



Università degli Studi di Ferrara

DOTTORATO DI RICERCA IN "TECNOLOGIA DELL'ARCHITETTURA"

CICLO XXIII

COORDINATORE Prof. Graziano Trippa

**Miglioramento dell'efficienza energetica in sistemi aggregati di edilizia
pre-industriale di base, tra istanze conservative e prestazionali.**

DEFINIZIONE DEI FATTORI DETERMINANTI IL COMPORTAMENTO ENERGETICO E DELLE POTENZIALITÀ D'INTERVENTO NEL CENTRO URBANO DI FERRARA

Settore Scientifico Disciplinare ICAR/12

Dottorando

Dott. Ambrogio Keoma

(firma)

Tutore

Prof. Fabbri Rita

(firma)

Co-tutore

Dott. Kristian Fabbri

(firma)

«Comme les peuples doivent préserver leurs traits particuliers dans les unions en gestation, il serait souhaitable qu'inventions et traditions pussent, dans les formes de l'habitation, continuer à se concilier en un juste et harmonieux équilibre»

[Jean Dollfus, *Aspects de l'architecture populaire dans le monde*, Editions Albert Morance, Paris 1954, p. XIV]

«Hanc autem ita erunt recte disposita, si primo animadversum fuerit, quibus regionibus aut quibus inclinationibus mundi constituentur. Namque aliter Aegypto, aliter Hispania, | non eodem modo Ponto, dissimiliter Romae, item ceteris terrarum et regionum proprietatibus oportere videntur constitui genera aedificiorum, quod alia parte solis cursu premitur tellus, alia longe ab eo distat, alia per medium temperatur. Igitur, uti constitutio mundi ad terrae spatium in |clinatione signiferi circuli et solis cursu disparibus qualitatibus naturaliter est conlocata, ad eundem modum etiam ad regionum rationes caelique varietates aedificiorum videntur debere dirigi conlocationes. 2. Sub septentrione aedificia testudinata et maxime conclusa et non patentia, sed conversa ad | calidas partes oportere fieri videntur. Contra autem sub impetu solis meridianis regionibus, quod premuntur a calore, patentiora conversaque ad septentrionem et aquilonem sunt faciunda. Ita, quod ultra natura laedit, arte erit emendandum. Item reliquis regionibus ad eundem modum < debet > temperari, | quemadmodum caelum est ad inclinationem mundi conlocatum.»

[Marco Vitruvio Pollione, *De Architectura*, Libro VI, Cap. I, Edizioni Studio Tesi, Pordenone, 1990, p. 256]

9	Nota introduttiva
---	-------------------

PARTE I. INTRODUZIONE ALLA RICERCA

14	Premessa
15	CAPITOLO 1. La ricerca, obiettivi e risultati attesi
15	1.1. Ambito
16	1.2. Obiettivi generali e specifici
17	1.3. Motivazioni alla base della ricerca
18	1.4. Limitazioni del campo d'indagine
19	1.5. Risultati attesi
20	1.6. Destinatari
20	1.7. Parole chiave
22	1.8. Metodologia e fasi della ricerca
25	CAPITOLO 2. Inquadramento terminologico
25	2.1. Edilizia pre-industriale
28	2.2. Edilizia di base
30	2.3. Restauro
32	2.4. Conservazione
34	2.5. Miglioramento (dell'efficienza energetica)

PARTE II. L'INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DELL'EDILIZIA ESISTENTE, NELLA NORMATIVA E NELLA PRATICA ODIERNE

40	Premessa
41	CAPITOLO 3. Stato dell'arte, con particolare riferimento al costruito
41	3.1. Politiche per l'efficienza energetica dell'edilizia esistente
42	3.1.1. La prima stagione, gli anni '70
44	3.1.2. La Legge 373/1976
45	3.1.3. La seconda stagione, gli anni '80
47	3.1.4. Legge 10/1991
50	3.1.5. Il percorso politico verso la normativa vigente, gli anni '90

3.2. Impianti, isolamento termico, prestazione energetica, certificazione e classi energetiche, attuali tendenze	53
3.3. Tecniche e materiali in uso per la riqualificazione energetica dell'edilizia esistente	58
3.3.1. Interventi sull'involucro	60
3.3.2. Interventi sugli impianti	68
3.3.3. Efficacia in base al rapporto costi/benefici	73

CAPITOLO 4. Analisi del quadro normativo europeo, nazionale e regionale vigente, in relazione all'intervento sugli edifici pre-industriali **79**

4.1. Le Direttive europee 2002/91/UE e 2010/31/EU	79
4.2. Normativa nazionale, dal Decreto Legislativo n. 192/2005 al Decreto del Presidente della Repubblica n. 59/2009	88
4.3. La Delibera dell'Assemblea Legislativa n. 156/2008 della regione Emilia Romagna e l'aggiornamento degli allegati con la Delibera della Giunta Regionale n. 1362/2010	92

PARTE III. FERRARA: IL MIGLIORAMENTO DELL'EFFICIENZA ENERGETICA DELL'EDILIZIA PRE-INDUSTRIALE DI BASE

Premessa	98
----------	----

CAPITOLO 5. Per un approccio consapevole **99**

5.1. Una questione di metodo	102
5.2. La consistenza dell'edilizia pre-industriale	107
5.3. Il concetto di miglioramento nella riduzione del rischio sismico	104
5.4. Lacune nell'approccio attuale, rispetto all'edilizia pre-industriale	112
5.4.1. Obiettivi esplicitati dalla normativa di settore termotecnico	112
5.4.2. Problematiche negli interventi in uso allo stato attuale	114
5.5. Esempi di altri approcci metodologici	116
5.5.1. "Dal Clima alla tipologia edilizia" (Carmine Carlo Falasca)	116
5.5.2. "Energia e insediamento" (Francesco Spanedda et al)	121
5.6. Le <i>Guidelines for Energy Efficiency and Historic Building</i> (English Heritage, UK)	123

CAPITOLO 6. Il caso studio: Ferrara, sviluppo urbano e tipologie edilizie **133**

6.1. Quadro sintetico del processo di sviluppo urbano ed edilizio della città	133
6.1.1. VII secolo- La fondazione	134
6.1.2. VIII-IX secolo – Prima colonizzazione esterna al <i>Castrum</i>	135
6.1.3. X secolo – La conformazione della città lineare	136
6.1.4. XI secolo – La città comunale	137
6.1.5. XII secolo d.C. – L'età comunale	138
6.1.6. XIII secolo – L'inizio della dominazione estense	139
6.1.7. XIV secolo – La prima addizione	139
6.1.8. XV secolo – La seconda addizione	140
6.1.9. XV-XVI secolo – La terza addizione e la devoluzione estense	141
6.1.10. XVII-XIX secolo – La dominazione pontificia	141
6.1.11. XX secolo – La città del novecento	142
6.2. Sintesi delle principali tipologie edilizie ferraresi	143
6.2.1. La casa a corte	143
6.2.2. La casa a schiera	146
6.2.3. La casa in linea	147
6.2.4. Altre forme edilizi, a carattere palaziale	149

	CAPITOLO 7. Fattori determinanti il comportamento energetico dell'edilizia pre-industriale di base ferrarese
151	
153	7.1. Fattori geometrico-costruttivi
153	7.1.1. sistema aggregato
184	7.1.2. sistema costruttivo
204	7.2. Fattori tecnico-impiantistici
205	7.2.1. opere finite
218	7.2.2. proto-impianti
223	7.2.3. impianti industrializzati
228	7.3. Fattori d'uso
228	7.3.1. destinazioni d'uso
233	7.3.2. gestione dell'edificio

PARTE IV. STRUMENTI OPERATIVI

240	Premessa
	CAPITOLO 8. Proposte di integrazioni e modifiche alla normativa della regione Emilia Romagna
241	
241	8.1. Proposta di modifiche ed integrazioni alla Delibera dell'Assemblea Legislativa n. 156/2008 della Regione Emilia Romagna
246	8.2. Proposta di Atto di coordinamento Tecnico per la redazione delle "Linee guida per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia pre-industriale"
253	CAPITOLO 9. Glossario comparativo
273	BIBLIOGRAFIA

La ricerca ha come obiettivo quello di delineare un approccio conoscitivo all'edificio pre-industriale di base, propedeutico all'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica.

Per edilizia pre-industriale di base si intende quel settore dell'esistente derivato da un processo edilizio di tipo tradizionale, appunto pre-industriale, che costituisce la struttura portante dei centri storici.

L'analisi è volta all'individuazione dei limiti di alterazione dei caratteri storico-artistici di tali manufatti, ai fini del miglioramento dell'efficienza energetica, in un'ottica di mediazione tra le istanze prestazionali, previste dalle normative nazionali e regionali, e le istanze conservative, perseguite nell'intervento di restauro di un bene storico, tutelato o meno che esso sia.

La difficoltà di un intervento operativo sull'edilizia pre-industriale – stante l'imprescindibilità della conservazione dei suoi caratteri culturali e architettonici – comporta la voluta distinzione tra un comportamento "miglioramento" dell'efficienza energetica ed uno di "adeguamento" ai requisiti minimi fissati dalla normativa, in riferimento alla valutazione critica delle soluzioni tecnologiche compatibili e concretamente efficaci, tra quelle oggi a disposizione.

Nel caso specifico, la sperimentazione della lettura morfo-tipologica dell'edilizia ferrarese costituisce lo spunto applicativo per elaborare un processo di lettura finalizzato agli obiettivi preposti alla ricerca.

Risultato finale è quello di formulare una serie di proposte integrative e applicative rispetto alla normativa vigente nella Regione Emilia Romagna, in materia di efficienza energetica in edilizia, volte ad indirizzare il professionista verso la predisposizione di progetti migliorativi, rispettosi dei caratteri distintivi e costitutivi dell'edilizia pre-industriale di base.

Lo studio rappresenta il primo momento conoscitivo nell'iter di una più ampia ricerca, che vede qui strettamente connessi i contenuti e gli sviluppi della tesi di dottorato di Marco Zuppiroli, dal titolo "Valutazione del fabbisogno di energia termica utile in sistemi aggregati di edilizia pre-industriale di base nel centro urbano di Ferrara". Quest'ultima, che si configura a pieno titolo quale seconda sezione della ricerca, sulla base dei presupposti metodologici e degli obiettivi finali elaborati nel corso del presente studio, approfondisce gli aspetti quantitativi del fabbisogno di energia termica e del miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia pre-industriale di base, attraverso la verifica analitica dei casi studio presi in esame, sempre analizzati alla scala del tessuto urbano.

The research aims to identify a knowledge approach for the preindustrial basic building that is preliminary to the improvement of energy efficiency.

Preindustrial basic building refers to existing building resulting from a traditional building process, i.e. preindustrial, constituting the bearing structure of historic centres.

The analysis aims to identify the alteration limits of historic and artistic characteristics pertaining to these buildings, in order to improve energy efficiency, from the point of view of mediation between performance issues, according to national and regional laws, and conservation issues, pursued with the restoration of an historical heritage, be it preserved or not.

In consideration of the unavoidable preservation of cultural and architectural characteristics, the difficulty of operating on preindustrial building implies the intentional distinction between energy efficiency “improvement” and the “compliance” with the minimum requirements set forth by regulations, from the viewpoint of critical assessment of compatible and actually effective technological solutions, among the ones currently available.

In this case, the experimentation of the morphological and typological evaluation of Ferrara building represents the application starting point to develop an evaluation process targeting research objectives.

The final outcome is a number of additional and applicative proposals for the current Emilia Romagna regulation on energy efficiency of building. These proposals aim to guide the professional towards the development of improvement projects, in consideration of the distinctive and constituent characteristics of preindustrial basic building.

The study represents the first knowledge moment within a wider research process, which is strictly related to the contents and the developments of Marco Zuppiroli Ph.D. dissertation (“*Valutazione del fabbisogno di energia termica utile in sistemi aggregati di edilizia pre-industriale di base nel centro urbano di Ferrara*”). This Ph.D. dissertation is legitimately the second part of the research. Starting from the methodological assumptions and the final objectives developed during this study, the dissertation provides an in-depth quantitative analysis of the thermal energy demand and the improvement of energy efficiency in preindustrial basic building, through the analytical investigation of the case studies considered and which were analyzed at an urban fabric scale.



PARTE I.

INTRODUZIONE ALLA RICERCA

In questa prima sezione viene introdotta la ricerca, anche fissando alcuni concetti terminologici imprescindibili per potere condividere obiettivi, risultati attesi e metodologia.

Il primo capitolo, in modo estremamente sintetico inquadra la ricerca, andandone a descrivere tutti gli aspetti strutturali: dalla definizione dell'ambito d'azione all'individuazione degli obiettivi e dei risultati attesi, dalla specifica sulle motivazioni alla base della ricerca fino alla metodologia di analisi adottata.

Il secondo capitolo contiene la definizione e la descrizione di quattro termini aventi un ruolo costitutivo per la ricerca stessa e per la sua strutturazione, e che richiedono di essere totalmente condivisi ed accettati in partenza per potere comprendere tutti i passaggi dello studio.

I termini proposti, sono in parte innovativi, in parte densi di significati ormai storicizzati per quanto ancora vitali, e sono i seguenti:

- Edilizia pre-industriale;
- Edilizia di base;
- Restauro;
- Conservazione;
- Miglioramento (dell'efficienza energetica).

In estrema sintesi, rispetto a quanto descritto in questa prima parte, l'intento di questa ricerca è quello di ricondurre l'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica nell'ambito del restauro, quale parte integrante e non autonoma di un atto progettuale che è volto al miglioramento delle condizioni di un bene, sia dal punto di vista conservativo che prestazionale, alla ricerca del più corretto equilibrio tra le diverse istanze.

CAPITOLO 1.

LA RICERCA, OBIETTIVI E RISULTATI ATTESI

1.1. Ambito della ricerca

La ricerca si pone nell'ambito dell'ampia categoria dello *sviluppo sostenibile*, così come è stato definito dal "Rapporto Brundtland", nel senso dell'individuazione di strumenti e soluzioni operative per migliorare le condizioni di vita del contesto antropizzato attraverso la riduzione o una migliore gestione dei consumi, al fine di assicurare «i bisogni del presente senza compromettere la capacità delle generazioni future di soddisfare i propri»¹.

Il concetto di sviluppo sostenibile ha subito nel tempo una serie di aggiornamenti ed interpretazioni diversificate che tendono a completarne la percezione da parte della comunità scientifica e politica. Resta però ferma nel tempo la consapevolezza che la sostenibilità debba consistere nella riduzione del consumo dello stock ambientale a favore, in ogni caso, di una maggiore qualità dell'offerta². Nel campo dell'edilizia e delle costruzioni in genere, si tende ad associare l'idea di uno sviluppo sostenibile con una riduzione del volume costruito e un recupero di quello esistente, incrementando decisamente gli standard qualitativi, non tanto dal punto di vista distributivo e funzionale, quando del risparmio energetico, introducendo anche *elementi di innovazione*³.

