



<i>Editoriale</i> Firenze, tra omogeneità globalizzata e stramberia postmoderna	3
Aurelio Fischetti	
Project management e ingegneria economica: una sinergia possibile per il successo	6
Massimiliano Arena	
Il concetto di Zero Energy Building in relazione alla direttiva EPBD-RECAST	12
Lorenzo Leoncini	
<i>“L’intervista” – a cura di Lio Fitti</i>	
Acustica: suoni, percezione, paesaggio sonoro Progettare la quiete o l’armonia?	24
Lio Fitti	
Diminuire la superficie devastata dagli incendi come lotta efficace alle emissioni di CO₂	32
Tommaso Berna, Pietro Berna	
Bond Style	36
Le cinquanta primavere del mito di 007	
Massimo Ruffilli	
Donne, calzolari e tacchi 12	38
Margherita Rondinini	
<i>“Ingegneri in Toscana tra passato e futuro” – rubrica a cura di Franco Nuti</i>	
Ricostruire dopo il terremoto: il contributo dell’Università di Firenze a Castelnuovo (AQ)	40
Andrea Vignoli, Andrea Borghini, Emanuele Del Monte, Barbara Ortolani, Alberto Breschi, Claudia Giannoni	

Quadrimestrale d'informazione
dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze

Viale Milton 65 – 50129 Firenze
Tel. 055/213704 – Fax 055/2381138
e-mail: info@ordineingegneri.fi.it
URL: www.ordineingegneri.fi.it

Anno VII, n. 2
maggio-agosto 2012

Direttore responsabile:
Aurelio Fischetti
(direttore.progettandoing@nerbini.it)

Comitato di redazione:
Franco Nuti
Fausto Giovannardi
Marco Masi

Consulenti:
Giampaolo di Cocco – teorico arte-architettura
Marco Dezzi Bardeschi – ingegnere e architetto

Segreteria di redazione:
Francesca Serci
(redazione.progettandoing@nerbini.it)

Progetto grafico:
Paolo Bulletti e Federico Cagnucci
(ufficiografico@nerbini.it)

Prestampa:
Inscripta

Stampa:
Daigo Press, Limena (PD)

Autorizzazione del Tribunale di Firenze
n. 5493 del 31.5.2006 (R.O.C. n. 17419)

Progettando Ing viene distribuito gratuitamente agli iscritti
dell'Ordine degli Ingegneri della Provincia di Firenze.

Realizzazione editoriale: Prohemio editoriale srl, Firenze

© 2013 – Edizioni Nerbini
Via G.B. Vico, 11 – 50136 Firenze
Tel. 055/200.1085
e-mail: edizioni@nerbini.it
www.nerbini.it

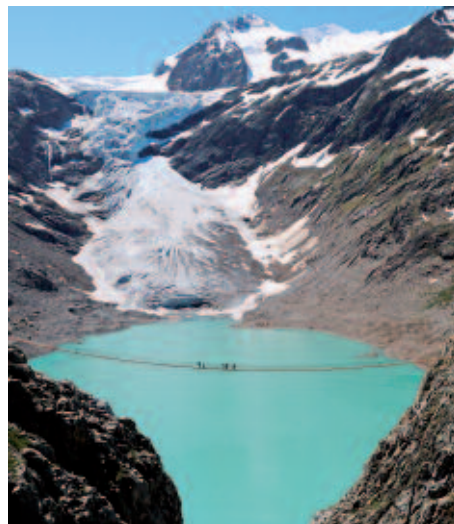
ISSN 2035-7125
ISBN 978-88-6434-158-3

Istruzioni per gli autori

I testi devono pervenire alla Direzione su supporto informatico di corredo a quello cartaceo.
È possibile indirizzare al Direttore via e-mail: direttore.progettandoing@nerbini.it
Illustrazioni, fotografie ecc. saranno pubblicate spazio permettendo.
L'invio dell'iconografia su supporto informatico è comunque indispensabile.
Salvo casi eccezionali gli originali non verranno restituiti.

Gli articoli firmati esprimono solo l'opinione dell'autore e non impegnano l'Ordine e/o la direzione e/o l'editore della rivista.

*Questo numero è stato chiuso in tipografia
il 7 gennaio 2013*



STORIA DI COPERTINA

Il ponte di funi sul Trift

Il ghiacciaio del Trift, in prossimità del passo svizzero del Susten, è uno dei ghiacciai alpini che si sta sciogliendo più rapidamente (200 mt/anno). Un sentiero lungo il ghiacciaio permetteva l'accesso al rifugio Trift, fino a quando il lago che si è formato lo ha sommerso. Realizzare un nuovo sentiero, peraltro lungo e disagiata, sarebbe stata un'opera di grande impegno e fu pertanto deciso di costruire un ponte di funi che permettesse di raggiungere il rifugio attraversando la gola nel punto più stretto. Un ponte a 1760 mt sul livello del mare. In cinque mesi, tra progetto e costruzione, il ponte fu inaugurato nel settembre 2004. Un'opera semplice ed economica, realizzata con l'impiego di cavi riutilizzati, ma prevista per durare a lungo, se non fossero stati sottovalutati due fattori. Il primo fu che il ponte attrasse troppi visitatori, rispetto a quelli previsti; il secondo che il vento nella gola raggiungeva velocità ben maggiori di quelle di progetto (120 km/h) stabilite sui dati di una stazione meteo vicina. Il vento arrivava invece anche a 200 km/h, con turbolenze che provocavano pericolose torsioni nel ponte. Venne deciso di costruire un nuovo ponte in una posizione più alta, con un'accesso più facile, in una zona dove la gola più larga garantiva velocità minori del vento. Il nuovo progetto prevedeva l'impiego di due cavi inferiori stabilizzanti con andamento parabolico, che impedivano il sollevamento per effetto delle forti raffiche. Dopo due anni di progettazione da parte dell'ing. Hans Pfaffen, forte della sua esperienza di ponti costruiti sull'Himalaya, e in sole sei settimane di costruzione, il nuovo ponte, lungo circa 170 mt a quasi 100 mt d'altezza sul lago, è stato aperto nell'estate 2009. Cavi portanti e stabilizzanti Ø32mm, passerella in legno di larice trattato: un profilo ed una vista mozzafiato.

Il vecchio ponte, dopo essere servito come piattaforma di lavoro, è stato smontato e rimontato nella vicina valle Gosschener per collegare due rifugi.

(Fausto Giovannardi)

Foto gentilmente concessa dal progettista.
Copyright by KWO, Robert Bösch

Firenze, tra omogeneità globalizzata e stramberia postmoderna

Aurelio Fischetti

Questo editoriale lo dedico al mio caro prof. Franco Nuti, ingegnere civile edile e professore ordinario di Architettura Tecnica presso la Facoltà di Ingegneria di Firenze, in pensione da pochi giorni, a cui sono legato da profonda stima per la sua capacità di trasmettere a coloro che lo hanno conosciuto accademicamente e nella vita, quella responsabilità e precisione nell'insegnamento, riferite in particolare al rapporto progetto-costruzione, individuando il carattere "poetico" dell'architettura e sostenendo che l'architettura sia innanzitutto dialogo con il contesto.

Nelle "Tre forme di architettura mancata" (Ed. Einaudi), Vittorio Gregotti racconta tre forme di rinuncia con cui l'architettura dei nostri anni si confronta: la rinuncia al disegno di modificazione del presente come progetto di confronto critico con il contesto, la rinuncia alla capacità di vedere piccolo, con precisione tra le cose e quindi la necessità della regola che fonda l'eccezione non ostentata, e infine la rinuncia alla durata dell'opera di architettura come metafora di eternità.

Provo allora a descrivere brevemente tre esempi di interventi che a mio avviso rappresentano queste tre forme.

Il primo esempio nasce dalla esigenza di sfruttamento dello spazio pubblico delle piazze, ingombrate dalle baracche mobili ma stanziali, dai gazebi aperti, ombrelloni e tavolini, strutture precarie ed amovibili anche solo stagionali, che stanno diventando i "confini" consolidati dalla loro trasformazione in volumi edilizi a tutti gli effetti, come conseguenza di esigenza commerciale dei pubblici esercizi e di introiti nelle casse comunali.



Fenomeno sempre più dirompente e invasivo, caratterizzato da soluzioni progettuali che non tengono conto delle preesistenze architettoniche del contesto e non funzionano a livello di linguaggio formale, mascherando le facciate ottocentesche a cui non resta che la funzione di involucro incoerente dell'edificio, con ciò perdendosi la necessaria consapevolezza degli equilibri planivolumetrici consolidati nel luogo, nel rapporto con i monumenti, le chiese, i campanili, ecc., per cui le piazze sono state progettate, la relazione critica con le condizioni storiche specifiche di conservazione del proprio passato storico, rinunciando alla differenza dialogante del valore della relazione tra culture e società diverse in evoluzione, in ragione di una cultura dei comportamenti e dei consumi.

Il secondo esempio a mio avviso emblematico, ma al tempo stesso pieno di stupore, è l'iniziativa avanzata da privati imprenditori con una proposta progettuale che prevede la realizzazione, in una piazza (in questo caso la stessa già oggetto del precedente esempio), in cima ad un palazzo ottocentesco, vincolato sulla facciata, di una "nuvola sospesa, un gigantesco volume che stacca dal tetto e si tuffa nel cielo", a cui la soprintendenza non precluderebbe la possibilità di misurarsi con la modernità, anche se "l'impatto è molto forte, la terrazza impegnativa".

Più che di modernità qui parlerei di contemporaneità per il messaggio di novità che tende a rappresentare libertà temporanee, rottura delle regole, perdendo ogni capacità di critica nei confronti della realtà e, come scrive Gregotti, l'idea di nuovo è ridotta a novità formale senza necessità di senso e riducendo l'estetica a dottrina empirica del mercato del gusto. Occasione oltre che di speculazione rapida volta a un pubblico globale, per gli architetti, anche di realizzare alcuni dei loro piccoli sogni megalomani.



Berceau in piazza della Repubblica.



Parco della musica e della cultura con Auditorium.

Nuvola sospesa.



Il terzo esempio è dedicato al faraonico intervento delle Cascine, per la costruzione del Parco della musica e della cultura con Auditorium, su un progetto, dalla forma esagerata e iperrealistica del rendering, che corrisponde bene alla negazione di ogni relazione con la storia e la geografia, e la cui relazione dimensionale e morfologica è indipendente dal contesto, tanto che esse devono persino sostituirsi all'idea di città.

Il caos dell'anticità della competizione impera e siamo di fronte ad un "mercato tanto forte nella sua globalità da attrarre nel proprio vuoto persino l'architettura e lo stesso disegno urbano", come scrive ancora Gregotti nel suo libro, ed "alla rinuncia alla possibilità che l'architettura 'trattenga il tempo', passato, presente e futuro, sia, cioè, in grado di sottrarsi alla transitorietà, e offrirsi come fosse stata da sempre naturale e necessaria componente del luogo specifico è operazione che viene meno, rendendo l'opera servile alla comunicazione mediatica o a far parte, senza alcuna speranza di singolarità, della più ampia sfida della postmetropoli infinita: quella dell'inutilità della stessa idea di cittadinanza".

Scrivendo Gottfried Semper circa duecento anni fa:

«L'arte conosce un solo signore, la necessità. Essa degenera quando obbedisce allo stato d'animo dell'artista o peggio a potenti magnati. ... Forse l'architettura, come la natura sua grande maestra, non deve scegliere ed adottare il proprio materiale secondo le leggi da essa determinate, ma far dipendere forma ed espressione delle sue creazioni non dal materiale, ma dalle idee che vivono in esse...
... L'architetto deve prendere in considerazione l'ambiente, che dovrebbe, per così dire, fondersi il più possibile con l'edificio,
... il grande segreto dell'architettura è creare un complesso che abbia un carattere individuale, ma che nello stesso tempo sia in armonia con se stesso e con l'ambiente...»



Parco della musica e della cultura con Auditorium.



Stupore: quando le storture sono così esagerate «da non crederci».

È quotidianamente evidente come il contesto economico-sociale globalizzato, stia divenendo sempre più interdipendente, multi-connesso, caratterizzato dall'urgenza di integrare più competenze e soggetto a rapidi cambiamenti.

Le ragioni e le radici storiche di come questo sia accaduto, vanno ben oltre la nostra discussione; d'altro canto l'indagine su quali approcci e metodi le organizzazioni (ad esempio le imprese) possano utilizzare per gestire e governare questa forma di continua innovazione, come possano competere in un contesto dove l'unica costante sembra essere il cambiamento, ha portato molti analisti a riconoscere nel Project Management una risposta metodologica ed operativa efficace.

Vedremo in seguito come L'Ingegneria Economica, si possa integrare nell'architettura del Project Management in modo funzionale.

Certamente il Project Management non è un novità del nostro tempo. L'ingegneria archeologica ha dimostrato da tempo come, dalle piramidi agli acquedotti romani, il coordinamento e la pianificazione di un'opera e le abilità di una regia illuminata e competente, fossero elementi essenziali per il successo finale.

Saremmo pronti a scommettere che, pure in remote epoche, il Project Manager del tempo si sia trovato ad affrontare la mancanza di specifiche chiare, di risorse adeguate, un cliente particolarmente esigente e pretenzioso. Ecco perché, ancora oggi, i 'Project Managers' del tempo che fu, godono di tutta la nostra simpatia e solidarietà seppur postume.

Venendo a tempi più recenti, il Project Management modernamente organizzato risale agli anni '50, sviluppato nel contesto dei programmi di difesa durante la Guerra Fredda. La disciplina si è poi evoluta fino agli anni '90, nei quali ha iniziato ad essere applicata nei settori industriali più variegati.

project management e ingegneria economica:

*una sinergia possibile
per il successo*

Massimiliano Arena

ingegnere aerospaziale
Vice Presidente dell'Associazione
Italiana di Ingegneria Economica



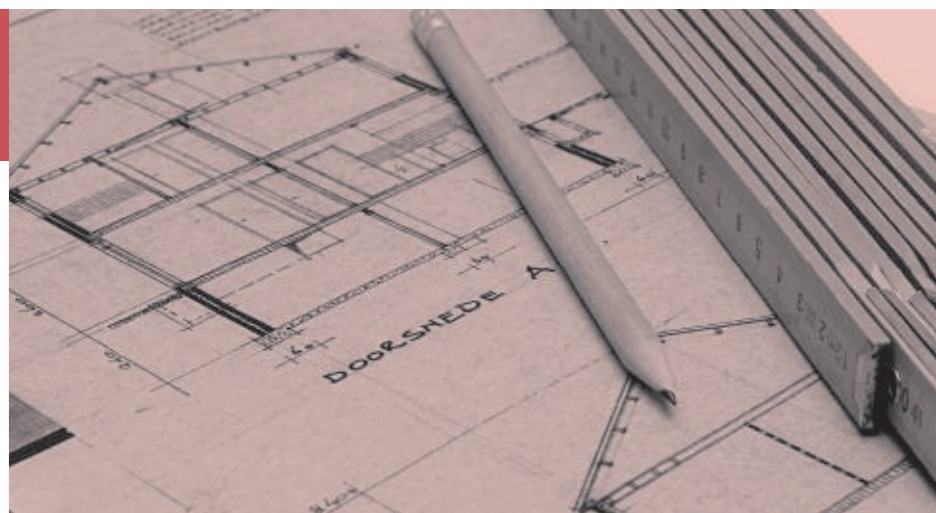
Il Project Management, naturalmente, ha come suo motivo di fondo il *progetto*, appunto la proiezione nel mondo reale e nel tempo di una idea – o di un insieme interdipendente di idee – che porta ad un risultato prestabilito, in un tempo fissato e che ha la caratteristica di essere unico.

Il Project Management è, operativamente, una disciplina, un insieme di metodologie intercorrelate, di tecniche sviluppate e selezionate al fine di gestire la complessità di un lavoro unico e definito nel tempo.

Ma quali sono le famiglie di discipline caratterizzanti? Partiamo da qualche concetto generale, quasi filosofico, per poi affinare l'analisi agli elementi più specifici.

Le tecniche del Project Management coinvolgono alcuni argomenti topici, che potrei così sintetizzare:

- **Comunicazione** con i membri del team di progetto, con il Cliente esterno, con la Direzione Aziendale (*stakeholders*) durante tutta la vita del progetto
- **Valutazione** dei costi, dei tempi, delle risorse necessarie per la realizzazione (ciò implicherebbe anche la domanda metodica sulla plausibilità, a fronte dei benefici attesi, del lavoro che si intraprende)
- **Costruzione** di un gruppo di lavoro composto da persone, in modo che sia coeso, armonioso, produttivo. Ciò naturalmente in tempi piuttosto rapidi....
- **Coordinamento** delle azioni di diverse unità o dipartimenti, spesso assemblati specificamente per il Progetto e / o appartenenti a diverse strutture
- **Controllo** del progresso dei lavori e della produttività, in modo da fornire previsioni affidabili sul completamento in termini temporali ed economico-finanziari
- **Gestione** delle risorse professionali disponibili, normalmente in difetto, a causa della natura spesso multi-progetto delle organizzazioni che affrontano (e non potrebbe essere altrimenti) più iniziative concomitanti



Non male, vero? Ma questa è la realtà che ci è data, e noi dobbiamo viverla con tutte le sue difficoltà, e certamente, le sue stimolanti sfide. Una robusta struttura di Project Management consente alle organizzazioni di poter affrontare situazioni complesse, che di contro richiedono complesse tecniche di project management.

Assodata la realtà di un contesto economico prevalentemente organizzato per progetti, ci si potrebbe quasi chiedere chi non necessiti del Project Management.

Un interessante testo sull'argomento, dà una definizione molto semplice ma efficace del Project Management quale 'disciplina che fa sì che le idee si realizzino'. Anche questa non male...

Si è spesso riconosciuto come il Project Management viva di fatto un ineluttabile dualismo: un aspetto tecnico (i metodi, le metriche, gli aspetti operativi delle discipline coinvolte) ed uno attinente ad una sfera quasi artistica: la *leadership*. Non vi è dubbio che i più capaci Project Managers siano anche dei riconosciuti *leaders*.

Essi devono avere una visione di insieme del progetto e dei problemi del business, devono rendere interdipendente il loro team di lavoro, e, incidentalmente, devono raggiungere risultati che accontentino tutti, quindi dei grandi risultati.

Ciò si persegue, senza dubbio, grazie a qualità personali ma in special modo ad un approccio rigoroso, alla applicazione sistematica ed organica delle tecniche della gestione dei progetti.



Quali sono dunque gli elementi principali che consentono al Project Manager di realizzare un progetto di successo? Abbiamo già richiamato prima alcuni di questi, che vale la pena di riformulare ed integrare in modo sintetico:

- **Chiarezza degli obiettivi.** Tutti gli *stakeholders* devono essere solidali sugli scopi del progetto; sembrerebbe scontato ma al crescere della complessità questo aspetto può diventare sempre più sfumato.
- **Pianificazione consistente.** In termini di tempi, di attribuzione delle responsabilità e che sia utilizzabile per misurare l'avanzamento del lavoro. Il piano del progetto non deve indicare solo chi è responsabile di cosa ma deve mostrare che le varie attività sono fattibili, consistentemente, con le risorse allocate ad esse.
- **Costante ed efficace comunicazione.** È la linfa vitale del progetto. Le persone fanno i progetti, naturalmente. Un progetto di successo è il risultato di persone che hanno raggiunto un accordo sugli obiettivi e sui modi di per-

seguirli, in un contesto di azioni coordinate; persone che hanno riconosciuto e risolto problemi *insieme*.

- **Controllo della configurazione.** Assicurare dall'inizio del progetto che tutti gli enti coinvolti abbiano ben chiari i 'pacchetti di lavoro' da eseguire, i relativi tempi e budget allocati. È un processo continuo che diventa cruciale in caso di cambiamenti e modifiche (piuttosto frequenti nei progetti complessi); strumento principe di tale attività è la strutturazione del progetto in *Work Breakdown Structure* (WBS o WBE Element).
- **Sponsor del progetto.** È un aspetto, mi si conceda, politico, ma non per questo meno importante. Spesso i Project Managers hanno autorevolezza ma non autorità nell'ambito della organizzazioni. Si rende necessario dunque un approccio gestionale 'a salire' (*manage upward*) per guidare i livelli della direzione generale a intraprendere azioni che facilitino il raggiungimento dei risultati, che dunque sponsorizzino l'operato della gestione di progetto e ne sostengano il piano operativo e decisionale.

L'arte nel Project Management è di certo fondamentale, riconoscendo in essa le attitudini interpersonali, 'politiche', maieutiche e la abilità di prendere decisioni in contesti incerti e resi urgenti da tempistiche ristrette; anche riconoscere il momento della delega può appartenere a questa sfera.



Come detto, non è però possibile dare valore alla componente 'artistica' senza una solida base rigorosa, razionale e sostenuta da un approccio consistente alla disciplina della gestione dei progetti.

Quali sono dunque i capitoli costitutivi di tale disciplina?

La letteratura in merito è ormai vastissima. Esistono alcune organizzazioni internazionali (tra le più note il PMI americano e l'IPMA internazionale) e degli standard (ad es. ISO 21500:2012, BS 6079-1:2010) che hanno organizzato in modo sistematico i contenuti del Project Management.

In breve riporto gli elementi cardine comuni ai diversi approcci disponibili in 'commercio':

Definizione del Progetto

- Analisi degli Stakeholders
- Scopo del Progetto: requisiti e obiettivi
- Matrice di responsabilità
- Piano di comunicazione

Costituzione e gestione del team di progetto

Work Breakdown Structure (WBS)

- Strutturazione del progetto per pacchetti di lavoro
- Piano per la Qualità

Risk & Opportunity Management

- Identificazione ed analisi dei rischi e opportunità
- Sviluppo piani di mitigazione e implementazione
- Definizione di accantonamenti e riserve

Pianificazione

- Reticolo di Progetto e relazione tra le attività
- Cronoprogramma
- Assegnazione e livellamento delle risorse
- Stima dei pacchetti di lavoro

Controllo di progetto

- Misura avanzamento in termini di tempi / costi e flussi finanziari
- Valutazione dell'Earned Value (indici di performance di costo e di tempo, varianze)

Gestione Contrattuale

- Contrattualistica e varianti con Clienti e partners

Comunicazione e approccio interculturale

In tali principali capitoli si riconosce sostanzialmente la *dimensione tecnica* specifica del Project Management, a cui si affiancano altre competenze di carattere più generale.

Una delle ragioni che possono spiegare il buon successo del Project Management può essere ascritta al carattere invariante dei metodi, al variare del settore di applicazione; in generale comunque, per un Project Manager si possono conoscere tre 'dimensioni di competenza':

- **Project Management** (nella sua dimensione tecnica vista prima)
- **General Management** (o Business Management), declinato nelle competenze negoziali, finanziarie, di sviluppo organizzativo e delle relazioni con i clienti, per citare gli aspetti principali
- **Tecnica legata** alle conoscenze del settore specifico di applicazione

È evidente che, ad esempio, nel gestire il progetto di un componente aeronautico in contesto R&D, il Project Manager debba avere una dimensione tecnica decisamente prevalente rispetto alle altre due.

Viceversa, in un mega-progetto di impiantistica, che coinvolga più unità a livello internazionale, con una componente strategica a livello di economia nazionale, richiederà un professionista con conoscenze ingegneristiche generali e forti abilità in Project Management e General Management.

