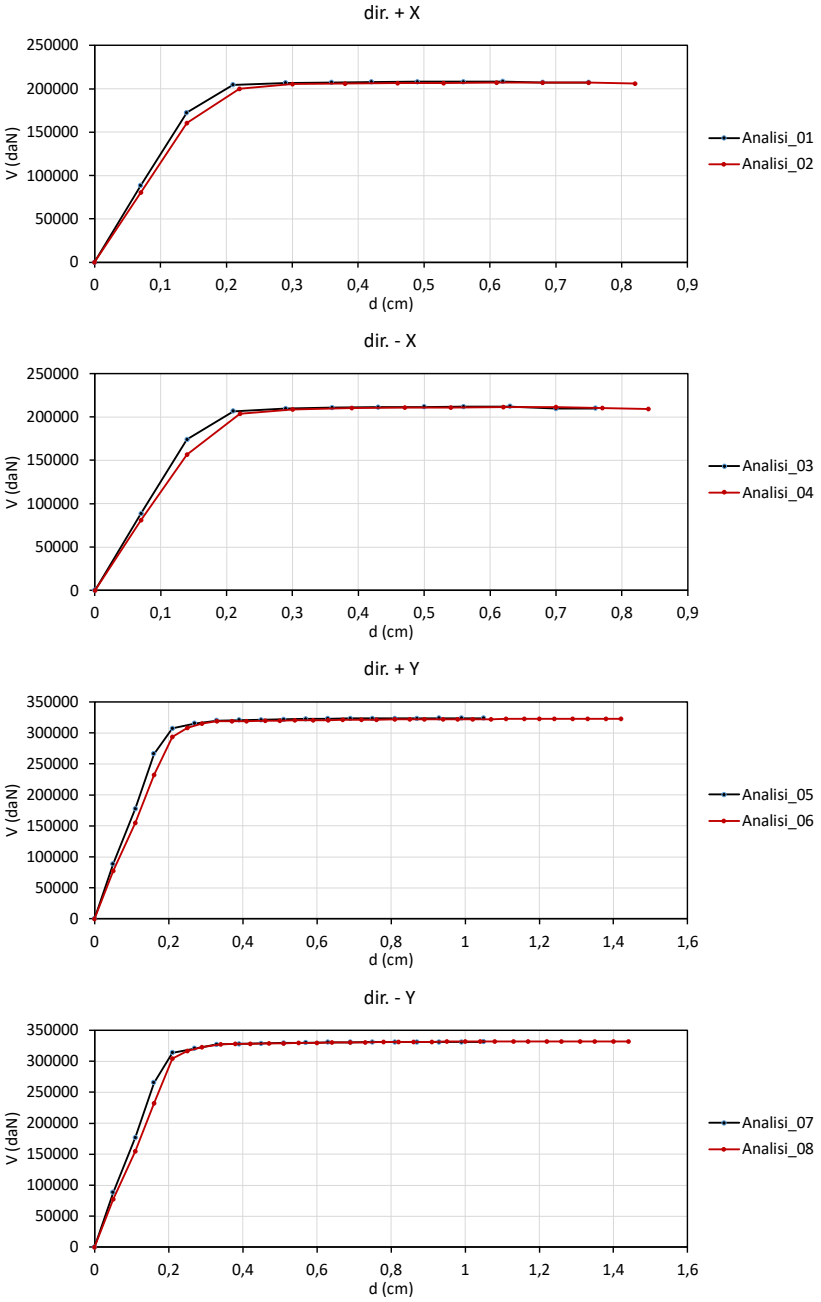


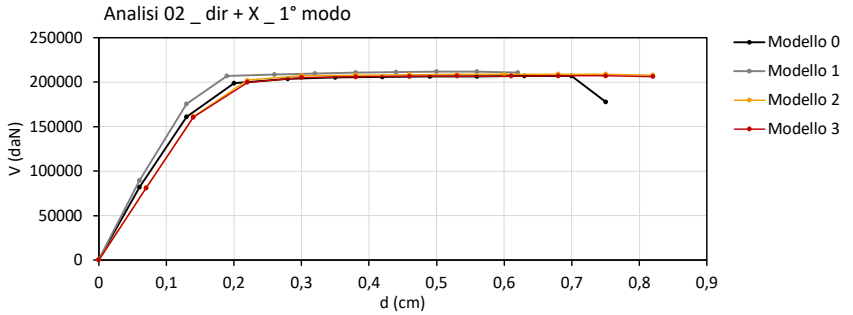

dir. + X
V (daN)
d (cm)
Analisi_01
Analisi_02

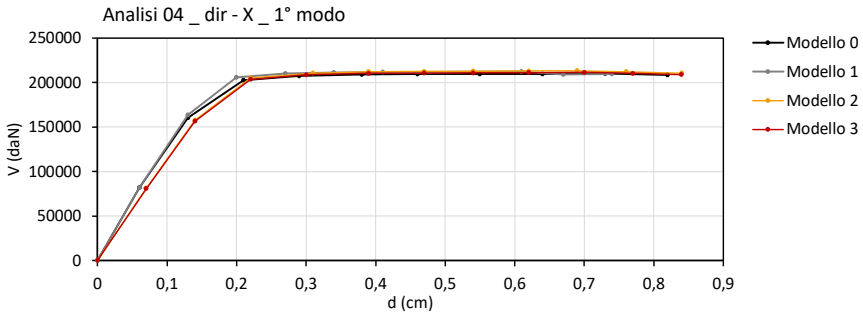

dir. - X
V (daN)
d (cm)
Analisi_03
Analisi_04

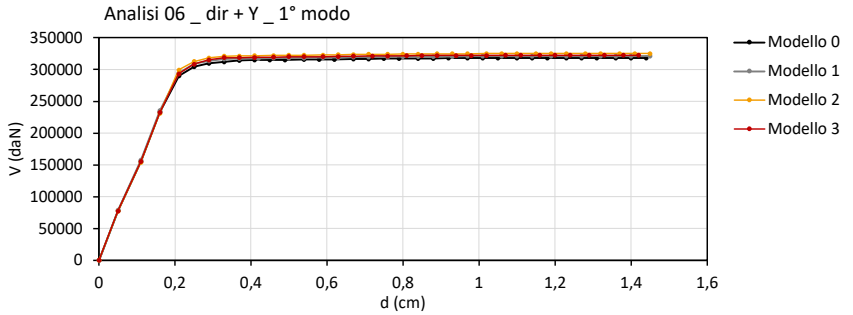

dir. + Y
V (daN)
d (cm)
Analisi_05
Analisi_06

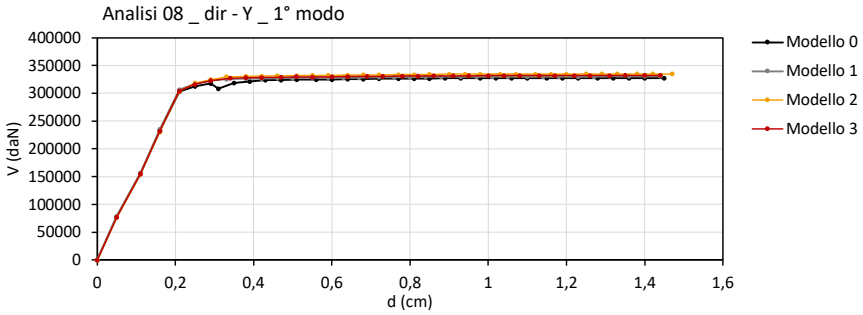

dir. - Y
V (daN)
d (cm)
Analisi_07
Analisi_08


dir. + X
V (daN)
d (cm)
Analisi_01
Analisi_02
dir. - X
V (daN)
d (cm)
Analisi_03
Analisi_04
dir. + Y
V (daN)
d (cm)
Analisi_05
Analisi_06
dir. - Y
V (daN)
d (cm)
Analisi_07
Analisi_08


Analisi 02 _ dir + X _ 1° modo
V (daN)
d (cm)
Modello 0
Modello 1
Modello 2
Modello 3


Analisi 04 _ dir - X _ 1° modo
V (daN)
d (cm)
Modello 0
Modello 1
Modello 2
Modello 3


Analisi 06 _ dir + Y _ 1° modo
V (daN)
d (cm)
Modello 0
Modello 1
Modello 2
Modello 3


Analisi 08 _ dir - Y _ 1° modo
V (daN)
d (cm)
Modello 0
Modello 1
Modello 2
Modello 3



GLOSSARIO

GLOSSARIO

Adattabilità *Adaptability*	L'adattabilità è la capacità degli attori in un sistema di gestire la resilienza, modifando il sistema avvicinandolo o allontanandolo da una soglia che fondamentalmente altera le proprietà del sistema, o alterando la stabilità delle caratteristiche generali del paesaggio (attraverso il cambiamento delle posizioni delle soglie e facilitando la modificazione del sistema).
Adattamento *Adaptation*	L'adattamento nei sistemi naturali o umani in risposta a stimoli climatici in atto o prevedibili o dei loro effetti, che modera il danno con opportunità benefiche. Commento: Questa definizione risponde alle preoccupazioni dei cambiamenti climatici e proviene dal segretariato della United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC). Il concetto più ampio di adattamento si applica anche a fattori non climatici, come l'erosione del suolo o cedimenti superficiali. L'dattamento può avvenire in modo autonomo, per esempio attraverso cambiamenti del mercato, o come risultato di politiche e piani di adattamento intenzionali. Molte misure di riduzione del rischio di catastrofi possono contribuire direttamente al migliore adattamento.
ag - accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante	E' il principale parametro descrittivo della pericolosità di base utilizzato per la definizione dell'azione sismica di riferimento per opere ordinarie (Classe II delle Norme Tecniche per le Costruzioni). Convenzionalmente, è l'accelerazione orizzontale massima su suolo rigido e pianeggiante, che ha una probabilità del 10% di essere superata in un intervallo di tempo di 50 anni.

Agibilità

In termini generali è la sussistenza delle condizioni di sicurezza, igiene, salubrità e risparmio energetico degli edifici e degli impianti, valutate sulla base della normativa vigente. In emergenza sismica, a seguito di un evento, il "giudizio di agibilità" emesso dai tecnici che operano durante l'emergenza, riguarda la possibilità di continuare ad utilizzare l'edificio, per le funzioni a cui era adibito, rimanendo ragionevolmente protetta la vita umana nel caso si verificasse una nuova scossa sismica di intensità paragonabile a quella già avvenuta. Per poter dare il giudizio di agibilità i tecnici effettuano il rilievo del danno. Il giudizio ha valore fino ad una scossa successiva che modifichi significativamente la resistenza dell'edificio o fino alla completa riparazione dell'edificio, dopo la quale un tecnico abilitato redigerà una perizia sulla definitiva agibilità dello stesso edificio.

Amplificazione locale

Modificazione in ampiezza, frequenza e durata dello scuotimento sismico dovuta alle specifiche condizioni litostratigrafiche e morfologiche di un sito. Si può quantificare mediante il rapporto tra il moto sismico in superficie al sito e quello che si osserverebbe per lo stesso evento sismico su un ipotetico affioramento di roccia rigida con morfologia orizzontale. se questo rapporto è maggiore di 1, si parla di amplificazione locale.

Aree di accoglienza o di ricovero della popolazione

Sono luoghi, individuati in aree sicure rispetto alle diverse tipologie di rischio e poste nelle vicinanze di risorse idriche, elettriche e fognarie, in cui vengono installati i primi insediamenti abitativi per alloggiare la popolazione colpita. Dovranno essere facilmente raggiungibili anche da mezzi di grandi dimensioni per consentirne l'allestimento e la gestione. Rientrano nella definizione di aree di accoglienza o di ricovero anche le strutture ricettive (hotel, residence, camping, etc.).

Aree di attesa della popolazione

Sono i luoghi di prima accoglienza per la popolazione; possono essere utilizzate piazze, slarghi, parcheggi, spazi pubblici o privati non soggetti a rischio (frane, alluvioni, crollo di strutture attigue, etc.), raggiungibili attraverso un percorso sicuro. Il numero delle aree da scegliere è funzione della capacità ricettiva degli spazi disponibili e del numero degli abitanti. In tali aree la popolazione riceve le prime informazioni sull'evento e i primi generi di conforto. Le Aree di Attesa della popolazione saranno utilizzate per un periodo di tempo compreso tra poche ore e qualche giorno.