In un tale contesto, trattare di interventi sull'edilizia storica (o pre-industriale come meglio sarà definita nel successivo capitolo) come propone la ricerca, appare evidentemente un approccio sostenibile nel quale va attentamente valutato quale sia il ruolo e il significato di "sviluppo". Se si può ormai ritenere un dato ampiamente condiviso il fatto che l'edilizia costruita secondo un processo edilizio di tipo pre-industriale sia notevolmente più sostenibile rispetto a quella contemporanea dal punto di vista dei materiali, del processo produttivo, della durabilità in loco e della dismissione, non sembra ancora evidente alla collettività che nella valutazione della sostenibilità di tale realtà debba essere considerato anche l'aspetto culturale che essa sottende in qualità della sua valenza storico-artistica o più semplicemente testimoniale. Nella valutazione dello sviluppo sostenibile dell'edilizia pre-industriale, l'inserimento di parametri riferibili al valore culturale pone necessariamente l'esigenza di studiare con particolare cautela il tema dell'efficienza energetica di questa parte del parco edilizio italiano, andando a definire quale sia il più appropriato sviluppo, mediando tra i differenti fattori che concorrono alla sua concretizzazione. Va inoltre tenuto conto della possibilità che potrebbe anche ritenersi ammissibile, o meglio "tollerabile", il non intervento di riqualificazione energetica su tali edifici, laddove esso vada a compromettere irrimediabilmente gli specifici caratteri storico-testimoniali. Il

valore culturale, infatti, potrebbe tranquillamente ritenersi prioritario ed ostativo al raggiungimento di ammissibili prestazioni energetiche, stante anche il ridotto numero di esemplari di edilizia pre-industriale esistenti sul territorio nazionale rispetto a quelli di tipo industriale⁴.

1.2. Obiettivi generali e specifici

Gli **obiettivi generali** della ricerca non possono che costituire i due poli di riferimento, non necessariamente antagonisti, del problema posto: da un lato la salvaguardia dell'edilizia pre-industriale di base (quale tessuto connettore fondamentale nella definizione della città storica, oggetto di interventi scarsamente rispettosi delle caratteristiche peculiari di tale architettura), dall'altro la riduzione delle emissioni inquinanti connesse al consumo di energia primaria nell'ambito edilizio esistente (tematica ormai dominante nel mercato progettuale ed edilizio a causa dell'adozione, a livello nazionale e regionale, delle normative in materia di certificazione energetica).

Il primo obiettivo, apparentemente estraneo alla tematica in oggetto, assume invece un ruolo centrale nello sviluppo della ricerca, perché la salvaguardia di un edificio storico passa attraverso il suo uso e l'intervento di manutenzione/restauro, quindi anche gli interventi utili al miglioramento dell'efficienza energetica, se opportunamente ricondotti nell'ambito del progetto di restauro, possono contribuire alla salvaguardia del patrimonio culturale edilizio.

Il secondo obiettivo appare più scontato e con una ricaduta più evidente sul generale ambito dello sviluppo sostenibile, quale presupposto principale. Nel campo dell'edilizia pre-industriale, aspetto che appare ugualmente un punto nodale da non considerare quale unico parametro di riferimento, per la valutazione del comportamento energetico dell'edificio e che andrà quindi correttamente valutato, nel senso di un più efficiente uso delle risorse e non di una totale riduzione.

Date queste ampie premesse, gli **obiettivi specifici** dello studio, che va sempre inteso come inquadramento metodologico e conoscitivo di una più ampia ricerca che si sta conducendo in collaborazione con Marco Zuppiroli, sono costituiti da due momenti complementari dell'analisi sulle interrelazioni tra edilizia pre-industriale di base ed efficienza energetica.

Un primo obiettivo è la comprensione e sistematizzazione dello stato dell'arte sia dal punto di vista normativo che applicativo, in riferimento al tema dell'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica di un edificio pre-industriale. La peculiarità di tale aspetto risiede nel fatto che i lavori fino ad ora condotti, relativamente all'edilizia esistente, presentano una certa confusione tra edilizia esistente di tipo industriale e di tipo pre-industriale. Con il termine "storico" si tende, infatti, ad inglobare un parco edilizio molto vasto e diversificato che, sulla base di una scansione prettamente cronologica, non coglie le differenze di natura architettonica degli edifici. Si può tranquillamente affermare

che con “storico” si intenda ormai il concetto di “esistente” nella sua complessità. Alla luce di una più opportuna attenzione agli aspetti costruttivi, si ritiene che debba essere sviluppata una riflessione sulle problematiche di natura normativa e applicativa, riferite alle pratiche in corso.

Un secondo obiettivo è quello di individuare e definire i fattori geometrico-costruttivi, d'uso e tecnico-impiantistici che determinano il comportamento energetico, andando a comprendere le specificità dell'architettura ferrarese in relazione all'efficienza energetica dell'immobile. Una tale analisi vede necessariamente estendere il concetto di immobile dal singolo edificio all'intero aggregato del quale fa parte, perché vanno indagate le molteplici relazioni tra componenti dell'architettura e funzioni interne appartenenti ad unità edilizie adiacenti. La valutazione delle potenzialità espressive e di efficienza dal punto di vista energetico verranno prodotte, nell'ambito della ricerca, da un punto di vista qualitativo e cercando di sottolineare le situazioni di compatibilità e incompatibilità dal punto di vista conservativo degli interventi che il mercato propone. Con la susseguente ricerca, condotta da Marco Zuppiroli, si approfondirà la tematica andando a valutare i comparti edilizi individuati, da un punto di vista quantitativo, così da potere calcolare effettivamente le modalità più opportune di intervento.

Gli obiettivi, così come sono stati concepiti e delineati nell'ambito della ricerca, mettono in luce l'esigenza di individuare un sistema di valutazione dell'efficienza energetica nell'edificio pre-industriale di base che tenga conto di una pluralità di fattori di interesse (sistema aggregato ed edificio, modo d'uso e caratteri costruttivi), e di una duplicità di istanze di giudizio (quella conservativa e quella prestazionale). Solo con una valutazione olistica di questo tipo si ritiene possibile raggiungere l'obiettivo di una *qualità* (in senso esteso) *del sistema edilizio pre-industriale*, e non solo del semplice risparmio energetico che difficilmente attribuirebbe significato e valore ad elementi quali la storicità, la cultura, l'artisticità e il ruolo di testimonianza materiale.

1.3. Motivazioni alla base della ricerca

Come verrà più dettagliatamente illustrato nel capitolo 4, l'avvio di questa ricerca nasce da un'esigenza di approfondimento del tema del miglioramento dell'efficienza energetica nel settore dell'esistente a carattere storico. Un approfondimento da relazione all'attuazione delle più recenti normative comunitarie e nazionali, in merito alla riduzione dei consumi energetici nell'edilizia, con ripercussioni sensibili nel settore del recupero dell'esistente. In tale contesto, si è ravvisata una particolare “aggressività”, e “standardizzazione” nell'approccio agli edifici genericamente definiti storici, anche con la tendenza a promuovere interventi su immobili tutelati, quali

simboli della potenzialità dell'intervento di *retrofit* energetico sul patrimonio storico (anche definito, con evidente equivocità terminologica, "restauro energetico").

L'esperienza matura dell'autore entro lo specifico settore del restauro dell'architettura, per proprio statuto promotore della conservazione dell'edilizia storica, sia essa tutelata o meno, in quanto patrimonio culturale comune, per il quale si richiede una particolare cura nell'intervento manutentivo o di restauro, ha spinto ad un interessamento nei confronti di una tematica, quella dell'efficienza energetica, che sta vedendo un larghissimo successo teorico/mediatico e che rischia di approcciare al tema in modo parziale ed errato.

In tal senso, l'intento del lavoro è quello di comprendere quanto hanno insegnato le approfondite ricerche condotte negli anni '70 e '80 del XX secolo in merito al rapporto tra energia ed edilizia spontanea (si vedano gli studi di Olgay e di Fathy, solo per citare i più noti) che sono stati totalmente dimenticati dalla normativa e dalla pratica promossa dal mercato, per integrarli con un approccio all'organismo edilizio ed urbano proprio del settore del restauro.

L'intento da cui muove la ricerca è quello di ricondurre l'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica nell'ambito del restauro, quale parte integrante di un atto progettuale che è volto al miglioramento delle condizioni di un bene, sia dal punto di vista conservativo che prestazionale, alla ricerca del più corretto equilibrio tra le diverse istanze.

1.4. Limitazioni del campo d'indagine

La complessità del tema affrontato, che presuppone di confrontare coerentemente fattori climatici, architettonici (morfologici e costruttivi) e d'uso, estremamente variabili nel territorio Italiano, ha indotto a concentrare l'attenzione su di un ambito urbano circoscritto (e all'interno di questo su alcune categorie di edifici) del quale si possedesse già un bagaglio conoscitivo storico-architettonico sufficientemente dettagliato. Ciò non esclude la possibilità, nell'ambito della presente ricerca e dei suoi successivi sviluppi, di delineare una approccio metodologico al tema dell'efficienza energetica in ambito storico (o meglio pre-industriale) che possa assumere una valenza più generale, almeno nelle sue principali linee di indirizzo.

Nel contesto ferrarese, la limitazione operata ha lo scopo di definire un dato climatico equivalente in tutti i casi analizzati, così da concentrare l'attenzione sulla variabilità degli altri fattori di analisi. Questa specificazione dell'ambito di studio, chiaramente espressa dal titolo della ricerca, introduce una duplice limitazione:

- in merito al processo costruttivo e quindi ai materiali impiegati, nel momento in cui si definisce il concetto di "edilizia pre-industriale"⁵;
- in merito al sistema aggregativo, all'organizzazione spaziale ed alle destinazioni d'uso, nel momento in cui ci si riferisce ad una "edilizia di base"⁶.

Oltre ai limiti di carattere territoriale individuati per la presente ricerca, si sottolinea il fatto che in questa fase le analisi condotte sugli esempi in esame giungono ad una descrizione qualitativa delle problematiche emerse, rimandando, per la valutazione quantitativa, al successivo sviluppo della più complessiva ricerca in atto.

1.5. Risultati attesi nel breve e lungo periodo

Alla luce degli obiettivi posti alla base dello studio che evidenziano, da un lato, una duplicità di intenti nell'ambito del presente studio (di tipo conoscitivo e di tipo metodologico) e dall'altro una stretta relazione di questo lavoro con quello che seguirà nella prossima tesi di dottorato di Marco Zuppiroli, si possono delineare una pluralità di risultati attesi a diverse scale di approfondimento e con differenti livelli di operatività.

Questo lavoro, nel suo iter di sviluppo e nelle potenzialità di trasmissione che possiede, non può quindi essere disgiunto, nel **lungo periodo**, dallo sviluppo e dalla conclusione della susseguente fase di ricerca, con la quale andrà a costituire un approccio metodologico esportabile in altri contesti, o uno strumento operativo sulle modalità di intervento per lo specifico contesto in esame. Per quanto riguarda il primo aspetto l'intenzione del gruppo di ricerca è di calibrare le metodologie e gli strumenti di analisi previsti dalla normativa su un'edilizia che presenta caratteri estremamente diversi da quelli contemporanei, su cui i metodi di diagnosi e di calcolo sono stati ampiamente messi a punto.

In tal senso questa prima fase inquadrerà il problema da un punto di vista storico ed approfondirà la compatibilità degli interventi di retrofit energetico⁷ con le caratteristiche proprie dell'architettura pre-industriale. Per quanto riguarda il secondo punto, la ricerca intende predisporre uno strumento operativo specifico per il caso ferrarese, in grado di guidare il professionista attraverso la predisposizione di un progetto di riqualificazione energetica compatibile anche da un punto di vista di conservazione del bene.

Quindi, l'obiettivo sul **breve periodo** può essere inteso come la prima fase di definizione di questo strumento, che possa godere di un'autonomia d'uso anche rispetto all'approfondimento quantitativo della successiva fase di ricerca. Uno strumento da intendere come una "guida alla conoscenza" o un "prontuario" che sia in grado di descrivere il limite fisiologico di trasformabilità che i differenti sistemi ed elementi che compongono l'edificio pre-industriale di base ferrarese possiedono, in rapporto ad un'ampia casistica di interventi attualmente disponibili sul mercato.

Nei risultati attesi sul breve periodo si ritiene di fornire anche un glossario comparativo dei termini in uso, nel quale vengano comparati i significati attribuiti ai termini, dalla normativa e quindi dalla fisica tecnico-ambientale, dal settore del restauro e da quello della tecnologia dell'architettura, oltre che dall'uso più generale espresso da un vocabolario non tecnico, così da permettere una maggiore chiarificazione della terminologia ed una più agevole condivisione di intenti e finalità nelle operazioni di retrofit energetico.

1.6. Destinatari della ricerca

Se il destinatario diretto della presente ricerca è un componente del mio stesso gruppo di lavoro, ovvero Marco Zuppiroli attraverso la cui tesi di dottorato il mio lavoro troverà il suo più naturale ed integrato sviluppo, non si esclude che il lavoro possa offrire spunti per ulteriori indagini o approfondimenti da parte di altri studiosi anche di diverse discipline. In tal senso si è deciso di porre in risalto, nella predisposizione degli strumenti operativi, gli aspetti sia di carattere generale che tale ricerca può portare, sia di carattere specifico sulla città di Ferrara.

Al di là del settore della ricerca scientifica di base, questo studio si propone di dialogare anche con una serie di destinatari del prodotto che a diversi livelli di approfondimento possono essere interessati all'approccio metodologico che viene proposto con questa ricerca, almeno fino all'analisi qualitativa della compatibilità degli interventi che viene qui proposta:

- *Ministero per i Beni e le Attività Culturali*, attualmente impegnato nella redazione di "Linee guida in materia di efficienza energetica per i beni architettonici tutelati", attraverso una specifica commissione presieduta da Livio de Santoli, con il quale si potrà valutare l'integrazione dei risultati che emergono da questo lavoro in relazione all'approccio metodologico che la commissione sta delineando;
- *Regione Emilia Romagna*, con la quale impostare un dialogo sulle possibilità di integrazione/modifica della normativa regionale, con particolare riferimento ai contesti storici di edilizia pre-industriale⁸.

Infine, i due strumenti operativi descritti nei risultati attesi nel breve termine, si rivolgono più specificatamente all'Amministrazione Comunale di Ferrara che può valutare di implementare il proprio Regolamento Urbano Edilizio (R.U.E.), attraverso un allegato di ausilio per la valutazione qualitativa degli interventi volti al miglioramento dell'efficienza energetica di edifici pre-industriali di base che siano individuati fra quelli di pregio storico-artistico e testimoniale⁹. Un dialogo con l'Amministrazione potrebbe anche essere finalizzato, con la prosecuzione degli studi, ad aggiornare le stesse voci di intervento previste dal R.U.E. con indicazioni specifiche su tali tematiche.

1.7. Parole chiave

Lo studio si confronta con numerosi termini propri del linguaggio normativo, di quello del restauro e della tecnologia dell'architettura, che sono stati raccolti, documentati e raffrontati nel *Glossario comparativo* finale.