Volendo riassumere i passi operativi salienti della gestione di progetto correlati alle sue fasi, possiamo sintetizzare nel seguente schema:



Uno dei motivi del successo del Project Management può ascriversi all'invariabilità dei metodi pur nella diversità dei settori di applicazione

La mission dell'Ingegneria Economica è quella di fornire gli strumenti e i metodi atti a salvaguardare la redditività dei progetti; da qui deriva la sinergia di questa disciplina con il Project Management

In questo paradigma generale di Project Management, l'Ingegneria Economica, formalizzata a partire dagli anni '50 in contesto anglo-americano, si innesta nella dimensione attinente al General Management ed in alcune tecniche specifiche.

L'Ingegneria Economica (o Total Cost Management) si sviluppa in contesti di impresa multinazionale fortemente organizzati, in società di Construction e Contracting, operanti a livello internazionale in progetti di grandi dimensioni.

In Italia l'Ingegneria Economica è promossa da AICE (Associazione Italiana di Cost Engineering), che afferisce ad ICEC (International Cost Engineering Council) organismo sovranazionale che raccoglie le Associazioni di 40 paesi nel Mondo.

La *mission* di questa disciplina – anche in tal caso una combinazione organica di più discipline – è quella di fornire strumenti e metodi, caratterizzati dall'utilizzo di tecniche quantitative, atte a salvaguardare la redditività dei progetti stessi.

Ciò si declina tramite l'applicazione di principi metodologici multidisciplinari e di tecniche di ingegneria a problemi di fattibilità, di valorizzazione e stima di una iniziativa progettuale e di controllo dei costi.

In modo più specifico ciò si traduce nelle principali aree di interesse per l'Ingegneria Economica, che forniscono gli strumenti ed i modelli (quasi una cassetta per gli attrezzi) a vari contesti gestionali, tra cui, principe, il Project Management:




- a) Gestione del ciclo di vita dei costi
 - i. Analisi economico-finanziaria
 - ii. Piano d'impresa (Business planning)
- b) Controllo di Progetto
 - i. Pianificazione e programmazione
 - ii. Controllo e stima dei costi, controllo della redditività
 - iii. Enterprise Project Management (i.e. azienda crea valore per il mercato e per gli azionisti attraverso iniziative e progetti interni ed esterni)
- c) Valutazioni tecnico-economiche nei contenziosi (Claim Management)

Vale la pena ricordare che tra gli strumenti propri dell'Ingegneria Economica spiccano, per ragioni storiche e di identità, la Ricerca Operativa e le tecniche di finanziamento dei progetti.

La sinergia tra Project Management ed Ingegneria Economica, come intuibile, si può implementare nelle diverse aree operative richiamate sopra, ed in particolare nel dimensionamento e nella gestione economico-finanziaria dell'impresa-progetto.

Quest'ultimo aspetto introduce un tema di fondo piuttosto dibattuto, relativamente alla dimensione imprenditoriale del Project Manager, vale a dire come il Project Manager debba dare un taglio di direzione e gestione di un progetto, considerandolo una propria impresa, di cui sia di fatto l'Amministratore Delegato.





In tal senso si inserisce in modo peculiare la gestione della fase di pre-progetto, nella quale si sviluppa lo studio di fattibilità tecnico-economica, inserito in generale nella strutturazione di un *business plan*; è uno degli 'atti creativi' cruciali del ciclo di vita, poiché spesso legato al reperimento dei capitali necessari alla realizzazione dell'iniziativa. Il tema si inserisce nel più ampio contesto del *Project Financing*, nel quale il PM-imprenditore deve sapersi muovere con sicurezza, competenza, rigore e talvolta con un sano spirito di avventura. Il rapporto con istituzioni di credito o soggetti *sponsor* richiede da un lato la sistematica applicazione degli elementi costitutivi sopra menzionati, dall'altro la creazione di un rapporto di fiducia, sostenuto da un piano robusto e consistente.

Nel momento storico che viviamo, spesso ciò non è sufficiente e, di fatto, avviare un progetto diventa a sua volta un progetto di notevole complessità.

Le architetture – ammetto, piuttosto articolate – esposte, offrono senza dubbio parecchi spunti di riflessione ma ancor più può un approccio sistematico, rigoroso e sostanziato al governo economico e tecnico di una iniziativa imprenditoriale, in senso lato.

L'impianto manageriale descritto, supportato dalle tecniche e dai metodi richiamati, può essere declinato a seconda del tipo, della dimensione e della natura specifica dell'impresa, dalla multinazionale ad una tipica PMI; proprio quest'ultima si trova oggi (ma proprio in questi giorni!) ad affrontare quelle sfide del cambiamento e quella complessità globale peculiari delle organizzazioni per le quali e nelle quali il Project Management e l'Ingegneria Economica si sono evoluti.

La sfida non è creare una nuova ingegneria economica o un nuovo project management: possiamo assumere che ciò avvenga in modo quasi osmotico e naturale con l'evolversi delle tecniche e dei modelli organizzativi.

Adattare ed applicare questo stile di pensiero solido e argomentato, aperto al cambiamento, basato su fatti, che devono essere giustificati e verificati, e che ha come motivo trainante lo sforzo di non lasciare nulla al caso, ad una realtà che deve urgentemente pro-agire in una difficile crisi, risulta quasi una necessità.

Apparirebbe quasi una ispirazione etica: guai se non fosse così.

Bibliografia

- [1] International Project Management Association, ICB 3.0 2008
- [2] IPMA Academy – Italian Project Management Academy, 2008
- [3] Project Management Institute, *A guide to the Project Management Body Of Knowledge*, 2004
- [4] Bossidy, *Execution: the discipline of Getting Things Done*, Crown Business, NY, 2002
- [5] Verzuh, *Project Management*, John Wiley, 2008
- [6] Patrone, Di Castri, *Ingegneria Economica*, Alinea, 2011
- [7] AACE International, *Recommended Practices*, AACE International, 2005

Weblinks

- www.aice-it.org
- <http://ipma.ch/>;
<http://www.animp.it/Ipma/Ipma/default.htm>
- www.isipm.org
- www.pmi.org

L'idea di Zero Energy Building, ovvero di un edificio a impatto energetico nullo, finora confinata nella letteratura specialistica e implementata solo in casi sperimentali, ha acquisito una più vasta notorietà a seguito della pubblicazione della Direttiva EPBD-recast. Tale Direttiva ha infatti posto uno ZEB, declinato nell'accezione di nearly, come obiettivo prestazionale dei nuovi edifici, a partire dal 2020. Diviene così necessario e fortemente attuale sviluppare un approfondimento del concetto di "edificio a energia quasi zero", tramite chiavi di lettura che ne riconducano il significato alla più ampia piattaforma tecnico-normativa comunitaria attualmente vigente.

Il presente lavoro si articola a partire da una rivisitazione delle principali modalità interpretative di uno Zero Energy Building, e da esse deduce le definizioni di NZEB e nZEB in termini di bilanci energetici, conformemente alle Direttive europee e all'apparato normativo elaborato dal CEN.

Vengono successivamente analizzati nel dettaglio due aspetti fondamentali di inquadramento metodologico, nella prospettiva di conferire attendibilità e coerenza alla valutazione prestazionale stessa. L'uno concernente il confine del sistema rispetto al quale effettuare i bilanci energetici, differenziando tra "confine fisico" e "confine energetico" ed esplicitando i flussi e i pesi dei vettori energetici che lo attraversano, sia in ingresso che in uscita. L'altro concernente i "servizi" connessi con gli usi energetici e le problematiche di una loro appropriata individuazione, anche in relazione alle possibili tipologie di valutazione e in un'ottica di standardizzazione delle procedure di calcolo.



Lorenzo Leoncini

Dipartimento di Energetica
"S. Stecco"- Università degli Studi
di Firenze

Premessa

La pubblicazione della Direttiva 2010/31/UE sulla prestazione energetica in edilizia ha introdotto per la prima volta nell'ordinamento comunitario del settore il concetto di Zero Energy Building. L'emanazione di tale Atto deriva da una serie di Risoluzioni del Parlamento europeo, le quali richiedevano di rendere vincolante l'obiettivo di aumentare l'efficienza energetica del 20% entro il 2020, revisionando le vigenti disposizioni in materia. Revisione resa necessaria anche dall'adozione del "pacchetto clima-energia" in dicembre 2008, cui ha fatto seguito la Decisione 406/2009/CE. Il settore dell'edilizia costituisce infatti, assieme ad industria e trasporti, uno degli ambiti strategici di intervento in termini di attuali usi finali dell'energia (40% sul totale).

La Direttiva si pone come "rifusione" (o recasting) della Direttiva 2002/91/CE, identificata con l'acronimo EPBD (Energy Performance of Building Directive), da cui la corrente denominazione di EPBD-recast. Due sono gli elementi di innovazione metodologica: la fissazione del requisito di nearly Zero Energy Building come obiettivo, ovvero l'ottenimento di un edificio avente prestazione energetica molto elevata, coperta in massima parte tramite l'impiego di fonti rinnovabili, e la parametrizzazione della prestazione energetica in funzione del "ciclo di vita economico" (o Life Cycle Cost - LCC).

il concetto di Zero Energy Building in relazione alla direttiva EPBD-RECAST

Gli "Zero Energy Building"

Un edificio si dice Zero Energy Building quando l'energia di cui necessita per climatizzazione e altri servizi è nulla. Tale visione appare sotto molti aspetti irrealistica in quanto l'azzeramento del fabbisogno energetico mal si concilia con i requisiti di qualità e benessere ambientale richiesti all'interno dei locali climatizzati. Risulta invece più agevole ragionare in termini di azzeramento del bilancio su flussi bidirezionali che attraversano il confine del sistema, anteponendo il termine "Net", in modo da ottenere un Net Zero Energy Building.

In letteratura si trovano diversi possibili letture della valutazione prestazionale di un edificio, che si differenziano tra loro per l'oggetto posto come obiettivo dell'operazione di "zero". Esse sono riconducibili a quattro criteri di riferimento:

- 1) Net Zero Site Energy Building: edificio che, su base annuale, produce tramite fonti rinnovabili tanta energia finale quanta ne consuma. In questo caso la valutazione viene effettuata sul sito, quindi in termini di energia importata/esportata non pesata. La criticità di questa impostazione è la non computazione del fatto che, in generale, vettori energetici aventi impatto equivalente sul sito hanno impatto differenziato alla sorgente (Figura 1);

- 2) Net Zero Source Energy Building: edificio che, su base annuale, produce tramite fonti rinnovabili tanta energia primaria quanta ne consuma. In questo caso la valutazione viene effettuata alla sorgente, quindi in termini di energia primaria. La visione del sistema assume valenza più generale, ma implica al tempo stesso un certo margine di aleatorietà derivante dall'incertezza nella determinazione dei fattori di conversione in energia primaria, sia globali che parziali, ovvero differenziati in quota rinnovabile e quota non rinnovabile (Figura 2);

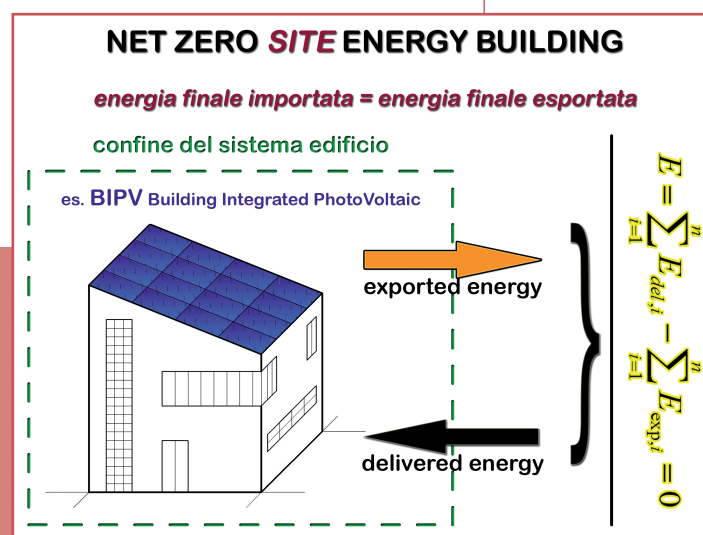


Fig. 1

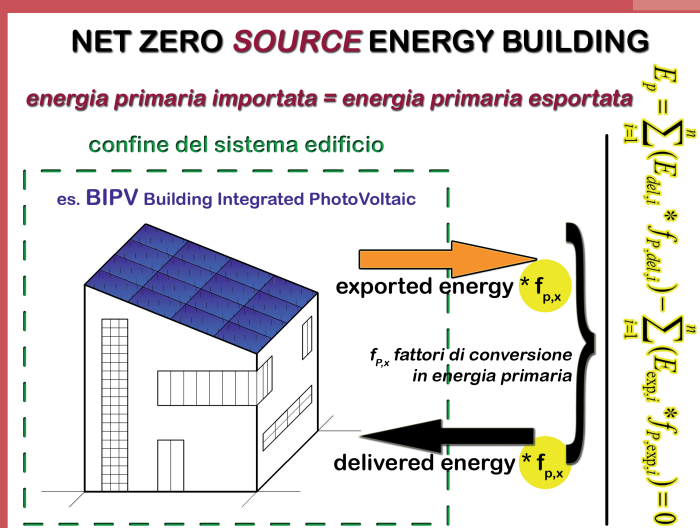


Fig. 2

3) Net Zero Energy Costs Building: edificio in cui il bilancio economico su base annua tra la spesa per l'energia importata, pagata dal proprietario dell'edificio al gestore delle infrastrutture energetiche, ed il ricavo dall'energia esportata, riconosciuto dal gestore al proprietario, è nullo. Questo approccio esula da analisi termodinamiche, in quanto non si assume come metro una misura energetica, ma la tariffa. Tariffa alla cui determinazione concorrono non solo i costi reali delle fonti o dei vettori energetici, ma anche i criteri di regolamentazione del mercato da parte dell'Autorità preposta, oltre ad eventuali meccanismi incentivanti rivolti a specifiche forme di produzione o consumo. Ciò rende estremamente difficoltosa, nonché suscettibile di ampie variazioni, una valutazione basata unicamente sul criterio del costo (Figura 3);

4) Net Zero Energy Emissions Building: edificio che, su base annuale, evita tramite fonti rinnovabili tante emissioni quante ne causa. La valutazione è effettuata in termini di CO₂ o di un altro inquinante di riferimento (Figura 4).

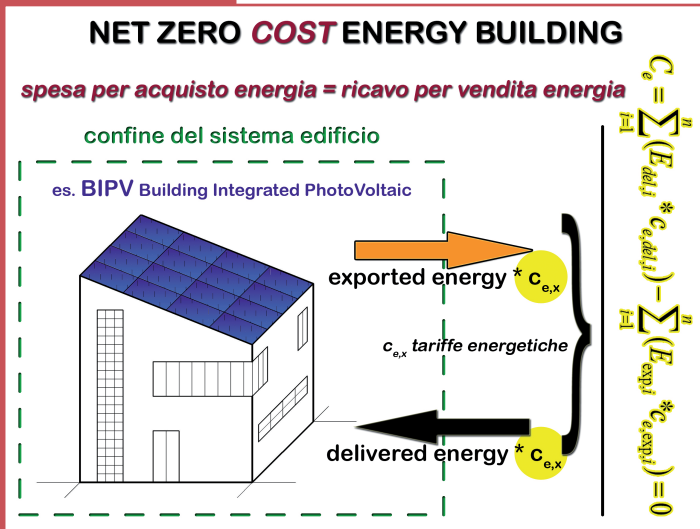


Fig. 3

La Direttiva comunitaria sulla prestazione energetica in edilizia individua come criterio di riferimento la quantificazione dell'energia primaria rispetto a quella dei costi o delle emissioni

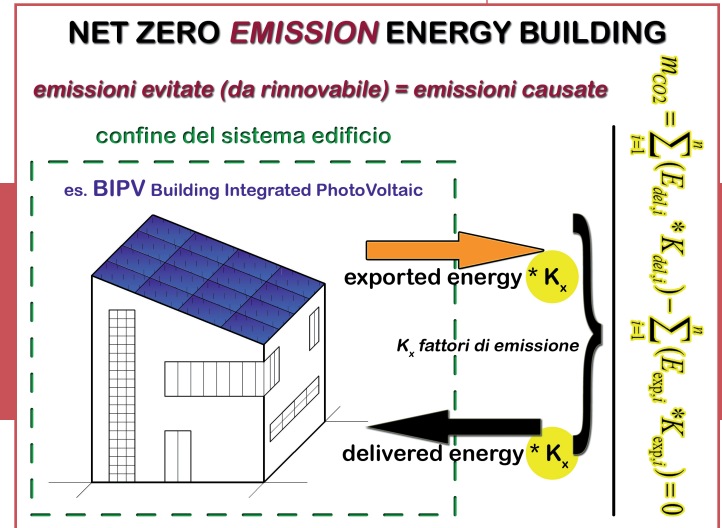


Fig. 4

Elemento comune ai vari contesti è considerare solamente la fase di vita utile dell'edificio, tramite bilanci su base annuale, senza ricomprendere le fasi di produzione e dismissione. In generale, le quattro diverse modalità di valutazione non sono verificate simultaneamente, ovvero l'azzeramento di un parametro, ad esempio l'energia (primaria), non implica direttamente l'azzeramento degli altri, ad esempio le emissioni o i costi.

Net ZEB / nearly ZEB

Secondo EN 15603 l'energia primaria è definita come: "energy that has not been subjected to any conversion or transformation process". Nonostante non se ne trovi una citazione esplicita nella Direttiva EPBD, la valutazione della prestazione energetica di un edificio in termini di energia primaria è stata implementata nell'ordinamento comunitario in materia di efficienza degli usi finali dell'energia già nelle disposizioni relative alla Certificazione Energetica. Analogamente, ma in forma esplicita, l'Allegato I alla Direttiva EPBD-recast riconduce

l'espressione della prestazione energetica a un indicatore numerico del fabbisogno di energia primaria. Individua cioè come criterio di riferimento la quantificazione dell'energia (primaria) rispetto a quella dei costi o delle emissioni.

Attenendosi alle vigenti norme tecniche EN, si può definire NZEB un edificio per il quale sia nullo il bilancio netto tra l'energia in ingresso e l'energia in uscita, differenziate per vettori energetici, ciascuno dei quali pesato tramite il relativo fattore di conversione in energia primaria, e misurato sul confine dell'edificio stesso, Eq. (1):

$$E_p = \sum_{i=1}^n (E_{del2i} * f_{p2del2i}) - \sum_{i=1}^n (E_{exp2i} * f_{p2exp2i}) = 0$$

dove:

- E_p = energia primaria;
- E_{del2i} = energia importata tramite il vettore i ;
- $f_{p2del2i}$ = fattore di conversione in energia primaria per il vettore energetico i ;
- E_{exp2i} = energia esportata tramite il vettore i ;
- $f_{p2exp2i}$ = fattore di conversione in energia primaria per il vettore energetico i .

Come detto, non necessariamente ad uno stesso vettore energetico corrisponde uno stesso fattore di conversione in energia primaria. Ad esempio si può esportare elettricità da produzione fotovoltaica ed importare elettricità da produzione mixata a livello nazionale tra fonti rinnovabili e fonti non rinnovabili. Considerazioni specifiche circa i

Entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione dovranno essere a energia quasi zero, ossia con un fabbisogno energetico netto molto basso e coperto in massima parte da fonti rinnovabili, siano esse localizzate nel sito o nelle vicinanze

criteri di determinazione dei fattori di conversione, interpretabili anche come efficienze delle infrastrutture energetiche, esulano dagli scopi del presente lavoro. Risulta comunque ancora aperta la questione di quale fattore di conversione attribuire all'energia prodotta tramite fonti rinnovabili.

Da notare che, secondo la lettura proposta, il dualismo tra energia in ingresso e in uscita dal sistema, derivante dalla bidirezionalità dei flussi rispetto al confine dell'edificio, costituisce una caratteristica intrinseca della definizione di NZEB. In altre parole un NZEB non è necessariamente un edificio ad isola, ma in generale può appartenere ad una rete di consumo/generazione distribuita. Ciò consente di bypassare una serie di problematiche connesse alla necessità di accumulare energia là dove l'intero fabbisogno debba essere coperto esclusivamente tramite fonti rinnovabili prodotte in loco, senza la possibilità di interscambio con le reti infrastrutturali.

L'articolo 9 della Direttiva EPBD-recast stabilisce che entro il 31 dicembre 2020 tutti gli edifici di nuova costruzione debbano essere a energia quasi zero. Tale obbligo è anticipato di due anni per gli edifici pubblici o ad uso pubblico. La scelta degli estensori di sostituire il termine "net" (netto) con il termine "nearly" (quasi), ovvero di modulare il requisito prestazionale allentandone la severità, sposta l'obiettivo da un fabbisogno energetico netto nullo ad un fabbisogno energetico netto molto basso e deriva da considerazioni di natura prevalentemente economica in quanto, pur essendo disponibili ad oggi tecnologie in grado di raggiungere l'obiettivo NZEB, il loro costo è tale che una eventuale applicazione estensiva ai nuovi edifici avrebbe comportato oneri



Al fine di effettuare il bilancio energetico di un edificio e di valutarne la prestazione energetica è di fondamentale importanza individuare il confine della struttura, sia dal punto di vista fisico che da quello virtuale ed energetico



eccessivamente elevati per il mercato delle costruzioni. La stessa Direttiva specifica inoltre che il ridotto fabbisogno deve essere coperto in massima parte da fonti rinnovabili, comprese quelle localizzate nel sito o nelle sue vicinanze, senza escludere tuttavia una loro eventuale delocalizzazione.

Mutuando la descrizione di un nZEB, che sarebbe forse più corretto indicare con la dicitura nNZEB, da quella data per un NZEB, si può riscrivere l'equazione (1) in forma di disuguaglianza, Eq. (2):

$$E_p = \sum_{i=1}^n (E_{del2i} * f_{P2del2i}) - \sum_{i=1}^n (E_{exp2i} * f_{P2exp2i}) \uparrow 0$$

con analogia di simboli e pedici rispetto alla relazione (1).

La strategia comunitaria adottata per l'avvicinamento progressivo delle correnti soglie nazionali di prestazione energetica all'obiettivo nZEB, e quindi per la quantificazione dell'ampiezza del segno di disequazione nella relazione (2), porta ad introdurre il concetto di "prestazione energetica ottimale in funzione dei costi".

La caratterizzazione di un edificio a impatto energetico molto basso richiede che l'aspetto di minimizzazione del fabbisogno energetico venga elaborato in funzione dei costi energetici. Questo conformemente a quanto disposto dall'articolo 4 della Direttiva EPBD-recast. Per costi energetici si intendono quelli relativi ai componenti o sistemi da cui

dipende l'efficienza energetica dell'edificio, e non i costi complessivi derivanti dall'intero processo edilizio. Si rende quindi necessario individuare una metodologia accessibile e univoca, utile allo scopo.

La pubblicazione da parte della Commissione Europea del Regolamento Delegato 244/2012 ha istituito un quadro metodologico di riferimento per il calcolo della prestazione energetica ottimale in funzione dei costi. La valutazione prestazionale viene tralata da uno spazio monodimensionale energetico ad uno spazio bidimensionale energetico-economico, interpretando il concetto di "prestazione energetica ottimale in funzione dei costi" come quella configurazione che comporta il minimo costo in relazione al ciclo di vita economico dell'edificio. L'idea alla base del procedimento è che la "sostenibilità energetica", e di riflesso quella ambientale, deve essere allineata con la "sostenibilità economica".