Auto-organizzazione
Self-organization

L'auto-organizzazione dei sistemi ecologici stabilisce l'ambito per il cambiamento evolutivo. L'auto-organizzazione dei modelli istituzionali umani stabilisce l'ambito per le future opportunità di sviluppo sostenibile.

Cambiamenti Climatici	"(a) Il pannello intergovernativo sul cambiamento climatico (IPCC), definisce il cambiamento climatico come: "un cambiamento di stato del clima che può essere identificato (ad esempio, utilizzando test statistici) da cambiamenti della media e/o dalla variabilità delle sue proprietà, e che persiste per un periodo prolungato, tipicamente decenni o periodi più lunghi. I cambiamenti climatici possono essere dovuti a processi interni naturali o a forzanti esterni, o alle variazioni antropiche persistenti nella composizione dell'atmosfera o nella gestione del suolo". (b) La United Nations Framework Convention on Climate Change (UNFCCC), definisce il cambiamento climatico come "un cambiamento di clima attribuito direttamente o indirettamente all'attività umana che altera la composizione dell'atmosfera globale e che si aggiunge alla variabilità naturale del clima osservata in periodi di tempo comparabili". Commento: Per gli scopi del Disaster Risk Reduction (DRR), queste definizioni possono essere adatte, a seconda del particolare contesto. La definizione UNFCCC è quella più ristretta poiché esclude i cambiamenti climatici imputabili a cause naturali. La definizione IPCC può essere parafrasata come "Un cambiamento del clima che persiste per decenni o più, derivanti sia da cause naturali che da attività umana." "
Capacità di Adattamento	La capacità di adattarsi ai cambiamenti e cambiare forma.
Carta di microzonazione sismica di livello1	Carta che individua le zone dove, sulla base delle caratteristiche litostratigrafiche e geomorfologiche, è possibile prevedere un comportamento omogeneo in caso di terremoto. Nella carta, le microzone sono distinte in: a) zone stabili, in cui non si ipotizzano effetti locali significativi il moto sismico non viene modificato b) zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, in cui sono attese amplificazioni del moto sismico c) zone suscettibili di instabilità, in cui gli effetti sismici attesi e predominanti sono riconducibili a deformazioni permanenti del territorio. I principali tipi di instabilità sono: instabilità di versante; liquefazioni; faglie attive e capaci; cedimenti differenziali
Carta di microzonazione sismica di livello 3	La carta di microzonazione sismica di livello 3 associa una quantificazione numerica dell'amplificazione del moto sismico alle zone, o a parti di esse, individuate nella Carta delle microzone omogenee in prospettiva sismica (livello 1). Le quantificazioni numeriche consentono di realizzare le seguenti carte: - carta delle zone stabili e delle zone stabili suscettibili di amplificazioni locali, caratterizzate da fattori di amplificazione; - carta delle zone di deformazione permanente, caratterizzate da parametri quantitativi. La sovrapposizione di queste due carte costituisce la carta di microzonazione sismica di livello 3.
Ciclo Adattativo *Adaptive cycle*	Il ciclo adattivo è una metafora usata per descrivere le quattro fasi che si verificano comunemente nei cambiamenti dei sistemi complessi. Le quattro fasi sono: lo sfruttamento, la conservazione, la distruzione creativa e il rinnovamento (anche denominate R, K, omega, alfa; in inglese: exploitation, conservation, creative destruction and renewal).

Disaster Risk *Rischio derivante da Disastri*	Le potenziali perdite causate da un disastro, in termini di vite, stato di salute, mezzi di sussistenza, beni e servizi, che potrebbero verificarsi per una determinata comunità o società in un futuro periodo di tempo specificato.
Disaster Risk Management *Gestione del Rischio di Disastri*	Il processo sistematico di utilizzare direttive amministrative, organizzazioni, competenze e capacità operative per attuare strategie e politiche al fine di ridurre l'impatto negativo dei rischi e la possibilità di disastro.
Disaster Risk Reduction *Riduzione del Rischio di Disastri*	(a) UNISDR: Il concetto e la pratica della riduzione dei rischi di disastro attraverso sforzi sistematici per analizzare e gestire i fattori causali di disastri, anche attraverso la riduzione dell'esposizione ai rischi, della vulnerabilità di persone e cose, una saggia gestione del territorio e dell'ambiente e una migliore preparazione per gli eventi avversi. (b) DPC: Struttura concettuale di elementi considerati allo scopo di minimizzare le vulnerabilità per prevenire o limitare l'impatto negativo delle calamità. Per una efficace riduzione del rischio, è necessario che il processo di prevenzione coinvolga gli organi di Governo, la società civile, i media, le componenti scientifiche, i settori pubblico e privato.
Disastro	Una grave perturbazione del funzionamento di una comunità o di una società che coinvolge diffusamente perdite e impatti del capitale umano, materiale, economico o ambientale, che supera la capacità della comunità o della società interessata di far fronte con le proprie risorse.
Distrubo *Disturbance*	Dal punto di vista ecologico, il disturbo è un evento relativamente discreto nel tempo proveniente dall'esterno, che sconvolge gli ecosistemi, le comunità o le popolazioni, cambia i substrati e la disponibilità di risorse, creando opportunità per nuovi individui o colonie di affermarsi.
Effetti locali (o di sito)	Effetti dovuti al comportamento del terreno in caso di evento sismico per la presenza di particolari condizioni lito-stratigrafiche e morfologiche che determinano amplificazioni locali e fenomeni di instabilità del terreno (instabilità di versante, liquefazioni, faglie attive e capaci, cedimenti differenziali, ecc.).
Esposizione	È il numero di unità (o "valore") di ognuno degli elementi a rischio presenti in una data area, come le vite umane o gli insediamenti
Evento	Fenomeno di origine naturale o antropica in grado di arrecare danno alla popolazione, alle attività, alle strutture e infrastrutture del territorio. La legge n. 225 del 1992 all'art. 2 individua tre tipi di eventi di protezione civile: a) eventi naturali o connessi con l'attività dell'uomo che possono essere fronteggiati con interventi di singoli enti e amministrazioni in via ordinaria; b) eventi naturali o connessi con l'attività dell'uomo che, per loro natura ed estensione, comportano l'intervento coordinato di più enti e amministrazioni in via ordinaria; c) calamità naturali, catastrofi o altri eventi che, per intensità ed estensione, devono essere fronteggiati con mezzi e poteri straordinari.

Fattore di amplificazione	Parametro numerico che descrive l'amplificazione del moto sismico in un dato punto rispetto a quello misurato in un sito di riferimento (bedrock), rappresentato da un terreno rigido (roccia) e pianeggiante. Le amplificazioni possono essere legate alle caratteristiche litologiche e morfologiche dell'area che si sta valutando. Il fattore di amplificazione può essere espresso in termini di accelerazioni (Fa) e/o in termini di velocità, con sigla (Fv).
Fema	Agenzia federale per la gestione per le emergenze -Federal Emergency Management Agency Struttura che fa parte dell'US Department of Homeland Security, Dhs – Dipartimento della Sicurezza nazionale degli Stati Uniti dal 2003. Ha il compito di coordinare le attività del Governo per prevenire, mitigare, contrastare gli effetti delle calamità, sia naturali che causate dall'uomo, compresi gli atti di terrorismo e proteggere, dare soccorso e mettere in sicurezza la popolazione.
Gestione del rischio *Risk management*	L'approccio sistematico e la pratica di gestire l'incertezza per minimizzare potenziali danni e perdite.
Gestione dell'Emergenza	L'organizzazione e la gestione delle risorse e delle responsabilità per affrontare tutti gli aspetti dell'emergenza, in particolare preparazione, risposta e il recupero iniziale.
Governance	Le strutture ed i processi con cui le persone nelle società prendono decisioni e condividono il potere.
Governance Adattativa	Quadri istituzionali e politici di riferimento progettati per adattarsi ai mutevoli rapporti tra la società e gli ecosistemi in modi da sostenere le funzioni sistemiche; ciò permette di espandere l'attenzione dalla gestione adattativa degli ecosistemi per affrontare i contesti sociali più ampi.
Infrastruttura critica/ strategica	Sistema, risorsa, processo, assetto, anche virtuale, la cui distruzione, interruzione o anche parziale o momentanea indisponibilità ha l'effetto di indebolire in maniera significativa l'efficienza e il funzionamento normale di un Paese, ma anche la sicurezza e il sistema economico-finanziario e sociale, compresi gli apparati della Pubblica Amministrazione centrale e locale.
Intensità macrosismica	Misura, mediante la scala Mercalli Cancani Sieberg, degli effetti del terremoto sull'uomo, sugli edifici presenti nell'area colpita dal sisma e sull'ambiente. Contrariamente a quanto avviene con la Scala Richter, il valore preciso dell'intensità è attribuibile solo dopo l'osservazione dei danni prodotti dal terremoto.
Ispra	Istituto Superiore per la Protezione e la Ricerca Ambientale. Istituto che sostituisce e svolge le funzioni dell'Apat, Agenzia per la protezione dell'ambiente e per i servizi tecnici, dell'Istituto nazionale per la fauna selvatica e dell'Istituto centrale per la ricerca scientifica e tecnologica applicata al mare. È vigilato dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del territorio e del mare. È stato istituito con la legge n. 133 del 6 agosto 2008.

Magnitudo	Misura dell'energia liberata da un terremoto all'ipocentro. È calcolata a partire dall'ampiezza delle onde sismiche registrate dal sismografo, ed è riportata su una scala di valori logaritmica delle energie registrate, detta Scala Richter. Ciascun punto di magnitudo corrisponde ad un incremento di energia di circa 30 volte: l'energia sviluppata da un terremoto di Magnitudo 6 è circa 30 volte maggiore di quella prodotta da uno di Magnitudo 5, e circa 1000 volte maggiore di quella prodotta da un terremoto di Magnitudo 4.
Management Adattativo	Il Managment Adattativo (o Gestione Adattativa) è un processo sistematico per regolare continuamente le politiche e le pratiche da applicare imparando dal risultato delle politiche e delle pratiche utilizzate in precedenza. Ogni azione di gestione è vista come un esperimento scientifico progettato per verificare ipotesi e sondare il sistema per imparare a conoscere il sistema stesso.
Microzonazione Sismica	Suddivisione di un territorio a scala comunale in aree a comportamento omogeneo sotto il profilo della risposta sismica locale, prendendo in considerazione le condizioni geologiche, geomorfologiche, idrogeologiche in grado di produrre fenomeni di amplificazione del segnale sismico e/o deformazioni permanenti del suolo (frane, liquefazioni, cedimenti e assestamenti).
Mitigazione	La diminuzione o la limitazione degli impatti negativi dei pericoli e dei disastri correlati.
Normativa antisismica	Norme tecniche "obbligatorie" che devono essere applicate nei territori classificati sismici quando si voglia realizzare una nuova costruzione o quando si voglia migliorare una costruzione già esistente. Costruire rispettando le norme antisismiche significa garantire la protezione dell'edificio dagli effetti del terremoto: in caso di terremoto, infatti, un edificio antisismico potrà subire danni ma non crollerà, salvaguardando la vita dei suoi abitanti.
Panarchia *Panarchy*	La Panarchia è un modello di connessioni, cicli adattivi gerarchicamente disposti che rappresentano le interazioni dinamiche attraverso diverse scale tra i livelli di un sistema e considera l 'interazione tra il cambiamento e la persistenza.
Pericolosità	Probabilità che in una data area si verifichi un evento dannoso di una determinata intensità entro un determinato periodo di tempo, il tempo di ritorno. La pericolosità è funzione della frequenza dell'evento. In alcuni casi, ad esempio le alluvioni, è possibile stimare con un'approssimazione accettabile la probabilità che si verifichi un determinato evento entro il periodo di ritorno. In altri casi, come per alcuni tipi di frane, la stima è invece più difficile.
Pericolosità sismica	Stima quantitativa dello scuotimento del terreno dovuto a un evento sismico, in una determinata area. La pericolosità sismica può essere analizzata con metodi deterministici, assumendo un determinato terremoto di riferimento, o con metodi probabilistici, nei quali le incertezze dovute alla grandezza, alla localizzazione e al tempo di occorrenza del terremoto sono esplicitamente considerati. Tale stima include le analisi di pericolosità sismica di base e di pericolosità sismica locale.