Dovendo individuare alcune parole chiave della ricerca che possano descrivere l'intero percorso nei suoi contenuti, nel suo processo e nei risultati attesi, sono state scelte le seguenti cinque parole di significato centrale, delle quali non si illustra qui il significato, rimandando alle definizioni nei capitoli seguenti, ma il motivo della singola individuazione e il ruolo nell'ambito dello studio.

Edilizia pre-industriale di base [Basic pre-industrial building]

Costituisce l'oggetto della ricerca, il campo sul quale si concentra l'analisi architettonica e delle forme d'uso. Sottraendo la specifica di "ferrarese" che caratterizza il lavoro, si vuole, con il termine "edilizia pre-industriale di base", indicare un oggetto più generale che costituisce, di volta in volta, l'oggetto del nostro approccio metodologico, nel caso in cui ci si riferisca all'edilizia italiana in genere, o l'oggetto delle analisi e delle specifiche valutazioni di compatibilità degli interventi, se ci si riferisce all'edilizia ferrarese.

"Patologie energetiche" ["Energy pathologies"]

Questo neologismo, per cui si rimanda alla definizione in *Glossario*, tenta di individuare in modo sintetico la problematica alla base della ricerca, ovvero la constatazione da parte della normativa vigente e della prassi costruttiva dell'esigenza di ridurre gli sprechi energetici che l'edilizia esistente presenta. Al contempo, il problema costituisce un ulteriore oggetto di studio perché si è cercato di individuare le reali patologie presenti negli edifici pre-industriali di base, in relazione all'efficienza energetica, andando a valutare la consistenza di questa "forma di degrado", se così la possiamo definire. Una disfunzione, quella energetica, che può avere, in analogia con la terminologia medica, una fase acuta (risolvibile mediante compatibili interventi di integrazione tecnologica) o cronica (risolvibile con interventi più consistenti quali la modifica degli impianti, il cambio di destinazione d'uso, ecc.).

Conservazione [Conservation]

Il principio conservativo, caposaldo del Restauro, costituisce il parametro valutativo dell'indagine, ovvero il metro di giudizio per la comprensione dei livelli di compatibilità degli interventi di retrofit attualmente in uso. In particolare si vedrà come si sia tentato, attraverso un processo valutativo sul modello dei sistemi di *rating*, di attribuire una scala numerica alla compatibilità.

Miglioramento dell'efficienza energetica [Energy efficiency improvement]

Il miglioramento dell'efficienza energetica è l'obiettivo della ricerca, in tal senso è centrale la definizione dei limiti fisiologici di intervento che pongano un corretto equilibrio tra, le esigenze di natura prestazionale, richieste dalla normativa e dalle necessità della vita contemporanea, ed i limiti di natura conservativa che per un bene storico vanno necessariamente rispettati. In tal senso, il miglioramento costituisce il punto di partenza e di arrivo della ricerca, è obiettivo e risultato finale, dove non si ricerca necessariamente il raggiungimento di una determinata classe energetica, ma la ponderazione del migliore intervento possibile in un'ottica valutativa più ampia, non esclusivamente prestazionale.

Restauro urbano [Urban restoration]

In qualità di settore specialistico del Restauro che si occupa di tutelare e intervenire in contesti urbani storicizzati attraverso strumenti normativi e regolamentativi, esso costituisce al contempo il settore entro cui si muove questa ricerca, ma soprattutto il destinatario finale. Come si è detto precedentemente, lo studio tende a predisporre strumenti utili a quei referenti istituzionali che si occupano di pianificazione territoriale ed urbana o alla tutela dell'intero territorio; in tal senso, la parola chiave rappresenta appieno la prospettiva della ricerca, rivolta a uno sbocco normativo e applicativo, nel pieno rispetto dei principi fondamentali della disciplina del restauro.

1.8. Metodologia e fasi della ricerca

La ricerca si sviluppa attraverso differenti fasi, contraddistinte da metodologie di studio e analisi specifiche del singolo campo disciplinare o delle relative operazioni da effettuare, affrontando un consueto processo di approfondimento conoscitivo che, prendendo avvio dallo studio dei contenuti già editi, approcci alla sperimentazione sul campo, da cui derivare conclusioni originali per la ricerca.

La prima ed imprescindibile fase è la conoscenza approfondita dello stato dell'arte in merito alla riqualificazione energetica, con particolare riferimento all'edilizia pre-industriale ed alle problematiche di salvaguardia delle città storiche, attraverso un'accurata documentazione bibliografica e sitografica. In tal senso lo studio ha affrontato uno studio delle posizioni teoriche, delle ricerche e delle pratiche tipiche delle discipline della tecnologia e del restauro, sulla base di documentazione edita in formato cartaceo o digitale. Proprio in merito ai numerosi dati in digitale disponibili nella rete mondiale, si è osservato che la quantità delle informazioni raggiungibili è senza dubbio notevole, ma il più delle volte il livello di approfondimento è decisamente scarso, tanto da impedire di servirsi utilmente di esse.

Quindi, si è proceduto ad una analisi del quadro normativo entro cui si possono porre i presupposti metodologici e applicativi della ricerca, cercando soprattutto di cogliere gli aspetti cruciali dei differenti disposti normativi, in riferimento alla categoria dell'edificio esistente. Entro tale contesto nazionale ed internazionale si è concentrata l'attenzione sui testi normativi sviluppati dalla regione Emilia Romagna nel campo della certificazione energetica, soprattutto con l'entrata in vigore della DAL 156/2008.

Dopo una prima sintesi sullo stato di fatto della normativa e della pratica edilizia in materia di efficienza energetica, si è proceduto ad una condivisione degli obiettivi e dei risultati ipotizzati con referenti ed esperti del settore, appositamente individuati e contattati, anche in occasione di partecipazioni a convegni, seminari e workshop cui si è preso parte in occasione delle attività organicamente strutturate nel percorso formativo del dottorato di ricerca in Tecnologia dell'Architettura. Ogni

esperto è stato poi diversamente coinvolto in funzione delle relative competenze, attraverso un contatto diretto volto ad approfondire alcuni punti nodali. Da questa esperienza è derivato, in particolare, il coinvolgimento diretto dell'arch. Kristian Fabbri nello sviluppo della ricerca. Una collaborazione favorita dalla particolare esperienza professionale e formativa dell'architetto e dal suo particolare interesse verso il tema dell'efficienza energetica nell'edilizia storica, rispetto a cui ha dimostrato una particolare sensibilità, assolutamente in sintonia con i presupposti della ricerca in atto.

La fase centrale della ricerca è quella della valutazione dei Fattori Architettonici e d'Uso di alcuni aggregati edilizi ferraresi, individuati come aree studio e di simulazione. Quest'analisi ha previsto un approfondimento direttamente sul campo, ed una successiva fase di post elaborazione, attraverso l'adozione delle metodologie proprie della disciplina del restauro e del settore diagnostico, per potere descrivere, entro famiglie significative, le relazioni tra architettura ed efficienza energetica. In particolare lo studio ha portato alla definizione di quattro sistemi di valutazione del problema, che verranno meglio illustrati nel capitolo 7: sistema aggregato (orientamento e contiguità), caratteri morfologici e costruttivi, modi d'uso e sistema impiantistico.

L'ultima fase della ricerca si è concentrata nella predisposizione di un Atto di Coordinamento Tecnico per la redazione di un allegato tecnico al Regolamento Urbanistico ed Edilizio, relativamente ai criteri di applicazione dei requisiti minimi, di cui alla DAL 156/2008, negli edifici pre-industriali di base.

note al capitolo 1

¹ “Lo sviluppo sostenibile. Per un libro verde su Ambiente e sviluppo”, (Conferenza nazionale Energia e Ambiente, ENEA, Roma 25-28 novembre 2008), ENEA, Roma 1999.

² FABBRI K., CONTI. M., *Progettazione energetica dell'architettura. Il progetto: involucro-impianti, comfort e ambiente*. DEI, Roma 2008, p. 26.

³ *Ibidem*, p. 27.

⁴ Si rimanda al § 2.1 per una analisi statistica dei rapporti tra edilizia pre-industriale ed edilizia industriale.

⁵ Per la definizione si veda il § 2.1.

⁶ Per la definizione si veda il § 2.2.

⁷ Per la definizione si rimanda al Glossario, qui al capitolo 9.

⁸ Attraverso la predisposizione di un Atto di Coordinamento Tecnico, ai sensi della Legge Regionale n. 20/2000, relativamente alla Delibera dell'Assemblea Legislativa, n. 156 del 25 marzo 2008, “Atto di Indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici (d'ora in avanti DAL 156/2008).

⁹ Ai sensi della L. R. Emilia Romagna, 20/2000, allegato A, art. 9, commi 1 e 2.

CAPITOLO 2.

INQUADRAMENTO TERMINOLOGICO

2.1. Edilizia pre-industriale

L'edilizia pre-industriale è il prodotto di un processo edilizio che si caratterizza per l'interazione di fasi, operazioni ed operatori frutto di una prassi non codificata, raramente pianificata, antecedente all'industrializzazione dei componenti e dell'organizzazione del processo edilizio contemporaneo (anche detto industrializzato).

Si rileva, tanto nel settore dell'edilizia in genere quanto in quello del restauro, l'esigenza di un superamento del concetto di "edilizia storica", troppo genericamente invocato quale sotto-insieme dell'edilizia esistente e vagamente identificato attraverso criteri di tipo cronologico. È infatti prassi consolidata, nell'uso comune, identificare quale "storico" un periodo antecedente alla seconda guerra mondiale, come se il trauma bellico segnasse un limite netto e facilmente identificabile nella costruzione degli edifici, distinguendo un "pre" ed un "post" fortemente diversificati¹.

Da alcuni decenni, l'approfondimento di tematiche prettamente di restauro, ma connesse all'architettura così detta moderna e che meglio andrebbe definita "architettura del novecento", ha completamente alterato l'automatismo mentale che tendeva a scindere, con evidenza, un settore di edilizia da conservare in quanto "antico" ed uno da ristrutturare, anche con profonde trasformazioni, in quanto "moderno". La rivelazione di una valenza storico-culturale anche in architetture di epoca recente, ha progressivamente spostato il limite ideale della storicità, confondendo significativamente i termini di riferimento. Se per "edilizia storica" si dovesse intendere, come appare negli ultimi anni, tutta l'edilizia esistente per la quale si sia riconosciuto un valore culturale o anche solo testimoniale, si arriverebbe ad accomunare in un unico termine, ormai carico di forti valenze, una quantità di immobili estremamente eterogenei, ove le differenze sostanziali connesse al processo edilizio non verrebbero più percepite. Il problema non si poneva fino a qualche decennio fa, perché nell'ambito dello "storico" erano ricondotti edifici che, seppure eterogenei per materiali e tecniche costruttive, erano comunque il frutto di un processo edilizio di tipo spontaneo assolutamente non industrializzato, come è, invece, quello avviato con la costruzione in calcestruzzo armato.

Questa tendenza ad una progressiva equivalenza tra il concetto di edilizia esistente e quello di edilizia storica è stato ancora più acuito dall'entrata in vigore delle normative europee, nazionali e regionali in materia di rendimento

energetico degli edifici e certificazione energetica, in cui si attuano distinzioni nei requisiti minimi da raggiungere, tra l'edificio di nuova costruzione e quello esistente, ampliando ancora più evidentemente il concetto di storicità.

La sola classificazione cronologica non è sufficiente perché, ad esempio, una parte degli edifici di un centro storico, anche molto antichi, sono stati oggetto, nell'ultimo secolo in particolare, di importanti ristrutturazioni interne ed esterne, che hanno concretamente modificato i caratteri pre-industriali, anche alterandone in parte il comportamento energetico precedente.

La mancata comprensione dell'esistenza di un discrimine fondamentale, connesso al processo edilizio e non all'epoca di costruzione, tra un certo parco edilizio ed un altro, soprattutto nello studio della prestazione energetica, porta necessariamente ad un appiattimento dell'approccio operativo oltre che teorico, mancando di comprendere le differenze intrinseche tra le due grandi famiglie edilizie che si sono qui delineate.

La prescelta definizione di "edilizia pre-industriale" (pur consci della difficoltà di sottrarre all'uso un termine fortemente consolidato, come quello di "edilizia storica", attraverso una nuova aggettivazione più lunga ed articolata) è centrale in questo studio, perché punta l'attenzione sulla necessità di approfondire il tema dell'efficienza energetica non in funzione del solo valore storico-culturale dell'edificio, ma sulla base del riconoscimento di una diversa natura dell'immobile costruito con fasi, operazioni ed operatori² debolmente codificati; struttura che richiede un approfondimento conoscitivo, prima della messa a punto di tecniche di intervento elaborate in altri contesti.

Il processo edilizio industrializzato (anche detto "contemporaneo") è caratterizzato da una successione di fasi, ovvero momenti caratteristici e funzionalmente autonomi che si connotano per la loro indipendenza, come la *promozione*, la *progettazione*, l'*esecuzione*, ecc.; ogni fase è poi costituita da operazioni specifiche, eventi elementari, che nel loro susseguirsi determinano il completarsi di una fase³. Si riconoscono, infine, tra le componenti del processo edilizio, gli operatori che sono gli attori del processo, gli esecutori materiali delle singole operazioni e che possono essere rappresentati da individui, società o enti preposti al controllo⁴. In tal senso il cantiere contemporaneo può essere considerato un processo complesso, dove si distinguono una pluralità di attori chiaramente individuabili, con competenze specifiche e che perseguono operazioni specialistiche anche senza avere una chiara coscienza dell'intera processualità e del prodotto finale, ovvero dell'edificio nel suo insieme.

Diversamente, il cantiere pre-industriale (detto comunemente "tradizionale") non si presenta così rigidamente e specialisticamente strutturato, almeno fino all'epoca del primo rinascimento e, nell'edilizia residenziale, ancora fino al pieno ottocento. Si riconoscono solo alcune principali figure, quali il carpentiere e il muratore, oltre al committente e al capocantiere, che gestiscono in sintonia e parziale sovrapposizione di competenze tutte le fasi principali e le operazioni

proprie del cantiere. Quasi la totalità del processo è garantita dalle norme del “costruire a regola d’arte”, che ogni maestranza tramandava nel tempo – prima in forma orale e poi progressivamente anche scritta con l’attivarsi delle corporazioni – e che costituivano il sistema di controllo della qualità del risultato, grazie allo sviluppo di una coscienza spontanea del costruire basata sull’esperienza e la memoria. Questa continuità delle tradizioni, anche con progressivi aggiornamenti dovuti al lento sviluppo tecnologico, è rilevabile soprattutto nel cantiere dell’edilizia di base, o residenziale, dove non si assiste all’introduzione di una progettualità a priori, ma ad una esecutività immediata nel cantiere, sulla base delle esigenze dettate dal committente, dalle condizioni al contorno (tra le quali rivestono un ruolo fondamentale le preesistenze e le strutture fondiarie di sostrato, come si vedrà nel capitolo 6) e dalla prassi operativa consolidata da secoli di esperienza e, appunto, tradizione. In questo processo pre-industriale dominano le costanti nella tecnica costruttiva e le invarianti nella formazione degli spazi. Va inoltre valutato con attenzione il rapporto tra il sistema degli impianti, diversamente intesi, ha avuto e ha con la struttura dell’edificio, ponendo attenzione in particolare modo alle diversità di integrazione e comportamento dei sistemi proto-impiantistici e di quelli impiantistici moderni.