La dimensione energetica corrisponde al fabbisogno di energia primaria annuo, ed ha come unità di misura kWh/m² anno, mentre quella economica al Valore Attuale Netto (VAN) rispetto all'anno iniziale del periodo di calcolo, ed ha come unità di misura €. La scelta di tale parametro economico è dovuta al fatto che, trattandosi di una valutazione sull'intera vita utile attesa dell'edificio, e non su di un solo anno-tipo, occorre ricondurre all'anno rispetto al quale si effettua il calcolo (convenzionalmente identificato con il primo) le proiezioni di variabilità del costo del denaro, della tariffa energetica, ecc... Le

fasi da ricomprendere all'interno di una valutazione LCC sono tre: realizzazione, esercizio, dismissione, anche se quest'ultima, in ambito EPBD, ha valore opzionale. Il numero di anni da considerare, ovvero la durata della vita utile di un edificio, viene fissato dal Regolamento Delegato in 30 anni per edifici ad uso residenziale e pubblici e in 20 anni per edifici aventi altre destinazioni d'uso.

Il tema della prestazione energetica ottimale in funzione dei costi, data la sua complessità, sarà oggetto di un successivo articolo di approfondimento.

Confini del sistema e flussi energetici

L'individuazione del confine dell'edificio, rispetto al quale effettuare il bilancio energetico, è un passaggio fondamentale per la corretta valutazione della prestazione energetica. Sono possibili a riguardo due differenti interpretazioni:

- 1) il confine fisico, reale, costituito dalle superfici che delimitano verso l'esterno un organismo edilizio, formato nel caso più generale da diverse zone termiche, delle quali alcune climatizzate ed altre prive di apparati impiantistici;
- 2) il confine energetico, virtuale, costituito dall'ideale demarcazione tra da una parte l'ambiente esterno e dall'altra l'insieme di elementi passivi (edilizi) ed attivi (impiantistici) mutuamente correlati da un vincolo di funzionalità e concorrenti nello stesso "sistema edificio-impianto".

Il concetto di confine fisico ha portata limitata e può essere visto come un sottoinsieme del confine energetico, senza con ciò escludere che le due delimitazioni risultino talvolta coincidenti. Oltre che di più ampia valenza, il confine energetico consente di affrontare con maggiore flessibilità le problematiche connesse alla scala di valutazione. Consente cioè di risolvere lo scostamento tra Zero Energy Building e Zero Energy District, ovvero di applicare lo stesso processo metodologico sia a scala di edificio che a scala di quartiere, o più in generale in qualunque configurazione intermedia. Questo può risultare conveniente soprattutto nel caso in cui vi siano una serie di apparati impiantistici (es. teleriscaldamento alimentato da centrale termica remota) condivisi e asserviti ad una molteplicità di organismi edilizi, anche eterogenei tra loro. Organismi edilizi non necessariamente correlati da una continuità fisico-costruttiva. La condivisione delle risorse energetiche, sia rinnovabili che non rinnovabili, consente di ottenere una serie di vantaggi, che indicano come maggiormente funzionale una impostazione a scala di quartiere piuttosto che a scala di edificio, in particolare in termini di efficienza degli apparati di generazione in rapporto alla variabilità temporale dei carichi chiesti dalle utenze. Ipotizzando un sistema in cui non vi è produzione da fonti localizzate all'interno del confine considerato, si può descrivere la catena energetica monodirezionale secondo lo schema di Figura 5.

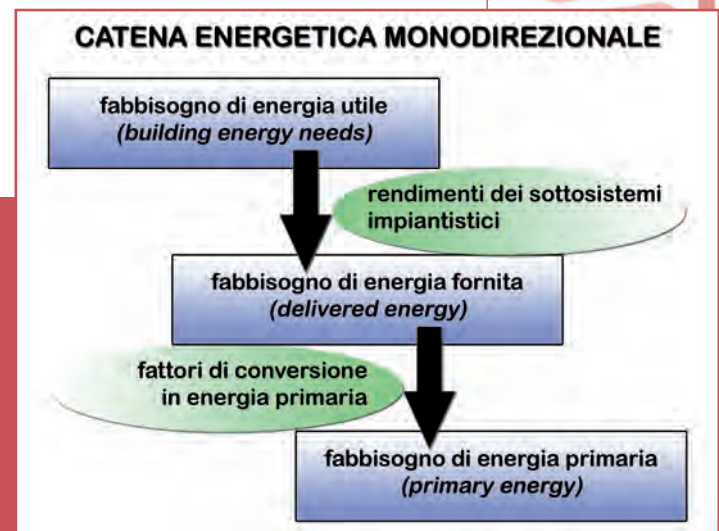
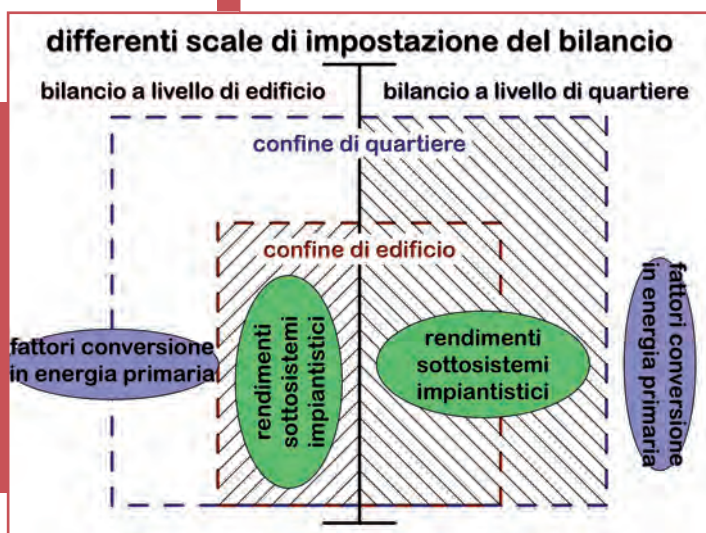


Fig. 5

Si assuma come esempio un insieme di edifici appartenenti al medesimo distretto energetico e serviti collettivamente, tramite teleriscaldamento, da un'unica centrale termica remota alimentata a gas. La flessibilità del concetto di confine energetico consente di effettuare la valutazione prestazionale sia a scala di edificio che a scala di quartiere, come risulta in Figura 6. Se a scala di edificio (Zero Energy Building) il confine su cui

Fig. 6



effettuare il bilancio si pone al punto di allaccio tra l'anello di teleriscaldamento e la sottocentrale di ogni singolo organismo edilizio. In questo caso l'efficienza degli apparati impiantistici interni all'edificio viene letta come rendimento, mentre l'efficienza degli apparati impiantistici interposti tra edificio e punto di fornitura del combustibile, viene letta come fattore di conversione in serie rispetto a quello intrinseco del gas. Se a scala di quartiere (Zero Energy District) il confine su cui effettuare il bilancio si pone al punto di consegna tra la rete di distribuzione del gas e la centrale termica remota. In questo caso le efficienze degli apparati impiantistici, sia di quelli interni all'edificio, sia di quelli interposti tra edificio e punto di fornitura del combustibile, vengono lette come rendimenti in serie. Mentre il fattore di conversione si applica solamente al combustibile.

Generalizzando lo schema di Figura 5, e considerando sia l'energia generata che l'energia

consumata all'interno del sistema, è possibile estendere il diagramma di flusso rispetto al confine energetico come in Figura 7.

Secondo il punto di vista nZEB si rovescia l'attuale rapporto tra combustibili fossili e

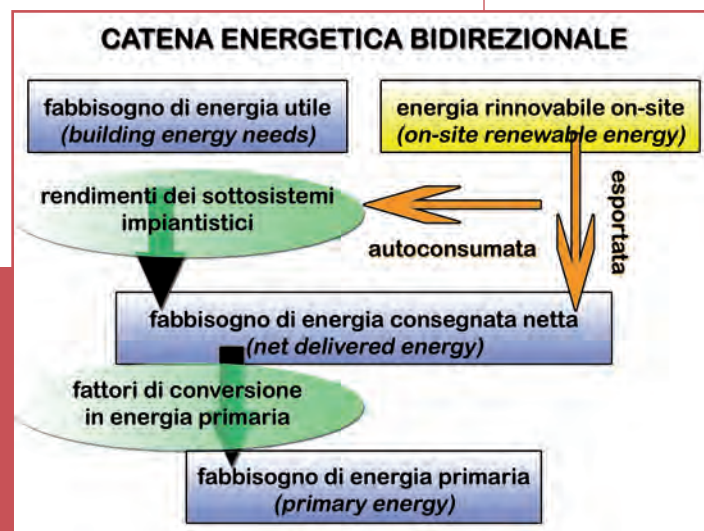
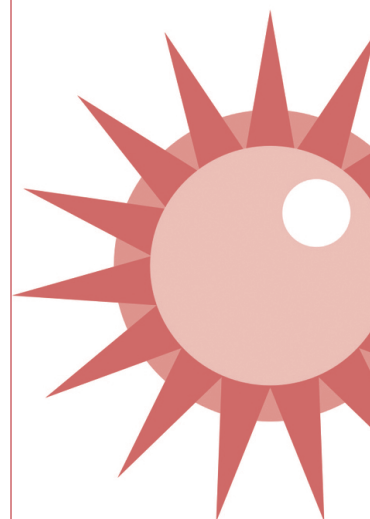


Fig. 7

fonti rinnovabili, che vede le seconde quasi marginali rispetto ai primi. Si pone infatti come obiettivo uno scenario nel quale, grazie ai ridotti fabbisogni energetici degli edifici, esse assumano un ruolo prevalente nell'alimentazione dei servizi energetici, mentre si faccia ricorso ai combustibili fossili per una quota residua.

Nel dare la definizione di nZEB la Direttiva specifica che la produzione da fonti rinnovabili può avvenire in loco (on-site) o nelle vicinanze (nearby-site). Si ritiene corretto interpretare questa specificazione non nel senso che la produzione debba avvenire "solamente" in loco o nelle vicinanze, senza ricomprendere cioè la produzione remota (off-site), ma viceversa nel senso quest'ultima non debba escludere la generazione distribuita nei pressi delle utenze. Le tre varianti relative alla localizzazione dei dispositivi da fonti rinnovabili implicano una serie di considerazioni circa la loro effettiva implementabilità a livello di bilancio energetico di un edificio:



- 1) localizzazione in loco: il vantaggio di tale approccio consiste nel controllo dell'effettiva producibilità dei dispositivi e nello svincolo da connessioni di rete e da altri aspetti infrastrutturali che potrebbero influire sui bilanci, pur non trattandosi necessariamente di un sistema ad isola. Ogni singolo edificio risulterebbe quindi caratterizzato da un intrinseco equilibrio tra produzione e consumo di energia, stabile nel tempo a fronte di eventuali modifiche di gestione o configurazione dell'assetto del territorio circostante.
- 2) localizzazione nelle vicinanze: le aree urbane funzionali, e in particolare gli elementi di arredo, come ad esempio le pensiline dei parcheggi, potrebbero essere asservite ad una molteplicità di edifici. In questo modo sarebbe possibile conseguire una serie di vantaggi analoghi a quanto visto nel paragrafo precedente circa la condivisione delle risorse energetiche. Sistemi di generazione rinnovabile a livello di quartiere, come ad esempio una centrale solare, consentirebbero infatti di ottenere maggiori efficienze rispetto a soluzioni a generazione separata/individuale.

- 3) localizzazione remota: questo approccio si caratterizza come il più controverso fra i tre presentati. A favore vi è la considerazione che, specie in aree urbane ad alta densità, non tutti gli edifici possono avere una paritaria accessibilità alle sorgenti, in particolare eolica e solare, tale da consentire il raggiungimento di elevate quote di copertura del fabbisogno. Fermo restando che i criteri di pianificazione urbanistica per le aree di espansione dovrebbero tenere conto di questa "accessibilità", ciò potrebbe essere invece molto difficoltoso per le aree di tessuto consolidato. Di contro la delocalizzazione chiama necessariamente in causa le reti di interconnessione, la loro gestione, e l'aleatorietà che ne deriva, specie sul medio/lungo periodo ai fini di una attendibile impostazione del bilancio energetico dell'edificio.

La definizione del confine dell'edificio permette di distinguere i flussi energetici in ingresso e quelli in uscita: i primi possono presentarsi sotto forma elettrica, termica, frigorifera o di combustibili, i secondi sono analoghi ma con esclusione dei combustibili

Nell'ipotesi più generale i vettori in ingresso al sistema possono presentarsi sotto forma elettrica, termica, frigorifera o di combustibili, mentre quelli in uscita analogamente ma con esclusione dei combustibili, come mostrato in Figura 8. Questo a prescindere dal fatto che la fonte sia rinnovabile, fossile o un mix. Per quanto riguarda l'impiego di fonti rinnovabili si ritiene corretto operare una distinzione tra sistemi passivi e sistemi attivi. L'energia derivante da sistemi passivi (es. i guadagni solari attraverso una serra vetrata) dovrebbe essere computata direttamente nel bilancio di scambio termico tra edificio e

Fig. 8





ambiente attraverso l'involucro; concorrere cioè alla riduzione del fabbisogno di energia utile. Viceversa l'energia prodotta da sistemi attivi (es. elettrica tramite moduli fotovoltaici) dovrebbe essere computata come energia esportata, qualora immessa in rete, o come riduzione dell'energia importata, qualora impiegata in autoconsumo. Da notare che tale energia viene pesata attraverso i fattori di conversione in energia primaria solo qualora vi sia un transito effettivo attraverso il confine del sistema.

All'interno di un edificio vengono individuati cinque servizi di base, ossia cinque usi energetici che soddisfano specifiche esigenze dell'utenza: il riscaldamento, il raffrescamento, la ventilazione, l'illuminazione e l'acqua calda sanitaria

Usi energetici. Servizi e problematiche

All'interno di uno stesso edificio è possibile individuare una serie di servizi, intendendo con tale termine gli usi energetici finalizzati a soddisfare specifiche esigenze da parte degli utenti. Essi possono, ma non necessariamente devono, essere funzionali alla climatizzazione e più in generale al comfort ambientale. La definizione di "prestazione energetica di un edificio" data dal rapporto tecnico EN/TR 15615, e riproposta anche dalla Direttiva EPBD-recast, fissa cinque servizi di base, corrispondenti agli usi energetici per riscaldamento, raffrescamento, ventilazione, illuminazione, acqua calda sanitaria.

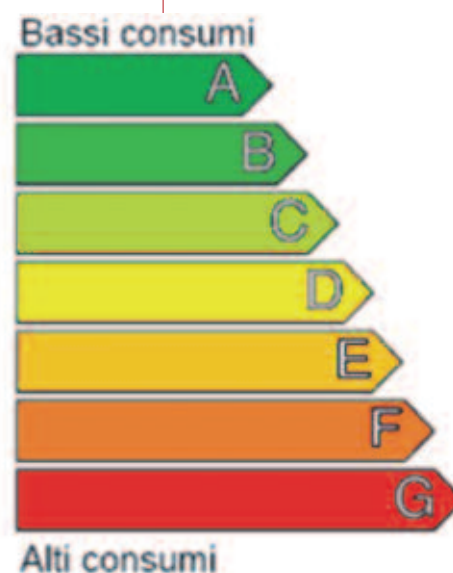
La valutazione dei fabbisogni per illuminazione è particolarmente rilevante negli edifici ad uso non residenziale, mentre quella per acqua calda sanitaria lo è negli edifici residenziali e assimilabili. La ventilazione non viene ricompresa all'interno del servizio di riscaldamento/raffrescamento in quanto la necessità di garantire un adeguato tasso di

ricambio dell'aria alle utenze, indipendentemente dalle stagioni, costituisce un uso energetico anche in assenza di carichi termici/frigoriferi. Questo nel caso di impiego di sistemi di ventilazione meccanica controllata.

È opportuno inoltre ricordare che, come anche indicato nella norma EN 15251 relativa ai requisiti di qualità degli ambienti interni, i parametri di calcolo in base ai quali viene effettuata la valutazione della prestazione energetica devono necessariamente essere rispondenti a criteri di comfort e benessere termico, acustico, illuminotecnico e di qualità dell'aria. Questo per evitare che si conseguano obiettivi di risparmio/efficienza energetica a discapito degli utenti, in quanto compito primario dei sistemi attivi e passivi da cui è composto l'edificio è garantire un ambiente di caratteristiche idonee in relazione alle funzioni che vi si svolgono. I cinque servizi descritti non rappresentano l'ammontare complessivo degli usi energetici di un edificio, anche se nella maggior parte dei casi ne costituiscono la quasi totalità in termini percentuali. Come complemento all'unità deve essere aggiunto ad essi un sesto servizio, che ricomprenda tutti gli usi energetici non già computati. Fra questi ad esempio l'impiego di combustibile per cucina o l'alimentazione elettrica di apparecchiature quali gli elettrodomestici.

In relazione al concetto di nZEB, la valutazione di questo sesto servizio è di non facile attuazione. Da un lato risulta coerente considerarlo in quanto le procedure di calcolo già prevedono il computo, sotto forma di apporti interni, degli effetti termici delle apparecchiature elettriche e similari. Tale apporto viene impropriamente detto "gratuito" in quanto, a differenza ad esempio di quello dato dalle persone, è alimentato da vettori energetici in ingresso al sistema, risultando quindi assimilabile all'effetto utile derivante dalle perdite recuperabili/recuperate dei dispositivi impiantistici di climatizzazione. Dall'altro esso esula da un approccio di tipo standardizzato, così come anche richiesto dalla Direttiva, essendo prevalentemente funzione della "variabile utente".

Con il termine "variabile utente", esprimibile attraverso specifici profili di carico, si intende una delle due forzanti principali (l'altra è la variabile climatica), cui è sottoposto il sistema edificio. Mentre tuttavia la variabile climatica è più agevolmente valutabile, in quanto tendenzialmente stabile su tempi comparabili alla vita utile di un edificio, la variabile utente,



complice anche la mancanza di sufficientemente estesi database informativi a riguardo, sfugge ad una efficace logica di controllo e soprattutto si modifica rapidamente nel tempo. Di essa si tiene conto in modo approssimato nel calcolo del fabbisogno di acqua calda sanitaria, o del tasso di ventilazione o più in generale degli apporti termici interni. A tale scopo è necessario fare riferimento alla classificazione degli edifici in base alle destinazioni d'uso. Riferimento di per sé non sufficiente per una valutazione attendibile dei fabbisogni connessi al sesto servizio. È infatti evidente come, per edifici pur appartenenti ad una stessa destinazione d'uso, le abitudini degli occupanti, gli orari, gli indici di affollamento reali, rendano assolutamente aleatorio il calcolo in forma standardizzata. Ciò è vero in particolare in assenza di sistemi domotici o similari per la regolazione intelligente delle apparecchiature. Sono stati studiati casi reali in cui la variazione inattesa del profilo di occupazione ha di fatto reso ad elevato fabbisogno edifici inizialmente concepiti come a impatto energetico quasi nullo.

È necessario tuttavia riflettere sul fatto che, mentre per un edificio avente modesta prestazione energetica i fabbisogni per climatizzazione sono preponderanti rispetto a quelli per altri usi, invece per un edificio ad elevata efficienza essi aumentano considerevolmente fino a divenire, in proporzione, la voce principale di consumo. Paradossalmente edifici aventi bilancio energetico nullo, se riferito ai soli cinque servizi di base, potrebbero presentare comunque fabbisogni elevati, dipendenti unicamente dal sesto servizio. Ciò depone a favore di una sua computazione, preferibilmente standardizzata, ad esem-

pio definendo una serie di valori di riferimento in termini di energia/utente, differenziati per destinazioni d'uso, in maniera analoga a quanto già previsto per i fabbisogni di ACS.

Altro spunto di riflessione è rappresentato dal fatto che vi sono una serie di impieghi dell'energia (elettrica) in apparati che sono strettamente connessi alla configurazione ed alla funzionalità dell'edificio, come per esempio ascensori, montacarichi, scale mobili. Essi, pur non concorrendo alla climatizzazione e al comfort ambientale, sono tuttavia indispensabili perché l'edificio possa adempiere in modo completo alla sua funzione e, rispetto alle apparecchiature domestiche o da ufficio, si prestano maggiormente ad una valutazione convenzionale dei fabbisogni energetici correlati.

A livello di direttive comunitarie è necessario implementare uniformi metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche in funzione dei costi, senza mai dimenticare di mantenere come punto di riferimento ultimo la riduzione delle emissioni complessive di CO₂



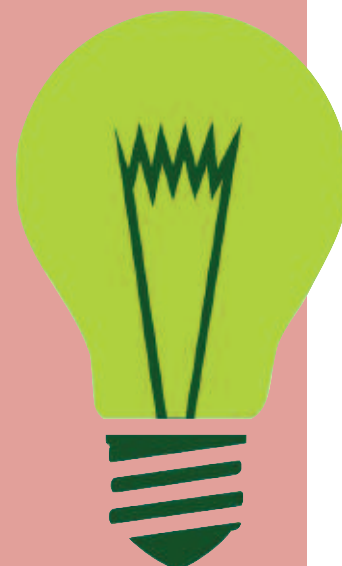
Conclusioni

L'interpretazione del concetto di nearly Zero Energy Building, così come delineato dalla Direttiva EPBD-recast, richiede una consistente opera di specificazione da parte degli Stati membri. L'azione deve esplicarsi prevalentemente nell'implementazione di metodologie armonizzate a supporto del calcolo della prestazione energetica ottimale in funzione dei costi e nella fissazione di obiettivi e requisiti tecnicamente consistenti. Ciò mantenendo come punto di riferimento ultimo la riduzione delle emissioni complessive di CO₂.

Elementi essenziali per una corretta implementazione dal punto di vista metodologico sono l'individuazione del confine energetico, l'impiego dei rendimenti o fattori di conversione per valutare le efficienze di sistema, la suddivisione degli usi energetici secondo il criterio dei servizi e la correlazione degli stessi con le diverse possibili tipologie di valutazione. Da sottolineare infine la necessità di una procedura standardizzata, che consideri in forma convenzionale i dati in ingresso, sia climatici che relativi alle utenze.

Bibliografia

- [1] P. Torcellini, S. Pless, M. Deru, D. Crawley, *Zero Energy Buildings: a critical look at the definition*, Conference Paper NREL/CP-550-39833, 2006.
- [2] S. Pless, P. Torcellini, *Net-Zero Energy Buildings: a classification system based on renewable energy supply options*, Technical Report NREL/TP-550-44586, 2010.
- [3] E. Molenbroek, E. Stricker, T. Boermans, *Primary energy factors for electricity in buildings - Toward a flexible electricity supply*, Ecofys, 2011.
- [4] D. van Dijk, *Set of recommendations: Towards a second generation of CEN standards related to the Energy Performance of Buildings Directive*, CENSE, European Union, 2010.
- [5] D. van Dijk, *Background, status and future of the CEN standards to support the Energy Performance of Buildings Directive (EPBD)*, CENSE, European Union, 2009.
- [6] D. van Dijk, *Overall energy performance of buildings*, REHVA Journal 48/1, pp. 10-15, 2011.
- [7] H. Erhorn, H. Erhorn-Kluttig, *Terms and definitions for high performance buildings*, EPBD-CA, European Union, 2011.
- [8] J. Kurnitski, F. Allard, D. Braham, G. Goeders, P. Heiselberg, L. Jagemar, R. Kosonen, J. Lebrun, L. Mazzarella, J. Railio, O. Seppänen, M. Schmidt, M. Virta, *How to define nearly net zero energy buildings nZEB*, REHVA Journal 48/3, pp. 6-12, 2011.
- [9] J. Kurnitski, *How to calculate cost optimal nZEB energy performance?*, REHVA Journal 48/5, pp. 36-41, 2011.
- [10] M. Filippi, E. Fabrizio, *Il concetto di Zero Energy Building*, Atti 29° convegno nazionale Aicarr, Bologna, 2011.
- [11] B. Atanasiu, *Principles for Nearly Zero-energy Buildings - Paving the way for effective implementation of policy requirements*, Building Performance Institute Europe (BPIE), 2011.
- [12] F. Butera, *Confronti e risultati tra edifici a energia zero*, Atti 29° convegno nazionale Aicarr, Bologna, 2011.