Pericolosità sismica di base

Componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche sismologiche dell'area (tipo, dimensioni e profondità delle sorgenti sismiche, energia e frequenza dei terremoti). La pericolosità sismica di base calcola (generalmente in maniera probabilistica), per una certa regione e in un determinato periodo di tempo, i valori di parametri corrispondenti a prefissate probabilità di eccedenza. Tali parametri (velocità, accelerazione, intensità, ordinate spettrali) descrivono lo scuotimento prodotto dal terremoto in condizioni di suolo rigido e senza irregolarità morfologiche (terremoto di riferimento). La scala di studio è solitamente regionale. Una delle finalità di questi studi è la classificazione sismica a vasta scala del territorio, finalizzata alla programmazione delle attività di prevenzione e alla pianificazione dell'emergenza. Costituisce una base per la definizione del terremoto di riferimento per studi di microzonazione sismica.

Pericolosità sismica locale

Componente della pericolosità sismica dovuta alle caratteristiche locali (litostratigrafiche e morfologiche, v. anche effetti locali). Lo studio della pericolosità sismica locale è condotto a scala di dettaglio partendo dai risultati degli studi di pericolosità sismica di base (terremoto di riferimento) e analizzando i caratteri geologici, geomorfologici, geotecnici e geofisici del sito; permette di definire le amplificazioni locali e la possibilità di accadimento di fenomeni di instabilità del terreno. Il prodotto più importante di questo genere di studi è la carta di microzonazione sismica.

Pga - Peak Ground Acceleration

Valore di accelerazione massima del suolo misurata nel corso di un terremoto o attesa in un determinato sito. È una grandezza di significato analogo ad ag, ma che tiene conto dell'influenza degli eventuali effetti di amplificazione del moto sismico dovuti alle caratteristiche del sottosuolo o alla topografia.

Pianificazione/ piano d'emergenza

Elaborazione coordinata delle procedure operative d'intervento da attuarsi nel caso si preannunci e/o verifichi l'evento atteso contemplato in un apposito scenario di riferimento.

Piano di bacino

Strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo, mediante il quale sono pianificate e programmate le azioni e le norme d'uso finalizzate alla conservazione, alla difesa, alla valorizzazione del suolo e all'utilizzazione delle acque, sulla base delle caratteristiche fisiche e ambientali del territorio.

Preparazione *Preparedness*

Le conoscenze e le capacità sviluppate da governi, professionisti e organizzazioni, comunità e individui per anticipare in modo efficace, rispondere e riprendersi dall'impatto di eventi di pericolo probabili, imminenti o in corso.

Prevenzione

Attività volte ad evitare o ridurre al minimo la possibilità che si verifichino danni conseguenti ad un evento calamitoso e comprendono gli interventi strutturali e non strutturali quali la pianificazione di emergenza, le esercitazioni di protezione civile, la formazione e l'informazione alla popolazione.

Previsione

Attività diretta a determinare le cause dei fenomeni calamitosi, a individuare i rischi e a delimitare il territorio interessato dal rischio.

Programmazione

Attività che comprende la fase di previsione dell'evento, cioè la conoscenza tecnico-scientifica dei rischi di un territorio, e la fase della prevenzione, cioè la mitigazione dei rischi stessi. Il risultato sono i programmi di previsione e prevenzione che costituiscono il presupposto per la pianificazione d'emergenza, gestita dalle amministrazioni competenti per territorio.

Recupero
Recovery

Il recupero e il miglioramento, ove necessario, di strutture, mezzi di sostentamento e le condizioni di vita delle comunità colpite dal disastro, compresi gli sforzi per ridurre i fattori di rischio di disastro.

Resilienza
Resilience

La resilienza è la capacità di un sistema di assorbire perturbazioni e riorganizzarsi mentre è in fase di modifica in modo da conservare ancora essenzialmente la stessa funzione, struttura e identità.

UNISDR: La resilienza è la capacità di un sistema, comunità o società esposta a rischi di resistere, assorbire, adattarsi e recuperare di fronte agli effetti di un pericolo, in modo tempestivo ed efficace, attraverso la salvaguardia delle funzioni e delle strutture di base essenziali.

Resistenza

La facilità o difficoltà di cambiare il sistema; quanto sia resistente a modifiche.

Rischio

Il rischio può essere definito come il valore atteso di perdite (vite umane, feriti, danni alle proprietà e alle attività economiche) dovute al verificarsi di un evento di una data intensità, in una particolare area, in un determinato periodo di tempo.

Il rischio quindi è traducibile nell'equazione: R = P x V x E

P = Pericolosità (Hazard): è la probabilità che un fenomeno di una determinata intensità si verifichi in un certo periodo di tempo, in una data area.

V = Vulnerabilità: la Vulnerabilità di un elemento (persone, edifici, infrastrutture, attività economiche) è la propensione a subire danneggiamenti in conseguenza delle sollecitazioni indotte da un evento di una certa intensità.

E = Esposizione o Valore esposto: è il numero di unità (o "valore") di ognuno degli elementi a rischio (es. vite umane, case) presenti in una data area.

Rischio Naturale
Natural hazard

Un rischio naturale è un evento naturale che potrebbero avere un effetto negativo sulle persone o sull'ambiente. Gli eventi naturali possono essere raggruppati in due grandi categorie. I rischi geofisici comprendono fenomeni geologici e meteorologici, quali terremoti, eruzioni vulcaniche, incendi, tempeste cicloniche, inondazioni, siccità e l'erosione costiera. I rischi biologici possono fare riferimento ad una gamma diversificata di malattie e infestazioni.

Rischio Residuale
Residual risk

Il rischio che rimane in una forma non gestibile, anche se le misure di riduzione del rischio di catastrofi sono state efficacemnte applicate, e per il quale devono essere mantenuti interventi di emergenza e capacità di recupero.

Rischio tecnologico
Technological hazards

Un rischio proveniente da condizioni tecnologiche o industriali, compresi incidenti, procedure pericolose, guasti delle infrastrutture o attività umane specifiche, che possono causare la perdita della vita, infortuni, malattia o altri impatti sulla salute, danni alla proprietà, perdita di mezzi di sussistenza e dei servizi, sociale e perturbazioni economiche o danni ambientali.

Risposta *Response*	La fornitura di servizi di emergenza e assistenza pubblica durante o immediatamente dopo un disastro, al fine di salvare vite, ridurre l'impatto sulla salute, garantire la sicurezza pubblica e soddisfare le esigenze di sussistenza di base delle persone colpite.
Scala di intensità macrosismica	Scala per la valutazione degli effetti dei terremoti su ambiente, persone, cose e costruzioni in una data zona. La scala d'intensità più comunemente usata in Italia è la scala Mercalli Cancani Sieberg (MCS). Recentemente è stata definita anche una scala macrosismica europea (EMS).
Scenario di rischio	Evoluzione nello spazio e nel tempo dell'evento e dei suoi effetti, della distribuzione degli esposti stimati e della loro vulnerabilità anche a seguito di azioni di contrasto.
Sciame sismico	Sequenza sismica caratterizzata da una serie di terremoti localizzati nella stessa area, in un certo intervallo temporale, di magnitudo paragonabile e non elevata. In uno sciame sismico generalmente non si distingue una scossa principale.
Sismicità	La distribuzione di terremoti nello spazio e nel tempo. In generale indica il numero di terremoti nell'unità di tempo o la relativa attività sismica.
Sistemi socio-ecologici	I sistemi socio-ecologici sono sistemi complessi, integrati, in cui gli esseri umani sono considerati e valutati parte dell'ambiente naturale.
Spettro di risposta elastico	Lo spettro di risposta elastico Se(T) è un diagramma che fornisce, per diversi periodi T di oscillazione, il valore massimo della pseudo-accelerazione dell'oscillatore elementare (terreno o struttura) soggetto all'azione del sisma, per un fissato valore del rapporto di smorzamento, che è una caratteristica fisica della struttura o del terreno. In sostanza lo spettro ci dice su quali frequenze di vibrazione la sollecitazione sulle strutture risulta massima e sono possibili fenomeni di risonanza, che potrebbero determinarne il collasso.
Stabilità	La stabilità è la capacità di un sistema di ritornare ad uno stato di equilibrio dopo un disturbo temporaneo. Il più rapidamente ritorna, e con la minor fluttuazione, e maggiormente è stabile.
Stato di calamità	Situazione che segue eventi naturali calamitosi di carattere eccezionale, che provochano ingenti danni alle attività produttive dell'industria, del commercio, dell'artigianato e dell'agricoltura. Non è di particolare gravità da richiedere la dichiarazione dello stato di emergenza ed è disciplinato da una normativa ordinaria che regola l'intervento finanziario a ristoro parziale del danno.
Stato di emergenza	Al verificarsi di eventi di tipo "c" (art. 2, L.225/92), eventi cioè che per intensità ed estensione devono essere fronteggiati con mezzi e poteri straordinari, il Consiglio dei Ministri, su proposta del Presidente del Consiglio, delibera lo stato di emergenza, determinandone durata ed estensione territoriale.
Tempo di ritorno	Frequenza nel tempo dell'evento di protezione civile. Tempo medio che intercorre tra due occorrenze successive di un evento di un certo tipo e di una data intensità.

Terremoto	Intenso scuotimento della terra in un sito, come effetto del rapido spostamento di grandi porzioni di crosta terrestre in corrispondenza di una faglia posta all'interno della crosta stessa, la sorgente sismica. L'entità del terremoto dipende dalle caratteristiche geometriche della faglia, dalle modalità di propagazione della perturbazione tra la sorgente e il sito, e dalle caratteristiche lito-stratigrafiche e morfologiche di quest'ultimo.
Tsunami	Letteralmente "onda di porto", è un termine giapponese che indica un tipo di onda anomala che non viene fermata dai normali sbarramenti posti a difesa dei porti. Il fenomeno dello tsunami consiste in una serie di onde che si propagano attraverso l'oceano. Le onde sono generate dai movimenti del fondo del mare, generalmente provocati da forti terremoti sottomarini, ma anche da eruzioni vulcaniche e da grosse frane sottomarine.
UNISDR	acronimo per "The United Nation Office for Disaster Risk Reduction". UNISDR guida un processo con 29 organizzazioni delle Nazioni Unite per lo sviluppo del piano d'azione per la riduzione dei rischi da disastro verso l'implementazione della resilienza. L'ultimo documento condiviso a livello globale è il Sendai Framework nel 2015.
Valutazione del rischio *Risk assessment*	Una metodologia per determinare la natura e l'entità del rischio, analizzando potenziali pericoli e valutando le condizioni esistenti di vulnerabilità che insieme potrebbero danneggiare le persone esposte, proprietà, servizi, mezzi di sostentamento e l'ambiente da cui dipendono.
Vita nominale di una costruzione	Indica il numero di anni durante i quali una struttura deve poter essere usata per lo scopo per cui è stata progettata. Questo parametro, previsto dalle Norme Tecniche per le Costruzioni, condiziona l'entità delle azioni sismiche di progetto. Per le costruzioni ordinarie, la vita nominale considerata è $\geq$ 50 anni.
Vulnerabilità	Attitudine di una determinata componente ambientale – popolazione umana, edifici, servizi, infrastrutture, ecc. – a sopportare gli effetti di un evento, in funzione dell'intensità dello stesso. La vulnerabilità esprime il grado di perdite di un dato elemento o di una serie di elementi causato da un fenomeno di una data forza. È espressa in una scala da zero a uno, dove zero indica che non ci sono stati danni, mentre uno corrisponde alla distruzione totale.
Zonizzazione (o Zonazione)	Individuazione e conseguente classificazione di zone del territorio nazionale, in funzione della pericolosità degli eventi attesi nelle medesime zone. In ambito sismologico, attribuzione a un determinato territorio suddiviso in zone, di un grado di sismicità utilizzato per la determinazione delle azioni sismiche e l'applicazione di norme tecniche. I comuni che ricadono in queste zone sono inseriti in elenchi, e classificati di conseguenza.