L’aver individuato una suddivisione dei diversi contesti edilizi esistenti non esclusivamente attraverso un limite di tipo temporale, ma in relazione ad una modifica sostanziale nel processo edilizio, permette di ricondurre l’intero studio, qui sviluppato, nell’ambito di una metodologia di lettura dell’edilizia che tiene fortemente conto delle componenti di coscienza spontanea, che entrano in gioco nelle fasi formative del singolo edificio e del tessuto urbano nel corso dei secoli, ovvero della lettura morfo-tipologica sviluppata secondo il metodo della scuola muratoriana, con particolare riferimento ai contributi di Gianfranco Caniggia e Gian Luigi Maffei. La definizione di processo tipologico, come «un susseguirsi di mutazioni temporali e di distinzioni, e relative mutue influenze, spaziali»⁵ frutto dell’attuazione di processi edilizi di natura spontanea, chiarisce con evidenza la potenzialità di questo strumento di lettura nella costruzione di un sistema di analisi entro cui inserire anche aspetti tecnologici e materici tipici dell’edilizia pre-industriale, che determinano il comportamento energetico dell’edificio stesso.

L’adesione ad un metodo di analisi tipologica permette, inoltre, di filtrare lo studio sull’efficienza energetica e sui componenti intrinseci dell’edilizia pre-industriale, influenti su tale comportamento, attraverso tutta una serie di sistemi di valutazione dell’organismo urbano estremamente interessanti e innovativi per tale ambito, quali il rapporto tra elementi organici e seriali, l’estrema flessibilità di valutazione tra componenti scalari, la valutazione delle variabili sincroniche e diacroniche, ma soprattutto l’introduzione del concetto di storicità all’interno del riconoscimento di un processo di sviluppo spontaneo.

2.2. Edilizia di base

L'edilizia di base è destinata alla residenza, di uno o più nuclei familiari, ed è condizionata da tipi di base sviluppatasi in un lento processo tipologico, durante il quale si consolidano modelli spaziali e tecniche costruttive che diventano costitutivi della coscienza spontanea di un dato ambito territoriale. Carattere principale dell'edilizia di base è la scarsa incidenza di personalizzazione del prodotto per via della sostanziale correlazione tra esistenza e casa.

Il concetto di edilizia di base è stato definito dalla scuola muratoriana, a partire dalla fine degli anni '50 del XX secolo, attraverso una serie di studi e di corsi universitari, scaturiti all'interno della disciplina della composizione architettonica, che hanno cercato di riportare il mondo accademico e professionale ad una riappropriazione del concetto di edilizia, troppo a lungo dimenticato o rinnegato a favore del prodotto architettonico d'eccellenza. L'assunto di base, estremamente interessante se letto anche dal punto di vista del restauro e della tutela dei nuclei storici, parte dal riconoscimento di un differente ruolo e di un diverso processo progettuale che deve attenere all'architettura, intesa come creazione personalizzata, ed all'edilizia, intesa come il «contesto generale del costruito, che è certamente il maggior protagonista dell'ambiente antropico e della sua storia civile»⁶. La scuola osserva giustamente che non sono le singole opere "specialistiche" a condizionare le città storiche, ma le moltissime opere di "edilizia di base", spesso confinate nell'anonimato e dimenticate dalla storia dell'architettura, di norma più attente agli episodi di carattere evenemenziale e personalistico.

La crisi del mondo contemporaneo è determinata da una frattura, innanzi tutto di ordine storico-filosofico, che si ripercuote anche nel processo edilizio, e che ha portato alla perdita della capacità "spontanea" di fare architettura, fondata su quello sviluppo ottenuto in secoli di civiltà e che era ormai una *coscienza* comune, *spontanea* appunto del fare l'edilizia. In tal modo si sono riempite le nostre città di una serie di prodotti discontinui dove gli isolati urbani sono una sommatoria di oggetti dotati di scarsa correlazione ed eccessivamente personalizzati⁷.

L'intento della scuola era quello di recuperare dalla tradizione edilizia storica (spontanea) leggi e comportamenti codificati in una data area culturale, per poi riutilizzarli come sistema di riferimento operativo per una progettazione contemporanea, che si ponesse, però, in una logica di continuità con il tessuto edilizio antico.

Il modello di lettura dell'edilizia storica si basa sul riconoscimento, nelle due fasi che si sono prima ricordate, di un diverso atteggiamento nei confronti dell'elaborazione di un manufatto architettonico: nei periodi di positiva continuità storico-sociale, si identifica un processo edilizio basato sulla *coscienza spontanea*, ovvero su «l'attitudine di un soggetto operante ad adeguarsi, nel suo operare, alla sostanza civile ereditata, senza necessità o obbligatorietà di mediazioni o scelte

(...) – attraverso una – (...) comprensione immediata e sintetica di quel che conviene a formare un prodotto edilizio»⁸. Diversamente, nei periodi di crisi non ci si rende più conto di quel che si fa e di come lo si debba compiere, non si possiede più un modello radicato del fare e si agisce secondo una *coscienza critica*⁹. Essendo noi oggi, nel pieno di questa seconda fase, dobbiamo mettere in campo le nostre capacità di analisi e valutazione critica per tentare di ricostruire le tracce della coscienza spontanea, direttamente sul tessuto urbano storico, così da ridefinirne le leggi e i processi per poterli reimpiegare in una progettualità contemporanea.

Lo studio dell'edilizia di base, ovvero di quel settore della città destinato alla residenza e meno intaccato da personalismi e soluzioni specialistiche, si compie attraverso l'individuazione del processo formativo, in una lettura a ritroso che partendo dallo stato attuale riconosca i tipi di base che hanno caratterizzato il sistema insediativo di una data area culturale o di un dato settore urbano. Tipi edilizi, che a seguito di numerosi studi condotti negli anni '60 e ancora oggi da alcuni settori disciplinari che ne hanno recuperato il metodo di lettura, possono essere ricondotti, pur nelle variazioni tipiche di ogni luogo, in alcune forme principali:

- la *casa a corte* che costituisce anche il tipo base più antico, costituita da un insediamento misto abitativo-agricolo, formata da un recinto e da una piccola abitazione monocellulare, di norma collocata in condizioni ottimali di isorientamento¹⁰. Tale matrice elementare tende ad essere riconoscibile in tutti i tessuti urbani più antichi, anche se profondamente trasformata dal progressivo processo di saturazione che il lotto subisce nel tempo; per tale ragione si parla spesso di *sostrato*, ovvero della possibilità di individuare la casa a corte come schema insediativo fondiario non più evidentemente rilevabile nelle murature attuali;

- la *casa a schiera*, ovvero un modello insediativo tipicamente medievale, ad alto rendimento, che si caratterizza per la ristrettezza del fronte del lotto e per la successione di vani e corti interne; è tendenzialmente più facile da riconoscere, anche perché maggiormente conservativa e attribuibile ad un'epoca molto più recente;

- la *casa in linea* che presenta un fronte ampio, ritmico, con spaziosa corte sul retro, è un tipo che deriva dalle prime rifusioni di case a schiera, affrancandosi poi come modello indipendente secondo logiche distributive specifiche, come la posizione del corpo scala e la distribuzione di piani secondo logiche condominiali anche indipendenti. Quest'ultimo tipo nelle sue derivazioni specialistiche porta alla definizione del palazzo e di tutte le forme architettoniche più complesse e personalizzate.

Di fondamentale importanza, per non ridurre la lettura dell'edilizia di base ad un sistema ripetitivo e schematico, è la comprensione delle dinamiche del processo; si può infatti constatare come il «tipo più avanzato sia leggibile come permanenza a livello di suborganismi, dei singoli stadi attraversati dal processo

tipologico: ossia come ciascuno dei tipi anteriori resti a livello di componente variamente specializzata del tipo più recente e più complesso»¹¹.

L'aspetto di estremo interesse, rilevabile al fine del presente studio, è la stretta correlazione tra sviluppo tipologico e tecnologia costruttiva, ovvero la possibilità di individuare, nella scelta dei materiali e nel loro impiego costruttivo, leggi e ricorrenze che hanno portato ad una reciproca interdipendenza tra soluzione tipologica ed innovazione costruttiva. In tal senso l'edilizia di base costituisce un fertile campo di studi, perché nell'esistenza di permanenze e varianti, all'interno di una coscienza spontanea che necessariamente permea le innovazioni, è possibile riconoscere i passaggi fondamentali dell'evoluzione tecnologica di un dato luogo o contesto storico-sociale.

2.3. Restauro

Per restauro si intende l'intervento diretto sul bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate all'integrità materiale ed al recupero del bene medesimo, alla protezione ed alla trasmissione dei suoi valori culturali.

[Codice dei Beni Culturali, D.Lgs. 42/2004, art. 29 "Conservazione", comma 4]

«S'intende generalmente per restauro qualsiasi intervento volto a rimettere in efficienza un prodotto dell'attività umana. (...) Il restauro costituisce il momento metodologico del riconoscimento dell'opera d'arte nella sua consistenza fisica e nella duplice polarità estetico-storica, in vista della sua trasmissione al futuro.»

[Brandi C., voce "Restauro" in E.U.A.]

«Il restauro è l'intervento diretto sul singolo manufatto del patrimonio, tendente alla conservazione della sua autenticità ed alla acquisizione di esso da parte delle collettività.»

[Carta di Cracovia, 2000, Allegato lett. f.]

«Il "restauro" è l'esecuzione d'un progetto d'architettura che si applica a una preesistenza, compie su di essa tutte le operazioni tecniche idonee a conservarne la consistenza materiale, a ridurre i fattori intrinseci ed estrinseci di degrado, per consegnarla alla fruizione come strumento di soddisfazione dei bisogni, con le alterazioni strettamente indispensabili, utilizzando studio preventivo e progetto come strumenti d'incremento della conoscenza.»

[Bellini A., definizione di "Restauro" in Che cos'è il restauro?]

«S'intende per "restauro" qualsiasi intervento volto a conservare e a trasmettere al futuro, facilitandone la lettura e senza cancellarne le tracce del passaggio nel tempo, le opere d'interesse storico, artistico e ambientale; esso si fonda sul rispetto della sostanza antica e delle documentazioni autentiche costituite da tali opere, proponendosi, inoltre, come atto d'interpretazione critica non verbale ma espressa nel concreto operare. Più precisamente come ipotesi critica e proposizione sempre modificabile, senza che per essa si alteri irreversibilmente l'originale.»

[Garbonara G., definizione di "Restauro" in Che cos'è il restauro?]

«Il restauro è il sistema dei saperi e delle tecniche che ha per fine la tutela delle possibilità d'interpretare l'opera in quanto fonte di cultura, in modo che sia conservata e attualizzata come origine permanente d'interrogazione e di trasformazione dei linguaggi che da essa apprendiamo.

Corollari

1. Il restauro deve prolungare la vita dell'opera nella sua consistenza fisica, con tutti i mezzi tecnici di cui disponiamo, in modo che l'opera stessa risulti il più possibile solida, protetta e sana, purché tale azione non sia in contraddizione con il secondo criterio.

2. Il restauro deve assicurare la permanenza dei segni che connotano la fabbrica nella sua configurazione generale e nelle sue parti anche minime, indipendentemente da ogni giudizio o preferenza di natura storica ed estetica, purché tale azione non contraddica il primo e il terzo criterio.

3. Il restauro deve assicurare l'utilizzazione della fabbrica in tutti casi in cui essa può assumere con proprietà forme e funzioni connesse all'abitare, a condizione che ciò non contraddica il primo e il secondo criterio.»

[Torsello B. P., definizione di "Restauro" in *Che cos'è il restauro?*]

Il restauro, inteso come attività critica sull'oggetto, è acquisizione propria dell'ottocento, ed è ancora oggi comunemente intesa come operazione di recupero o rifacimento di un oggetto che ha perso la sua unitarietà. Nel corso della seconda metà del novecento il termine e suoi significati sono stati oggetto di una profonda riflessione critica che, a partire dalla fondamentale definizione fornita da Cesare Brandi nel suo *Teoria del restauro* (1960), ha portato alla formazione di diverse scuole di pensiero, spesso in forte contrasto ideologico tra di loro, le quali hanno prodotto numerosi contributi in grado di delineare il concetto nelle sue varie sfaccettature.

Al di là della condivisione, comune a tutte le scuole strutturate in Italia, della necessità di una profonda conoscenza del manufatto anteriormente all'intervento, il tema centrale della discussione è sempre stato il ruolo dell'istanza estetica nei confronti di quella materica. Il lungo dibattito, spesso acceso ed altre volte sfumato, che non ha avuto purtroppo alcuna eco nella professione dell'architetto, in genere, e nella prassi degli interventi edilizi, non ha però mai prodotto una totale ridefinizione del concetto di restauro, lasciando trapelare significati e valenze diversamente intese, attraverso l'esemplificazione o la trattazione teorica.

Un'interessante esperienza di restituzione del contenuto concettuale da assegnare alla parola restauro è stato operato dai principali "militanti" della disciplina, alcuni anni addietro, su sollecitazione di B. P. Torsello ed ha portato al testo *Che cos'è il Restauro?*¹² nel quale sono raccolte queste rinnovate definizioni che hanno il merito di restituire, con buona completezza e capacità di sintesi, le diverse sfaccettature che si sono date al concetto di restauro nella seconda metà del novecento.

Ciò che appare utile segnalare, in questo brevissimo quadro terminologico, sono i principi fondamentali che emergono dalle diverse definizioni che, seppure diversificate, tendono a riconoscersi in una serie di capisaldi della pratica del restauro, ormai incontestabili (se non per l'unica voce fuori coro di Paolo Marconi):

1. il restauro è un progetto, ovvero un intervento di architettura in tutti i sensi, che prevede uno sviluppo metodologico caratterizzante ed una serie di principi guida da perseguire;
2. l'intervento di restauro prevede un'approfondita fase conoscitiva che contribuisce sia alla crescita collettiva che alla comprensione profonda della natura e delle problematiche del bene, attraverso metodologie, tecniche e strumenti propri della disciplina e in collaborazione interdisciplinare con altri saperi;
3. la materia dell'architettura, nella sua consistenza, nella sua forma e nelle tracce che conserva, costituisce un documento e per tale ragione va conservata, mantenendo inalterate le sue caratteristiche e senza procedere alla sua sostituzione;
4. l'intervento aggiunto deve essere chiaramente distinguibile, questo sia per quanto concerne la reintegrazione di lacune di materiali o di parti strutturali, sia per quanto riguarda il complesso tema dell'inserimento di nuove parti di costruzioni nell'ambito di un complesso storico;
5. l'intervento deve inoltre possedere i requisiti della reversibilità e della compatibilità;
6. i fattori di degrado intrinseci ed estrinseci vanno ridotti attraverso opportune metodologie preventive e manutentive;
7. l'intervento di restauro deve garantire la fruizione dell'opera e la sua vitalità grazie ad un uso compatibile;
8. alcune correnti vedono, nell'intervento di restauro, la possibilità di facilitare la lettura dell'opera anche attraverso una valutazione della sua percezione estetica, in un'ottica non unanimemente condivisa.