L'intervista

rubrica a cura di Lio Fitti



acustica: suoni, percezione, paesaggio sonoro progettare la quiete o l'armonia?

*intervista all'ing. Sergio Luzzi, esperto di progettazione acustica,
Consigliere dell'Associazione Italiana di Acustica (AIA)
e della European Acoustics Association (EAA),
Coordinatore Gruppo Acustica Ordine degli Ingegneri di Firenze*

il suono fu oggetto di studio già nel VI secolo a.C. Prima gli studi di Pitagora, poi Crisippo che ipotizzò il suono come conseguenza di onde di pressione, dimostrarono che le conoscenze degli antichi greci furono alquanto raffinate.

L'acustica (dal greco *akouo*, "udire") come scienza si sviluppa a partire dal 1600 ed è quella branca della fisica che studia il suono, le sue cause, la sua propagazione e la sua ricezione. In un'accezione più generale, l'acustica comprende anche lo studio degli infrasuoni e degli ultrasuoni, che non sono percepibili dall'uomo attraverso l'udito, ma si comportano – da un punto di vista fisico – in modo analogo ai suoni.

L'acustica, dal punto di vista applicativo, è suddivisa in numerosi settori: l'acustica architettonica, che si occupa della qualità acustica degli edifici e delle sale dei teatri, l'acustica degli strumenti musicali, che si occupa delle loro proprietà e caratteristiche, l'acustica ambientale, che si occupa dei problemi collegati al rumore in ambiente esterno, l'acustica edilizia, che ha come obiettivo l'isolamento degli ambienti dai rumori disturbanti, l'acustica subacquea, che tratta della propagazione delle onde e della loro percezione negli ambien-

ti marini, l'acustica medica che si occupa di sviluppare in ambito terapeutico e diagnostico metodi e strumenti basati sulla propagazione di onde acustiche all'interno del corpo umano.

Alcuni studiosi ritengono che la differenza di significato tra "suono" e "rumore" sia legata alla controllabilità dell'emissione acustica, e non alla sua gradevolezza. L'orecchio umano non è ugualmente sensibile a tutte le frequenze, ma è più sensibile nel campo compreso fra 2 kHz e 5 kHz, ed è molto meno sensibile alle frequenze estremamente elevate o estremamente basse.

I suoni e, più in generale, tutti i fenomeni acustici, sono delle perturbazioni di carattere oscillatorio che si propagano con una data frequenza in un mezzo elastico solido, liquido o gassoso.

Tali perturbazioni nascono per effetto delle sollecitazioni di pressione generate dalle vibrazioni di un corpo solido costituente la sorgente ed ogni volta che un oggetto si muove o vibra, una piccola porzione dell'energia coinvolta viene ceduta al mezzo circostante sotto forma di suono.

La velocità di propagazione del suono dipende, come sappiamo, dall'elasticità del mezzo di propagazione: per l'aria questa velocità è di circa 344 metri al secondo ad una temperatura di 20°C, ed aumenta di circa 0.6 metri al secondo per ogni grado di temperatura in più, mentre nei liquidi e soli-

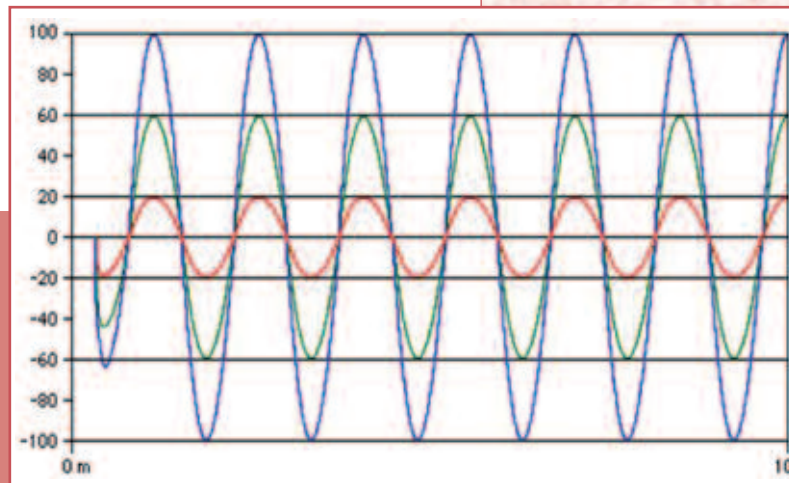
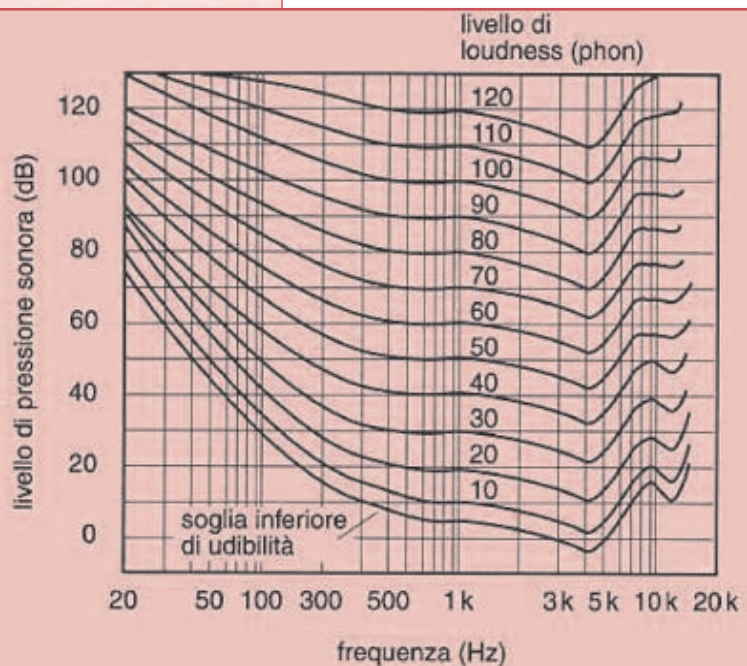
di la velocità di propagazione è maggiore (1500 m/s in acqua e 5000 m/s nell'acciaio). L'entità di un'onda sonora può essere determinata in molti modi. Il livello di *pressione sonora* è facilmente misurabile; la sua misura è diventata il modo più comune per esprimere la dimensione di un campo acustico.

L'unità di misura della pressione è il Pascal, ma se si misurasse la pressione sonora in Pascal si troverebbero valori compresi tra 0.00002 Pa e 200 Pa. Si ricorre perciò alla scala logaritmica e si misurano i livelli di pressione sonora in deciBel (simbolo dB): la scala dei possibili valori di rumore si trasforma così in un intervallo compreso tra 0 e 140 dB.

RICEZIONE E PERCEZIONE

Ci sono suoni che incantano e suoni che disturbano. Ci spiega come si individuano esattamente?

Per capire come gli aspetti di gradevolezza del suono non siano un fatto puramente soggettivo, dobbiamo partire dal modello di rappresentazione di un'onda sonora: la classica sinusoidale, che indica un tono puro, cioè un suono semplice, monofrequenziale, un suono che non esiste in natura, anche se riteniamo di utilizzarlo per penalizzare le misure o per fare l'esame audiometrico. In natura i suoni sono complessi, formati da più suoni semplici quindi da più sinusoidi.



I suoni percepiti: sensazione sonora al variare della frequenza.

Il compito del progettista acustico è quello di progettare i giusti paesaggi sonori negli ambienti di vita e di lavoro, spazi e sistemi per limitare il disturbo e per rendere l'incanto più dolce

L'insieme più o meno ricco di frequenze definisce il timbro, parametro che ci consente di conoscere e riconoscere cosa (o chi) genera il suono, e l'insieme di sinusoidi si compone di una *fondamentale*, la frequenza più bassa della serie, e di un certo numero di *armoniche* che rappresentano suoni con frequenze più alte.

Quando le frequenze delle armoniche sono multipli interi della fondamentale abbiamo un suono gradevole, musicale, armonico.

Più sono le armoniche e più il suono è ricco e piacevole, pieno di significato e riconoscibile. Il *suono musicale* è l'armonia percepita di un'espressione matematica naturale, ed è formato dall'insieme ordinato delle risonanze dei diversi materiali che vibrano insieme nei diversi strumenti. E se le frequenze delle armoniche non sono multipli interi della fondamentale, in questo caso sono presenti i *battimenti*, cioè il rumore.

PROGETTARE LA QUIETE O L'ARMONIA

Ci sono suoni che incantano e suoni che disturbano. Qual è il mestiere del progettista acustico?

È quello di progettare i giusti paesaggi sonori negli ambienti di vita e di lavoro; progettare, nell'ambiente esterno e negli edifici, spazi e sistemi per limitare il disturbo e per rendere l'incanto più dolce e più vero.

Per il progettista acustico gli scenari di studio e di lavoro sono storicamente caratterizzati da suoni emessi, trasmessi, immessi, che portano rispettivamente allo studio delle

sorgenti, dei cammini di propagazione e dei ricettori.

Il lavoro di progettazione acustica si configura come dimensionamento di barriere, pannelli, sistemi di mitigazione destinati ad assorbire i suoni che disturbano o a isolare ambienti sorgenti da ambienti riceventi, riducendo le quantità di rumore disturbante emesse o immesse, misurate secondo specifiche metrologiche quantitative e oggettive.

Allo stesso modo la progettazione degli spazi destinati alla fruizione dei suoni che incantano o che informano (teatri, sale, auditoria, aule scolastiche) si basa su parametri oggettivi destinati a ottimizzare la riverberazione e la sonorizzazione degli spazi di ascolto.



Sistemi di mitigazione del rumore disturbante secondo i canoni tradizionali della progettazione acustica.

Spazi destinati alla fruizione dei suoni che incantano.



R.M. Schafer
e i suoi collaboratori
nel 1977.

Ma da un po' di tempo si sono aggiunti agli scenari di progettazione acustica i suoni percepiti. La percezione del paesaggio sonoro da parte di chi lo frequenta ha modificato in senso qualitativo e soggettivo l'approccio analitico alla valutazione del clima acustico e alla sua progettazione, inserendo nuove tipologie di misura, di modelli, di riferimenti statistici. Così la metodologia di analisi dei paesaggi sonori (*soundscape analysis*) è entrata a pieno titolo nel bagaglio delle risorse progettuali utilizzabili in scenari antropizzati, acusticamente complessi.

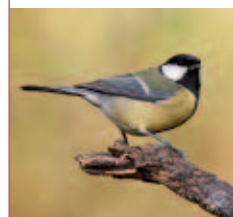
Raymond Murray Schafer, compositore e ambientalista canadese è considerato il padre fondatore della *soundscape analysis*. Il suo celebre e ambizioso *World Soundscape Project*, avviato negli anni 60, aveva lo scopo di trovare soluzioni per un paesaggio sonoro in equilibrio ecologico, dove le relazioni fra gli esseri umani e l'ambiente sonoro fossero pienamente armoniche. Il progetto prevedeva una serie di iniziative di educazione e sensibilizzazione sul paesaggio sonoro e, soprattutto, la registrazione e catalogazione dei suoni del mondo, con particolare attenzione a una collezione di paesaggi sonori (*soundmarks*) da preservare, prevenendone l'estinzione.

Nel suo libro "*The tuning of the world*" del 1977 Schafer definisce il Paesaggio Sonoro come tutto ciò che ci circonda a livello acustico, ma con un'attenzione specifica, antropologica, che include gli interventi dell'uomo sulla natura e l'ambiente e implica un rapporto di coerenza tra gli elementi.



Ma, al di là delle definizioni, cos'è che può aiutare il progettista acustico, nel suo compito di rendere gli spazi di vita più gradevoli o meno disturbati dal rumore?

Nel nostro mondo, costituiscono elementi di paesaggio sonoro sia i suoni della natura che i suoni della società tecnologica. I paesaggi sonori sono il risultato dei suoni emessi da sorgenti diverse di natura fisica, biologica o antropica. Il paesaggio sonoro è composto di geofonie (vento, acque correnti, pioggia, vulcani), biofonie (canti, suoni, vocalizzazioni di animali) e antropofonie (voce umana, suoni di artefatti umani, macchine, treni, aerei, etc.).



Una cinciallegra, produttore di biofonie, elementi naturali del soundscape.

Perciò si deve considerare anche il soundscape come una composizione di armoniche e battimenti, tenendo conto nella progettazione dei suoni che fanno parte del clima acustico di un'area, di una comunità, cercando non semplicemente di oscurarli mediante barriere fisiche o virtuali, ma di correggere e migliorare il clima stesso, eliminando le componenti di disturbo ma, allo stesso tempo, recuperando e dando dignità a quei suoni gradevoli che tendono a scomparire nei molti paesaggi sonori "LOW-FP" (a bassa fedeltà) che caratterizzano il nostro tempo.

In altre parole, si dovrebbe intervenire non per creare silenzio mediante isolamento dal contesto, cosa spesso non realistica e probabilmente non gradita in termini percettivi, ma per rivalutare l'ascolto dei suoni che caratterizzano gli scenari dell'ambiente esterno e costruito in cui viviamo.

Si potrebbero progettare sistemi per impedire che il suono globale diventi omogeneo e indistinguibile, rendendo difficile ogni operazione di "messa a fuoco" di singoli suoni, così come la percezione dell'armonia, ossia della bellezza e della profondità di molti paesaggi sonori.

Gli ambienti di vita sociale, si pensi per esempio a un bar o un ristorante affollato, dove musica e voci si sovrappongono, sono sempre più caratterizzati da paesaggi sonori a bassa fedeltà, che rendono difficile la comunicazione e l'ascolto della musica. Si pensi a tutti gli scenari quotidiani dove viene leso il diritto di non ascoltare brutta musica di sottofondo o i fatti personali del vicino di posto che in treno parla o telefona a voce alta.

E non dimentichiamoci di altri scenari, come l'ambiente ospedaliero, dove un'attenta progettazione acustica degli isolamenti e delle sonorizzazioni può rendere più confortevole la permanenza dei pazienti e più efficaci le cure, oltre che migliorare l'efficienza delle équipes mediche. A ciò si aggiungano le applicazioni della musicoterapia, gli effetti analgesici e i molti contributi del clima acustico e della musica in ambiti di cura associati alla terapia del dolore, alle fasi di induzione e risveglio nel teatro operatorio, alla permanenza nelle unità di terapia intensiva.



MUSICA E PAESAGGIO SONORO

E quindi la musica può essere una specie di cura non soltanto per lo spirito?

Certamente. La musica fa parte a tutti gli effetti, e non solo per definizione, del paesaggio sonoro e il paesaggio sonoro è entrato a far parte della musica influenzando l'opera di compositori ed esecutori.

Si pensi, per esempio, ad alcuni brani dei Pink Floyd come *Alan's psychedelic breakfast* (da *Atom Earth Mother* del 1970), *Money* (da *The dark side of the moon* del 1973) e *Welcome to the machine* (da *Wish you were here* del 1975), dove suoni tratti dalla quotidianità come una prima colazione, un registratore di cassa, un macchinario, diventano caratterizzanti per la ritmica e per la riconoscibilità della composizione.



E ricordiamo che molto prima dei Pink Floyd, nel 1948, il grande John Cage compone “*In a landscape*”, iniziando un percorso compositivo legato ai paesaggi sonori che lo porterà a comporre negli anni e nei decenni seguenti una serie di *imaginary landscapes* e a realizzare numerosi e fondamentali esperimenti di contaminazione tra suoni artificiali e paesaggi sonori. Fra questi il progetto *The John Cage's Train* che il compositore realizzò nell'estate del 1978 in Emilia-Romagna e in Toscana.



Nel 1978 Brian Eno compone *Music for Airport*, vero e proprio capostipite della Ambient Music, che andrà sempre più affermandosi come elemento di arredo sonoro capace di riempire con suoni gradevoli i vuoti di tempo e di senso che caratterizzano le attese in aeroporto. Lo stesso accadrà per altri luoghi e “non luoghi” della modernità: negli anni seguenti saranno composte musiche per stazioni, sale d'attesa, uffici, supermarket, con lo scopo di migliorare la percezione e la fruizione dei diversi spazi, senza trascurare però aspetti commerciali subliminali, che diventano predominanti nelle odierne colonne sonore dei centri commerciali e nei sottofondi assordanti e ansiogeni dei negozi di abbigliamento per teenagers.

Più in generale si può dunque affermare che tutta la musica, da sempre e in ogni luogo, è influenzata dal paesaggio sonoro in cui nasce e si sviluppa e che contribuisce a sua volta a determinare?

Sì. E va ricordato anche come il cinema abbia esplorato la contaminazione tra produzione musicale e paesaggi sonori: dai suoni della fabbrica di *Dancer in the dark* di Lars Von Trier ai meno conosciuti ma più intensi *Music for one apartment and six drummers* e *Sound of noise* dei registi svedesi Ola Simonsson e Johannes Stjerne Nilsson dove i surreali protagonisti “suonano” mobili, elettrodomestici, soprammobili, utensili da cucina e tutto quello che capita loro sotto mano in vari scenari di vita, ivi compresa una sala operatoria.



SERENDIPITÀ NELLA PROGETTAZIONE ACUSTICA

Suoni che disturbano e suoni che danno piacere. Ci può essere allora un metodo di progettazione acustica che tenga conto della percezione?

La risposta è sì, a patto che la qualità dell'ambiente progettato, basata sulla percezione, diventi obiettivo della progettazione del risanamento acustico come parte della progettazione del comfort degli ambienti di vita, e che questo obiettivo vada a sostituire il mero rispetto di limiti quantitativi prefissati.

Una quantificazione del livello di qualità ambientale del progetto acustico, e del livello di beneficio (anche economico), oltre che di benessere, che esso produce può partire



La trasformazione degli spazi e dei relativi paesaggi sonori influenza i comportamenti dei fruitori. Sarebbe giusto tener conto di questo aspetto, dedicando la massima attenzione agli effetti collaterali del risanamento acustico, evitando o correggendo le azioni percepite negativamente (si pensi a come sono spesso male accolte le barriere stradali e ferroviarie dai residenti nei centri abitati) e cogliendo gli spunti di serendipità, vero e proprio valore aggiunto della progettazione. Un esempio: nella progettazione dei ristoranti della catena inglese Pizza Express, è stato sviluppato un elemento sospeso attivo, una specie di cupola (*dome*) da collocare a copertura dei tavoli al fine di ricreare in corrispondenza di questi un microcosmo sonoro differenziato, denominato *booth*, comprendente, oltre al *dome*, il tavolo sottostante e le sedie, il tutto avente forma e caratteristiche di assorbimento e isolamento coerenti con la fruizione acustica ottimizzata. Così la funzione acustica primaria dei *dome* è quella di confinare, mettendo un “cappel-

É importante che la progettazione acustica tenga conto anche della percezione poiché la trasformazione degli spazi e dei relativi paesaggi sonori influenza sempre i comportamenti dei fruitori

dal conto degli elementi di serendipità che caratterizzano la progettazione.

Il termine *serendipità* indica la scoperta di una cosa bella, imprevista e non cercata, mentre se ne sta cercando un'altra, ed è una combinazione di casualità, capacità di osservazione e intuito progettuale.

La serendipità è diventata negli anni un elemento metodologico utilizzato in filosofia ed economia e un criterio analitico interpretativo per importanti scoperte scientifiche (dalla mela di Newton, alla Penicillina di Fleming, al... *Viagra*).

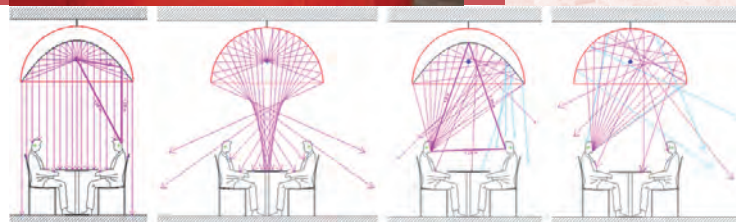
La possibilità che questo approccio si applichi alle soluzioni dei problemi di acustica applicata è stata verificata in varie esperienze progettuali degli ultimi anni: si è dimostrato ad esempio come, a parità di costo e di beneficio acustico propriamente detto, ovvero a parità di raggiungimento dell'obiettivo primario della progettazione (rispetto di una legge, di un limite di rumore, di un livello di isolamento), si possano raggiungere obiettivi secondari e sommare piacevoli e imprevisti benefici aggiunti, legati alla percezione, alla gradevolezza, al risparmio.

La fattibilità dei progetti di risanamento acustico e l'efficacia degli interventi progettati si misura non solo dal punto di vista economico, ma anche da quello sociale e culturale. Può fare qualche esempio?

Purtroppo nella progettazione degli interventi di mitigazione acustica, la scelta progettuale non sempre tiene conto dell'integrazione dei manufatti con il contesto e con le esigenze di chi vive in questo contesto.



Ascoltare musica al ristorante senza disturbare (Pizza Express - London).



lo" all'area di fruizione, i suoni antropici e i suoni musicali prodotti o riprodotti dal gruppo di avventori che occupano il *booth* sottostante allo spazio acustico della cupola. E allo stesso tempo il *dome* riduce al minimo il contributo di questi suoni al rumore di fondo e, di conseguenza, il rumore di fondo stesso, percepito come indesiderato dagli avventori situati nei *booth* o all'esterno di essi nelle altre aree del locale.

L'idea serendipica è stata quella di dotare ciascun *dome* di un altoparlante direttivo posizionato nel rivestimento interno, che può essere utilizzato per riprodurre musica di sottofondo oppure musica scelta dal cliente attraverso il collegamento del proprio i-pod o lettore musicale mp3.

Da qui la possibilità di ascoltare musica senza disturbare e di utilizzare la musica che si ascolta come sistema di sound-masking personalizzato verso l'eventuale disturbo prodotto da altri avventori. A ciò si aggiunge in termini di serendipità "commerciale" l'attrattiva che il sistema ha costituito per i ristoranti che se ne sono dotati.

Un altro esempio di mitigazione acustica serendipica sono le barriere acustiche fotovoltaiche che hanno la duplice funzione di schermatura e di produzione di energia: il recupero parziale derivante dalla fornitura di energia alla rete permette ai gestori di infrastrutture che si dotano di questi sistemi, di ridurre significativamente i costi del risanamento acustico e di fruire degli incentivi del conto energia, che rappresentano una opportunità di business ecosostenibile.

Oltre alle fotovoltaiche, esistono o sono allo studio altre barriere "serendipiche", con caratteristiche secondarie legate all'alloggiamento di sistemi di monitoraggio, illuminazione, riduzione di altri inquinanti, come le polveri.