Fonti:
UNISDR - Glossary on Disaster Risk Reduction: https://www.unisdr.org/we/inform/terminology;
Resilience Alliance: http://www.resalliance.org/glossary;
Dipartimento di Protezione Civile: http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/glossario.wp



BIBLIOGRAFIA

BIBLIOGRAFIA

Avorio, A. 2002. Metodologia speditiva di stima della vulnerabilità, in "Studio sulla vulnerabilità sismica a scala urbana e proposta di interventi per il centro storico di Città di Castello attraverso l'indagine tipologica e l'utilizzo di un data base georeferenziato", Atti della giornata di studi Pericolosità sismica locale nell'alta valle del Tevere. Studi di vulnerabilità e microzonazione: prospettive", pp. 95-102. Perugia.

Agrello, P., et al, 2015. Ufficio Speciale per la ricostruzione di L'Aquila. Monitoraggio della ricostruzione a L'Aquila nei centri storici: aspetti tecnici ed economici. Presented at the XVI Convegno Anidis, L'Aquila.

American Psychological Association. 2014. The Road to Resilience. Retrieved from http://www.apa.org/helpcenter/road-resilience.aspx

ANCE/CRESME, 2012. Lo Stato del Territorio Italiano 2012, Insediamento e rischio sismico e idrogeologico. Roma, 2012, pp. 284.

Angeletti, P., et al., 2013. La ricostruzione dei centri storici di L'Aquila e delle sue frazioni, in: Atti Del XV Convegno ANIDIS "L'ingegneria Sismica in Italia', Padova, Italy. Padova.

Anthony, E.J. 1987. Risk, vulnerability, and resilience: An overview, pp. 3–48 in E.J. Anthony & B.J. Cohler (Eds.), *The invulnerable child*, New York: Guilford Press, ISBN 0898622271.

ARUP, 2014. City Resilience Index Research Report Volume 3 Urban Measurement Report. London: ARUP International Development and the Rockefeller Foundation.

Asprone, D., Cavallaro, M., Latora, V., Manfredi, G., Nicosia, V., 2013. Assessment of urban ecosystem resilience using the efficiency of hybrid social-physical complex networks. arXiv:1302.3263 [nlin, physics:physics].

Bahadur, A., 2015. 'Measuring Resilience – An analytical review', Climate and Development.

(under review)

Balbi A., Giovinazzi S., Lagomarsino S.,"Un modello di vulnerabilità per gli edifici nei centri storici", Atti del XI Convegno Nazionale ANIDIS "L'ingegneria sismica in Italia", Genova 25-29 Gennaio 2004

Barazza F., Carniel R., Del Pin E., Di Cecca M., Grimaz S., Martini F., Manarolla I., Riuscetti M., 2009. Progetto Rischio Sismico, Gruppo di Ricerca in Sismologia applicata, Università di Udine, Dipartimento di Georisorse e Territorio, www.dgt.uniud.it/seismol/rischio/prs.html, 2009

Barberi, F., 2005. Terra pericolosa: terremoti, eruzioni vulcaniche, frane, alluvioni, tsunami : perché avvengono e come possiamo difenderci. ETS, Pisa.

Beck, Ulrich. 1986. Risikogesellschaft – Auf dem Weg in eine andere Moderne (Risk Society)

Beck, Ulrich. 1992. Risk Society: Towards a New Modernity. London: Sage

Beck, Ulrich. 1998. World Risk Society. Cambridge: Polity Press.

Becker, J., Saunders, W., Hopkins, L., Wright, K., 2011. Planning for community recovery and restoration before disaster strikes, in: Community Disaster Recovery and Resiliency : exploring global opportunities and challenges. Crc press, boca raton, fl, pp. 525–550.

Beltramo, S., 2008. Stratigrafia dell'insediamento urbano: i catasti come strumento di lettura storica. Presented at the Descriptio Urbis - Measuring and representing the modern and contemporary city.

Berenschot, 2005. Modelli di management: idee e strumenti. Pearson Education, Milano.

Bernardini A., 1996. "Finalità, definizione e misura della vulnerabilità sismica di singoli edifici e di tipologie murarie. Problemi di coerenza tra osservazioni e previsioni", Rapporto al seminario GNDT sulla vulnerabilità edilizia murari, Roma, 1996

Bhamra, R., Dani, S., Burnard, K., 2011. Resilience: the concept, a literature review and future directions. International Journal of Production Research 49, 5375–5393. doi:10.1080/00207543.2011.563826

Block, J. H., & Block, J., 1980. The role of ego-control and ego-resiliency in the origination of behavior. In W. A. Collings (Ed.), The Minnesota Symposia on Child Psychology (Vol. 13, pp. 39–101). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

Blok, A., Jensen, T. 2011. Bruno Latour : hybrid thoughts in a hybrid world. London Routledge.

Boccardi, G., 2012. Working Document. Expert Meeting on "Heritage and Sustainability - from principles to practice" Toyama, Japan.

Brencich, A., Lagomarsino, S., 1997 "Un modello a macroelementi per l'analisi ciclica di pareti murarie", 8° Congresso ANIDIS, Taormina, Vol. 1, pp. 319- 326.

Bruneau, M., Chang, S.E., Eguchi, R.T., Lee, G.C., O'Rourke, T.D., Reinhorn, A.M., Shinozuka,

M., Tierney, K., Wallace, W.A., von Winterfeldt, D., 2003. A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. Earthquake spectra 19, 733

Bruneau, Michel, Stephanie E. Chang, Ronald T. Eguchi, George C. Lee, Thomas D. O'Rourke, Andrei M. Reinhorn, Masanobu Shinozuka, Kathleen Tierney, William A. Wallace, and Detlof von Winterfeldt. 2003. "A Framework to Quantitatively Assess and Enhance the Seismic Resilience of Communities." Earthquake Spectra 19 (4): 733–752.

C.S.LL.PP., 2009. Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 C.S.LL.PP. Circolare sulle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al DM 14 gennaio 2008

C.S.LL.PP., 2012. Consiglio Superiore dei Lavori Pubblici. Studio propedeutico all'elaborazione di strumenti d'indirizzo per l'applicazione della normativa sismica agli insediamenti storici. Italia, 2012.

Caldaretti, S., Fabietti, W., Riggio, A., 1987. La vulnerabilità sismica dei sistemi territoriali. DEI.

Camiz, A., 2012. Venzone, una città ricostruita (quasi) "dov'era, com'era"; Venzone, a city rebuilt (almost) "where it was and how it was". Paesaggio Urbano, pp 18–25.

Caniggia, G., 1985. Struttura dello spazio antropico: Studi e note, Firenze, Alinea,

Caniggia, G., 1997. Ragionamenti di tipologia: operatività della tipologia processuale in architettura, a cura di Gianluigi Maffei, Firenze , Alinea, 1997

Carocci C., Ceradini V., Panzetta M., Cremonini I., Mazzotti P., Smargiasso M., 2002. Rassegna Ragionata dei Programmi di Recupero post sisma, Attività di Ricerca promossa dal Comitato Tecnico Scientifico della Regione Marche, Bollettino Ufficiale della Regione Marche, anno XXXIII N.3 Ed.S., 21 marzo 2002

Cerroni, F., 2010. Progettare il costruito: tecnologie per la riqualificazione sostenibile di siti ad elevata qualità storica e ambientale. Gangemi, Roma.

Ciani, F., Romano, D., 2013. Testing for Household Resilience to Food Insecurity: Evidence from Nicaragua. Department of Economics and Management, University of Florence

Cifani G., Lemme A., Podestà S. (a cura di), 2005. Beni monumentali e terremoto: dall'emergenza alla ricostruzione. DEI - Tipografia del Genio Civile, Roma.

Cimellaro, G. P. 2008. Seismic Resilience of a Regional System of Hospitals. Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research (MCEER) publication. http://mceer.buffalo.edu/publications/resaccom/07-SP05/ 01Cimellaro.pdf.

Cimellaro, G.P., Reinhorn, A.M., Bruneau, M., 2006. Quantification of seismic resilience, in: Proceedings of the 8th National Conference of Earthquake Engineering. pp. 18–22.

Cimellaro, G.P., Reinhorn, A.M., Bruneau, M., 2010. Framework for analytical quantification of disaster resilience. Engineering Structures 32, pp 3639–3649.

Clementi A., 2001. "Città Mediterranee", in AA.VV, Le città del Mediterraneo-Atti del Forum

Internazionale Reggio Calabria 1998, Reggio Cal., Jason Editrice, 2001.

Comunità europea-FESR 2001. Servizio Sismico Nazionale, INU Edizioni, Linee guida per la riduzione del rischio sismico, a cura di W.Fabietti, Roma, pagg. 153

Corsangelo A., "La vulnerabilità degli insediamenti", in Italsider, Cee, Gruppo di lavoro azienda Finsider, Strutture in acciaio ed abbattimento della vulnerabilità sismica, Recco (GE), 1986 Petrini V., La proposta di riclassificazione sismica del territorio nazione nel Progetto finalizzato Geodinamica del CNR

Covey S. 1994, "First Things First", Simon & Schuster-USA/UK

Covey, S.R., 1989. Seven Habits of Highly Effective People: Restoring the Character Ethic, 1st edition. ed. Simon & Schuster, New York.

Covey, S.R., 2004. The 7 habits of highly effective people: restoring the character ethic. Free Press, New York [etc.].

Cremonini I., 1994. Rischio sismico e pianificazione nei centri storici. Metodologie ed esperienze in Emilia Romagna, Istituto Nazionale di Urbanistica Emilia Romagna, Firenze, Allinea, 1994

Cremonini I., a cura di, 2004 Regione Emilia-Romagna. Analisi, Valutazione e Riduzione dell'Esposizione e della Vulnerabilità Sismica dei Sistemi Urbani nei Piani Urbanistici Attuativi, Bologna.

Dalziell, E.P. and McManus, S.T., 2004. Resilience, vulnerability, and adaptive capacity: implications for system performance. International Forum for Engineering Decision Making (IFED), University of Canterbury, Christchurch.

Davis, I. 2005. What Makes a Disaster, http://tilz.tearfund.org/Publications/Footsteps+11-20/Footsteps+18, accessed on 22 luglio 2015.

Di Salvo, G., Giuffrè, M., Pellegrino, P., Pizzo, B., 2012. Prevenzione e ricostruzione per la riduzione del rischio sismico, in: Atti Della XV Conferenza Nazionale SIU. Presented at the Conferenza Nazionale SIU, Pescara. 2012

Douglas, M. and Wildavsky, A., 1982, Risk and Culture, University of California Press, Berkeley, CA.

Dynes, R., 2003, "Finding order in disorder: continuities in the 9-11 response", International Journal of Mass Emergencies and Disasters, Vol. 21 No. 30, pp. 9-23.

Fabbricatti, K., 2013. Le sfide della città interculturale. La teoria della resilienza per il governo dei cambiamenti. FrancoAngeli.

Fabietti W., 1999 a cura di, Vulnerabilità urbanistica e trasformazione dello spazio urbano, Alinea, Firenze, 1999

Fazzio F. 2004. La valutazione della vulnerabilità urbana: il caso di Nocera Umbra, in Olivieri M., a cura di, Regione Umbria. Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli

effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra , Urbanistica, Quaderni, Collana dell'Istituto Nazionale di Urbanistica, INU, Supplemento al n.124 di Urbanistica Quaderno 44, Anno X, 2004

FEMA 356. 2000 Pre-standard and commentary for the seismic rehabilitation of buildings. Washington (DC): Federal Emergency Management Agency and US army corps of engineers. pp.519.

Fera G., 1991.La città antisismica : storia, strumenti e prospettive della pianificazione territoriale per la riduzione del rischio, Roma, Gangemi, 1991

Ferrero, C., 2012. Consolidamento e adeguamento sismico del Teatro Politeama "Giuseppe Verdi" di Carrara. Tesi di Laurea Specialistica. Relatore: Prof. Sergio Lagomarsino. Università di Genova.

Fico, R., Gualtieri, R., Pecci, D., Mannella, A., Campagna, R., Prota, A., Di Ludovico, M., 2015. Il Modello Integrato per i Comuni del Cratere (MIC) adottato dai Comuni del cratere sismico del sisma del 2009 in Abruzzo: analisi dei costi e prime considerazioni sull'efficacia degli incrementi al contributo base, in: XVI Convegno ANIDS L'ingegneria Sismica in Italia.