In tal senso il restauro è operazione profondamente diversa dal recupero o dalla ristrutturazione e pertanto si configura come un intervento colto e consapevole di riabilitazione di un bene in stato di degrado, operando con soluzioni non invasive, compatibili, distinguibili e preferibilmente reversibili, senza alterare la struttura architettonica del manufatto nelle sue componenti storiche, tipologiche, morfologiche, costruttive e materiali e, potremmo aggiungere ormai in questa sede, energetiche.

2.4. Conservazione

La conservazione è contestualmente finalità e principio fondamentale del restauro, nell'intendimento di mantenere in essere le condizioni di fruizione libera dell'opera d'arte, a beneficio delle generazioni future.

«La consistenza fisica dell'opera deve necessariamente avere la precedenza, perché rappresenta il luogo stesso della manifestazione dell'immagine, assicura la trasmissione dell'immagine al futuro (...) si pone immediatamente l'imperativo, categorico come l'imperativo morale, della conservazione.»

[Brandi C., Teoria del restauro, 1977, p.7]

«Conservazione: l'insieme degli atti di prevenzione e salvaguardia rivolti ad assicurare una durata tendenzialmente illimitata alla configurazione materiale dell'oggetto considerato.»

[Carta CNR 1987, art. 2]

«La Conservazione è l'insieme delle attitudini della collettività volte a far durare nel tempo il patrimonio ed i suoi monumenti. Essa si esplica in relazione ai significati che assume la singola opera, con i valori ad essa collegati.»

[Carta di Cracovia, 2000. Allegato lett. e]

«... di conservazione sono tutte quelle operazioni che garantiscono la effettiva persistenza fisica di una fabbrica, di una struttura materiale, di un manufatto o di un contesto costruito.»

[Dezzi Bardeschi M., Restauro punto e a capo, p.124]

«La conservazione (...) si fonda sul riconoscimento di un valore, sulla coscienza della sua irriproducibilità e insostituibilità, sulla fiducia nella possibilità di trasmetterlo al futuro, almeno nei suoi caratteri essenziali, di poterne trarre un insegnamento.»

[Bellini A., Tecniche della conservazione, p. 9]

La necessità di conservare un'opera, di mantenerla in essere nella sua consistenza materica prima e nella memoria della collettività poi, è quell'esigenza implicita del moderno concetto di restauro, che non intende più la conservazione nel senso di una perpetuazione dell'immagine del bene, della sua valenza ideologica (come nel restauro stilistico o storicista), quanto di un mantenimento in essere della materia stessa che costituisce l'opera d'arte, in quanto vettore della sua artisticità e delle sue valenze storico-culturali.

La forza concettuale di questo principio fondante del restauro ha portato anche ad una progressiva autoreferenzialità del concetto di conservazione, da obiettivo a tecnica, quasi come un'operazione autonoma dal restauro propriamente inteso, nella sua concezione e nei suoi sviluppi metodologici. La conservazione, intesa in tal modo come disciplina, si è posta sempre più in antitesi al più comune concetto di restauro, come a rafforzare l'idea di una via più restrittiva e garantista nell'intervento sull'opera (d'arte). Ovvero un'operazione in grado di migliorare le condizioni materico-strutturali del bene, senza comprometterne la libera interpretazione, senza mediazioni critiche che occultassero certe fasi a favore di altre o che guidassero il fruitore verso una lettura dell'opera preordinata, senza operare incerte scelte figurative tra fenomeni intrinseci ed estrinseci rilevabili sulla sua superficie. Le ultime definizioni date al concetto di restauro dai maggiori esponenti della disciplina nel testo collettivo *Che cos'è il restauro?* (già citato) porterebbero a pensare che i due poli del "restauro critico conservativo" e della "conservazione" stiano tentando una riavvicinamento riconoscendo la sussistenza di una matrice conservativa comune e di una pluralità di posizioni nell'atto reinterpreativo che si dà del bene nel momento

dell'intervento, che possono anche convivere nel rispetto della prima fondamentale istanza, quella conservativa appunto.

Da questo principio fondamentale del restauro e in virtù dell'esigenza di conservare la matericità dell'opera d'arte, prima ancora di sostanziarne l'immagine, derivano tutti gli altri principi applicativi del restauro, quali la compatibilità, la reversibilità e la distinguibilità, per citarne alcuni. Essi costituiscono le linee guida dell'esigenza conservativa implicita nell'intervento di restauro, così da permettere di valutare le singole operazioni e scelte tecniche, in funzione di una comune intenzione conservativa.

La conservazione, nell'ambito del presente contributo, verrà intesa, quindi, nella sua esclusiva veste di principio primario del restauro e non le si attribuirà un valore specifico di operazione sul bene. In tal senso se ne parlerà come finalità e valutazione dell'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica (in termini di compatibilità, reversibilità e distinguibilità), cercando di definire la "qualità conservativa" del singolo intervento in una forma parametrizzata di giudizio¹³.

Si vuole infine sottolineare come la conservazione, intesa secondo la definizione che qui si è tentato di delineare, rappresenti anche il carattere di sostenibilità proprio del restauro e dell'edificio pre-industriale, in quanto la sostenibilità sta anche nell'impiego di materiali tradizionali/naturali e nel prolungamento del ciclo di vita del bene, senza incidere sull'ambiente nella fase di dismissione.

2.5. Miglioramento dell'efficienza energetica¹⁴

Adozione di soluzioni (gestionali, funzionali) e/o tecniche (architettoniche, impiantistiche e gestionali) elaborate sulla base della conoscenza diretta della fabbrica e volte ad incrementare (quanto più è possibile) il valore dell'efficienza energetica di un edificio, nel rispetto dell'eventuale valore storico, culturale ed artistico del bene.

Il concetto di "miglioramento" negli interventi di restauro è acquisizione recente, dovuta soprattutto alla riflessione disciplinare del restauro e dell'ingegneria strutturale, a seguito del terremoto friulano (1976) e di quello umbro-marchigiano (1997). Questi recenti eventi sismici hanno offerto la possibilità, fortunatamente colta in modo esemplare, di approfondire le conoscenze, in materia sismica, degli edifici storici, consentendo notevoli passi avanti rispetto a quanto si proponeva fino a quel momento. Ci si era resi conto, a fronte di eventi così drammatici, che l'intervento di adeguamento sismico prescritto dalla normativa nazionale, attraverso la predisposizione di soluzioni in calcestruzzo armato, non appositamente studiate nella "fibra" dell'edificio antico e nel rispetto dello specifico comportamento dinamico di tali contesti, aveva portato ad una "aggressione interventista", tale da compromettere la stabilità stessa degli edifici nel corso dell'evento sismico stesso.

Da questa esperienza scaturirono ampi studi sul meccanismo di collasso dell'edificio storico, che portarono a rivedere completamente la normativa sismica su tali beni, fino a sostituire, appunto, il concetto e le tecniche di "adeguamento" con un approccio detto di "miglioramento". Il concetto va a definire un intervento guidato da un progetto basato sulla conoscenza approfondita e diretta della fabbrica, e che porti alla formulazione di un prodotto tecnico che, pur garantendo una situazione di sicurezza, sia rispettoso del contesto sul quale si colloca¹⁵.

Nel campo della normativa energetica va rilevato che già nella direttiva europea si parla di risparmio energetico in termini di "miglioramento"¹⁶, intendendo con tale concetto la messa in campo di misure atte ad incrementare il livello del rendimento energetico, nel rispetto dei requisiti minimi fissati dalla normativa. Va quindi considerato che, seppure il testo della direttiva comunitaria (come si vedrà più in dettaglio nel § 4.1) riconosca l'impossibilità di una riduzione totale del consumo energetico di un edificio esistente e, quindi, favorisca l'adozione di sistemi anche solo migliorativi, questi vanno comunque considerati quali forme di ulteriore miglioramento rispetto ai requisiti minimi di prestazione energetica, comunque promossi dalla legislazione nazionale. Poiché la normativa, a tutti i livelli, tende in generale ad escludere dall'applicazione dei requisiti minimi l'edilizia variamente tutelata, l'intervento non è ancora da intendersi così come ha insegnato l'esperienza sismica (cioè nel senso del raggiungimento della prestazione massima compatibile per quell'immobile specifico, nel rispetto delle sue caratteristiche storico-architettoniche), ma nel senso del massimo rendimento garantito dalla tecnica.

Sulla base di questa interpretazione, il concetto di "miglioramento" è insito nella termodinamica fin dalla sua elaborazione, inteso come un incremento delle prestazioni di una macchina. In tempi recenti, il concetto è stato ribadito, quale manifesto politico e missione del mondo nei confronti della sostenibilità ambientale, dal protocollo di Kyoto (1997) che, in molti punti del testo, si esprime in termini di «miglioramento dell'efficacia energetica in settori rilevanti dell'economia nazionale»¹⁷, per ribadire l'esigenza di raggiungere livelli quanto più virtuosi possibile, nell'accettazione che non si possa cancellare drasticamente il consumo di energia nei paesi in via di sviluppo, ma si possa almeno migliorare quello dei paesi sviluppati, attraverso un uso razionale delle risorse e la riduzione dei consumi, pur garantendo una parità di benefici.

Tra gli esempi disponibili, si segnala uno studio condotto da Livio de Santoli, con i suoi collaboratori, inerente una valutazione statistica sull'intero parco immobiliare romano, condotto con un'analisi su grandi numeri¹⁸. Tale contributo, ovviamente condotto secondo modelli statistici a grande scala e con alcune approssimazioni nella prefigurazione dei diversi scenari di intervento, mette comunque in evidenza la necessità di valutare l'intervento di riqualificazione energetica anche in termini di priorità dell'intervento, secondo un'analisi costi/benefici sul breve e lungo termine. Lo studio non parte dall'esigenza di differenziare il corpo edilizio pre-industriale da quello industrializzato, e non si pone il problema dell'esistenza di gradi di

compatibilità storico-culturale richiesti ai singoli interventi sull'immobile; appare tuttavia interessante quale punto di partenza per la comprensione del concetto di miglioramento, anche in linea con quanto realmente espresso dall'art. 9 della Direttiva 2002/91/CE¹⁹. Lo studio presenta una serie di scenari di intervento (involucro opaco, involucro trasparente, impianti, ecc.) con la riduzione media che ognuno di questi garantisce, per poi valutare il risparmio economico negli anni, così da potere comprendere quale sia l'investimento più vantaggioso. Si dimostra, diversamente da quanto promosso dalla normativa e sospinto dal mercato, che l'intervento di riqualificazione dell'involucro (pareti, orizzontamenti e finestre), richiede un investimento economico così elevato da consentire un rientro delle spese solo dopo 18 anni. Si consideri, inoltre, che considerando i singoli interventi separatamente, il rapporto costi/benefici può essere ancora più svantaggioso, come nel caso degli infissi per i quali si è calcolato un tempo di rientro di almeno 30 anni. Questo per dire che la reale efficacia della riqualificazione dell'esistente, soprattutto dell'edilizia pre-industriale che richiederebbe tecniche e materiali più costosi e compatibili, non sempre soddisfa la richiesta iniziale, e pertanto un oculato miglioramento, che sfrutti in prima istanza le risorse proprie dell'edificio, basandosi sul minimo intervento, potrebbe giovare più dell'adeguamento ai requisiti minimi della normativa nazionale²⁰.

Nell'ambito di questo lavoro, si cercherà di introdurre un concetto di "miglioramento dell'efficienza energetica" che, nel rispetto alla normativa energetica attuale, individui un approccio più olistico all'integrazione dell'edificio con interventi di riqualificazione energetica, anche con operazioni diverse da quelle proposte comunemente dalle imprese e dai professionisti. L'intento, infatti, è quello di prevedere per l'edilizia pre-industriale un approccio migliorativo in grado di individuare le reali potenzialità dell'intervento, valutandone una maggiore complessità di aspetti: dal raggiungimento di un livello di efficienza energetica compatibile, alla comprensione della reale efficacia delle misure adottabili in relazione alle caratteristiche proprie dell'edificio e del suo contesto aggregativo, fino alla valutazione dei costi dovuti ai diversi interventi ed ai benefici connessi in termini di risparmio economico, senza fissare il raggiungimento di un dato requisito minimo, fissato a priori.

note al capitolo 2

¹ Una simile identificazione era già stata avanzata da Pietromaria Davoli, alcuni decenni orsono, in un interessante testo sul rapporto tra edilizia storica ed energia: DAVOLI P, *Architettura senza impianti, aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale*, Alinea editrice, Firenze 1993, p. 9.

² L'Ente Nazionale di Unificazione definisce *processo edilizio* una «sequenza organizzata di fasi operative che portano dal rilevamento delle esigenze al loro soddisfacimento in termini di produzione edilizia» (UNI 7867, parte 4,.a).

³ Sinopoli N., *La tecnologia Invisibile. Il processo di produzione dell'architettura e le sue regie*, Franco Angeli, 2002, pp. 26-27.

⁴ *Ibidem*.

⁵ Caniggia G., Maffei G., *Lettura dell'edilizia di base* (nuova edizione), Alinea editrice, Firenze, 2008, p. 59.

⁶ *Ibidem*, p. 24.

⁷ Cfr. *Ibidem*, p. 25.

⁸ L'edilizia spontanea o di base è quella prodotta direttamente dall'utente per se stesso, senza rilevanti mediazioni di altri e senza preconfigurare strumenti di rappresentazione a monte dell'oggetto: si produce secondo modelli e logiche costruttive insiti nella collettività stessa, nel saper fare proprio di un dato ambito culturale; *Ibidem*, pp. 45-46.

⁹ *Ibidem*, p. 47.

¹⁰ Isorientamento: condizione di ottimale orientamento dell'abitazione rispetto all'insolazione solare. Si considerano isorientate le cellule elementari dell'abitazione che abbiano il fronte più ampio rivolto a Sud, Sud-Est Sud-Ovest. L'esigenza di orientare correttamente la cellula abitativa, condiziona, all'interno della corte fondiaria di insediamento, la posizione della stessa in una posizione parallela al percorso matrice o trasversale.

¹¹ *Ibidem*, p. 101.

¹² Aa.Vv., *Che cos'è il restauro? Nove studiosi a confronto*, da una idea di B.P. Torsello, Marsilio Editori, Venezia, 2005.

¹³ In tal senso si esprime con chiarezza il Codice dei Beni Culturali quando afferma che «la conservazione del patrimonio culturale è assicurata mediante una coerente, coordinata e programmata attività di studio, prevenzione, manutenzione e restauro» (Decreto Legislativo n. 42/2004, art. 29 "Conservazione", comma 1).