I benefici delle barriere multifunzionali includono l'ottimizzazione della spesa pubblica in materia di risanamento acustico e il contenimento di spese comunque necessarie per garantire la funzionalità e la fruizione degli spazi e delle strade, nonché veri e propri benefici aggiunti quali la produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile associata ad un consumo di territorio non pregiato (già destinato alla realizzazione di barriere) o la riduzione di inquinanti diversi dal rumore.

Segnalazioni bibliografiche

- [1] Sergio Luzzi, *Percezione acustica e qualità del paesaggio*, Atti del Seminario "La musica che incanta e che cura", Festa della Musica, Pistoia, Giugno 2012.
- [2] Sergio Luzzi, Rossella Natale, *Elementi di serendipità nel risanamento acustico degli spazi urbani*, in "Atti del 39° Convegno Nazionale AIA", Roma, Luglio 2012.
- [3] Sergio Luzzi, Rossella Natale, *Elements of temporal design approach in soundscape based planning of urban quiet areas*, in *Journal of Temporal Design in Architecture and the Environment*, vol. 11, n. 1 (2011).
- [4] Lucia Busa, Sergio Luzzi, *Comfort acustico in pizzeria*, in Atti del 38° Convegno AIA, Rimini, Giugno 2011.
- [5] Sergio Luzzi, *Noise reduction and control in Urban Planning*, in "3rd Russian conference on Population Protection by Excessive Noise", St. Petersburg, Marzo 2011.
- [6] Beatrice Gentili, Sergio Luzzi, *Soundscape in the participatory design of quiet areas*, in *Proceedings of 17° Convegno ICSV, Cairo, luglio 2010*.
- [7] Giovanni Brambilla, Luigi Maffei, *L'approccio del Soundscape nell'acustica ambientale: recenti studi e applicazioni in Italia*, in *Rivista Italiana di Acustica*, vol. 33, n. 3, 2009.
- [8] Michael Bull, Les Back, *Paesaggi Sonori – Musica, voci, rumori: l'universo dell'ascolto*, Il Saggiatore, 2008.
- [9] Tito Gotti, *Alla ricerca del silenzio perduto*, Bologna, Baskerville, 2008.
- [10] Jian Kang, *Urban Sound Environment*, Taylor & Francis, London, ottobre 2006.
- [11] Anna Magrini, *Progettare il Silenzio, tecniche per il benessere acustico*, EPC Libri, 2004.
- [12] Amedeo Petrilli, *Acustica e Architettura – spazio, suono, armonia*, Marsilio, 2001.
- [13] Carlo Pergola, *La città dei sensi*, Alinea Editrice, 1997.
- [14] Brian Eno, *Music for Airport*, Import Music Records, 1978.
- [15] R. Murray Schafer, *The tuning of the world*, Destiny Books, 1977.
- [16] Pink Floyd, *Ummagumma*, EMI Harvest Records, 1969.
- [17] John Cage, *In a landscape*, MDG Records, 1948.



Barriere Acustiche
Fotovoltaiche.

diminuire la superficie devastata dagli incendi come lotta efficace alle emissioni di CO₂



Tommaso Berna

libero professionista
Esperto in monitoraggio ambientale

Pietro Berna

Commissione ambiente ed energia
Ordine degli Ingegneri di Firenze

La tendenza attuale di crescita della foresta in Italia è positiva. Diventa quindi importante una gestione accurata del patrimonio boschivo, in particolare nella sua difesa contro gli incendi, non solo sotto l'aspetto forestale, ma di generale impegno per l'ambiente. Nel 2007, sono state immesse in atmosfera **7 milioni di tonnellate e mezzo¹** di CO₂ dovute agli incendi boschivi su una superficie di 53.600 ha (136,4 tonnellate di CO₂ per ettaro bruciato). Tale quantità di CO₂ sarebbe stata prodotta dal consumo di circa **12 TWh**, considerando il mix energetico italiano, che rappresenta il 3,76% del consumo totale annuo di energia degli utenti italiani, che in tutto il 2007 hanno consumato 318,952 TWh. Un altro raffronto utile, per meglio chiarire la portata del fenomeno, è di considerare che, con 136,4 g di CO₂/ha, nel 2012, che ha visto finora bruciare in Italia 33.620 ha, sono state emesse circa **4,5 milioni di tonnellate di CO₂**. L'impianto di produzione a pannelli fotovoltaici di Celano (AQ), con 21.874 mq di superficie, costato 4,2 milioni di euro, porta ad un risparmio di CO₂ di **500 tonnellate l'anno**, cioè **1/9 di quanto emesso in atmosfera dagli incendi boschivi**.

L'esistenza di un problema incendi in Italia è confermato annualmente. Ci sono anni, come il 2007, dove il fenomeno si presenta in maniera acuta per ragioni climatiche, altri anni invece dove un clima più umido rallenta il fenomeno. Nel nostro paese, che ha un'estensione limitata e dove la percentuale considerata foresta, secondo le norme vigenti, è del 34,7%, l'incendio diventa una sorgente di danno dalle conseguenze incalcolabili. L'eterogeneità del nostro territorio porta alla presenza di molte zone di interfaccia tra abitato e foresta. Pensiamo alle conseguenze: danni al bosco, numero di morti, inquinamento, eventuali strutture ed edifici coinvolti, danno di immagine, danno turistico, danno alle attività economiche ecc., senza tralasciare i costi necessari allo spegnimento.



¹ Dato al 26 agosto 2007.



La particolarità italiana è che, di fronte a tali dati, gli investimenti e il coinvolgimento dell'Ingegneria è stato assai limitato. Se prendiamo altri stati europei, il danno da incendio boschivo ha sicuramente una minor rilevanza, avendo gli altri stati un territorio meno eterogeneo, dove le interfacce città-bosco sono ben diverse. La ricchezza del nostro patrimonio boschivo, che, oltre che di formazione naturale, è anche eredità delle generazioni presenti² meriterebbe una salvaguardia al pari dei sistemi di sicurezza di un museo d'arte.

Tabella 1 – Dati aggiornati all'Agosto 2012

Regioni	Numero di Eventi	Superficie totale percorsa dal fuoco (ha)
Abruzzo	110	911
Basilicata	220	2.960
Calabria	635	4.263
Campania	677	2.760
Emilia Romagna	108	313
Friuli Venezia Giulia(*)	151	749
Lazio	467	3.456
Liguria	245	1.069
Lombardia	249	1.182
Marche	52	93
Molise	577	
Piemonte	188	2.200
Puglia	560	6.384
Sardegna(*)	805	3.314
Sicilia(*)	N.P.	N.P.
Toscana	504	1.812
Trentino Alto Adige(*)	44	50
Umbria	125	1.270
Valle d'Aosta(*)	9	53
Veneto	117	204
Totale nazionale	5.375	33.620

(*) i dati riportati sono rilevati dai Comandi Regionali del Cfs e dalle competenti Cor/Soup delle Regioni autonome.

N. P. = Dati non pervenuti

Fonte: Corpo Forestale dello Stato

Nella tabella 1 sono riportati i dati relativi all'anno in corso per regione. Mentre il numero di incendi dipende da fattori molto variabili, quali l'umidità, la temperatura e il fattore umano ed è quindi indipendente (gli incendi dolosi costituiscono una piccola parte e solo in luoghi precisi), l'Ingegneria potrebbe avere un ruolo determinante nella diminuzione della superficie boscata, sotto due aspetti che intervengono dal momento che l'evento incendio si verifica:

1. Un avvistamento precoce e un sistema di comunicazione che riesca a ridurre il tempo tra evento e primo intervento;
2. La diminuzione della possibilità di propagazione dell'incendio attraverso opere di Ingegneria sul territorio e una sua conseguente gestione.

Dato che la velocità di propagazione maggiore si ha all'inizio del fenomeno, è determinante poter intervenire subito. Ad esempio un fronte di fiamma che si propaga ad 1 km/h (in una regione come la Toscana, in caso di vento e di incendio su versante inclinato, il valore è da prendersi come minimo), compie circa 16 m/min, ossia 160 m in 10 minuti, con possibilità di provocare altri inneschi. Arrivare quindi a risparmiare anche pochi minuti, dall'innesco allo spegnimento, può contribuire ad una grande diminuzione del danno e alla riduzione della superficie bruciata.

² Basti pensare al bosco di Vallombrosa, non naturale ma completamente piantato, come testimonia ancor oggi l'ordine geometrico della disposizione delle piante.



³ Non stupisca l'importo di 68 mld di euro
 Impianto di Celano: superficie dei pannelli fotovoltaici 21.874 mq; costo pari a 4,2 mln di euro; CO₂ non emessa 500 t/anno. Se consideriamo la mancata emissione di 8.119.960 tonnellate di CO₂, abbiamo: (8.119.960/500) = 16.239,2 impianti e (4,2 mln x 16.239,2) = € 68.207.664.000,00.

I sistemi di rilevamento utilizzabili a tale scopo sono:

- Sistemi di avvistamento su area medio - grande, basati su sensori ottici o all'infrarosso
- Reti di sensori, per il rilevamento su aree piccole

I primi si dividono in

- a. sensori che lavorano sull'infrarosso; sono i primi, storicamente, ad essere stati installati per un rilevamento automatico e veloce dell'incendio, ma che per poter rilevare, necessitano della linea visiva diretta tra essi e la fiamma, e su lunghe distanze portano ad un ritardo della rilevazione. È una tecnologia ormai poco usata a livello europeo, anche per i più elevati costi manutentivi;
- b. sensori ottici la cui immagine acquisita viene elaborata in tempo reale; questi hanno il vantaggio di poter iniziare a rilevare prima che si sviluppi la fiamma; infatti sono molto più numerosi gli incendi che iniziano con l'emissione di fumo prima ancora dell'insorgere della fiamma; inoltre il fumo, salendo verso l'alto, può permettere la rilevazione su zone non direttamente visibili.

I secondi sono invece reti di sensori, posizionati all'interno dell'area da monitorare e che rilevano l'incendio con l'avvicinarsi della fiamma. Sono quindi simili ai classici rilevatori di fiamma e presentano quindi anche loro un certo ritardo nell'allerta. Inoltre vengono distrutti dall'incendio stesso.

Queste soluzioni tecnologiche, già in uso da tempo negli Stati più avanzati dell'UE, in Italia sono scarsamente utilizzate ancora oggi. Per gli Ingegneri che hanno frequentazione dei problemi di sicurezza antincendio è facile comprendere come i vincoli che vengono imposti per la sicurezza delle persone all'interno di aziende ed edifici, non dovrebbero diminuire di livello di sicurezza che si ha quando usufruiamo liberamente del territorio. Allora come esistono vie di fuga, impianti di rilevazioni fumi, evacuatori e impianti di aspirazione di fumi, tale livello di sicurezza dovrebbe essere attuato anche per il nostro patrimonio di paesaggio. Non dimentichiamo che tra i principi fondamentali della Costitu-

zione vi è il dettato dell'art.9: *La Repubblica promuove lo sviluppo della cultura e la ricerca scientifica e tecnica. Tutela il paesaggio e il patrimonio storico e artistico della Nazione.*

La varietà e la complessità del territorio italiano, dove vi sono zone di interfaccia bosco/aree urbane e dove il 22,2% della superficie a bosco rientra nei SIC e nelle ZPS, rende ancor più rilevante l'importanza di questo approccio sistemico al problema. Emblematico è il caso degli incendi di Alasio e Quiliano in Liguria, che si sono sviluppati l'1/01/2007 e dove la mancanza di un rilevamento tempestivo da parte dell'uomo e una situazione di vento particolarmente critica, ha fatto sì che dopo tre ore dal principio di incendio il fumo raggiungesse Capo Corso e l'Isola d'Elba.

Se riuscissimo a ridurre ad un decimo la superficie bruciata totale, ad es. quella del 2008, avremmo avuto, invece di 66.145 ha bruciati, solo 6.145 ha, ossia non avremmo emesso in atmosfera 8.119.960 tonnellate di CO₂. Per arrivare a "risparmiare" tale quantità di emissioni con gli impianti fotovoltaici servirebbero più di 16 mila impianti come quello di Celano, per una spesa di circa **68.000.000.000 €³**. Questo numero, 68 mld di euro, pari al 4,27% del p.i.l. italiano del 2011, non deve essere qui inteso come indicazione alternativa alle fonti rinnovabili di approvvigionamento energetico, ma costituisce solo un elemento di raffronto per valutare le implicazioni socio-economiche del mancato approccio ingegneristico alla salvaguardia ambientale, soprattutto in un periodo, come l'attuale, di crisi economica. È, infatti, implicito che tale approccio consentirebbe un risparmio di risorse economiche senza incidere in maniera significativa sui livelli occupazionali generali, anzi elevandone la qualificazione. Qui di seguito si riproducono tre immagini relative alle tecnologie più moderne, che consentono un controllo del territorio anche in fase notturna.

- La fotografia in Fig. 1 mostra l'immagine a video del sistema di sorveglianza automatica (vale a dire senza la necessità della presenza di un operatore) nella fase di allarme.
- La fotografia in Fig. 2 mostra l'immagine a video del sistema di sorveglianza automatica, utilizzata dall'operatore, nella fase di conferma dell'allarme e di attivazione automatica delle procedure d'intervento.



- La fotografia in Fig. 3 mostra una installazione in cui si è evidenziata la zona di controllo di ciascuna telecamera (di normale approvvigionamento) che costituisce la rete di videosorveglianza. Il raggio degli archi indicati è pari a 10 km. Esistono sistemi che, con telecamere di tipo speciale possono raggiungere un raggio d'azione utile pari a 40 km.

Verifiche sperimentali svolte nella Valle dei Templi in provincia di Agrigento e nel Parco Nazionale d'Abruzzo hanno confermato che anche nel nostro paesaggio italiano i dati reali di allertamento non hanno superato i 90 minuti secondi (un minuto e mezzo, in altre parole) dal momento in cui, per la prova sperimentale, è stato volontariamente acceso, in postazione occultata e non preconcordanata, il fuoco. In altri termini, i sistemi moderni costituirebbero un forte disincentivo anche per l'incendio doloso, dato che i sistemi danno meno di 90" di tempo all'incendiario per restare occulto. Infine, non si può tralasciare l'aspetto di garanzia obbligata sull'utilizzo delle migliori tecniche che consentano la miglior tutela dei lavoratori chiamati allo spegnimento degli incendi. La ridotta estensione e, di conseguenza, la ridotta virulenza dell'incendio sono certamente due aspetti di miglior sicurezza per gli operatori.

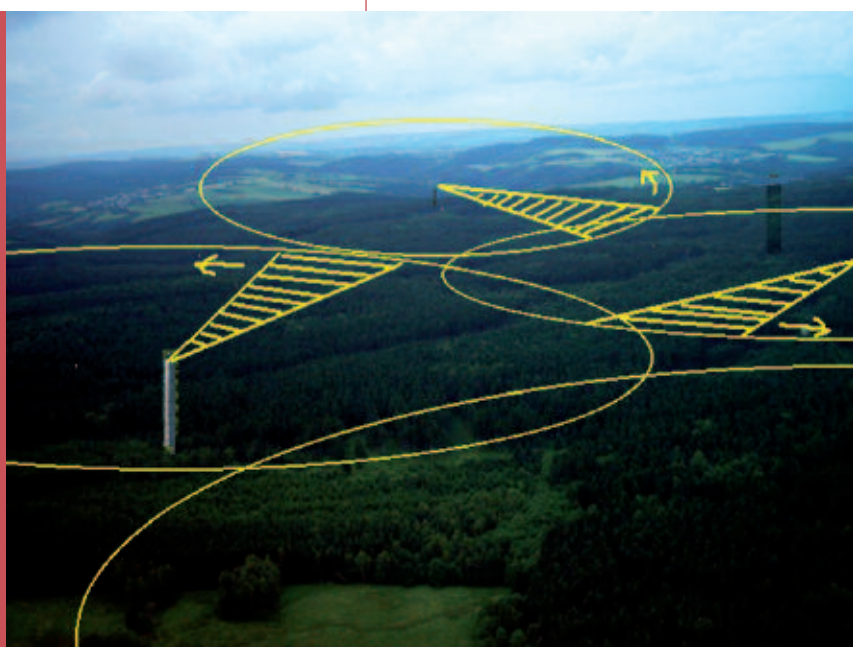


Fig. 1 - Immagine a video nella fase di preallarme

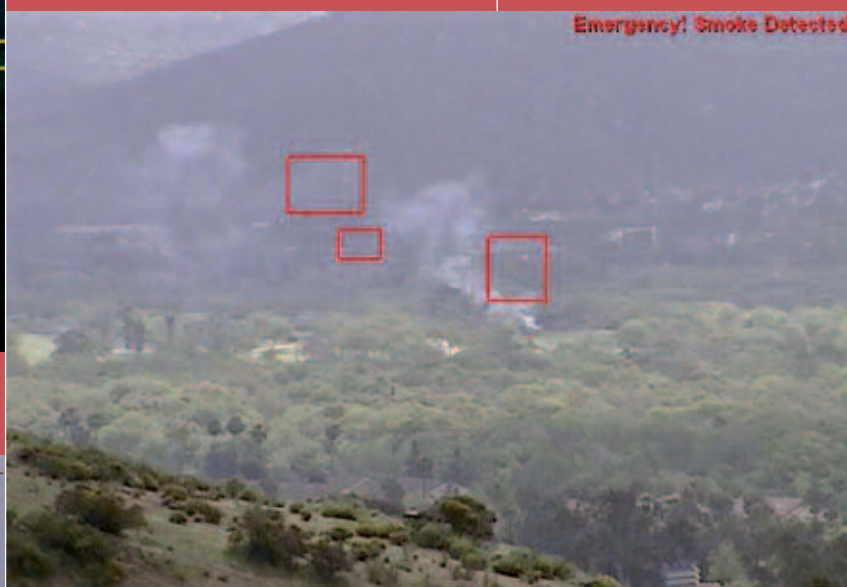


Fig. 3 - Immagine di un sistema di sorveglianza di un'area boschiva



Fig. 2 - Immagine a video nella fase di conferma dell'allarme

Massimo Ruffilli

professore architetto
Presidente del corso di laurea
in Disegno Industriale
presso l'Università di Firenze

Il 5 ottobre 1962, insieme al disco dei Beatles "Lovemedo" usciva il film "Licenza di uccidere", il primo della lunga serie dedicata all'agente segreto più famoso al mondo. Jan Fleming, autore di dodici romanzi e due raccolte di racconti dedicate alla spia inglese, non si aspettava certamente di avere innescato un processo di mitizzazione così radicato profondamente nel tempo e nello spazio, da confondere, nell'immaginario collettivo, la realtà con la fantasia.

Jan Fleming morì di infarto a soli cinquantatré anni e non poté certamente percepire l'enorme popolarità che la trasposizione cinematografica avrebbe conferito al suo personaggio. La figura dell'agente James Bond, nella narrativa di Fleming, rimane un prodotto tipico della cultura letteraria britannica, paragonabile forse allo Sherlock Holmes di Conan Doyle, tuttavia il merito del cinema è stato quello di far proseguire nel tempo la vita del personaggio, adeguandolo alle diverse epoche ed alle mode, ma, mantenendo, al di là della obsolescenza del genere letterario di evasione, quella immortale, antica mitologia dell'eroe che uccide il nemico e salva la fanciulla.

Il significato simbolico dell'agente segreto immortale, come per primo ebbe a sostenere all'epoca Umberto Eco, è la riproposizione dell'eterno cavaliere che combatte contro il male usando gli strumenti e la cultura della civiltà occidentale. Dal carisma di Sean Connery ai suoi successori: Roger Moore, Timoty Dalton, fino all'attuale Daniel Craig, i personaggi che si sono succeduti nel tempo hanno seguito parallelamente i grandi cambiamenti della nostra società che si è trasformata dai tempi del muro di Berlino alla attuale crisi dei mercati e dei sistemi economici.

Il costume, la moda, ed il design, sempre presenti nella narrazione filmica, si sono anch'essi trasformati passando dalle antiche macchine da scrivere ed i telefoni con la cornetta, ai computer più sofisticati.



Bond style

*le cinquanta
primavere
del mito di 007*





Questi stereotipi hanno creato, nel tempo, uno stile riconosciuto e condiviso a livello internazionale. Il cinema, come mezzo di comunicazione di massa, ha dimostrato, dunque, ancora una volta, la sua grande capacità di informazione, di trasmissione di stili di vita e di cultura, nonché di comportamento e di costume.

In una società nella quale certi "valori" sembrano sempre più dimenticati, anche il permanere del Bond Style sugli schemi cinematografici e nelle reti tv può segnare un dato



Ma la stupenda Astor Martin, il Rolex Submarine, il Martini agitato e non shecherato, anche a mezzo secolo di distanza, ci appaiono simboli definitivi di un gusto e di uno stile dal fascino immortale.

Le belle donne, da Daniela Bianchi ad Ursula Andress e Kim Basinger, che sempre hanno accompagnato l'agente 007 in luoghi da favola e viaggi straordinari, restano a stigmatizzare l'atmosfera e l'ambiente in modo indelebile. "Mi chiamo Bond, James Bond" resta l'incipit di una saga emblematica nella disciplina della comunicazione di massa.

Lo stereotipo ideologico del paladino difensore dell'occidente e della modernità.

Tecnologie, Industrial Design, moda ed arredamento, sono, infatti, componenti fondamentali nella immagine del "Bondismo". La modernità viene rappresentata attraverso innovazioni di forte impatto, dall'auto che si trasforma in sottomarino, ai siluri, ai missili, dalle prestazioni fantascientifiche. Tutti i veicoli possibili fanno parte del corredo materiale dell'agente segreto: navi, motoscafi, aerei, auto dalle prestazioni eccezionali, motociclette, elicotteri, treni, scooter e yacht di lusso.



di tendenza verso una concezione di società dove la qualità della vita è caratterizzata da eleganza, modernità e tecnologia, trionfo del bene sopra il male.

Valori semplici, banali, tradizionali, che, anche solo per il breve tempo di un film, ci permettono di allontanarci dalle difficoltà e le contraddizioni del nostro tempo.



Filosofo e anche un po' 'scarpomante', il calzolaio legge le scarpe come fossero tarocchi e si fa una mezza idea delle clienti intuendone mestiere, carattere, abitudini: un quadro quasi completo della donna che indossa décolletés, mocassini o stivali, in ufficio, in casa, a passeggio, in treno.