Francis, R., Bekera, B., 2014. A metric and frameworks for resilience analysis of engineered and infrastructure systems. Reliability Engineering & System Safety 121, 90–103.

Fredrickson, B. L.; Tugade, M. M.; Waugh, C. E.; Larkin, GR. 2003. "A prospective study of resilience and emotions following the terrorist attacks on the United States on September 11th, 2001". Journal of Personality and Social Psychology 84 (2): 365–376.

Gabrielli B.,(a cura di), 1997: Patrimonio 2000: un progetto per il territorio storico, Rel. generale, Convegno-Congresso ANCSA, Modena.

Galasco, A., Lagomarsino, S., Penna, A., Cattari S. (2009), TREMURI program: Seismic Analyses of 3D Masonry Buildings, University of Genoa

Gambarotta, L., Lagomarsino, S., 1996, "Sulla risposta dinamica di pareti in muratura", Atti del Convegno Nazionale "La Meccanica delle Murature tra Teoria e Progetto", Messina, 18-20 settembre 1996, , Pitagora Ed. Bologna.

Garmezy, N. 1973. "Competence and adaptation in adult schizophrenic patients and children at risk", pp. 163–204 in Dean, S. R. (Ed.), Schizophrenia: The first ten Dean Award Lectures. NY: MSS Information Corp.

Garmezy, N.; Streitman, S. 1974. "Children at risk: The search for the antecedents of schizophrenia. Part 1. Conceptual models and research methods". *Schizophrenia Bulletin* (8): 14–90.

Gavarini C., "Rischio sismico e danneggiamento", in Atti del 5° Convegno "L'ingegneria sismica in Italia", Palermo 1991

Gavarini G., “Ipotesi per una nuova scala di vulnerabilità sismica degli edifici in muratura”, in Atti del 3° Convegno Nazionale “L’ingegneria sismica in Italia”, Roma, 1987

Giovinazzi S., Balbi A., Lagomarsino S., 2004. Un modello di vulnerabilità per gli edifici nei centri storici. XI Congresso Nazionale “L’ingegneria Sismica in Italia”, Genova.

Giovinazzi S., Lagomarsino S., 2001. Una metodologia per l’analisi di vulnerabilità sismica del costruito. X Congresso Nazionale “L’ingegneria Sismica in Italia”, Potenza-Matera..

Giovinazzi S., Lagomarsino S., 2007. Vulnerabilità e previsione di danno a scala territoriale secondo una metodologia macrosismica coerente con la scala EMS-98.

Giuffrè A., Codice di pratica per il recupero dei centri storici soggetti al sisma: Castelvetere sul Calore, Roma, Multianddress, 1988

Giuffrè A., Sicurezza e conservazione dei centri storici. Il caso Ortigia, Bari, Laterza, 1993

Grunthal G., 1998. European Macroseismic Scale 1998. Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, n.15, pp.1-97.

Gunderson L, Holling CS, Pritchard L, Peterson G. 2002. Resilience. In: Mooney H, Canadell J, editors. Encyclopedia of global environmental change. Scientific Committee on Problems of the Environment; 2002. p.530–1.

Guzman, M. de (2002) The total disaster risk management approach: an introduction, paper presented at the Regional Workshop on Networking and Collaboration among NGOs of Asian Countries in Disaster Reduction and Response, 20-22 February, Kobe, Japan.

Haigh, R., Amaratunga, D., 2010. An integrative review of the built environment discipline’s role in the development of society’s resilience to disasters. International Journal of Disaster Resilience in the Built Environment 1, 11–24. doi:10.1108/17595901011026454

Haresh C. Shah Chairman, “Terms for Probabilistic Seismic-Risk and Hazard Analysis”, EERI Committee on Seismic Risk, Earthquake Spectra, Vol. 1, N. 1, November 1984

Henry, D., Emmanuel Ramirez-Marquez, J., 2012. Generic metrics and quantitative approaches for system resilience as a function of time. Reliability Engineering & System Safety 99, 114–122.

Hinkel, J., 2011. ‘Indicators of Vulnerability and Adaptive Capacity: Towards a clarification of the Science-Policy Interface’, Global Environmental Change 21(1): 198-208.

Holling, C. and Meffe, G., 1996, “Command and control and the pathology of natural resource management”, Conservation Biology, Vol. 10 No. 2, pp. 328-337.

Holling, C. S., L. Gunderson, and D. Ludwig. 2002. In Quest of a Theory of Adaptive Change. P. 3-24 in: Panarchy: Understanding Transformations in Human and Natural Systems. L.H. Gunderson and C.S. Holling, eds. Island Press, Washington, D.C.

Holling, C., 1973, “Resilience and stability of ecological systems”, Annual Review of Ecology and Systematics, Vol. 4, pp. 1-23.

Holling, C.S., 1996. Engineering resilience versus ecological resilience. Foundations of Ecological Resilience pp 51–66.

Hollnagel E, Woods DD, Leveson N, editors. Resilience engineering: concepts and precepts. Ashgate Publishing Limited; 2006

ICOMOS/ICORP, 2013. Heritage and Resilience Book for GP2013 Disaster Management, in: Heritage and Resilience: Issues and Opportunities for Reducing Disaster Risks. Presented at the Forth Session of Global Platform for disaster risk reduction, Geneva, Switzerland, p. 58.

ICOMOS/ICORP, 2013. Heritage and Resilience Book for GP2013 Disaster Management, in: Heritage and Resilience: Issues and Opportunities for Reducing Disaster Risks. Presented at the Forth Session of Global Platform for disaster risk reduction, Geneva, Switzerland, pp. 58.

Indelicato, D., 2010. Vautazione e riduzione della vulnerabilità sismica degli aggregati edilizi nei centri storici. Il caso di Villa Sant'Angelo. Tesi di Dottorato. Catania 2010

IPCC. 2012. Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Eds. Cambridge University Press, Cambridge.

ISAT, 2006. Signorino M., Mauro F. Disastri Naturali, Conoscere per prevenire. ISAT - Istituto per le scelte ambientali e tecnologiche - in collaborazione con Dipartimento della Protezione Civile. Roma, 2006, pp. 45.

ISPRA, 2009. Adattamento ai cambiamenti climatici:strategie e piani in Europa

Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. 14 gennaio 2008, G.U. 26-2-2009, N. 47 - suppl.ord. N. 27. Ministero Infrastrutture e Trasporti, D.M. 14 gennaio 2008.

Italian Department of Civil Protection 2014, Seismic Risk. 10.05.2014: http://www.protezionecivile.gov.it/jcms/it/descrizione_sismico.wp

Jha, A.K., Miner, T.W., Stanton-Geddes, Z., 2013. Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice. World Bank Publications.

Klohnen, E.C., 1996 Conceptual analysis and measurement of the construct of ego-resiliency. Journal of Personality and Social Psychology.;70:1067–1079. PubMed

Krogerus, M., Tschäppeler, R., 2012. The Decision Book: 50 Models for Strategic Thinking, 1 edition. ed. W. W. Norton & Company.

L.R. Umbria n. 11/2005: "Norme in materia di governo del territorio: pianificazione urbanistica comunale".

Lagomarsino S., Podestà S., 2005. Inventario e vulnerabilità del patrimonio monumentale dei parchi dell'Italia centro-meridionale e meridionale, Vol.III - Analisi di vulnerabilità e

rischio degli edifici monumentali. I.N.G.V. - G.N.D.T., L'Aquila.

Latour, B. 2005. Reassembling the social : an introduction to actor-network-theory. Oxford Oxford University Press.

Latour, B., Romano, G. Piaggesi, E. (2011). Dingpolitik : come rendere le cose pubbliche. Milano Postmedia.

Lettieri, E., Masella, C. and Radaelli, G., 2009, "Disaster management: findings from a systematic review", Disaster Prevention and Management, Vol. 18 No. 2, pp. 117-36.

Levine, Simon. 2014. Assessing Resilience: Why Quantification Misses the Point. HPG Humanitarian Policy Group. Overseas Development Institute.

Liberatore D. (a cura di), 2000. Progetto Catania. Indagine sulla risposta sismica di due edifici in muratura. C.N.R. - G.N.D.T., Roma.

Loi, M., 2016. Tre decenni di piani di recupero in Abruzzo: Dai divieti al recupero della bellezza. Gangemi Editore spa.

Longhi, A., 2009. Dai catasti figurati ai catasti descrittivi? Letture regressive del territorio, in: Fonti, Metafonti E Gis per L'indagine Della Struttura Storica Del Territorio / Matteo Panzeri e Angela Farrugia (a cura di). Celid, TORINO, pp. 61–70.

LR Emilia-Romagna n. 16/2012: "Norme per la Ricostruzione nei territori interessati dal sisma del 20 e 29 maggio 2012".

Luchini C., 2012. Il modello svizzero per l'analisi del rischio sismico: calibrazione e confronto con altri metodi di vulnerabilità, Tesi di Laurea magistrale in Ingegneria delle Costruzioni, Università degli Studi di Genova.

Luers, A., Lobell, D., Sklar, L., Addams, L., Matson, P., 2003. 'A method for quantifying vulnerability, applied to the agricultural system of the Yaqui Valley, Mexico', Global Environmental Change 13: 255-267.

Manfredi G., 2005, In Italia terremoti medio-alti ma vulnerabilità molto elevata. In Villaggio Globale, VIII, n. 29, pp.68-70. Bari, 2005.

Marotta, P. 2011. Rischio e prevenzione: due questioni per l'urbanistica del XXI secolo?, in Abitare l'Italia. Territori economie diseguaglianze, Atti della XIV Conferenza della Società italiana degli urbanisti, a cura di L. De Bonis, Torino 2011.

Masten, A. S.; Best, K. M.; Garmezy, N. 1990. "Resilience and development: Contributions from the study of children who overcome adversity". Development and Psychopathology 2 (4): 425–444.

Max Lock Centre (2006) Mind the Gap, Royal Institute of Chartered Surveyors, London.

Mitchell, A., 2013. 'Risk and Resilience: From Good Idea to Good Practice', OECD Development Co-operation Working Papers, No. 13, OECD Publishing. (http://dx.doi.org/10.1787/5k3ttg4cxcbp-en).

Muratori S., 1959. Studi per un'operante storia urbana di Venezia, Roma, 1959

Muratori S., Bollati S., 1963. Studi per un'operante storia urbana di Roma, Roma,1963;

Nigro, F. 2003. Gli studi per il territorio, in Università degli Studi di Roma "La Sapienza", DPTU – Dipartimento di Pianificazione Territoriale e Urbanistica, Analisi del comportamento del sistema umbro di Nocera Umbra sotto il sisma del 1997, Rapporto conclusivo, Relazione, febbraio 2003, p. 170.

Nimis G. P., 2009, Terre Mobili. Dal Belice al Friuli dall'Umbria all'Abruzzo, Donzelli, Roma. 2009

Norme Tecniche per le Costruzioni, G.U. 4-2-2008, N. 29.

O'Rourke, T.D., 2007. Critical infrastructure, interdependencies, and resilience. BRIDGE-WASHINGTON-NATIONAL ACADEMY OF ENGINEERING- 37, 22.

Olivieri M., 2004. "Finalità, contenuti, articolazione della ricerca", in, Olivieri M., a cura di, Regione Umbria. Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra, Urbanistica, Quaderni, Collana dell'Istituto Nazionale di Urbanistica, INU, Supplemento al n.124 di Urbanistica, Quaderno 44, Anno X, 2004

Olivieri M., a cura di, 2004 Regione Umbria. Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra, Urbanistica, Quaderni, Collana dell'Istituto Nazionale di Urbanistica, INU, Supplemento al n.124 di Urbanistica Quaderno 44, Anno X, 2004

Pardede, T., Tetsuo, K., 2012. Planning for post-disaster recovery: lesson from Aceh post-tsunami recovery. Department of urban engineering, University of Tokyo. Retrieved.