¹⁴ Quella che qui si propone è una definizione integrativa rispetto a quella comunemente intesa dalle direttive europee e dalla normativa italiana, nella quale si introduce il concetto di miglioramento proprio del settore del restauro.

¹⁵ Cfr. Calvi M., Cecchi R., "Prefazione", in *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale con riferimento alle norme tecniche per le costruzioni*. Gangemi editore. Roma, 2006. pp. 5-6.

¹⁶ Direttiva 2002/91/EU del Parlamento Europeo e del Consiglio del 16 dicembre 2002 sul rendimento energetico nell'edilizia, art. 9.

¹⁷ Protocollo di Kyoto (1997), art. 2, comma a), lettera 1).

¹⁸ Cfr. De Santoli L., Mancini M., Cecconi M. "Riqualificazione dell'edilizia residenziale di una città. Il caso di Roma". In *AICARR journal*, anno 1, aprile, 2010, pp. 18-22.). Il tema sarà ripreso più specificatamente nel successivo § 3.3.3.

¹⁹ Si veda più avanti il § 4.1.

²⁰ In occasione del più recente SaieEnergia 2010, è stato pubblicato il *Rapporto sulle costruzioni 2010* del CRESME, di cui si parlerà nel successivo § 3.3.3, che presenta una analoga analisi, spalmata sull'intero territorio nazionale.



PARTE II.

**L'INTERVENTO DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA
DELL'EDILIZIA ESISTENTE,
NELLA NORMATIVA E NELLA PRATICA ODIERNE**

In seguito all'entrata in vigore delle più recenti normative europee (tra le ultime la Direttiva 2002/91/EC, aggiornata dalla Direttiva 2010/31/EU), nazionali e regionali in materia di rendimento energetico degli edifici, sono state messe in atto una serie di attività di ricerca, in ambito accademico ed industriale, per individuare i sistemi e le tecnologie più opportune per l'adeguamento dell'edilizia nuova ed esistente ai nuovi standard fissati dal D.Lgs. 192/2005, come modificato dal D.Lgs. 311/2006 e dal regolamento attuativo D.P.R. 59/2009 insieme al D.M. del 26 giugno 2009 (Linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici). In seguito a tali studi, in particolare modo nell'ambito del progetto architettonico, sono state avviate una serie di attività di informazione e aggiornamento che hanno portato alla ridefinizione dei sistemi tecnologici ed impiantistici, per condurre sempre più la nuova edilizia entro le categorie prestazionali virtuose fissate dalla normativa.

Il rinnovato interesse – dopo la florida stagione degli anni '70 e '80 del secolo scorso – verso la tematica del risparmio energetico, alla ricerca di un'architettura sostenibile in senso ambientale, ha positivamente condizionato lo sviluppo del settore delle nuove costruzioni, favorendo una concreta innovazione nelle soluzioni progettuali e nei linguaggi architettonici: un interesse fortemente incentivato dalle normative nazionali succitate, che hanno progressivamente recepito le indicazioni europee sul contenimento dei consumi energetici, in ordine al rispetto degli impegni del protocollo di Kyoto.

Negli ultimi anni è stato dato forte sostegno – attraverso consistenti agevolazioni fiscali statali – al settore della riqualificazione del patrimonio edilizio esistente aggiungendo, alle normali cure manutentive, un'attenzione particolare verso il rispetto dei requisiti prestazionali energetici introdotti dal Decreto Legislativo n. 192/2005 e successive modifiche ed integrazioni. Questi interventi, avviati da tempo nelle altre regioni europee e solo da pochi anni nuovamente protagonisti del dibattito italiano, costituiscono un'occasione per il risanamento di un patrimonio estremamente diffuso e degradato, quale quello delle vaste e mal costruite periferie delle principali città italiane. In tali contesti, inoltre, la previsione di interventi anche di ristrutturazione complessiva dell'edificio, ai fini di un miglioramento sostanziale della prestazione energetica, può costituire l'occasione per una rilettura complessiva dell'organismo e favorire un decisivo miglioramento della qualità dell'abitare. Le potenzialità di intervento offerte dalle soluzioni tecnologiche e impiantistiche, messe in campo dal settore della ricerca applicata in questi ultimi anni, possono essere considerate sostanzialmente equivalenti in termini di rendimento e materiali impiegati, nel settore della nuova costruzione e nella riqualificazione dell'esistente di tipo industriale, mentre un discorso molto diverso andrebbe fatto per l'edilizia che abbiamo appunto definito pre-industriale.

In questa sezione della ricerca si punta, quindi, ad analizzare il tema della riqualificazione energetica dell'esistente, cercando di porre particolare attenzione alle ricadute sull'edilizia pre-industriale di base.

In un primo capitolo viene sviluppato un rapido excursus degli sviluppi politici della sensibilità verso il tema energetico in edilizia, delineando i contenuti essenziali delle principali leggi italiane in materia, oggi non più vigenti. La conclusione di questa parte è incentrata su di una riflessione intorno alle diverse famiglie di interventi che vengono proposte sull'esistente, per migliorarne le prestazioni energetiche.

Segue, poi, una dettagliata analisi del quadro normativo vigente, a partire dalle Direttive europee, fino alla normativa italiana, sempre dal punto di vista dell'intervento sull'esistente, con una nota finale sulla legislazione vigente nella Regione Emilia Romagna.

CAPITOLO 3

PANORAMA DELLO STATO DELL'ARTE, CON PARTICOLARE RIFERIMENTO AL COSTRUITO

3.1. Politiche per l'efficienza energetica dell'edilizia esistente

Si rimane sempre negativamente colpiti dalla reiterazione di eventi storici che non tengono conto di quanto già prodotto nel recente passato. A quasi trent'anni dalla guerra del Kippur del 1973, e quindi dalla prima crisi petrolifera mondiale, si può dire con buona approssimazione che si stanno ripercorrendo gli stessi identici passi nell'approccio metodologico ed operativo all'emergenza energetica planetaria, senza tenere sufficientemente conto delle esperienze acquisite o vissute solo pochi decenni fa.

Il blocco delle esportazioni petrolifere determinò, allora, un momento di grave crollo del sistema economico occidentale e soprattutto pose la società di fronte alla necessità di ripensare complessivamente i propri standard di consumo. In particolare, il dibattito politico ed intellettuale si incentrò sulla necessità di trovare alternative al consumo di greggio ed a rendere più efficiente l'uso di energia nel settore industriale e residenziale. Il settore industriale, così come quello dei trasporti, ha adottato nel tempo, e continua ancora oggi in tal senso, strategie e metodologie sempre innovative per ridurre i consumi energetici pur mantenendo analoghi livelli produttivi, se non anche incrementandoli. Una strategia che risulta endogena al processo industriale stesso, perché garantisce una riduzione della spesa in fase di produzione a fronte del mantenimento degli standard di output.



Sbarco di carri armati nel corso della Guerra del Kippur (1973)



Il settore residenziale, diversamente, stante anche la pluralità degli attori che interagiscono nel processo edilizio, non è stato in grado di innovarsi sotto questo punto di vista, e seppure si siano adottati sistemi di certificazione dei processi (produttivi, costruttivi, ecc.), soprattutto a livello di realizzazione del prodotto elementare, non si può certo affermare che sia stata raggiunta una piena consapevolezza dei consumi energetici indotti. Dai vari rapporti sui consumi energetici mondiali, risulta, infatti, un dato inequivocabile che il settore edilizio residenziale e terziario è responsabile di un consumo energetico pari al 40% del totale. Un dato questo che rende urgente l'esigenza di un profondo ripensamento del processo edilizio in chiave di risparmio delle risorse e di loro ottimizzazione; una revisione che deve coinvolgere tutti gli attori a partire dal committente, dal progettista e, non ultimi, dai direttori delle imprese di costruzione.

Lo svuotamento delle strade dalla auto per effetto delle politiche di Austerità avviate dal Governo italiano tra il 1973 e il 1974, per contrastare i bisogni di petrolio dovuti alla crisi petrolifera.

All'immediato spaesamento comunitario prodotto dalla guerra del Kippur, in un momento, come sostiene Falasca, ove «è ancora vivo il mito dello sviluppo illimitato»¹, seguirono due fasi ben distinte nell'approccio e negli obiettivi di ricerca:

- una prima, da far risalire agli anni '70, subito dopo l'attivazione della crisi, connotata da un «febbrile entusiasmo», in cui l'interesse si rivolge totalmente alle energie alternative senza porsi il problema del concetto di consumo e senza minimamente pensare di ridurre prima di tutto la richiesta di energia;

- una seconda fase, caratterizzante gli anni '80, più moderata e meno propagandata, che, invece di cavalcare l'onda delle mode, cerca di comprendere con maggiore attenzione e riflessione la radice del problema energetico, ovvero la riduzione dei consumi attraverso un efficiente sfruttamento delle risorse locali.

3.1.1. La prima stagione, gli anni '70.

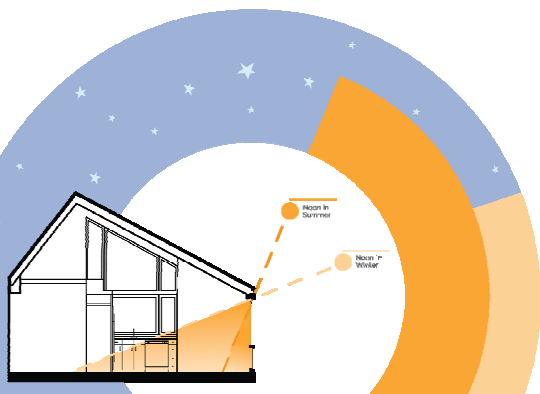
La prima fase è caratterizzata dall'imperante convincimento che solo il progresso tecnologico potesse sopperire alla riduzione dei consumi di petrolio. Non ci si pose il problema che l'aumento dei consumi fosse condizionato dallo straripare dell'impiantistica nelle case e soprattutto nel terziario. L'innovazione delle macchine da riscaldamento e raffrescamento incideva fortemente in anni di sfrenato

consumismo e tendeva a trasformare sensibilmente il concetto stesso di casa². Se già a partire dal Movimento Moderno si pronosticava la nascita di un'architettura in grado di unificare il mondo entro un stile internazionale, e si riteneva che ci si potesse liberare dai condizionamenti climatici grazie all'impiego delle macchine in modo estensivo, gli anni '60 costituiscono senza dubbio l'estremizzazione di quelle teorie, o meglio la loro irrazionale e, se vogliamo, banale attuazione. L'edilizia degli anni della ricostruzione, e poi fino alla metà degli anni '70, costituisce senza dubbio, a parte rari casi, il parco immobiliare di più bassa qualità costruttiva in Italia, ove l'industrializzazione massiccia del processo costruttivo e l'indifferenza ai parametri climatici ha portato alla definizione di volumi assolutamente insoddisfacenti dal punto di vista dell'efficienza energetica. In questi contenitori, incapaci di auto rapportarsi alle condizioni ambientali, gli impianti, senza dubbio a scarso rendimento energetico se confrontati agli sviluppi odierni, sono diventati i protagonisti indiscussi della gestione economica della casa stessa.

La soluzione che le imprese ed un settore del mondo della ricerca hanno subito individuato, a seguito della crisi energetica del 1973, è stata quella di consentire a questi impianti di funzionare individuando nuove forme di accumulo energetico. Ci si è quindi orientati, con grande entusiasmo e rientro economico, verso gli studi di *solar houses*, sviluppati nei decenni precedenti da illustri università americane. Si immettono nel mercato i primi pannelli solari ed ogni altro "ordigno" impiantistico in grado di accumulare energia da fonti alternative. Il consumismo dilagante dal quale si esce in quegli anni non permette di individuare il problema nel consumo energetico, ma solo nel sopperire alla mancanza di materia prima, nessuno studio affronta il tema intermini di risparmio energetico.

Come osserva Falasca la casa diventa «un laboratorio per la sperimentazione di strumentazioni di natura prevalentemente fisico-tecnica, rinunciando via via alle proprie matrici funzionali e culturali. Si ignorano le più elementari regole di comportamento dell'utenza. L'obiettivo finale è la messa a punto di prototipi energeticamente ottimali ed universalmente validi»³. Gli architetti rinunciano al proprio ruolo compositivo, di costruttori degli spazi di relazione dell'essere umano e di interpreti delle esigenze dell'utenza, in relazione allo spazio ambientale entro cui si

Esempi di solar houses ove l'espressione compositiva è strettamente connessa alle esigenze di relazione con l'ambiente (il sole in particolare) e all'implementazione delle diverse tipologie di impianti.



collocano; il progetto si limita alla traduzione su carta, e poi nella realtà, degli standard minimi abitativi con forme e soluzioni tecnologiche ripetitive e scarsamente efficaci dal punto di vista energetico, confidando infine che l'impianto sopperisca alle mancanze progettuali.

3.1.2. La Legge 373/1976.

La stessa legislazione italiana di quegli anni, la prima ad interessarsi del fattore energetico nell'edilizia, ovvero la Legge n.373/1976 *Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici*⁴, è prevalentemente figlia della sola cultura fisico-tecnica italiana, che per ragioni intrinseche non può confrontarsi con gli aspetti connessi alla composizione architettonica, in termini ambientali, ma si concentra sul rendimento energetico degli impianti e sul contenimento energetico dei componenti edilizi⁵. Tra l'altro, va considerato che la legge è rivolta in via quasi esclusiva al settore della nuova costruzione non differenziando in alcun modo alla sussistenza di diversi limiti di adeguamento tra il nuovo e l'esistente⁶.

La cultura legislativa italiana, anche nelle sue traduzioni successive fino alla legislazione attuale, non coglie le potenzialità insite nei ridotti studi di progettazione bioclimatica per tradurli in strumenti operativi per la composizione dell'architettura, da implementare senza dubbio con gli aspetti fisico-tecnici del costruire. E ancora meno, questa possibile simbiosi tra cultura architettonica e fisico-tecnica si è tentata per il tema, ancora più complesso, del recupero del costruito. Frutto di questa assenza di dialogo, soprattutto da parte della cultura architettonica che si è totalmente estraniata da questi aspetti, delegati ad altre figure professionali, è questa prima legge italiana sul tema del risparmio energetico, ove il tema dominante è soprattutto il contenimento energetico, nel senso dell'isolamento termico dell'involucro.

La L. 373/1976 si concentra, evidentemente, sui consumi energetici per usi termici e quindi sulle prestazioni degli impianti (per il riscaldamento e la produzione di acqua calda) perché strettamente connessi all'impiego di combustibili solidi o liquidi, oggetto della crisi energetica degli anni precedenti. Ma viene introdotta anche, per la prima volta in Italia, l'esigenza di regolamentare le condizioni di isolamento termico delle unità tecnologiche a diretto contatto con l'esterno, laddove avviene appunto lo scambio termico ed una eventuale perdita di energia termica⁷. Siamo ancora lontani dal concetto di rendimento energetico globale che caratterizza la normativa vigente, ma viene stabilita l'esigenza di un adeguato isolamento delle nuove costruzioni e di una eventuale ristrutturazione di quelle esistenti laddove sussistano le condizioni tecniche per l'applicazione.