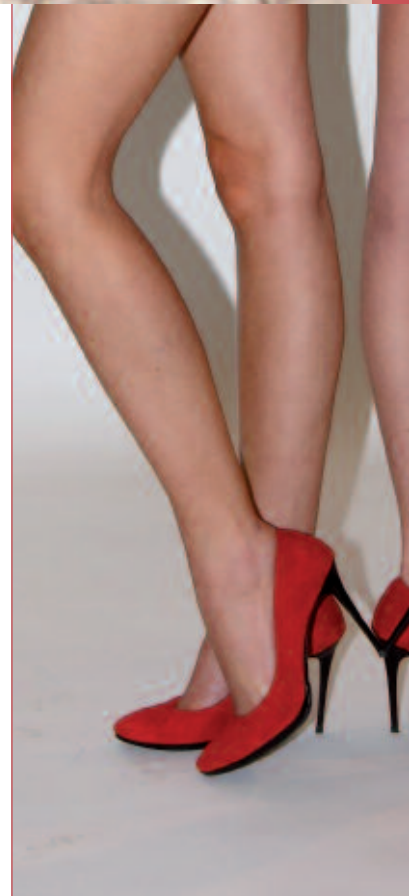
Margherita Rondinini

giornalista freelance

donne, calzolai e tacchi 12

Della serie dimmi come cammini e ti dirò chi sei, bisogna guardare in basso e non alle stelle per capire chi siamo, dove siamo e dove andremo. Sotto le soles delle scarpe scivola la pioggia e si attaccano terra e asfalto. Il calzolaio vi legge la storia che hanno scritto soprattutto le donne, che in bottega entrano con in mano le scarpe da aggiustare: piccole 'magie' che di questi tempi sembrano favole. Accadono, invece, quando le insidie della strada (caditoie traditrici o tombini in agguato) 'sgarbano' il soprattacco che fa il salto della quaglia, lasciando 'zoppa' la cliente. Perché sono soprattutto le donne (il 70 per cento della clientela) a frequentare le botteghe del calzolaio, per l'asfalto bollente e la pietra di Luserna che insidiano i tacchi a spillo, che al massimo vivono da Natale a Santo Stefano, e non c'è bravura di artigiano che tenga: il destino è inesorabile.

Così quando Eugenio notò che al terzo incontro avevo cambiato quattro paia di scarpe mi disse: "Adoro le scarpe quando calzano deliziosi piedi femminili, ma se penso che attaccate ci sono donne seducenti, impazzisco". *Oh, mon dieu*, non sapeva Eugenio che le scarpe col tacco 12 sono la mia passione. Scarpe altissime, allacciate, nuove, rosse, lucide, nere, di vernice, trionfo della femminilità, eccellenza del sofisticato, incantesimo di donna fatale e alghida, imperante sulla specie come le eroine di Hitchcock.





Ne cambio un paio tre volte al giorno, un paio lo porto sempre con me in borsa. Sono ossessionata dalle scarpe come tutte le donne passionali, originali, con i piedi per terra e la testa piena di fantasie ultraterrene. D'altra parte anche Freud aveva riconosciuto come il piede, erogeno per natura per via di tutte quelle sue terminazioni nervose, potesse diventare appoggiato al tacco 12 un oggetto di culto erotico senza eguali.

Tacchi 12: piccole affilate armi di seduzione che richiamano piacere e dolore, delirio e castigo, perdizione e peccato. Le scarpe col tacco 12 sono la mia arma di seduzione. Conferiscono una camminata aggressiva per chi guarda l'incedere dal davanti. Fanno da piedistallo a *le derrière* per chi osserva da dietro.

Il tacco 12 è la vittoria della donna sulla forza di gravità. È la mia vittoria, e non vedo l'ora che qualcuno me lo noti. Ed è qui che mi frigge il cervello... perché dalle scarpe lo sguardo sale su, su, e più mi guardano e più mi frigge... più mi guardano le scarpe e più una piacevole sensazione mi pervade, un brivido elettrico mi percorre la schiena, serpeg-

gia dal cervello all'alluce: sono colpita dall'energia di un fulmine che scatena la sua forza dirompente sul terreno. Attraverso il tacco 12 arriva in profondità, fin dentro al caldo nucleo, fino alle viscere del pianeta. Energia che mi ritorna e mi appaga.

Il tacco 12 è falcata e falconeria insieme e se le gambe delle donne sono il compasso che misura il mondo, beh, il tacco 12 è la punta e la base di questo compasso. "Eugenio quanto vorrei metterti sotto i miei tacchi...". "Calpestami", mi ha detto... no, non posso... però il pensiero mi emoziona, mi agita, mi eccita.

Così le mie scarpe sono le depositarie dei miei segreti, delle mie lacrime e dei miei sorrisi, dei miei sogni e della mia fatica. Se sapesse Eugenio che sono così. Però l'ultima volta che mi ha visto entrare in negozio ha cambiato idea: "Adoro i piedi femminili sul tacco 12 - mi ha detto - peccato che attaccate ci siano le donne".



Prof. Ing. Andrea Vignoli¹,
 Ing. Andrea Borghini (Ph.D.)¹,
 Ing. Emanuele Del Monte (Ph.D.)¹,
 Ing. Barbara Ortolani (Ph.D.)¹,
 Prof. Arch. Alberto Breschi²,
 Arch. Claudia Giannoni³

Ingegneri in Toscana tra passato e futuro

rubrica a cura di Franco Nuti

professore ordinario
 di Architettura Tecnica
 presso la Facoltà di Ingegneria
 di Firenze

¹ Dipartimento di Ingegneria Civile e Ambientale (DICEA), Università degli Studi di Firenze (UNIFI).

² Dipartimento di Architettura (DdA), Università degli Studi di Firenze (UNIFI).

³ Libero Professionista.



Fig. 1 - Vista aerea ante-sisma e post-sisma.

ricostruire dopo il terremoto

il contributo dell'Università di Firenze a Castelnuovo (AQ)

1. Introduzione

Una sequenza sismica che ha colpito la Provincia di L'Aquila ha avuto inizio nel dicembre 2008. Il main shock è stato registrato alle ore 03:32 del 6/04/2009 (epicentro di coordinate geografiche Lat. 42.3476 N e Long. 13.3800 E), con Intensità Macrosismica variabile tra 8.0 e 9.0 della Scala MCS, magnitudo locale M_L pari a 5.8 e magnitudo momento M_w pari a 6.3.

A seguito del sisma del 6/04/2009 gli autori sono stati impegnati nel territorio di Castelnuovo, Frazione del Comune di San Pio delle Camere in cui il terremoto ha causato la morte di 5 persone ed il grave danneggiamento della maggior parte degli edifici (Figura 1).

Castelnuovo è collocata ad Est di L'Aquila, da cui dista circa 20 km, su di un'altura che domina l'altopiano tra Tussio e Civitavecchia, a quota 860 m sul livello del mare. Il paese è inserito nel complesso contesto del sistema di difesa e avvistamento configuratosi in epoca medievale nella conca aquilana, con una posizione privilegiata rispetto al-



l'antico tracciato del tratturo di Foggia. All'impianto originario, rappresentato dal Borgo Fortificato o Castello, posto sul pianoro sommitale, si è aggiunta, in tempi relativamente recenti, un'edificazione moderna, che si è distesa sul versante Sud della collina, seguendo le curve di livello. L'intero sottosuolo dell'abitato è caratterizzato dalla presenza di cavità ipogee, scavate nel limo, con accesso diretto sul fronte stradale in corrispondenza del piano terra degli edifici. L'attività condotta dagli autori è consistita essenzialmente nel rilievo sistematico del costruito e dei meccanismi di danno, esteso a tutto l'abitato, comprendente 102 aggregati, per un totale di 324 unità strutturali. Nel presente contributo viene anzitutto data descrizione della metodologia di lavoro adottata, quindi vengono sintetizzati i principali risultati ottenuti, in termini di analisi della vulne-

rabilità e del danno, anche alla luce degli esiti della microzonazione sismica, messa a punto dal Dipartimento della Protezione Civile.

Le informazioni reperite durante le operazioni di indagine sono state inserite in un database in ambiente GIS, per essere poi tradotte in mappe tematiche ed elaborazioni statistiche, al fine di comprendere le cause del livello di danno riscontrato, ovvero di stabilire in quale misura esso possa essere messo in relazione con la vulnerabilità intrinseca delle strutture, piuttosto che con l'amplificazione dell'azione sismica dovuta ad effetti di sito, in modo da indirizzare correttamente le scelte dell'Amministrazione Comunale nella successiva fase di redazione del Piano di Ricostruzione. Al riguardo, nella parte finale dell'articolo, verrà descritta la filosofia a base dell'ipotesi di progetto formulata e verranno delineati gli aspetti fondamentali del progetto stesso. La conclusione naturale di questa accurata fase preliminare di conoscenza è stata infatti una prima ipotesi di ricostruzione che, per quanto preliminare, contiene già in sé le linee fondamentali del Piano di Ricostruzione in fase di adozione da parte dell'Amministrazione Comunale.

Dal punto di vista più propriamente scientifico, una campagna di rilevamento post-sisma come quella qui in oggetto, estesa ad un intero abitato, permette di migliorare le conoscenze sul comportamento sismico degli edifici, quanto meno a scala territoriale, per la messa a punto di più efficaci strategie di prevenzione e di intervento, nonché di gestione dell'emergenza post-sisma.

2. Metodologia

L'attività svolta a Castelnuovo dal gruppo di ricerca DICeA ha avuto due fasi temporali consecutive (prima fase 2009 – 2010, seconda fase 2010 – 2011), a cui è corrisposto un diverso grado di approfondimento delle indagini effettuate in-situ.

Nella prima fase (2009 – 2010) è stato svolto uno screening preliminare del costruito, raccogliendo le informazioni necessarie per incrociare valutazione della vulnerabilità sismica con riferimento al presumibile stato degli edifici prima dell'evento sismico, studio del danno prodotto dall'evento sismico,

Ad una fase preliminare di screening del costruito ha fatto seguito un rilievo puntuale degli edifici, indispensabile per dare una corretta interpretazione degli effetti del terremoto sull'abitato di Castelnuovo

studio di microzonazione sismica. Nella seconda fase (2010 – 2011) è stato compiuto un rilievo puntuale del costruito, approfondendo le informazioni raccolte nella prima fase in termini di geometria, tipologie strutturali, meccanismi di danno. Il tutto ha avuto come obiettivo principale quello di dare una corretta interpretazione degli effetti del terremoto sull'abitato di Castelnuovo, che tenesse cioè conto di tutti gli aspetti che possono aver contribuito a determinare l'elevato livello di danno riscontrato, ovvero vulnerabilità intrinseca delle strutture ed effetti di amplificazione locale.

Per uno studio di questo tipo il problema di base è rappresentato dalla modalità in cui si sceglie di valutare la vulnerabilità ed il danno. Eseguire un'analisi di vulnerabilità significa valutare la consistenza del costruito diffuso in una data area ed in particolare stimare la sua propensione ad essere danneggiato dal sisma. Una metodologia per l'analisi di vulnerabilità deve quindi specificare come eseguire il censimento, più o meno dettagliato, del costruito. Le analisi di vulnerabilità sul costruito ordinario a scala territoriale comportano valutazioni su campioni di grande numero. L'uso di modelli di calcolo strutturale è improponibile sia per la difficoltà di individuare schemi semplici ma affidabili, sia per la quantità di dati in gioco. La metodologia da scegliere deve quindi basarsi su pochi parametri empirici e la sua validazione non può prescindere dall'osservazione dei danni prodotti dal terremoto.

La metodologia qui proposta fa riferimento alla scala EMS-98, non solo perché la più recente e probabilmente quella che sarà utilizzata nel futuro a livello europeo, ma specialmente per la qualità ed il dettaglio con i quali sono definite le tipologie costruttive ed i gradi di danno. La classificazione tipologica utilizzata nella scala EMS-98 contiene una suddivisione di particolare efficacia, in quanto valida su tutto il territorio europeo ma al tempo stesso non generica e tale da consentire un'attribuzione sufficientemente chiara e precisa. Essa distingue, in primo luogo, le costruzioni in funzione del materiale strutturale: muratura, calcestruzzo armato, acciaio, legno; per ciascuna categoria sono quindi individuate differenti tipologie costruttive. Per le costruzioni in muratura sono considerate sette tipologie che rappresentano bene la tradi-

zione costruttiva italiana, molto varia per materiali, tecnica di posa in opera e particolari costruttivi. È significativo osservare come la priorità sia data alla qualità del materiale muratura, quello che costituisce gli elementi sismo-resistenti della costruzione (pareti). Si presuppone infatti che la qualità degli altri elementi che influenzano la risposta siano, in media, coerenti con la tipologia muraria. Ad esempio gli edifici in pietra grezza avranno in genere peggiori qualità costruttive nei solai e nei collegamenti rispetto a quelli in pietre sbazzate od a spacco; gli edifici più recenti in muratura di elementi artificiali (laterizi, blocchetti in calcestruzzo) avranno nella maggioranza dei casi orizzontamenti latero-cementizi. Alla tipologia costruttiva (in funzione della qualità dei dettagli costruttivi e dell'eventuale presenza di presidi antisismici) resta associata una corrispondente classe di vulnerabilità (complessivamente 6: A, B, C, D, E ed F). Le classi di vulnerabilità costituiscono un modo per raggruppare edifici anche diversi ma caratterizzati da un comportamento analogo nei riguardi del sisma. Per ciascuna tipologia esiste una classe di vulnerabilità prevalente, ma all'interno di ogni tipologia, in misura diversa, possono presentarsi edifici migliori o peggiori, in dipendenza di specifiche caratteristiche costruttive che ne modificano il comportamento.

La scelta di come misurare il danno sismico è cruciale nell'analisi post-sisma ed è argomento molto dibattuto. Nelle moderne scale ma-



crossismiche (MSK-76, EMS-98) il danno è rappresentato in forma discreta attraverso cinque livelli, oltre alla situazione di assenza di danno: D1 = danno strutturale nullo e non strutturale lieve; D2 = danno strutturale modesto e non strutturale grave; D3 = danno strutturale medio-grave; D4 = danno strutturale grave (crollo parziale); D5 = crollo totale. Ciascun livello è descritto dettagliatamente, differenziando le conseguenze su edifici in muratura e su quelli in c.a., combinando danno strutturale ed agli elementi portati (tamponature, finiture, ecc.). A monte di tutta la procedura c'è l'identificazione dell'aggregato e delle unità strutturali al suo interno (Figura 2 e Figura 3). Per aggregato si intende un insieme di unità

strutturali, non necessariamente omogenee, interagenti tra loro mediante un collegamento più o meno efficace dal punto di vista strutturale. Nel caso dei centri storici l'aggregato coincide, in linea di massima, con il termine urbanistico di isolato, la cui soluzione di continuità dal resto del tessuto urbano è costituita dalla presenza di strade e piazze. Per unità strutturale si intende la porzione di aggregato, avente continuità strutturale da cielo a terra, caratterizzata da un comune processo costruttivo, ovvero da elementi tipologici verticali e orizzontali omogenei, che contribuiscono in maniera unitaria alla distribuzione dei carichi verticali ed alla ripartizione dei carichi orizzontali.

A livello operativo è stata individuata un'area di pertinenza coincidente con la perimetrazione del centro storico (Figura 4), ai sensi del Decreto del Commissario Delegato per la Ricostruzione della Regione Abruzzo n. 3 del 9/03/2010 (art. 2 e art. 3). All'interno della perimetrazione sono state individuate due zone distinte per valore storico-architettonico, omogeneità costruttiva e consistenza del danno: la zona del Castello sulla sommità dell'altura e la zona pedecollinare di successiva edificazione. Per completezza di trattazione poi l'analisi è stata anche estesa al resto dell'abitato, ovvero alla zona esterna alla perimetrazione, allo scopo di avere un termine di confronto con un costruito di più recente realizzazione e con un miglior livello di conservazione.



Fig. 3 - Immagine dell'aggregato di Fig. 2.



Fig. 2 - Aggregato e unità strutturali costituenti.



Fig. 4 - Limiti della perimetrazione.

All'interno della perimetrazione, la cui area ha un'estensione di circa 6.25 ha, sono stati individuati 70 aggregati, per un totale di 285 unità strutturali, che corrispondono a circa l'88% del patrimonio edilizio di Castelnuovo (Figura 5). Di questi 70 aggregati e 54 unità strutturali risultano nel Castello. Nel complesso, considerando cioè l'intero abitato, si conteggiano 102 aggregati e 324 unità strutturali.

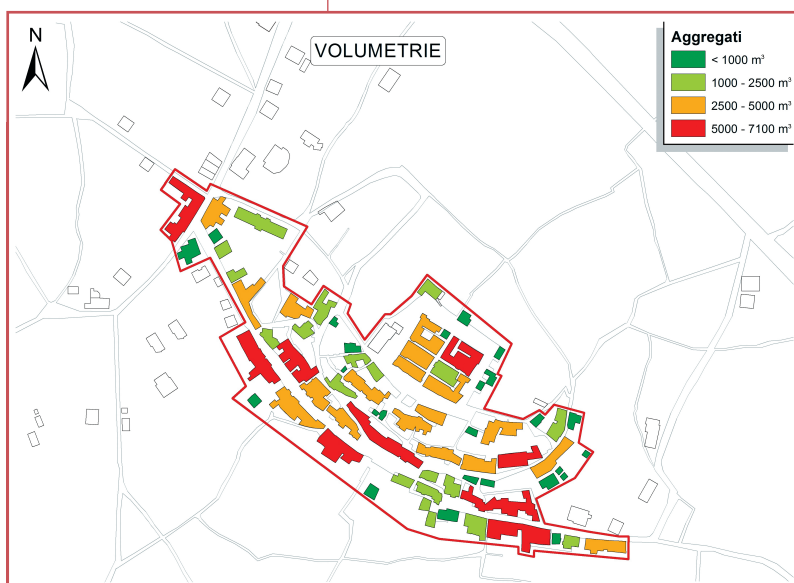


Fig. 5 - Individuazione delle volumetrie all'interno della perimetrazione.

Le operazioni di rilievo sono state condotte secondo la seguente procedura:

- rilettura critica delle Schede di Agibilità AeDES;
- identificazione dell'aggregato;
- identificazione delle unità strutturali costituenti ciascun aggregato;
- rilievo, per ciascuna unità strutturale all'interno dell'aggregato, delle seguenti informazioni
 - dati anagrafici;
 - parametri geometrici;
 - eventuale presenza cavità ipogee;
 - tipologia strutture verticali;
 - tipologia strutture orizzontali;
 - dettagli costruttivi;
 - stato di conservazione ante-sisma;
 - stato di occupazione;
 - meccanismi di danno;
 - Livello di Danno secondo la Scala EMS-98;
 - Classe di Vulnerabilità secondo la Scala EMS-98;

- rilievo, dove possibile, dei pannelli murari e delle sezioni murarie;
- prove in-situ sulla malta con Sistema DRMS (Drilling Resistance Measurement System);
- prelievo di campioni di malta ed elementi lapidei per prove di laboratorio.

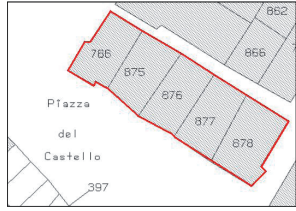
Le informazioni raccolte nel corso dei sopralluoghi sono state sintetizzate in una Scheda Aggregato in formato digitale così organizzata (Figura 6):

- tabella contenente gli identificativi anagrafici dell'aggregato;
- foto aerea;
- estratto di mappa catastale;
- tabella contenente i dati catastali;
- sagoma dell'aggregato con indicazione delle unità strutturali componenti;
- tabella riassuntiva per ciascuna unità strutturale dei dati catastali e geometrici fondamentali, esito di agibilità e danno;
- schema 3D con esito agibilità e danno;
- rilievo geometrico-costruttivo (prospetti e piante);
- rilievo del danno (prospetti e piante);
- tabella riassuntiva per ciascuna unità strutturale di tutti i dati geometrici;
- planimetria con ipotesi evoluzione costruttiva;
- documentazione fotografica con descrizione del danno;
- schema 3D con piano delle demolizioni.

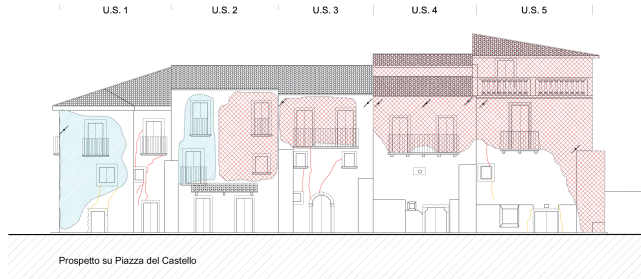
Ad ogni Scheda Aggregato sono poi state associate le rispettive Schede Unità Strutturali. Sempre in formato digitale sono state compilate Schede di Rilievo dei Pannelli Murari e delle Sezioni Murarie, con determinazione del corrispondente Indice di Qualità Muraria.

Le informazioni ottenute nel corso dei sopralluoghi sono state oggetto di rielaborazione statistica e sono state inserite in un database, con interfaccia GIS. Il trasferimento delle informazioni in un sistema informativo territoriale georeferenziato permette una visualizzazione immediata delle informazioni associate a ciascuna unità strutturale e la realizzazione di mappe tematiche, relative, ad esempio, agli esiti di agibilità, alla classe di vulnerabilità, al livello di danno, alla localizzazione delle cavità ipogee, con una resa grafica immediata ed estremamente efficace.

DATI CATASTALI DELLE UNITA' IMMOBILIARI

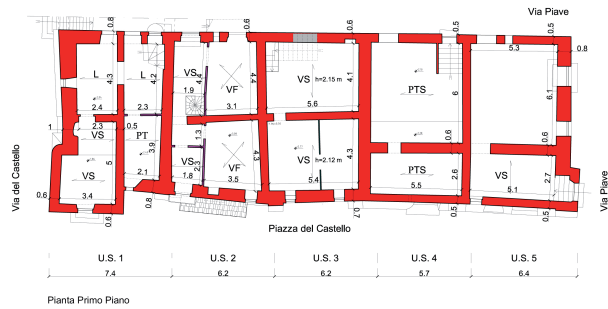


PROSPETTI CON RILIEVO DEL DANNO _ 1:200



COGNOME	NOME	%	FOLGIO	PART	SUB	CATEGORIA CATASTALE	CONSISTENZA	INDIRIZZO
DI MARCO	ERMANNO	100,00	3	0766	2	AS	4,5 vani	Via Piave piano 7-1,2
DI MARCO	ERMANNO	100,00	3	0766	3	AS	4,5 vani	Via Piave piano 7-1,2
CASSISA	LUCIO	50,00%	3	0766	4	AS	9 vani	Via del Castello piano SS.1,1
LIA	ANNA MARIA	50,00%	3	0766	4	AS	9 vani	Via del Castello piano SS.1,1
DANESI	MICHELE MARIA	100,00	3	0876	1	AS	4 vani	Via del Castello piano SS.1,1
DI SILO	LELANA MARIA	100,00	3	0876	1	AS	4 vani	Via del Castello piano SS.1,1
DANESI	HELENE MARIA	100,00	3	0876	2	AS	3 vani	Via Piave snc piano 2
DI SILO	LELANA MARIA	100,00	3	0876	2	AS	3 vani	Via Piave snc piano 2
CASANOVA	FIORETTO	50,00%	3	0877	2	AN	5 vani	Via Piave snc piano SS.1,1
CASANOVA	FIORETTO	50,00%	3	0877	3	AN	5 vani	Via Piave snc piano SS.1,1
CHEPURNI	EMILIA	44,44%	3	0878	5	AN	5 vani	Via Piave snc piano SS.1,1
CALVISI	NADIA	33,33%	3	0879	1	CG	39mq	Via del Castello 17 piano 1
CALVISI	OLIVIERO	33,33%	3	0879	1	CG	39mq	Via del Castello 17 piano 1
CALVISI	PAOLA	33,33%	3	0879	1	CG	39mq	Via del Castello 17 piano 1
CALVISI	NADIA	33,33%	3	0879	2	AN	2 vani	Via Piave piano 1 snc 1
CALVISI	OLIVIERO	33,33%	3	0879	3	AN	2 vani	Via Piave piano 1 snc 1
CALVISI	PAOLA	33,33%	3	0879	3	AN	2 vani	Via Piave piano 1 snc 1
CALVISI	NADIA	33,33%	3	0879	4	AN	6 vani	Via Piave snc 5
CALVISI	OLIVIERO	33,33%	3	0879	4	AN	6 vani	Via Piave snc 5
CALVISI	PAOLA	33,33%	3	0879	4	AN	6 vani	Via Piave snc 5

PIANTA STRUTTURE VERTICALI E TIPOLOGIA ORIZZONTAMENTI _ 1:200



IDENTIFICAZIONE UNITA' STRUTTURALI

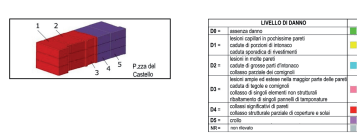


Unita' Strutturale	Identificazione Particelle Catastali	Superficie (mq)	Volume (mq)	Volume (%)	Livello di Danno	Agibilità
1	0766	69,0	622	21%	D4	E
2	0875	64,0	617	19%	D4	E
3	0876	58,0	524	18%	D4	E
4	0877	68,0	617	21%	D5	E
5	0879	71,0	641	22%	D5	E
Totale Aggregato		330,0	2961			

PIANTA CON RILIEVO DEL DANNO _ 1:200



3D LIVELLO DI DANNO



3D AGIBILITA'



RILIEVO FOTOGRAFICO DEL DANNO

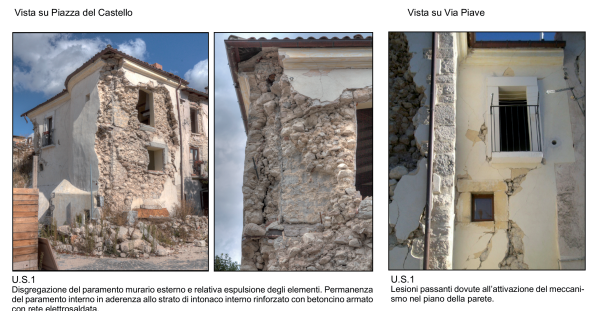


Fig. 6 - Estratto di una Scheda Aggregato.