Parotto, R., 2004. "La perdita di funzionalità e di organizzazione complessiva della Struttm·a w·hana minima in seguito del sisma al 1997", in, Olivieri M., a cura di, Regione Umbria. Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra, Urbanistica, Quaderni, Collana dell'Istituto Nazionale di Urbanistica, INU, Supplemento al n.124 di Urbanistica, Quaderno 44, Anno X, 2004, pp. 109-111

Petrini V., La proposta di riclassificazione sismica del territorio nazione nel Progetto finalizzato Geodinamica del CNR, relazione al corso organizzato dalla regione Emilia Romagna sulla prevenzione dei danni da terremoto, Bologna 1983

Pizzo, B., 2004. "Criteri generali di intervento per l'incremento della funzionalità della Struttura Urbana Minima", in, Olivieri M., a cura di, Regione Umbria. Vulnerabilità urbana e prevenzione urbanistica degli effetti del sisma: il caso di Nocera Umbra, Urbanistica, Quaderni, Collana dell'Istituto Nazionale di Urbanistica, INU, Supplemento al n.124 di Urbanistica, Quaderno 44, Anno X, 2004, pp. 142-144

Podestà, S., 2012. Verifica sismica di edifici in muratura: aggiornato a NTC e linee guida per la valutazione e riduzione della vulnerabilità sismica. D. Flaccovio, Palermo.

Ponomarov, S.Y., Holcomb, M.C., 2009. Understanding the concept of supply chain resilience. International Journal of Logistics Management, The 20, 124–143. doi:10.1108/09574090910954873

Preti, P., Puricelli, M. (Eds.), 2011. La guida del Sole 24 ore alla gestione delle PMI: la soluzione alle problematiche più tipiche della piccola e media impresa italiana, 2. ed. aggiornata. ed. Gruppo 24 ore, Milano.

Reed, D.A., Kapur, K.C., Christie, R.D., 2009. Methodology for Assessing the Resilience of Networked Infrastructure. IEEE Systems Journal 3, 174–180.

Regione Emilia-Romagna, 1993. Istituto per i Beni Culturali, Comuni di Sarsina e Santa Sofia, a cura di I. Cremonini e M. Foschi, Recupero edilizio in zona sismica, Bologna, pagine 110.

Regione Emilia-Romagna, 1994. stituto Nazionale di Urbanistica-Sezione Emilia-Romagna, Rischio sismico e pianificazione nei centri storici, a cura di I.Cremonini,Alinea Editrice, Firenze, pagg.285.

Regione Emilia-Romagna,1999. Analisi preliminare e valutazione dell'esposizione e vulnerabilità sismica dei sistemi urbani. Scheda di analisi . Istruzioni per la valutazione, a cura di I.Cremonini.

Regione Umbria - DPTU Univeristy of Rome - Sapienza, 2010. Linee guida per la definizione della struttura urbana minima (SUM) nel PRG, ai fini della riduzione della vulnerabilità sismica urbana. 2010.

Renschler, C.S., Frazier, A., Arendt, L., Cimellaro, G.-P., Reinhorn, A.M., Bruneau, M., 2010. A framework for defining and measuring resilience at the community scale: The PEOPLES resilience framework. MCEER.

Romano, C., 2014. Gli edifici del periodo razionalista in Italia: Modello per la valutazione della vulnerabilità sismica. Tesi di Dottorato. XXVI Ciclo. Sapienza, Roma. DICEA – Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale.

Sandhu-Rojon, R., 2003. Selecting Indicators for impact evaluation. New York: UNDP.

Sandi H., "Vulnerability and Risk analysis for individual structures and systems", in Proceedings of 8° European Conference on Earthquake Engineering (ECEE), Lisbon, 1986

Schipper, E. Lisa F., and Lara Langston. 2015. A Comparative Overview of Resilience Measurement Frameworks. https://www.odi.org/sites/odi.org.uk/files/odi-assets/publications-opinion-files/9754.pdf.

Servizio Sismico Nazionale e Istituto Nazionale di Urbanistica INU, 1999. Vulnerabilità sismica e pianificazione degli spazi urbani, a cura di W.Fabietti, Alinea, Firenze, pagg. 369.

Shaw R., 2009. City profile: climate and disaster resilience. UNISDR. pp 39 http://www.unisdr.org/we/inform/publications/8168

Shinozuka, M., Chang, S.E., Cheng, T.-C., Feng, M., O'rourke, T.D., Saadeghvaziri, M.A., Dong, X., Jin, X., Wang, Y., Shi, P., 2003. Resilience of integrated power and water systems. Multidisciplinary Center for Earthquake Engineering Research MCEER.

Sommella R., Viganoni L., 2010. "Dimensione locale e processi globali. Note sulla città mediterranea", in Mazzei F., Carioti P., Oriente, Occidente e dintorni. Scritti in onore di Adolfo Tamburello, Università degli Studi di Napoli "L'Orientale", Vol. V, pp. 2359-2368.

Spearman, M. and McGray, H., 2011. 'Making Adaptation Count; Concepts and Options for Monitoring and Evaluation of Climate Change Adaptation.' World Resources Institute. (http://pdf.wri.org/making_adaptation_count.pdf).

Tellam, I. 2007. 'Adaptation targets', Tiempo 64, 14–16.

Terranova A., 1999. "I centri storici nella città diffusa: continuità e discontinuità, omogeneità e differenza, in un progetto italiano della qualità urbana" in, Rassegna di Architettura e urbanistica, n. 86/87, 19.

Timmerman, P., 1981, "Vulnerability, Resilience, and the Collapse of Society." Institute of Environmental Studies, Toronto, Canada.

Tokgoz, B.E., Gheorghe, A.V., 2013. Resilience quantification and its application to a residential building subject to hurricane winds. International Journal of Disaster Risk Science 4, 105–114.

Tyler, S., Nugraha, E., Nguyen, et al., 2014. Developing Indicators of Urban Climate Resilience. ISET. http://i-s-e-t.org/resources/working-papers/wp2-climate-resilience.html

UNESCO, 2011. Recommendation on the Historic Urban Landscape, p. 50-54. In the body of the text: "Resolution 15 adopted by the General Conference at its 36th session". UNESCO, 2012, Paris.

UN-HABITAT, 2013. City Resilience Profiling Programme. http://unhabitat.org/urban-initiatives/initiatives-programmes/city-resilience-profiling-programme/

UNIDO, Natural Disaster and Vulnerability Analysis, Report of Expert Group Meeting, Geneva, 1979

UNISDR 2011. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining Development. UNISDR Practical Action 2012, Geneva.

UNISDR 2011. Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Revealing Risk, Redefining Development. UNISDR Practical Action 2012, Geneva.

UNISDR, 2005, Hyogo Framework for Action 2005-2015, United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva.

UNISDR, 2012a Making Cities Resilient Report 2012. http://www.unisdr.org/files/28240_

rcreport.pdf

UNISDR, 2012b. Building Cities Resilience to Disasters: Protecting Cultural Heritage and Adapting to Climate Change. Venice, Italy.

UNISDR, 2014. Disaster Resilience Scorecard for Cities. Working Document. United Nations International Strategy for Disaster Risk Reduction (UNISDR). (http://www.unisdr.org/2014/campaign-cities/Resilience%20Scorecard%20V1.5.pdf).

UNISDR, 2015, Sendai Framework for Action 2015-2030, United Nations International Strategy for Disaster Reduction, Geneva.

USRC – Ufficio Speciale per la Ricostruzione dei Comuni del Cratere - http://www.usrc.it/ consultato il 10.07.2015

Vugrin, E.D., Warren, D.E., Ehlen, M.A., 2011. A resilience assessment framework for infrastructure and economic systems: Quantitative and qualitative resilience analysis of petrochemical supply chains to a hurricane. Proc. Safety Prog. 30, 280–290.

WCCD, 2015. ISO 37121 "Sustainable development in communities - Inventory and review of existing indicators on sustainable development and resilience in cities" http://www.iso.org/iso/catalogue_detail.htm?csnumber=63790

Wilbanks, T., 2007. "The Research Component of the Community and Regional Resilience Initiative (CARRI)". Presentation at the Natural Hazards Center, University of Colorado-Boulder.

Winderl, T., 2014. Disaster Resilience Measurements: Stocktaking of ongoing efforts in developing systems for adaptation and mitigation: Common themes from the diversity of approaches, in Patt, A.G., Schröter, D., de laVega-Leinert, A.C., Klein, R.J.T. (eds.), Environmental Vulnerability Assessment. London: Earthscan.

Wolfe M.R., Heikkala S.G., Urban Scale Vulnerability, Cnr-Nsf, US-Italy Workshop on Earthquake Disaster Mitigation, Roma, 12-16 Ottobre 1981

World Bank, 2010. Safer Homes, Stronger Communities: A Handbook for Reconstructing after Natural Disasters Phelps, P.M., Jha, A.K., Pittet, D., Sena, S., Barenstein, J.D., 2010.

World Bank, 2013. Jha, Abhas K., Todd W. Miner, and Zuzana Stanton-Geddes. 2013. Building Urban Resilience: Principles, Tools, and Practice. World Bank Publications.

Elenco delle Figure

Copertine:

Introduzione: Torre dell'orologio di Finale Emilia (MO), dopo il terremoto del 2012, dal sito dell'Arpa ER

Capitolo 1: Felce dal muro, foto di Laura Severi

Capitolo 2: Performance artistica nel Cretto di Burri, di Marzia Migliora, foto di Turiana Ferrara

Capitolo 3: Il terreno dopo un terremoto,

Conclusioni: Il palazzo rosso di Amatrice, dopo il terremoto del 2016, foto dal sito di Repubblica

Appendice: Vista del centro storico di San Gemini, foto dell'autore

Glossario: Il filo rosso al Forte Prenestino, foto dell'autore

Bilbliografia: Chetham's Library a Manchester, foto dell'autore

Figura 1: Disastri naturali dal 1900 al 2015. EM-DAT The OFDA/CRED international disaster database (2016) http://www.emdat.be 27

Figura 2: schema del Disaster Life Cycle. elaborato dall'autore. 29

Figura 3: Mappa dei disastri naturali verificatisi nel 2015. fonte: MunichRE, NatCatSERVICE. 31

Figura 4: Classifica, secondo i danni economici causati, delle 5 più grandi calamità del 2015. fonte: NatCatSERVICE. 31

Figura 5: Schema della struttura della tesi. Elaborato dall'autore. 32

Figura 6: Adaptive cycle. (Holling, 2002) 45

Figura 7: Schema esplicativo del concetto di Resilienza. Fonte: http://www.cultivatingexcellence.com/eChngEbook/S2d/ResilienceDilemma.html 47

Figura 8: Studio dello stato dell'arte e confronto del concetto di Resilienza nei diversi settori disciplinari, sviluppato dall'autore a partire da una ricerca di Bhamra, R., DaEni, S., Burnard, K., (2011). 50

Figura 9: Rapporti tra Vulnerabilità e Resilienza Fonte: Alberta Sustainable Resource: Development, 2010 e http://www.adaptingtorisingtides. org/vulnerability-and-risk) 55

Figura 10: Matrice delle proprietà della Resilienza, con esempi rispetto alle dimensioni tecnica, organizzativa, sociale ed economica di un'infrastruttura. Fonte: Kathleen Tierney, director of the Natural Hazards Center, University of Colorado at Boulder, personal communication. 58

Figura 11: Proprietà della Resilienza. Fonte: National Infrastructure Advisory Council, 2010. A Framework for Establishing Critical Infrastructure Resilience Goals. 59

Figura 12: Le 4 Dimensioni della Resilienza. Elaborato dall'autore. 60

Figura 13: Misura della Resilienza in base alla funzionalità. Fonte: Bruneau et al., 2003. Rielaborazione dell'autore. 65

Figura 14: Sistema di indicatori per la valutazione dei progetti a base del CRI (City Resilience Index) ideato da Arup. Fonte: Arup, 2014. 67

Figura 15: Mappa di pericolosità sismica per l'Europa centrale e meridionale. Il grado di pericolo è espresso in accelerazione in pga (m/s2) a seguito di un terremoto con una probabilità del 10% di eccedenza

in 50 anni. Fonte:IGCP Seismotectonics and Seismic Hazard Assessment, SESAME, http://www.seismo.ethz.ch/static/gshap/sesame/me99.html 80

Figura 16: Mappa di Pericolosità sismica su territorio nazionale. Fonte: Istituto Nazionale di Geofisica e Vulcanologia INGV. 81

Figura 17: Fonte: http://www.preventionweb.net/english/countries/statistics/?cid=85, elaborated on "EM-DAT: The OFDA/CRED International Disaster Database, Universitè catholique de Louvain, Brussels, Bel." Data version: v11.08. Rielaborazioni dell'autore. 83