Al capo II viene trattata tutta la materia impiantistica, per i soli impianti termici, dato che il provvedimento è stato emanato a seguito dei problemi strettamente connessi alla crisi petrolifera del 1973: progettazione, installazione, esercizio e manutenzione.

Se è vero che la fissazione del limite a 20° C della temperatura massima dell'aria interna⁸ ha costituito un'utile innovazione nei costumi italiani, esso appare allo stesso tempo un aspetto che oggi può ritenersi tra i più problematici di quella normativa; tale temperatura deve essere, infatti, raggiunta mediante un opportuno dimensionamento degli impianti⁹, ma l'assenza di una buona qualità nei materiali dell'involucro e di un corretto dimensionamento dell'isolamento determinano ugualmente picchi di consumo molto elevati, per potere mantenere i 20° C stabiliti dalla norma.

Il contenimento dei consumi energetici, da parte del manufatto, è, d'altro canto, risolto attraverso il solo isolamento dell'involucro, peraltro insufficiente rispetto ai parametri odierni, senza porre attenzione agli aspetti dinamici del clima, soprattutto in un ambiente temperato come è quello medio italiano, ben diverso da quello freddo del nord Europa, dal quale si sono voluti a tutti i costi derivare approcci metodologici ed operativi.

Il corrispondente decreto attuativo, il DPR 1052/1977¹⁰, all'art. 18 fornisce una serie di indicazioni operative per l'intervento di ristrutturazione di edifici, laddove venga inserito o ricostituito un nuovo impianto; indicazione che possono essere liberamente imposte dal Sindaco, su valutazione della compatibilità tecnica data dalla commissione edilizia. Tali provvedimenti migliorativi sono:

- isolamento termico delle coperture e dei solai su spazi aperti (come i porticati);
- isolamento termico delle pareti (superfici opache e superfici trasparenti);
- isolamento termico dell'impianto di riscaldamento; miglioramento della tenuta dei serramenti.

La mancata rispondenza del provvedimento alle esigenze di riduzione dei consumi, così come sono oggi ricercate, è percepibile analizzando i dati di consumo che, per gli edifici costruiti nel rispetto della L.373/76, dichiarano una media di 170 kWh/m²anno. Un consumo comunque molto elevato se confrontato con quello normalmente riconosciuto per gli edifici precedenti al 1976, intorno ai 250 kWh/m²anno, soprattutto se si considera che gli immobili costruiti tra il 1976 e il 1990 costituiscono circa il 20% del parco edilizio italiano, costruito in soli 16 anni, pari a tutto il parco edilizio precedente al 1919, costruito in centinaia di anni.

3.1.3. La seconda stagione, gli anni '80.

La seconda fase, che ha attraversato tutti gli anni '80 con applicazioni anche negli anni '90, caratterizzate tuttavia da una sempre minore incisività nella società, si qualifica più come un momento di riflessione teorico-metodologica sul tema. A partire dalla straripante "moda ipertecnologica", si inizia a porre il problema del contesto ambientale e delle relazioni che questo ha con l'edificio e viceversa.

In questa fase, si assiste al recupero degli studi bioclimatici dei fratelli Aladar e Victor Olgyay¹¹, completamente dimenticati da un mondo compositivo che ruffuggiva ogni lettura dell'architettura del passato puntando verso un linguaggio moderno privo di derivazioni "tradizionali", con particolare riferimento al fondamentale contributo di

Victor Olgay in *Progettare con il clima, un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*¹². Gli studi dei due fratelli partono proprio dalla necessità di trovare una base scientifica alla progettazione, che permetta di individuare una connessione tra gli elementi dell'architettura (esposizione, ombreggiamento, captazione, materiali, ecc.) e le condizioni climatiche dell'ambiente. Tale approccio permette di superare la presunta capacità di imporre modelli "architettura-impianto", indifferenti alle condizioni dell'intorno poiché autosufficienti, andando a ricercare un approccio regionale alla composizione architettonica, che consenta di sfruttare appieno le condizioni climatiche ai fini della determinazione del miglior livello di comfort, ponendo l'impianto in una posizione secondaria¹³.

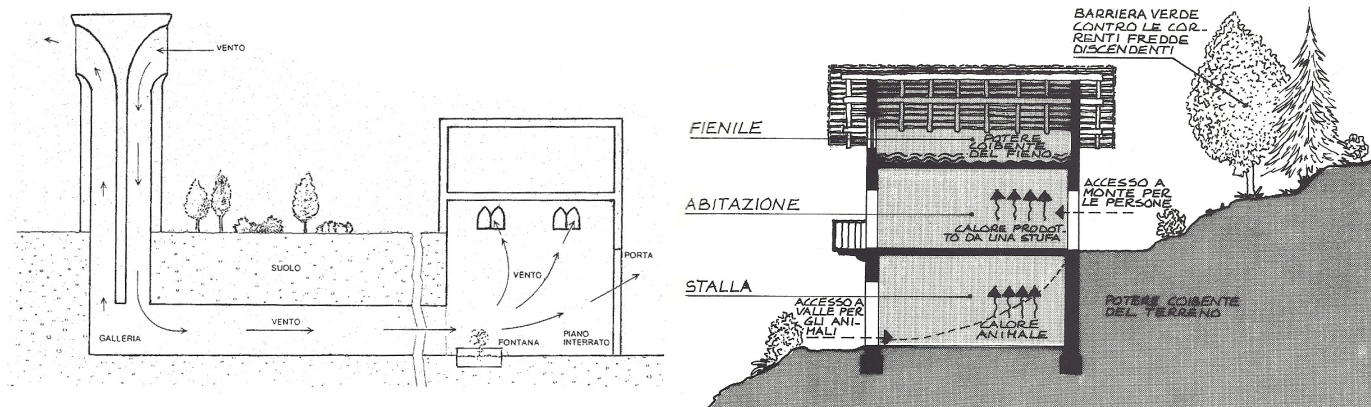
La rilettura di questi studi, ha dato il via ad una serie di ricerche che, partendo dall'analisi dei sistemi architettonici tradizionali, cercarono di individuare i principi basilari di queste costruzioni spontanee in relazione ai dati scientifici oggi disponibili per le differenti condizioni climatiche. Molti si concentrarono sui climi caldo secchi, tipici del nord Africa, anche per l'interesse suscitato da un'architettura che, nella sua conservatività, permetteva di ritrovare agilmente accorgimenti tecnologici in grado di climatizzare l'ambiente in modo naturale, o passivo come si preferisce dire oggi. Gli approfonditi studi sul così detto clima "mediterraneo", che in realtà si concentrano prevalentemente su quello caldo-secco, portano alla ribalta il ruolo non solo del contenimento energetico (come era tipico degli studi nord-europei) ma soprattutto quello dei sistemi di ombreggiamento e raffreddamento, mediante la naturale o forzata circolazione dell'aria.

La stagione dell'*architettura bioclimatica* ha visto affermarsi il concetto di progettazione integrale dell'edificio, in cui entra in gioco una molteplicità di fattori, completamente ignorati dall'architettura precedente, connessi ad un uso dinamico delle caratteristiche ambientali, diversificati in funzione dell'area geografica e del ciclo giorno-notte¹⁴.

Un testo interessante nell'ambito della cultura italiana, soprattutto per le forti relazioni con la ricerca che qui si presenta, è il volume di Carmine Falasca, *Dal clima alla tipologia edilizia, note metodologiche per la progettazione*. Il testo tenta una prima fusione tra i fondamentali contributi della scuola muratoriana¹⁵ e la cultura bioclimatica in corso di evoluzione. Lo studio, tenta di ricostruire, senza l'ausilio di

Gli studi sull'architettura tradizionale finalizzati alla comprensione del comportamento energetico in funzione della zona climatica e delle tecniche costruttive, come nelle torri del vento iraniane, o nella casa montana italiana.

(AA.VV. *La progettazione dell'architettura bioclimatica*, Franco Muzzio, Padova, 1980, p. 46; Davoli P., *Architettura senza impianti*, Alinea, Firenze, 1993, p. 49)



strumenti analitici, una cultura dell'approccio totale alla composizione architettonica, attraverso l'analisi della tradizione costruttiva spontanea di ogni regione climatica. Andando ad individuare le caratteristiche essenziali di ogni zona ambientale, in relazione alle condizioni dell'abitare, si definisce il quadro delle esigenze dell'utenza e quindi si analizzano le caratteristiche peculiari che l'architettura deve presentare per sfruttare le condizioni climatiche all'intorno ed offrire un ambiente ottimale.

Purtroppo questa ampia messe di studi, al di là di interventi sporadici, non ha prodotto un radicale cambiamento dell'atteggiamento dei professionisti e della committenza nei confronti del prodotto edilizio. Gli anni '90, soprattutto nella seconda metà, e quest'ultimo decennio, sono caratterizzati da un'edilizia di bassa qualità compositiva, in cui l'impianto costituisce ancora la risposta al fattore climatico locale, mentre l'edificio, nella sua composizione architettonica, risponde unicamente alle esigenze dettate dalla normativa tecnica, tra cui anche quella di ambito energetico, relativamente all'isolamento termico e al riscaldamento invernale.

3.1.4. La Legge 10/1991.

A distanza di una ventina d'anni dalla definizione della prima normativa italiana sul contenimento del consumo energetico per usi termici (L. 373/1976), in anni che hanno visto anche la nascita ed il rafforzamento dei movimenti ecologisti, anche in seno alla politica di diversi stati europei con il partito dei Verdi, l'Italia torna ad affrontare il tema del dispendio energetico con un nuovo fondamentale contributo. La Legge 10/1991, recante le "Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia"¹⁶, persegue l'obiettivo di attuare una pianificazione nazionale in termini energetici, attraverso una serie di azioni fondamentali, concretizzate secondo alcune misure specifiche¹⁷:

- a) favorire l'uso razionale dell'energia, come previsto al Titolo I "Norme in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia";
- b) promuovere la riduzione dei consumi energetici negli edifici, attraverso sistemi di certificazione, come previsto al Titolo II "Norme per il contenimento del consumo di energia negli edifici".

Il primo aspetto costituisce, forse, il punto di maggiore rilevanza ed innovazione della legge, perché è finalizzato alla predisposizione dei piani energetici nazionali e di livello territoriale, concordati tra CNR, ENEA, Regioni e Province autonome, che avrebbero dovuto prevedere un'ampia serie di misure volte a razionalizzare l'uso dell'energia, sia nella fase di produzione ed emissione che in quella di consumo.

Il Titolo I definisce, quindi, gli obiettivi e le azioni organiche che interessano una molteplicità di settori, dall'industria alla residenza, nei quali il consumo di energia risulta particolarmente incisivo nel quadro nazionale. Nello specifico, questa rinnovata politica del settore individua le seguenti azioni principali¹⁸:

- promozione del risparmio energetico;
- uso appropriato delle fonti di energia, anche convenzionali¹⁹;
- miglioramento dei processi tecnologici che utilizzano o trasformano energia;
- sviluppo delle fonti rinnovabili²⁰;
- sostituzione delle materie prime energetiche di importazione.

Il passo fondamentale apportato da questa normativa, almeno in ambito nazionale, non è tanto nei contenuti specifici, che sono piuttosto generici e rimandano ai successivi regolamenti attuativi, quanto nella valenza programmatica e previsionale del legislatore che mette a sistema, in una visione pienamente organica, diversi aspetti connessi all'uso razionale dell'energia. Aspetti che devono essere affrontati attraverso specifici atti legislativi e regolamentativi, come si stabilisce nei diversi commi dell'art. 3.

Tra le misure fissate nell'ambito del titolo II per incentivare la realizzazione di iniziative volte a ridurre il consumo di energia in alcuni settori, si ricorda l'introduzione del contributo in conto capitale per l'utilizzo di fonti rinnovabili nell'edilizia, perché strettamente connesso all'argomento di questa ricerca. L'art. 8 stabilisce, infatti, che tali contributi, nella misura minima del 20% e massima del 40%, devono incentivare il miglioramento dell'efficienza energetica e l'utilizzo di fonti di energia rinnovabile, appunto. In particolare sono soggetti a contributi quegli interventi già promossi dalla L. 373/1976, ovvero:

- la coibentazione degli edifici esistenti, purché il risparmio raggiunto non sia inferiore al 20%, secondo i requisiti fissati dalla tabella A dell'allegato;
- l'installazione di nuovi generatori di calore ad alto rendimento, in grado di garantire un rendimento non inferiore al 90%;
- l'installazione di pompe di calore per il riscaldamento ambientale e dell'acqua sanitaria, o l'utilizzo di fonti rinnovabili che consentano la copertura almeno del 30% del fabbisogno;
- la trasformazione degli impianti centralizzati di riscaldamento in impianti unifamiliari a gas. Questo è uno dei pochi punti contraddittori, se letto oggi, seppure figlio di un diverso approccio al tema energetico, in cui si aveva la convinzione che la gestione autonoma fosse più virtuosa. Oggi la nuova normativa favorisce, al contrario, il ritorno all'impianto centralizzato per ridurre notevolmente i costi di gestione, grazie anche all'introduzione delle valvole termostatiche sulle singole unità di riscaldamento degli ambienti interni.

La seconda parte della Legge, pur ripercorrendo molti degli aspetti già trattati dalla L. 373/1976, anticipa la predisposizione di un nuovo strumento di valutazione della rispondenza dell'edificio alle norme di risparmio dei consumi: la certificazione energetica. Tale strumento non viene ancora definito dal legislatore, e non lo sarà mai fino alle più recenti normative (dal d.Lgs. 192/2005 in poi), ma si intuisce che esso debba costituire un documento suppletivo alla relazione di collaudo degli

impianti e dell'isolamento termico dell'involucro, in grado di classificare l'edificio in base alla sua prestazione energetica.

La tabella conclusiva, recante le "Regole tecniche per gli interventi di cui all'art. 8 nel caso di edifici esistenti, stabilisce, infine, i requisiti da raggiungere per:

- a) la coibentazione delle strutture dove l'intervento deve comportare un aumento della "resistenza termica" (R) della struttura (la parete, il solaio,

ecc.) almeno pari al valore $R = \frac{a \times \Delta t}{mq}$, dove Δt è il salto termico di progetto²¹ ed a il coefficiente stabilito per i diversi sistemi tecnologici:

- sottotetti, $a = 0,1$
 - terrazzi e porticati, $a = 0,4$
 - pareti d'ambito isolate all'esterno, $a = 0,4$
 - pareti d'ambito isolate nell'intercapedine, senza limitazione
 - pareti d'ambito isolate all'interno, $a = 0,4$;
- b) limiti di tenuta all'aria per i doppi vetri, ammessi a contributo solo nelle zone climatiche D, E ed F, pari ad una permeabilità dell'aria inferiore a 6 m³/ora per metro lineare di giunto e di 20 m³/ora per metri quadrati di superficie apribile;
- c) isolamento delle tubature di adduzione dell'acqua calda.