3. Descrizione del costruito

Il primo impianto insediativo di Castelnuovo, risalente al periodo medievale, è quello del Castello posto sulla sommità del colle e risulta difeso da case-mura (tipologia della “palazzata”) con ambienti ai piani terra e seminterrati situati sul perimetro esterno – ambienti prevalentemente voltati – adibiti a magazzino e non comunicanti con i piani superiori. Il tessuto connettivo, nel quale si riscontrano passaggi coperti voltati a botte e archi, ha conformazione regolare: la distribuzione dei fabbricati segue una griglia perpendicolare con dimensioni ripetute negli isolati e nei fabbricati, la cui cellula tipo misura circa 7x5 m. In epoca più moderna, alla struttura del Castello si è aggiunta un’espansione dell’edificato sul declivio a sud della collina. La bibliografia storica di Castelnuovo e le fotografie aeree zenitali datate 1945, 1954, 1985, 1995 hanno evidenziato come l’abitato si sia sviluppato con una separazione decisa tra il vecchio ed il nuovo insediamento, conservando al vecchio completa autonomia figurale. Tra l’Ottocento ed il Novecento, l’espansione dell’abitato si è stesa in direzione sud-ovest, su tracciati che seguono le curve di livello, principalmente lungo via San Giovanni; dalla metà del Novecento in poi gli edifici di nuova edificazione sono stati costruiti all’interno del tessuto urbano, nelle aree lasciate libere dalla precedente urbanizzazione e lungo l’asse viario, ad ovest, che collega via San Giovanni (via principale

all’interno della perimetrazione) alla SS 17. In Figura 7 i concetti sopra esposti trovano sintesi grafica.

Come sopra anticipato, l’intero sottosuolo è caratterizzato dalla presenza di cavità ipogee, scavate nel limo, con accesso diretto sul fronte stradale in corrispondenza del piano terra degli edifici (Figura 8). La loro morfologia è molto variabile in lunghezza, sezione, numero di livelli, presenza o meno di un rivestimento (Figura 9). La destinazione d’uso originale di stalle per gli animali o comunque rimessaggi agricoli, è stata mutuata nel tempo a cantine e depositi. Nel corso delle operazioni di indagine sono state integrate le informazioni già disponibili sulla presenza di cavità ipogee al di sotto delle singole unità strutturali, procedendo, dove possibile, ad un rilievo puntuale mediante apposita schedatura.

Gli edifici sono costituiti generalmente da 3 piani fuori terra (al massimo 4), con un’altezza media di interpiano di circa 2.70 m, non superando quindi i 9 m di altezza totale.

Fig. 7 - Periodizzazione storica.

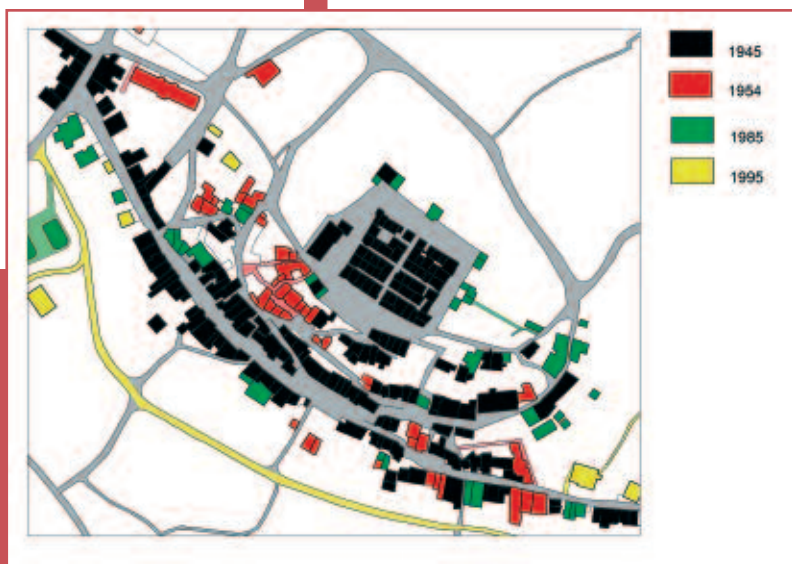


Fig. 8 - Planimetria con posizionamento delle cavità ipogee rilevate.

Fig. 9 - Immagine di una cavità ipogea.



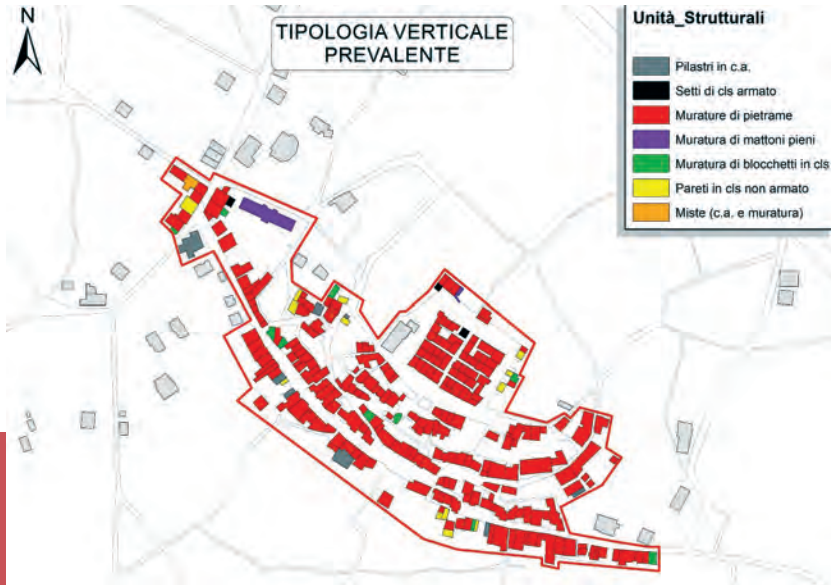


Fig. 10 - Tipologie verticali prevalenti.

Essendo ricorrenti tecnologie costruttive miste, in ragione di “rimedi artigianali” ai crolli parziali verificatisi nel tempo o per sopraelevazioni effettuate sopra l’impianto originale, per caratterizzare l’edificato è stato fatto riferimento alla tipologia verticale prevalente (Figura 10). La maggioranza delle costruzioni sono in muratura di pietrame disorganizzata a due paramenti, senza collegamenti trasversali e con malta di qualità scadente. In particolare si vede che la zona del Castello è caratterizzata quasi per la totalità da edifici in muratura di pietrame, mentre le altre tecnologie costruttive rilevate (telai in c.a., strutture portanti in blocchetti di cls, strutture con pareti in cls non armato) sono presenti principalmente nelle zone periferiche dell’edificato. Dal confronto con l’intero abitato (inclusendo quindi anche le strutture fuori dalla perimetrazione) si nota l’aumentare di tipologie costruttive moderne rispetto alle murature di pietrame, quali telai in c.a. o pareti in cls non armato. La tipologia costruttiva prevalente rimane comunque la muratura di pietrame.

Per quanto riguarda gli orizzontamenti sono presenti ai piani inferiori spesso volte della tipologia in spessore, mentre all’ultimo livello tecnologie differenti, con prevalenza di solai realizzati in putrelle e tavelloni o voltine. La quasi totalità delle coperture presenta invece una struttura lignea.

Per ciascuna unità strutturale è stato valutato lo stato di occupazione ante-sisma (Figura

11) assegnando un livello tra i seguenti quattro: occupata (1), parzialmente occupata (2), abbandonata (3) e in costruzione/ristrutturazione (4). Una considerevole percentuale di edifici risultava non occupata prima del terremoto, soprattutto a causa dei grossi fenomeni migratori che hanno contraddistinto la Regione nei primi decenni del ’900. È stato poi valutato lo stato di conservazione delle strutture ante-sisma (Figura 12) sia tramite ispezione visiva (osservando la qualità delle murature, delle coperture, etc.) che

Fig. 11 - Stato di occupazione.

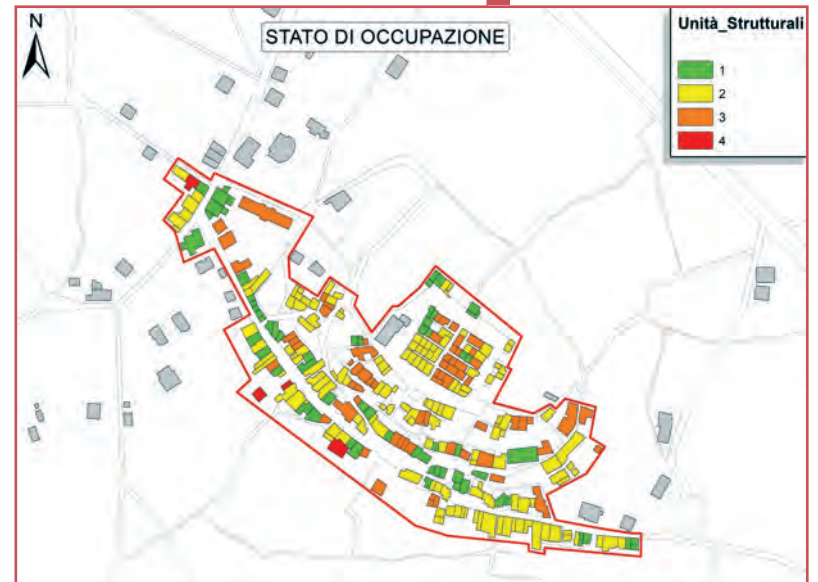
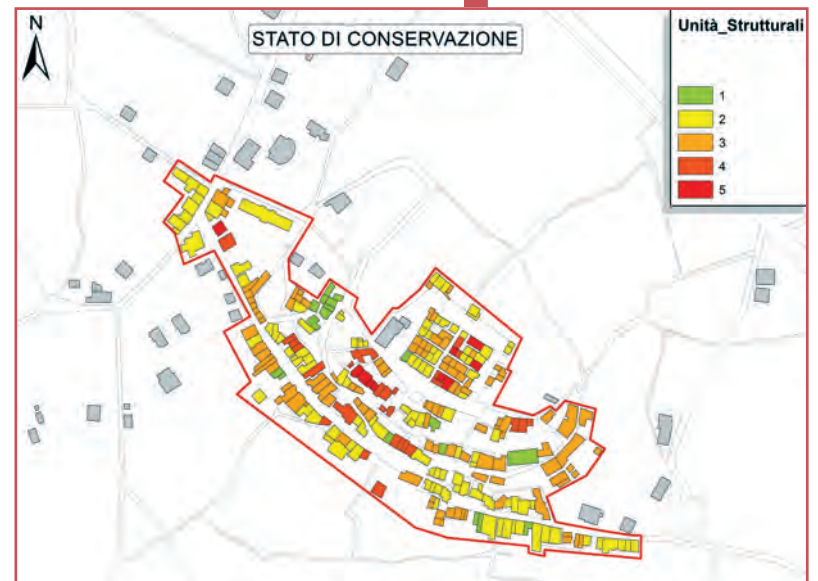


Fig. 12 - Stato di conservazione.



mediante l'ausilio di un Piano di Recupero, redatto dall'Amministrazione Comunale nel 2005, che fotografava lo stato di conservazione degli edifici in tale anno. Nello specifico, ciascuna unità strutturale è stata classificata utilizzando una tra le seguenti voci: ottimo (1), buono (2), cattivo (3) o grave stato di conservazione (4). È stata inoltre presa in considerazione un'ulteriore voce, relativa a strutture caratterizzate da crolli diffusi (5). Lo stato di conservazione dell'edificato all'interno della perimetrazione ante-sisma era mediamente cattivo, osservazione questa ovviamente legata a quanto constatato in merito allo stato di occupazione.

4. Vulnerabilità e danno

Il rilievo di dettaglio compiuto sull'edificato ha permesso l'assegnazione della classe di vulnerabilità e la valutazione del livello di danno per ogni unità strutturale secondo le indicazioni della scala EMS-98, i cui risultati sono stati sintetizzati mediante mappe tematiche e istogrammi che consentono, attraverso la restituzione grafica, un'immediata ed efficace interpretazione. Di seguito (Figura 13 e Figura 14) sono riportati la mappa tematica e l'istogramma relativi alla distribuzione delle classi di vulnerabilità assegnate all'interno della perimetrazione: emerge come circa il 93% delle unità strutturali ricada nelle classi maggiormente vulnerabili (classi di vulnerabilità A e B); in particolare, il 55.1% del costruito rientra in classe di vulnerabilità A (muratura in pietrame irregolare con collegamenti poco efficaci) ed il 38.2% in classe di vulnerabilità B (muratura in pietrame irregolare con collegamenti efficaci, dovuti a interventi di consolidamento, oppure muratura a tessitura regolare con collegamenti poco efficaci). L'esigua presenza di unità strutturali poco vulnerabili all'interno della perimetrazione è legata alla modesta presenza di edifici di recente realizzazione.

Fig. 13 - Distribuzione planimetrica delle classi di vulnerabilità.

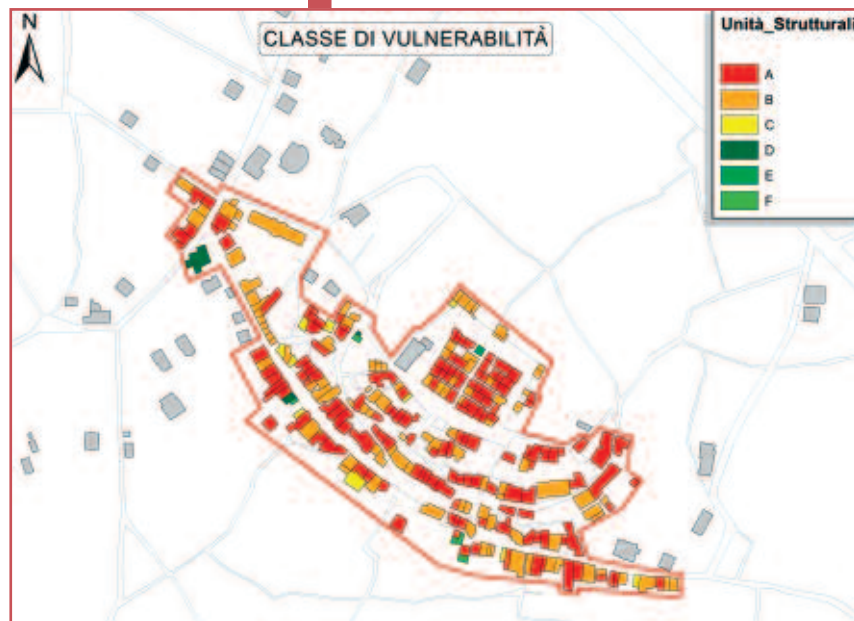
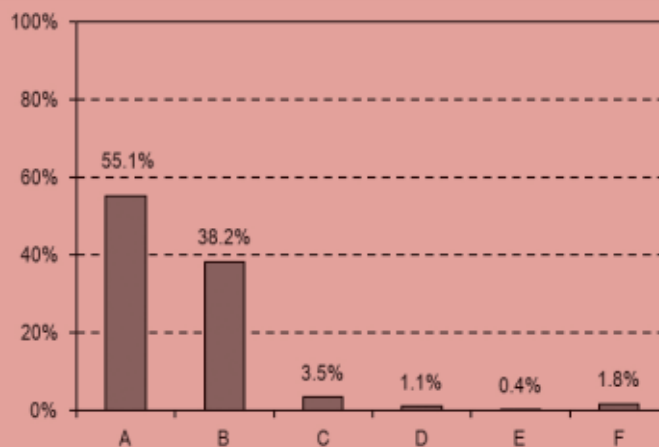


Fig. 14 - Grafico relativo alla distribuzione delle classi di vulnerabilità.



Dall'osservazione dei dati raccolti per gli edifici interni alla perimetrazione, sintetizzati in Figura 15 e Figura 16, emerge come il 61% delle unità strutturali abbia subito danni gravi alle strutture portanti, corrispondenti ai livelli di danno D4 e D5, caratterizzati anche da crolli. In particolare solo il 16.5% delle unità non ha subito danni strutturali (D0 e D1) ed il 77.5% ha subito danni non trascurabili agli elementi strutturali (D3, D4 e D5); infine solo il 6% presenta danni strutturali di modesta entità (D2). È da notare, inoltre, come l'elevata concentrazione di danni gravi (D4 e D5) si collochi prevalentemente nella parte sommitale

ed in quella centrale dell'abitato, dove sono collocati gli edifici più antichi dell'insediamento.

Analizzando la correlazione tra elevata vulnerabilità (corrispondente alle classi A e B) e livello di danno (Figura 17), emerge, come presumibile, che gli edifici più vulnerabili, a cui è stata attribuita classe A, hanno subito un livello di danno più elevato. In particolare il 78% degli edifici in classe di vulnerabi-

Fig. 15 - Distribuzione planimetrica del livello di danno.

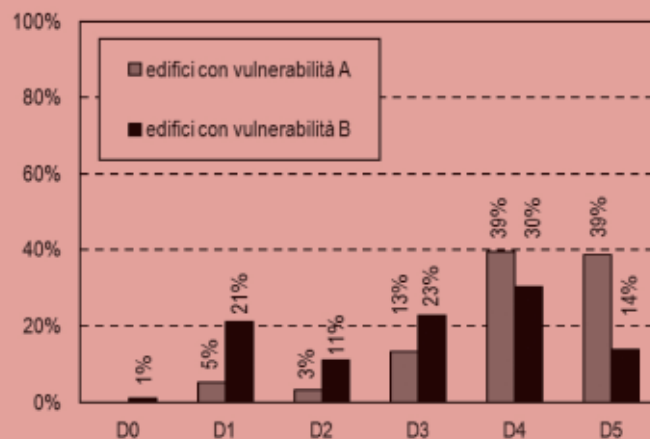
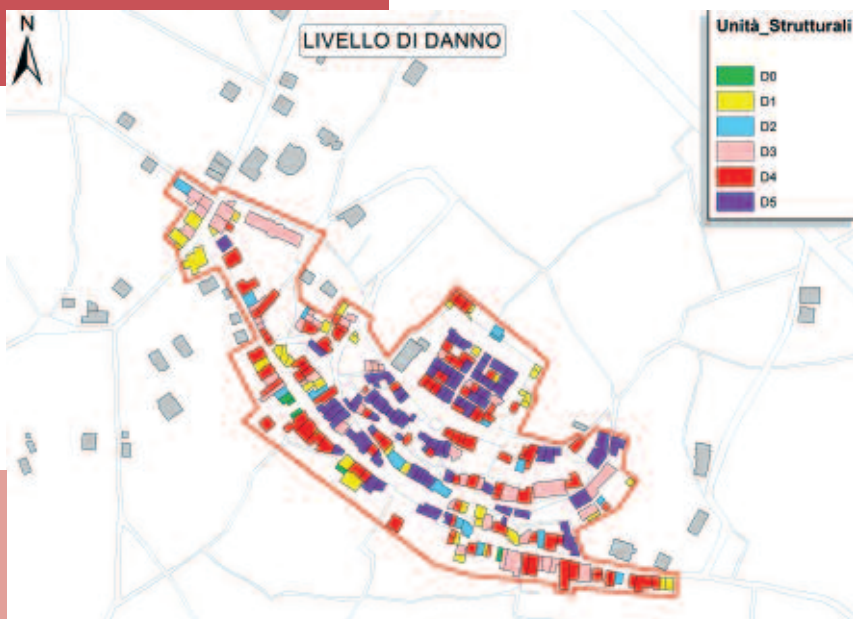


Fig. 17 - Distribuzione del livello di danno per gli edifici con classe di vulnerabilità A e B.

lità A ha subito danni strutturali consistenti (D4 e D5) a fronte del 61% valutato per tutte le unità interne alla perimetrazione. Attraverso l'istogramma di Figura 18 è possibile osservare la correlazione tra stato di conservazione e livello di danno rilevato; risulta evidente come gli edifici caratterizzati da un pessimo stato di conservazione, il 53% del costruito, abbia subito danni strutturali rilevanti (D4 e D5) nell'88% dei casi, mentre per gli edifici meglio conservati la percentuale scende al 66%.

Fig. 18 - Influenza tra stato di conservazione e livello di danno.



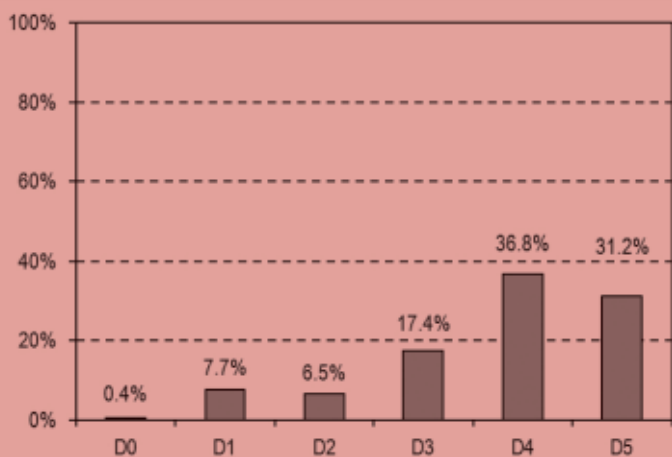
Fig. 16 - Grafico relativo alla distribuzione del livello di danno.