Figura 18: Schema concettuale del passaggio di attenzione dalla scala edilizia a quella urbana. Elaborato dall'autore. 89

Figura 19: Tabella di vulnerabilità della scala EMS98 94

Figura 20: Schede di rilevamento del danno GNDT di 1° Livello 97

Figura 21: Schede di Vulnerabilità GNDT di 2° Livello 99

Figura 22: Esempi di elaborazioni grafiche di alcuni modelli meccanici realizzate con i software 3DMacro, 3Muri e Hazus) 101

Figura 23: Parametri tipologici per la valutazione della vulnerabilità di isolato e scheda riassuntiva della vulnerabilità di tessuto applicati nella ricerca sul caso di Nocera Umbra. 105

Figura 24: Sotto: Esempio di output prodotto dal modello di valutazione della vulnerabilità dei sistemi urbani0 Matrice e curve di vulnerabilità. Fonte: Regione Emilia-Romagna – Manuale 2004. 109

Figura 25: a destra: Alcune analisi tipo e grafici per la vulnerabilità dei sistemi urbani Fonte: Regione Emilia-Romagna – Manuale 2004. 109

Figura 26: Principali dati sull'intensità dei terremoti e sull'intensità sociale ed economica dei processi di ricostruzione. Fonte: Manfredi, G., Asprone, D., Memoria e mappa sismica. L'Italia e le sue Regioni (2015). 113

Figura 27: Nella pagina precedente, il Cretto di Burri, Gibellina 115

Figura 28: Terremoti storici in Italia (1900-2013), elaborata dall'autore sulla base della mappa INGV, CPTI15, the 2015 version of the Parametric Catalogue of Italian Earthquakes. doi:http://doi.org/10.6092/INGV.IT-CPTI15 115

Figura 29: Distribuzione degli effetti del terremoto del 1976, secondo M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11, DOI: 10.6092/INGV.IT-DBMI11 116

Figura 30: Schema progettuale di base per il piano di ricostruzione di Venzone, da F. Sartogo, "Udine e Venzone. Lettura critica per una storia operante del territorio friulano, Firenze 2008" 119

Figura 31: Tipologia portante a Venzone. Fonte: A. Camiz, 2012. 119

Figura 32: Distribuzione degli effetti del terremoto del 1997, secondo M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna, http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11, DOI: 10.6092/INGV.IT-DBMI11 120

Figura 33: Schema di valutazione della funzionalità della SUM post-sisma. Fonte Olivieri, 2004. 123

Figura 34: Schema deggli isolati del centro storico di Nocera Umbra. Fonte: Olivieri, 2004. 123

Figura 35: Distribuzione degli effetti del terremoto del 2009, secondo M. Locati, R. Camassi e M. Stucchi (a cura di), 2011. DBMI11, la versione 2011 del Database Macrosismico Italiano. Milano, Bologna,

http://emidius.mi.ingv.it/DBMI11, DOI: 10.6092/INGV.IT-DBMI11 126

Figura 36: Schema dell'iter procedurale di approvazione dei PdR in Abruzzo. Fonte: USRC, 2015..... 129

Figura 37: Alcuni dei 58 piani di Ricostruzione redatti per i comuni colpiti dal sisma in Abruzzo e analizzati per lo studio 129

Figura 38: Estratto dall'elaborato A.16 Mutazioni a livello di tipo e di aggregato dal PdR di Fossa 131

Figura 39: Spaccato assonometrico costruttivo dal PdR di Fossa 131

Figura 41: Tabella sullo Stato dei Piani di Ricostruzione dell'Abruzzo 2009 . Indagine SDePRA condotta dall'autore. Stato a giugno 2016..... 133

Figura 40: Grafici sullo stato dei Piani di Ricostruzione in Abruzzo a seguito del sisma 2009. Elaborazioni dell'autore. 133

Figura 42: Schema concettuale della SUM. Elaborata dall'autore..... 138

Figura 43: Schema del processo di pianificazione preventiva (UNISDR, IRP, 2012. Guidance Note on Recovery: Pre-Disaster Recovery Planning.) 139

Figura 44: Valutazione della vulnerabilità urbana del centro storico di Montone - Prof. M. Olivieri, A. Ascarelli, F. Fazzio, F. Fiorito, M. Giuffrè, R. Parotto, B. Pizzo..... 139

Figura 46: Carta degli elementi per l'analisi della CLE. Sperimentazione nel comune di Faenza (RV) 141

Figura 45: Schede tipo per il rilievo degli elementi della CLE per l'Aggregato Strutturale (AS) e l'Unità Strutturale (US) 141

Figura 47: Schema processuale per l'analisi della vulnerabilità dei sistemi urbani (Regione Emilia-Romagna – Manuale 2004) 143

Figura 48: Rilievo del piano terra di un isolato nel centro storico di Bagno di Romagna rappresentato con la simbologia proposta dalla Regione Emilia – Romagna (Piano di Recupero del Centro storico). Progettisti: Arch. S. Vecchietti e C. Lazzari, collaboratori: R. Parotto e M. Giuffrè. 144

Figura 49: Area colpita dal sisma di Northridge, LA, 1994..... 149

Figura 50: Prima Pagina del "Los Angeles Times" del 18 Gennaio 1994, riportante la nottizia del Tereemoto.... 151

Figura 51: Schema del funzionamento del Piano PEPPER per Los Angeles, elaborato dall'autore. 152

Figura 52: Scema del Recovery Plan Cylce (UNISDR, IRP, 2012. Guidance Note on Recovery: Pre-Disaster Recovery Planning). Rielaborazione dell'autore. 155

Figura 53: Schema del Disaster Life Cycle. elaborato dall'autore. 168

Figura 54: Schema temporale del Piano di Preparazione. elaborato dall'autore..... 169

Figura 55: Schema del processo per la redazione delle strategie. Elaborato dall'autore. 170

Figura 56: Confronti dei Catasti Storici per il caso di San Gemini..... 174

Figura 57: Carta delle Età del Costruito (MABH) elaborata per il caso studio di San Gemini 176

Figura 58: Carta dei Caratteri Costruttivi dell'esistente per il caso studio di Rieti..... 178

Figura 59: Analisi dei caratteri costruttivi per il caso studio di Rieti. Analisi tramite la Scheda AEDES e CARTIS (Reluis e DPC, 2014)..... 180

Figura 60: Carta delle delle vulnerabilità di tessuto elaborata per il caso studio di San Gemini 182

Figura 61: Qui sotto, schema dei parametri del modello tipologico-osservazionale, (Olivieri, 2004)..... 188
Figura 62: Nella pagina affianco sopra, dati di distribuzione dei valori di vulnerabilità relativa per gli aggregati di San Gemini 188
Figura 63: Nella pagina affianco sotto, Carta delle vulnerabilità relative di aggregato elaborata per il caso studio di San Gemini 188
Figura 64: Schema dei meccanismi di 1° e 2° modo e del comportamento scatolare per gli edifici in muratura 191
Figura 65: Schema dell'oscillatore semplice C7.3.4.1 - CNR-DT 207-2009 192
Figura 66: Schema del funzionamento del modello a telaio equivalente..... 193
Figura 67: Rilievo dell'aggregato usato come esempio. Aggregato B13 di San Gemini..... 195
Figura 68: Schema di elaborazione del modello strutturale nei 5 step di dettaglio 197
Figura 69: Tabella 3.2.I dalle NTC 2008, Probabilità di superamento nel periodo di riferimento al variare dello stato limite considerato..... 199
Figura 70: Tabella 3.2.V dalle NTC 2008, espressione dei parametri Ss e Cc dipendenti dalla categoria di sottosuolo 199
Figura 71: Tabella 3.2.II dalle NTC 2008, riportante le categorie di sottosuolo..... 199
Figura 72: Verifiche dei modelli strutturali per il parametro, su suolo di categoria C..... 202
Figura 73: Nelle pagine precedenti, scheda riassuntiva di analisi del parametro 203
Figura 74: Confronto tra le curve di capacità dei 5 modelli di dettaglio sviluppati per studio del parametro, analisi secondo il 1° modo di vibrare in direzione +X, -X e +Y 203
Figura 75: Schema di elaborazione del modello strutturale nei 5 step di dettaglio 205
Figura 76: Nelle pagine precedenti, scheda riassuntiva di analisi del parametro 208
Figura 77: Confronto tra le curve di capacità dei 5 modelli di dettaglio sviluppati per studio del parametro, analisi secondo le combinazioni masse in direzione + X e il 1° modo di vibrare in direzione +Y 208
Figura 78: distribuzione dei dati di età del costruito, tipologie costruttive e vulnerabilità per il caso studio di San Gemini. 210
Figura 79: Carta di individuazione degli aggregati elaborata per il caso studio di San Gemini 212
Figura 80: Tabella di elaborazione dei dati per il caso di San Gemini..... 214
Figura 81: Tabella riassuntiva dei dati per il caso di San Gemini 216
Figura 82: Grafici con le percentuali di dato omogeno per singolo aggregato per Età del Costruito, Caratteri Costruttivi e valore di Vulnerabilità Relativa per il caso di San Gemini..... 216
Figura 83: Grafico di correlazione dei dati Età del Costruito, Caratteri Costruttivi e valore di Vulnerabilità Relativa per singolo aggregato per per il caso di San Gemini..... 219
Figura 84: Nella pagina affianco: le carte sviluppate nelle analisi e l'importanza di leggerle in parallelo 221
Figura 85: Rielaborazione da: S.Caldaretti, W.Fabietti; A.Riggio: La vulnerabilità sismica dei sistemi territoriali, Ed. DEI, Roma, 1987 221
Figura 86: Schema di funzionamento della "Matrice di Eisenhower" o "Quadranti di Covey" 223
Figura 87: Grafici con le percentuali di dato omogeno per singolo aggregato per Età del Costruito, Caratteri

Costruttivi e valore di Vulnerabilità Relativa per il caso di San Gemini, con la divisione in range e relativo valore attribuito. ... 224

Figura 88: Schemi e mappe dello studio delle componenti sistemiche dei tessuti urbani e della compresenza con altri fattori di rischio, che vanno a definire i fattori amplificativi per la determinazione del valore di Importanza all'interno della Matrice delle Priorità. Elaborazioni per il caso studio di San Gemini. Sotto: le legende delle carte. ... 226

Figura 89: Tabella esplicativa per la parametrizzazione dei valori e dei fattori amplificativi ... 228

Figura 90: Matrice esplicativa dei valori di input per "urgenza" e "importanza" ... 228

Figura 91: Matrice delle Priorità per il caso di SanGemini ... 228

Figura 92: Nella pagina affianco: Carta delle Priorità, graficizzazione della Matrice ... 228

Figura 93: Valutazione della Matrice delle Priorità per il caso di Ovindoli (Abruzzo) e confornto con il cronoprogramma elaborato nel piano di ricostruzione ... 230

Figura 94: Schema degli Attori chiave nel processo di Pianificazione e Ricostruzione. Fonte: Safer Homes, Stronger Comunities. A handbook for Reconstruction after Natural Disasters. pag 133. (World Bank, 2010) ... 232

Figura 95: Schema del processo nella situazione attuale ... 236

Figura 96: Schema del processo nella situazione proposta ... 237

Figura 97: Tabella esplicativa per la parametrizzazione dei valori e dei fattori amplificativi ... 246

Figura 98: Matrice esplicativa dei valori di input per "urgenza" e "importanza" ... 246

Figura 99: Matrice delle Priorità per il caso di San Gemini (pag. 228 - capitolo 3) ... 246

Figura 100: Grafico di correlazione dei dati Età del Costruito, Caratteri Costruttivi e valore di Vulnerabilità Relativa per singolo aggregato per per il caso di San Gemini (pag. 219 - capitolo 3) ... 247

Figura 102: Schema di elaborazione del modello strutturale nei 5 step di dettaglio per la verifica meccanica dei parametri tipologico-osservazionali (pag. 189 - capitolo 3) ... 249

Figura 101: Confronto tra le curve di capacità dei 5 modelli di dettaglio sviluppati per studio del parametro, analisi secondo il 1° modo di vibrare in direzione -X (pag. 203 - capitolo 3) ... 249