Nel contesto degli edifici in muratura di pietrame disorganizzata, rappresentanti l'86.7% del costruito all'interno della perimetrazione, sono stati valutati il livello di danno e l'influenza delle cavità ipogee (Figura 19 e Figura 20). Per questa tipologia costruttiva il livello di danno risulta sensibilmente superiore rispetto a quello valutato su tutto l'edificio interno alla perimetrazione; in particolare:

- il 68% delle unità presenta gravi danni strutturali (D4 e D5) a fronte del 61%;
- circa l'8% delle unità non ha subito danni strutturali (D0 e D1), a fronte del 16.5%;
- circa l'85% ha subito danni non trascurabili agli elementi strutturali a fronte del 77.5%.

Fig. 19 - Distribuzione del livello di danno per gli edifici in muratura di pietrame.



È da sottolineare, inoltre, come in alcuni casi un ruolo non secondario sia stato svolto dal cedimento della calotta della cavità ipogea. Infatti, per gli edifici in muratura di pietrame con cavità sottostante (52 unità strutturali, corrispondenti al 21% degli edifici in pietrame), è stato rilevato un livello di danno D4 e D5 nel 79% dei casi, a fronte del 68% relativo a tutto il costruito in muratura di pietrame irregolare e del 61% individuato complessivamente all'interno della perimetrazione. Alla luce del lavoro di indagine condotto è stato possibile affermare che il grado di danneggiamento raggiunto è principalmente riconducibile a due fattori: da un lato la vulnerabilità intrinseca delle strutture, dovuta prevalentemente alla tipologia muraria, in pietrame disorganizzato con malta di qualità scadente, dall'altro lo stato di conservazione

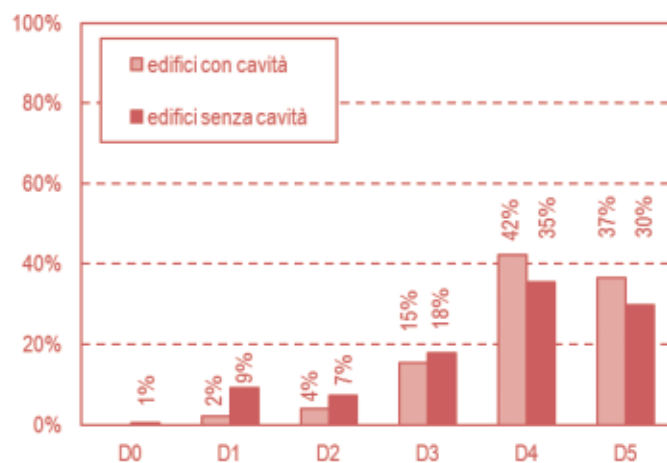
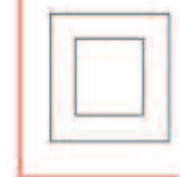


Fig. 20 - Influenza tra livello di danno e presenza di cavità ipogee per gli edifici in muratura di pietrame.

fatiscante in cui già versavano circa la metà delle unità strutturali. A conferma di quanto sopra esposto è stato osservato che, nel campione esaminato, strutture a bassa vulnerabilità ed in buono stato di conservazione, come ad esempio edifici con struttura in c.a. od in muratura di blocchetti di cls di recente costruzione, presenti prevalentemente fuori dalla perimetrazione, hanno risposto in maniera soddisfacente all'azione sismica, riportando in alcuni casi lievi lesioni agli elementi non strutturali.

5. Ipotesi per la ricostruzione

Le informazioni raccolte hanno rappresentato il punto di partenza per le successive ipotesi di progetto. La ricostruzione infatti, dal punto di vista architettonico non può prescindere dalla conoscenza profonda del luogo, dal punto di vista ingegneristico necessita di una lettura attenta della vulnerabilità e del danno, per proporre soluzioni che garantiscano la sicurezza nel rispetto del costruito. I caratteri tipo-morfologici del paese, la sua struttura edilizia, il Borgo Fortificato, le case a schiera dell'espansione pedecollinare che assecondano l'orografia del terreno, i terraz-



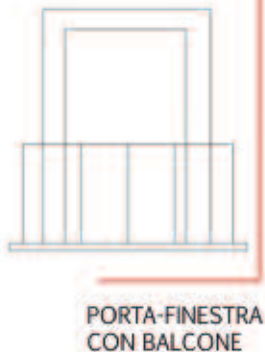
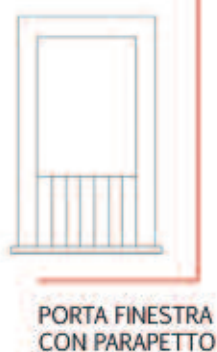
FINESTRA DI PICCOLE DIMENSIONI

zamenti, i “grottoni” che si insinuano sotto le abitazioni penetrando in profondità, le particolari soluzioni d’angolo, gli slarghi, gli spazi di soglia e di filtro, i balconi, le scale di accesso alle abitazioni, il verde privato e pubblico in tutte le sue più articolate espressioni, i materiali (pietra, intonaci, ferro, legno), il colore, le tipologie delle aperture, perfino le superfetazioni che nel tempo hanno arricchito i corpi di fabbrica con aggregazioni e modifiche apparentemente improprie e casuali, costituiscono un catalogo straordinario che ha rappresentato la base imprescindibile di ogni scelta progettuale, sia che si trattasse di un recupero che di nuova costruzione (Figura 21).

Punto di partenza del progetto è la convinzione che, nel concetto e nel metodo della riqualificazione come perenne “ritrattamento della materia esistente”, un possibile intervento di ristrutturazione o di nuova costruzione deve fondarsi innanzitutto sul riconoscimento del valore unitario del patrimonio edilizio presente. L’ipotesi di cui ci siamo fatti carico, pertanto, si fonda sulla riconversione funzionale che deriva da un’attenta analisi urbanistica, sulla conservazione, quando possibile, dell’impianto originario, sull’individuazione di parti riconoscibili, sull’inclusione delle superfetazioni rese organiche al progetto, sulla completa riconversione del paese basata su di una nuova densità funzionale, sull’integrazione con alcune addizioni per riconfigurare tutto l’esistente.

I modelli presi a riferimento sono dei recenti interventi di recupero realizzati in Europa, intesi come raffinato equilibrio tra conservazione e innovazione di manufatti preesistenti. Partendo dal riconoscimento della potenza espressiva del sistema esistente, questi interventi si sono fondati sull’amplificazione di determinate caratteristiche e sulla valorizzazione degli elementi costruttivi - in particolare quelli strutturali - utili all’attuazione del programma funzionale previsto, evitando forzature che creano una frattura rispetto alla volontà di continuità. Il contributo fondamentale del progetto risiede nel fatto che, avendo come fine prioritario la ricostruzione del paese nel rispetto dei valori storico-ambientali, le soluzioni innovative diventano occasione di una rinascita non solo formale ma anche economica.

Fig. 21 - Esempio di abaco delle tipologie architettoniche.



La destinazione prevalente e praticamente unica nel paese è la residenza. Pochi sono gli edifici che si differenziano: il centro oncologico a nord; la chiesa di San Giovanni Battista, collocata sulla collina vicino al Castello; palazzo Sidoni all'estremità est, a destinazione ancora residenziale, ma evidentemente con caratteristiche molto diverse dalle abitazioni comuni. Percorrendo il paese, i colori caldi degli intonaci, la variabilità degli elementi decorativi e delle caratteristiche architettoniche, la presenza inattesa di piccoli spazi verdi all'interno dell'edificato, costituiscono caratteri ricorrenti e peculiari del tessuto urbano al quale conferiscono un notevole pregio estetico. Territorio e costruito quindi integrati in equilibrio, a creare un sistema che, sotto molteplici aspetti, dalla struttura insediativa alla conformazione morfologica, dalla materia al colore, si presenta come un riuscito connubio di elementi naturali e azione umana.

La proposta progettuale si basa su alcuni presupposti (Figura 22):

- incremento della viabilità esistente e dei parcheggi;
- individuazione di ampi spazi pubblici e di relazione;
- riqualificazione funzionale;
- riqualificazione della residenza;
- valorizzazione delle architetture "emergenti" (trasformazione del centro oncologico, realizzazione ex-novo della chiesa, reinterpretazione di palazzo Sidoni).

La viabilità esistente viene potenziata e studiata in modo da formare un anello intorno al paese: a sud la strada sterrata, attualmente poco utilizzata, diviene il collegamento più veloce tra i due estremi (est e ovest) e viene riconnessa alla viabilità interna attraverso nuovi trat-

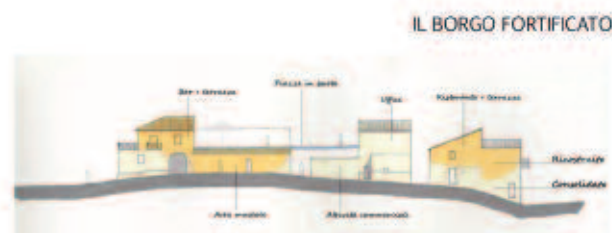
Fig. 22 - Planimetria di progetto.



AREA EX CENTRO ONCOLOGICO: LUOGO DELLA MEMORIA



LUOGO PER IL CULTO: CHIESA DI SAN GIOVANNI BATTISTA



IL BORGO FORTIFICATO

STRUTTURE COMMERCIALI ED ESPOSITIVE



SCUOLA DI ALTA FORMAZIONE



LUOGO PER LA CULTURA: PALAZZO SIDONI



Fig. 23 - Progetto della residenza: ristrutturazione.

ti stradali. In questo modo vengono deviati i flussi di traffico non effettivamente diretti verso il centro urbano, migliorando al tempo stesso l'accessibilità al paese sia da nord che da sud. Complessivamente si viene a creare una viabilità di "scorrimento" attorno al centro abitato da cui si accede facilmente ai parcheggi, di cui uno a raso e due interrati: il primo è posto in corrispondenza dell'ingresso del paese, a nord-ovest, mentre gli altri si trovano uno nei pressi del Castello e l'ultimo a sud, più o meno in posizione assiale rispetto all'abitato. Tutta la viabilità interna diviene prevalentemente pedonale o limitata al traffico dei residenti. Naturalmente viene ripristinata e potenziata la rete dei sottoservizi. L'estremità a nord-ovest, che costituisce l'ingresso privilegiato al centro urbano, è arricchita dalla presenza di una piazza con ampi spazi verdi e percorsi pedonali, mentre un'altra ampia area verde è prevista a sud, sopra il parcheggio interrato; quest'ultima si colloca in corrispondenza di un'interruzione nella cortina dell'edificato di via San Giovanni, generando una suggestiva apertura sul territorio circostante. Vengono inoltre recuperati e incrementati nel numero tutti gli spazi di relazione anche minori, costituiti da slarghi, spazi semi-privati compresi tra l'edificato, giardini urbani, che nell'insieme vanno a formare un'importante sistema di aree di sosta, valorizzato da elementi di arredo urbano.

La riqualificazione dell'intero centro abitato passa necessariamente attraverso la riqualificazione del Castello, che diviene il nucleo funzionale cui è affidato il compito di innescare il processo di rinnovamento e sviluppo del paese. Qui sono state studiate due ipotesi: la prima si fonda sull'idea di conservazione di quanto rimane dopo il sisma, una sorta di "congelamento" della situazione attuale che conferisce al Castello il significato di un "museo della memoria" all'aperto, dove le tracce di quanto avvenuto non vengono cancellate, ma ricomprese in un'idea di progetto che si fonda su di una continua trasformazione dell'esistente e sul valore della memoria stessa. La seconda ipotesi prevede invece un intervento più radicale, il cui significato risiede soprattutto nella trasformazione del Castello in elemento trainante per l'economia del paese, attraverso un centro di formazione "diffuso" (ad esempio un istituto alberghiero, che va a occupare tutto l'edificato facendolo divenire una cittadella per la formazione professionale di interesse per tutto il bacino territoriale della Provincia).

Il progetto di recupero prevede naturalmente la riqualificazione delle residenze, sia sotto il profilo della sicurezza antisismica, che della qualità degli ambienti, in linea con le attuali normative vigenti in materia e con le attuali esigenze di comfort. Le ipotesi fatte sono state calibrate su tre ordini, in relazione al grado di incidenza sull'esistente: si passa da un'ipotesi di ristrutturazione integrale, quando resa possibile dalle condizioni statiche dell'edificio, lasciando inalterate le principali caratteristiche distributive e architettoniche dell'impianto originario (Figura 23), ad interventi che, pur nel rispetto dei principali caratteri estetici e architettonici, operano trasformazioni più decise della tipologia residenziale (Figura 24), fino alla definizione di vere e proprie nuove tipologie edilizie (Figura 25).

Molte delle residenze avevano un accesso diretto a cavità sotterranee, un tempo utiliz-

La riqualificazione dell'intero abitato passa necessariamente attraverso la riqualificazione del Castello, che diviene il nucleo funzionale cui è affidato il compito di innescare il processo di rinnovamento e sviluppo del paese

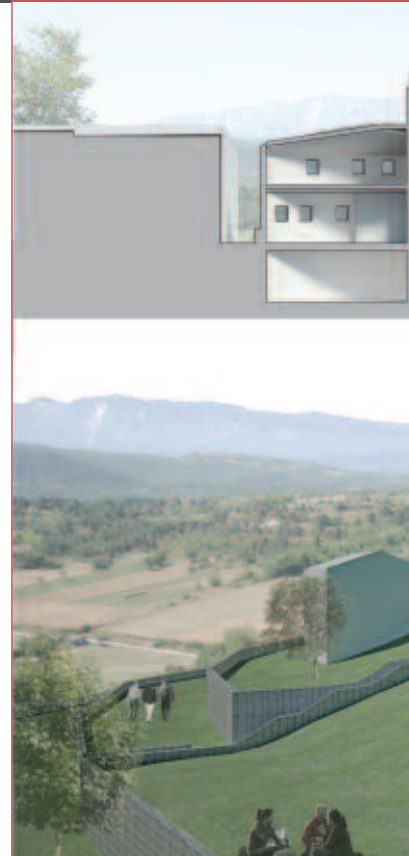


Fig. 24 - Progetto della residenza: reinterpretazione.

zate come cantine, che si trovano distribuite pressoché in tutto il paese: in direzione quasi perpendicolare alla viabilità principale, da sud a nord si ha un sistema di spazi ipogei che si sviluppa al di sotto delle abitazioni, indipendentemente dai confini e anzi spesso in comune tra più proprietari. Si è deciso di recuperare questo sistema che costituisce un'importante risorsa, attraverso un consolidamento generale e di valorizzarlo, proponendo un uso in parte privato (anche destinato ad accogliere attività artigianali o piccoli spazi commerciali) in parte pubblico (quindi visitabile).

Osservando Castelnuovo dalle riprese aeree, si comprende come l'immagine che il paese rende di sé sia rivolta verso se stessa e concentrata sul suo interno, dove la qualità architettonica ed estetica è maggiore. La vista da valle invece rivela un aspetto meno ricercato, più casuale, che risponde ad una serie di esigenze contingenti degli abitanti i quali hanno aggiunto, nel tempo, piccoli annessi, nuovi volumi, nuove e diverse aperture, con materiali vari e disomogenei, nell'evidente assenza di un piano di intervento complessivo. Arrivando da sud e dalla SS 17 tuttavia, è questa la prima immagine che si registra di Castelnuovo e non quella curata e graziosa delle sue strade interne. Il progetto riconosce a questo tema un'importanza fino a oggi trascurata e studia un'ipotesi del fronte verso valle che ricomprende queste superfetazioni, ma le organizza e le reinterpreta attraverso soluzioni architettoniche che si integrano nell'immagine complessiva. I materiali utilizzati non stridono con il contesto, ma vi si inseriscono in modo naturale, i volumi e le aperture sono disegnati da un'idea progettuale coerente e vengono riqualificati gli spazi verdi e degli orti.

Infine un aspetto cardine del progetto urbanistico è costituito dalla valorizzazione delle tre architetture "emergenti" nel tessuto di Castelnuovo: il centro oncologico, poco utilizzato e, secondo le indicazioni dell'amministrazione locale, non necessario in una generale riorganizzazione del paese, viene demolito al fine di creare, sul sito rimasto libero, un'area che si possa



identificare come l'ingresso del paese; la chiesa di San Giovanni Battista, completamente distrutta dal sisma, viene ricostruita sullo stesso sito, vicino al Castello, secondo un progetto che prevede di riutilizzare, allo scopo di mantenere e tramandare la memoria dell'edificio originario, parte dei blocchi di pietra recuperati dal crollo; palazzo Sidoni infine, mantenutosi in buone condizioni nonostante il sisma, è completamente recuperato e viene ad accogliere funzioni pubbliche quali biblioteca, emeroteca, sala conferenze e una web-area con sale computer.

6. Conclusioni

A seguito del terremoto del 6/04/2009 gli autori sono stati impegnati nel rilievo sistematico del costruito di Castelnuovo, che ha permesso di disporre di un database, accurato e completo, in cui sono raccolte tutte le informazioni recuperate in termini di geometria, tipologie strutturali, stato antisisma, meccanismi di danno. Sulla base delle

sudette informazioni è stata condotta un'analisi della vulnerabilità e del danno secondo l'impostazione della scala EMS-98. I dati acquisiti, raccolti in Schede Aggregato e Schede Unità Strutturale in formato digitale, sono stati georeferenziati in ambiente GIS, con successiva realizzazione di mappe tematiche e interpretazione statistica delle informazioni. Le suddette informazioni hanno rappresentato la base dell'ipotesi di progetto che poi costituisce il fondamento del Piano di Ricostruzione attualmente in fase di adozione da parte dell'Amministrazione Comunale.

L'analisi effettuata durante la prolungata permanenza sul posto è l'elemento fondativo del progetto, grazie al quale sono stati individuati i caratteri che costituiscono l'identità di Castelnuovo: è su questi stessi caratteri fondamentali che è stato impostato il progetto di recupero che ha come finalità non solo la ricostruzione a seguito dell'evento drammatico e devastante del sisma, ma la valorizzazione del centro urbano, partendo proprio da quegli elementi ritenuti paradigmatici e identificativi. L'intento progettuale tuttavia non è quello della riproposizione "com'era e dov'era" dell'intero paese, ma di una rilettura complessiva che tiene conto dell'originaria qualità estetica ed al tempo stesso proietta nel futuro lo sviluppo del paese che, prima ancora del terremoto, si presentava chiuso all'interno della propria conformazione tradizionale; un agglomerato residenziale di fatto destinato ad un progressivo degrado e ad un progressivo abbandono, perché non in grado di porsi come polo di attrazione nel sistema territoriale aquilano. Il progetto non può quindi che passare attraverso quest'analisi critica per evitare una ricostruzione fine a stessa, autoreferenziale e compiaciuta che si esaurisce nella puntuale riproposizione dei caratteri esistenti.

Presupposto essenziale sul quale impostare il progetto di recupero del centro di Castelnuovo è stata l'individuazione dei caratteri costitutivi dell'identità del paese



Fig. 25 - Progetto della residenza: nuove tipologie.

Bibliografia

- [1] Breschi, A., Vignoli, A., (a cura di), 2011. *Ricostruire dopo il terremoto: il caso di Castelnuovo (AQ)*, 2 Volumi, ALINEA, Firenze.
- [2] Bernardini, A., 1997. *Coerenza fra osservazioni e previsioni di vulnerabilità sismica di tipologie murarie*. VIII Convegno nazionale L'Ingegneria Sismica in Italia, 21-24 settembre 1997, Taormina, Italia.
- [3] Benedetti, D., Petrini, V., 1984. *Sulla vulnerabilità sismica degli edifici in muratura: un metodo di valutazione*. L'Industria delle Costruzioni, 18, 66-78.
- [4] Bernardini, A., (a cura di), 2000. *La vulnerabilità degli edifici: valutazione a scala nazionale della vulnerabilità sismica degli edifici ordinari*, CNR-Gruppo Nazionale per la Difesa dai Terremoti, Roma.
- [5] Borri, A., De Maria, A., 2009. *IQM, Indice di qualità muraria – applicazione nell'ambito delle NTC 2008*. L'Edilizia, De Lettera Editore.
- [6] Del Monte, E., Vignoli, A., 2008. *In situ mechanical characterization of the mortar in masonry buildings with DRMS*. 1st International RILEM Symposium on site assessment of concrete, masonry and timber structures, September 01-02, Varenna (Co), Italy.
- [7] Dolce, M., Masi, A., Samela, C., Santarsiero, G., Vona, M., Zuccaro, G., Cacace, F., Papa, F., 2003. *Esame delle caratteristiche tipologiche e del danneggiamento del patrimonio edilizio di San Giuliano di Puglia*. XI Convegno nazionale L'Ingegneria Sismica in Italia, 25-29 gennaio 2004, Genova, Italia.
- [8] Galli, P., Camassi, R., 2009. *Rapporto sugli effetti del terremoto aquilano del 06/04/2009*. Rapporto congiunto DPC-INGV, <http://www.ingv.it/>.
- [9] Giovinnazzi, S., Lagomarsino, S., 2001. *Una metodologia per l'analisi di vulnerabilità sismica del costruito*, X Convegno nazionale L'Ingegneria Sismica in Italia, 09-13 settembre 2001, Potenza-Matera, Italia.
- [10] GNDT, 2000. *Manuale per la compilazione della scheda di primo livello di rilevamento danno, pronto intervento e agibilità per edifici ordinari nell'emergenza post-sismica (AeDES)*. Dipartimento della Protezione Civile.
- [11] Gruppo di Lavoro MS-AQ, 2010. *Microzonazione sismica per la ricostruzione dell'area aquilana*. Regione Abruzzo – Dipartimento della Protezione Civile, L'Aquila, 3 vol. e Cd-rom.
- [12] Gruppo di lavoro CPTI, 2004. *Catalogo Parametrico dei Terremoti Italiani*, versione 2004 (CPTI04), INGV, Bologna. <http://emidius.mi.ingv.it/CPTI04/>.
- [13] Grünthal, G., 1998. *European Macroseismic Scale 1998 (EMS-98)*, Cahiers du Centre Européen de Géodynamique et de Séismologie, 15, Luxembourg.

FRANCO NUTI

Edilizia.

Progetto/costruzione/produzione

Ed. Polistampa, Firenze 2010



Il libro "Edilizia", pubblicato nel 2010, costituisce, nell'intenzione dell'autore, un contributo alla formazione degli studenti dei corsi di laurea in Ingegneria Edile, triennale e magistrale, essendo collocate le tematiche oggetto di trattazione all'interno della disciplina Architettura Tecnica; non è, e non vuole essere, un manuale, pur fornendo una serie di contenuti di tipo progettuale e tecnico-costruttivo che si ritengono necessari per la formazione di futuri progettisti e costruttori. Ma ai contenuti fa da costante contrappunto la metodologia, l'elaborazione di specifiche procedure, di diagrammi operativi, in modo che sia possibile affrontare le complesse problematiche del progetto e della costruzione in modo razionale e sistematico.

Delle tre fasi del processo edilizio prese in considerazione (progettazione, produzione, costruzione), quella di prioritario interesse è, naturalmente, la progettazione. L'attività di ricerca e professionale degli ingegneri si colloca nella intersezione di queste tre fasi, nel sottoinsieme comune ad esse, così come il progetto acquisisce il suo più vero e consistente significato solo nello stretto rapporto interdisciplinare tra requisiti fruitivi e formali, strutturali ed energetico-impiantistici.

I numerosi disegni presenti nella pubblicazione, eseguiti dall'autore, testimoniano la radicata convinzione che il disegno costituisca un formidabile strumento per capire le tante realtà del nostro mestiere; il disegno, quindi, come progetto, un'occasione per esercitare ed ordinare il pensiero, per riflettere, comprendere, scoprire.