Pubblicazioni e attività svolte durante il dottorato

Pubblicazioni

- D'Amico, A. 2016. The role of build heritage in disaster managment. In Colloqui.AT.e 2016 MATER(i)A. Proceedings of Ar.Tec. 2016 Conference, Matera. Cangemi editore, Roma. ISBN: 978-88-492-311-7
- Currà E., Cappuccitti A., Liberatore D., D'Amico A., Crisostomi M., Lidano L., Liuzzi G., Vallone A.,2016. Vulnerabilità Edilizia e Urbana dei Centri Storici Minori. Pannello presentato a XXIX Congresso INU, Cagliari.
- Currà E., D'Amico A., Nettekoven M., 2015, "Seismic vulnerability and urban morphology, tools for urban and building integration". In ISUF XXII international Conference: City as organism. New visions for urban life, Roma, 2015.
- D'Alessandro D., Capasso L., Capolongo S., Faggioli A., Appolloni L., D'Amico A., Diana L., Raffo M. e Petronio M.G., "Aspetti critici generali", in D'Alessandro D. e Capolongo S., 2015 "Ambiente costruito e salute. Linee d'indirizzo di igiene e sicurezza in ambito residenziale" - Parte Prima: Inquadramento del tema, Franco Agneli Editore 2015, ISBN: 9788891725783
- Capolongo S., Petronio M.G., Appolloni L., Buffoli M., D'Amico A., Capasso L. e D'Alessandro D., "Salute e qualità degli ambienti indoor", in D'Alessandro D. e Capolongo S., 2015 "Ambiente costruito e salute. Linee d'indirizzo di igiene e sicurezza in ambito residenziale" - Parte Seconda: La salute nell'ambiente abitato: qualità e comfort, sicurezza e tutela delle risorse. Schede analitiche, Franco Agneli Editore 2015, ISBN: 9788891725783
- Buffoli M., Petronio M.G., Battisti F., Appolloni L., Amoruso R., D'Amico A., Capasso L. e Capolongo S., "Sito e contesto", in D'Alessandro D. e Capolongo S., 2015 "Ambiente

costruito e salute. Linee d'indirizzo di igiene e sicurezza in ambito residenziale" - Parte Seconda: La salute nell'ambiente abitato: qualità e comfort, sicurezza e tutela delle risorse. Schede analitiche, Franco Agneli Editore 2015, ISBN: 9788891725783

- Petronio M.G., Bassi S., Appolloni L., D'Amico A., Patrizio C., Capasso L. e Capolongo S., "Rischi dell'abitazione", in D'Alessandro D. e Capolongo S., 2015 "Ambiente costruito e salute. Linee d'indirizzo di igiene e sicurezza in ambito residenziale" - Parte Seconda: La salute nell'ambiente abitato: qualità e comfort, sicurezza e tutela delle risorse. Schede analitiche, Franco Agneli Editore 2015, ISBN: 9788891725783
- Capolongo S., Oberi I., Buffoli M., Capasso L., Appolloni L., D'Amico A., Patrizio C., Raffo M. e Petronio M.G., "Gestione, manutenzione e ciclo di vita dell'edificio", in D'Alessandro D. e Capolongo S., 2015 "Ambiente costruito e salute. Linee d'indirizzo di igiene e sicurezza in ambito residenziale" - Parte Seconda: La salute nell'ambiente abitato: qualità e comfort, sicurezza e tutela delle risorse. Schede analitiche, Franco Agneli Editore 2015, ISBN: 9788891725783
- D'Amico, A., 2015. "Urban disaster resilience. The role of built heritage in historical Italian towns". Tema: Tempo, Materia, Architettura 1. ISSN: 2421-4574
- Currà E., Paolini C., Liberatore D., Pizzoli E., D'Amico A., 2015, "History, development and application of anti-seismic techniques. The post-recontruction of the "Pio Monte della Misericordia" in Ischia". In Proceedings of 5th International Congress on Construction History, 2015.
- D'Amico, A., Currà, E., 2014, "The role of urban built heritage in qualify and quantify resilience. Specific issues in Mediterranean city." in Procedia Economics and Finance, A.2014, ISSN 2212-5671
- D'Amico, A., 2014, "Urban Resilience and Urban Structure. Vulnerability assessment of historical Italian towns." in Proceedings of ANDROID Residential Doctoral School, 2014.
- D'Amico, A., Currà, E., 2014, "Rural built heritage and reclamation works in Grosseto Plain, Tuscany – Italy." in Book of abstracts of the Congress on Industrial & Agricultural Canals, Lleida, 2014.

Premi e riconoscimenti

- Borsa di studio Erasmus+ per dottorato, 2015-2016: 4 mesi come PhD Visiting Student presso la Facoltà di Architettura – RWTH Aachen, Germania, presso il Dipartimento di Teoria dell'Architettura, Prof. Axel Sowa. Da novembre 2015 a febbraio 2016. Vincitore di una borsa di studio per la ricerca personale.
- Doctoral Stipend per la 5th International Congress on Construction History, 2015. 3-8 giugno 2015, Chicago (USA). Vincitore di uno stipend bandito dalla Construction History Society of America.
- Doctoral Stipend per la Scuola di Dottorato Internazionale PhD, istituita per la 4th International conference on Building Resilience, 8-11 Settembre Salford, University of Manchester - Android, Disaster Resilience Network.
- Borsa di studio 2015 per l'Attività di ricerca 2015 della Facoltà di Architettura, Università La Sapienza, DiAP. "Indirizzi e programmazione di interventi strategici per la riqualificazione e il recupero del centro storico di San Gemini"; Accordo tra Comune di San Gemini, CRITEVAT e DIAP.
- Borsa di studio per l'Attività di ricerca 2015 inerente la ""Analisi funzionale dei manufatti agricoli e produttivi della Maremma",", per la ricerca "Fattibilità ambientale e architettonica di fabbricati ad uso agricolo nell'ambito del contesto ad elevato valore paesaggistico ambientale del Parco della Maremma", Centro di Ricerca "Critevat", Facoltà di Ingegneria, Università La Sapienza, Roma.
- Borsa di studio per l'Attività di ricerca 2014 inerente la "Analisi storico tipologica nei paesaggi della bonifica toscana: manufatti agricoli e residenziali", per la ricerca "Fattibilità ambientale e architettonica di fabbricati ad uso agricolo nell'ambito del contesto ad elevato valore paesaggistico ambientale del Parco della Maremma", Centro di Ricerca "Critevat", Facoltà di Ingegneria, Università La Sapienza, Roma.

Partecipazione ad attività di ricerca

- Partecipazione alla Ricerca 2015 oggetto dell'Accordo di Collaborazione Scientifica tra il Comune di San Gemini, DIAP - Facoltà di Architettura, Università La Sapienza, Roma- e Centro di Ricerca "Critevat"- Facoltà di Ingegneria, Università La Sapienza, Roma – "Indirizzi e programmazione di interventi strategici per la riqualificazione e il recupero del centro storico di San Gemini"; subordinata alla quale la prima Convenzione di Ricerca dell'Accordo tra Comune di San Gemini e DIAP. Responsabile scientifico: Prof. Fabrizio Toppetti DIAP, Prof. Carlo Cecere CRITEVAT e Ing. Fabrizio DiPatrizi Comune di San Gemini. Gruppo di lavoro: E. Currà, M. Raitano, F. Gomez Diaz, C. Battistini, A. D'Amico, F. Dicosmo, D. Luca, A. Fiorelli.
- Partecipazione come Autore alla redazione del volume: "Ambiente costruito e salute. Linee d'indirizzo di igiene e sicurezza in ambito residenziale" di D'Alessandro D. e

Capolongo S., Franco Agneli Editore 2015, ISBN: 9788891725783. Autori: Amoruso R., Appolloni L. Bssi S., Battisti F., Buffoli F., Buffoli M., Capasso L., Capolongo S., D'Alessandro D., D'Amico A., Diana L., Faggioli A., Moscato U., Oberti I., Patrizo C., Petroni M.G., Raffo M., Settimo G.

- Partecipazione alla Ricerca 2014: "A CoCPITT for earthquake mitigation", Responsabile Scientifico: Prof. Stefano Podestà, DICAT - Università di Genova, Facoltà di Ingegneria e Centro di Ricerca CREALP, Sion, Svizzera.
- Partecipazione alla Ricerca 2013/2015 "Fattibilità ambientale e architettonica di fabbricati ad uso agricolo nell'ambito del contesto ad elevato valore paesaggistico ambientale del Parco della Maremma", Responsabile Accordo Collaborazione Scientifica: Prof. Carlo Cecere, Responsabile scientifico: Prof. Edoardo Currà, Centro di Ricerca "Critevat", Facoltà di Ingegneria, Università La Sapienza, Roma,
- Partecipazione alla Ricerca di Ateneo 2013: "Advances in the evaluation of existing buildings for seismic verification: linking microzonation and building construction through high resolution geophysical investigations", Responsabile scientifico: Prof. Michele Cercato, DICEA, Facoltà di Ingegneria, Università La Sapienza, Roma

Partecipazione ad attività didattica

- A.A. 2011/2012. Attività di tutoraggio e seminari presso il corso di Architettura e Composizione Architettonica 3, Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Edile Architettura dell'Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, titolare del corso Prof. Ing. Giorgio Praderio
- A.A. 2012/2013. Attività di tutoraggio e seminari come Cultore della Materia presso il corso di Architettura e Composizione Architettonica 3, Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Edile Architettura dell'Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, titolare del corso Prof. Ing. Alessio Erioli
- A.A. 2013/2014. Attività di tutoraggio e seminari come Cultore della Materia presso il corso di Architettura e Composizione Architettonica 3, Corso di Laurea Specialistica in Ingegneria Edile Architettura dell'Alma Mater Studiorum, Università di Bologna, titolare del corso Prof. Ing. Alessio Erioli
- A.A. 2013/2014. Attività di tutoraggio e seminari presso il corso di Progetti per la Ristrutturazione ed il Risanamento Edilizio, Corso di Laurea in Ingegneria Edile Architettura dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", titolare del corso Prof. Ing. Edoardo Currà
- A.A. 2014/2015. Attività di tutoraggio e seminari presso il corso di Progetti per la Ristrutturazione ed il Risanamento Edilizio, Corso di Laurea in Ingegneria Edile Architettura dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", titolare del corso Prof. Ing. Edoardo Currà

- A.A. 2015/2016. Attività di tutoraggio e seminari presso il corso di Progetti per la Ristrutturazione ed il Risanamento Edilizio, Corso di Laurea in Ingegneria Edile Architettura dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", titolare del corso Prof. Ing. Edoardo Currà
- A.A. 2015/2016. Attività didattica presso il Master di II livello in Progettazione Architettonica dell'Edilizia Storica e degli Spazi Pubblici dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Direttore Prof. Arch. Fabrizio Toppetti, Coordinatore didattico scientifico Prof. Ing. Edoardo Currà
- Dal 2013 Correlatore di Tesi presso il corso di Progetti per la Ristrutturazione ed il Risanamento Edilizio, Corso di Laurea in Ingegneria Edile Architettura dell'Università degli Studi di Roma "La Sapienza", Università di Bologna, titolare del corso Prof. Ing. Edoardo Currà

Workshop e formazione

- 2014 - Android – Disaster Resilience Network, academic network among European Higher Education to increase society's resilience to disasters of human and natural origin. University of Salford, Manchester, UK.
- 2014 - Workshop Internazionale di Progetto e Costruzione: "Stereotomie, les pratiques anciennes et nouvelles, 2014." Realisation d'un structure stereotomique en pierre de taille sour la forme d'arcs croises arme. A cura di DICAR Politecnico di Bari - IT, Atelier de la Pierre d'angle Brignoles et St. Maximin, ENSA Marseille, DCTA - ETSAM Madrid, INTBAU Italia. Luogo: Saint-Maxinime, Francia.
- 2013 - Workshop Internazionale di Progetto: "Progettare il Paesaggio Storico Urbano _ laboratorio Narni", a cura di Mater PARES - Dipartimento Architettura e Progetto - "Sapienza" Università di Roma in collaborazione con Escola Tecnica Superior de Architectura – Universidade da Coruña, Univeridad de Sevilla, Critevat Centro Reatino di ricerche di Ingegneria per la Tutela e la Valorizzazione dell'Ambiente e del Territorio, Ordine degli Ingegneri della Provincia di Terni