Il primo regolamento attuativo della L. 10/1991 è il Decreto del Presidente della Repubblica n. 412/1993, poi aggiornato dal Decreto del Presidente della Repubblica n. 551/1999, che si concentra sul rendimento degli impianti e sulla loro progettazione e manutenzione.

Invece, per quanto riguarda la fissazione di regole e limiti costruttivi per le costruzioni, si dovrà aspettare l'emanazione del Decreto Ministeriale n. 178/2005, in vigore dal 16 agosto 2005 fino all'emanazione del Decreto del Presidente della Repubblica n. 59/2009, comunque in una situazione di forte scollamento tra il nuovo decreto legislativo emanato di lì a pochi giorni, nel rispetto della Direttiva 2002/91/UE. Il decreto ministeriale del 2005 fissa, comunque, una serie di requisiti ed indicazioni operative per la realizzazione di nuove costruzioni, mentre rimane molto sintetico in riferimento agli edifici esistenti. Al punto 8 del DM n. 178/2005 si stabilisce unicamente che possono essere oggetto di agevolazioni fiscali anche interventi di «miglioramento del comportamento energetico» di modesta entità, che interessino, quindi, solo parti limitate dell'edificio, seppure siano da privilegiare gli «interventi di adeguamento importanti». Per chiarire il significato di questi ultimi, che devono rispettare quindi un criterio di adeguamento, si fornisce un elenco:

- completa ristrutturazione della copertura dell'edificio;
- completo rifacimento di solai;
- completa ristrutturazione delle pareti esterne dell'edificio;
- aumento delle superfici trasparenti;

- completa sostituzione delle parti esterne trasparenti (finestre, porte, ecc.);
- completa sostituzione della parte impiantistica riguardante la generazione di calore;
- completo rifacimento dell'impianto di distribuzione (rete di distribuzione e corpi scaldanti);
- ampliamenti e sopraelevazioni dell'unità immobiliare;
- installazione di sistemi di ventilazione;
- ottimizzazione dell'illuminamento interno dell'edificio;
- installazione di pannelli solari o pompe di calore²².

Per quanto riguarda le metodologie di calcolo del comportamento energetico, il testo rimanda a norme tecniche UNI in via di approvazione, specificando, inoltre, che è possibile utilizzare altri metodi, «purché tratti dalla specifica letteratura riconosciuta a livello nazionale o internazionale, oppure da normative consensuali nazionali o internazionali, motivandone il loro uso nella relazione di progetto»²³.

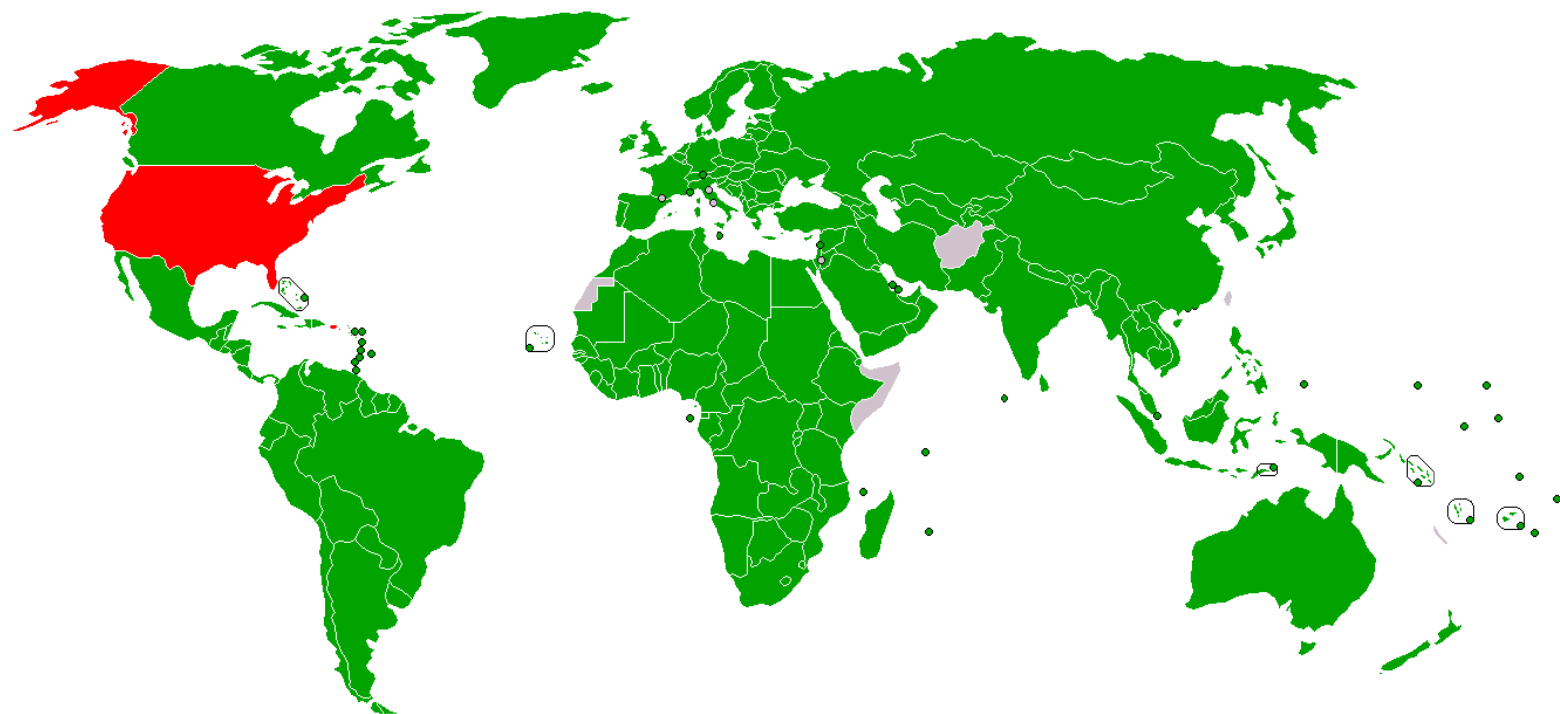
3.1.5. Il percorso politico verso la normativa vigente, gli anni '90.

L'analisi dettagliata dei contenuti e delle potenzialità o mancanze della legislazione vigente verrà proposto nel capitolo 4, qui si vuole solo tratteggiare il percorso che ha portato alla concretizzazione degli attuali indirizzi normativi e l'impatto che essi hanno sul settore della riqualificazione dell'edilizia esistente.

Gli anni '90 del XX secolo segnano una serie di tappe fondamentali nel processo di responsabilizzazione delle rappresentanze politiche europee e nel trasferimento di questa coscienza ambientale, o meglio sostenibile, alla comunità sociale più vasta. Processo i cui effetti sono sempre più tangibili, soprattutto in questi anni, nella pratica edilizia e attuativa.

Dopo i primi dibattiti sul concetto di sviluppo sostenibile avviati tra la fine degli anni '70 e gli anni '80, la prima esperienza politico/attuativa di interesse sostanziale è l'«Earth Summit» del 1992 a Rio de Janeiro, organizzato dalle Nazioni Unite, sul tema dell'Ambiente e dello Sviluppo, a seguito del quale venne introdotto e sottoscritto lo strumento dell'*Agenda 21 per lo sviluppo sostenibile del XXI secolo*. Un piano d'azione da realizzare su scala globale, nazionale e locale con il coinvolgimento più ampio possibile di tutti i portatori di interesse che operavano su un determinato territorio e che permetteva di inserire nell'agenda politica di ogni stato aderente la partecipazione sociale ai temi del clima, dell'ambiente e dello sviluppo sostenibile.

A pochi anni di distanza, nel 1997, l'accelerazione impressa da diversi paesi, almeno sul piano degli intenti politici, sul tema del contenimento dei consumi, portò alla sottoscrizione del *Protocollo di Kyoto* che impegna tutti i paesi aderenti²⁴ a ridurre le emissioni di gas serra nel periodo 2008-2012, rispetto ai dati del 1990. Questo risultato va raggiunto attraverso opportune politiche di miglioramento dell'efficienza energetica nei settori a più alto livello di consumo, la promozione dell'uso delle fonti di energia rinnovabile e lo sviluppo di tecnologie a basso impatto ambientale. Il protocollo di Kyoto è divenuto attivo il 16 febbraio 2005, dopo la firma



Mappa dei paesi che hanno sottoscritto il protocollo di Kyoto entro l'anno 2005. Legenda: verde-firmato e ratificato rosso-firmato con ratifica declinata grigio-senza posizione
 (http://it.wikipedia.org/wiki/File:Kyoto_Protocol_participation_map_2009.png#Description)

della Russia, e sono state già condotte due verifiche sui consumi nel 2005 e nel 2009, per monitorare la concretizzazione degli intenti²⁵.

Nel frattempo, notando una mancata spinta da parte di molti paesi europei verso l'attivazione di procedure per il risparmio energetico nel campo dell'edilizia, la Comunità Europea valutò di elaborare ed approvare la Direttiva 2002/91/EU sul rendimento energetico nell'edilizia (detta comunemente EPBD – Energy Performance of Buildings Directive). Tale direttiva obbligava gli stati membri all'emanazione di misure, legislative e tecnico/operative, per la riduzione dei consumi energetici nel settore delle costruzioni.

Con un ulteriore ritardo, in concomitanza con l'entrata in vigore del Protocollo, il governo italiano promulga il Decreto Legislativo n. 192/2005²⁶, poi integrato dal Decreto Legislativo n. 311/2006, che costituisce lo strumento legislativo cogente. Tuttavia, a seguito della riforma del Titolo V della Costituzione (2005), sono le Regioni a dover legiferare in materia energetica, condizione che ha aperto la via ad una pluralità di interpretazioni della Direttiva europea²⁷. Il gap tra la normativa statale, cogente per tutte le regioni che non hanno ancora adottato un proprio strumento, e quelli delle singole regioni, è stato acuito dal forte ritardo dell'approvazione del regolamento attuativo del DLgs. 192/2005, uscito solo nel 2009, con il DPR. 59/2009. Nel frattempo, regioni come la Lombardia e l'Emilia Romagna avevano già approvato una propria legislazione in materia, come ad esempio la Delibera dell'Assemblea Legislativa n. 156/2008 dell'Emilia Romagna²⁸, che sarà trattata nel capitolo seguente²⁹.

Inoltre, a livello nazionale, sono stati promossi numerosi sistemi di sostegno pubblico alle attività costruttive rivolte al miglioramento dei consumi energetici, soprattutto a partire dall'introduzione degli sgravi fiscali del 55% con la Legge Finanziaria 2007³⁰, oltre alla previsione di contributi statali per gli interventi di adozione delle fonti rinnovabili (prevalentemente pannelli solari, pannelli fotovoltaici e caldaie a condensazione). Questi ultimi stanno vivendo proprio nell'ultimo anno un forte impulso, anche sul piano produttivo, tanto da trovare impreparati gli enti preposti (uffici tecnici comunali e soprintendenze per i beni architettonici ed ambientali) ad affrontare il volume di richieste e valutare l'impatto paesaggistico degli inserimenti.

A dicembre 2008 l'Unione Europea ha approvato il pacchetto europeo "clima-energia", conosciuto anche come strategia "20-20-20" in quanto prevede entro il 2020³¹:

- il taglio delle emissioni di gas serra del 20%;
- la riduzione del consumo di energia del 20%;
- il 20% del consumo energetico totale europeo generato da fonti rinnovabili.

Il pacchetto comprende anche provvedimenti sui limiti alle emissioni delle automobili e sul sistema di scambio di quote di emissione dal 2013 al 2020.

Con tale serie di strumenti, l'Unione europea ritiene di potere rilanciare il programma di riduzione dei consumi, tratteggiando un indirizzo politico-sociale che vada oltre il 2012 fissato dal protocollo di Kyoto, con l'introduzione di metodologie di riduzione compensativa tra i paesi dell'unione e differenziate in funzione dei settori.

In linea con queste nuove prospettive, un ulteriore incentivo alla politica di risparmio energetico è stato dato dall'approvazione della Direttiva 2009/28/EU *sulla promozione dell'uso dell'energia da fonti rinnovabili, recante modifica e successiva abrogazione delle direttive 2001/77/EU e 2003/30/EU*. Con questa direttiva l'Unità Europea indica agli stati membri le strategie di promozione dell'uso di energia da fonti rinnovabili che, congiuntamente ai risparmi energetici e all'aumento dell'efficienza energetica (edilizia, trasporti, prodotti elettrici, ecc.), costituiscono parti importanti del pacchetto di misure necessarie per ridurre le emissioni di gas a effetto serra e per rispettare gli obiettivi del protocollo di Kyoto³².

Ultimo atto di questo sintetico *excursus* è rappresentato dalla recentissima revisione della direttiva europea, la Direttiva 2010/31/EU *sull'efficienza energetica degli edifici*, che introduce, in parte, un nuovo approccio nella valutazione della riqualificazione energetica dell'edilizia esistente, puntando l'attenzione sul rapporto costi/benefici dell'intervento in relazione anche al ciclo di vita utile economico.

Purtroppo, va constatato che l'Italia non ha da subito provveduto ad accelerare i processi di riduzione dei propri consumi, tanto che nel 2004, nel corso di una delle prime verifiche dello stato di fatto dei consumi europei, si rileva un aumento dei consumi del 11% rispetto al 1990³³. Un trend destinato a diminuire drasticamente entro il 2008, quando risulta un aumento, sempre rispetto al 1990, del 6%. Un dato di questo tipo, secondo gli esperti, va tuttavia contestualizzato; si è assistito infatti in

questi ultimi anni ad un miglioramento delle condizioni climatiche, con la riduzione del periodo freddo stagionale che ha ridotto l'uso del riscaldamento invernale, oltre al fatto che la crisi economica ha spinto a ridurre i consumi in genere, anche quelli per il riscaldamento. Pertanto, si stima che, seppure si rilevi un miglioramento nel trend di riduzione dei consumi energetici, l'Italia sia ben lungi dal potere soddisfare le richieste fissate nel protocollo per il 2012, del 6.5% in meno rispetto al periodo 1990³⁴. Si può però tuttavia considerare favorevolmente la spinta impressa, soprattutto dalle imprese produttrici e dai professionisti, all'implementazione di interventi di riqualificazione energetica nell'ambito dei normali progetti di recupero edilizio.

Una spinta che ha portato molti ad intervenire anche su immobili di carattere storico, più sensibili e rigidi di fronte alle trasformazioni, per i quali andrebbe invece approfondito lo studio delle potenzialità di miglioramento dell'efficienza energetica, nel rispetto dei caratteri storici e culturali del manufatto.

3.2. Impianti, isolamento termico, prestazione energetica, certificazione e classi energetiche, attuali tendenze

Alla luce della sintetica presentazione del percorso politico e culturale che ha portato al quadro normativo vigente in Italia, val la pena soffermarsi ad analizzare le tre tematiche che dominano il dibattito professionale e sociale e che spesso risultano mal comprese ed interpretate nelle loro diverse valenze.

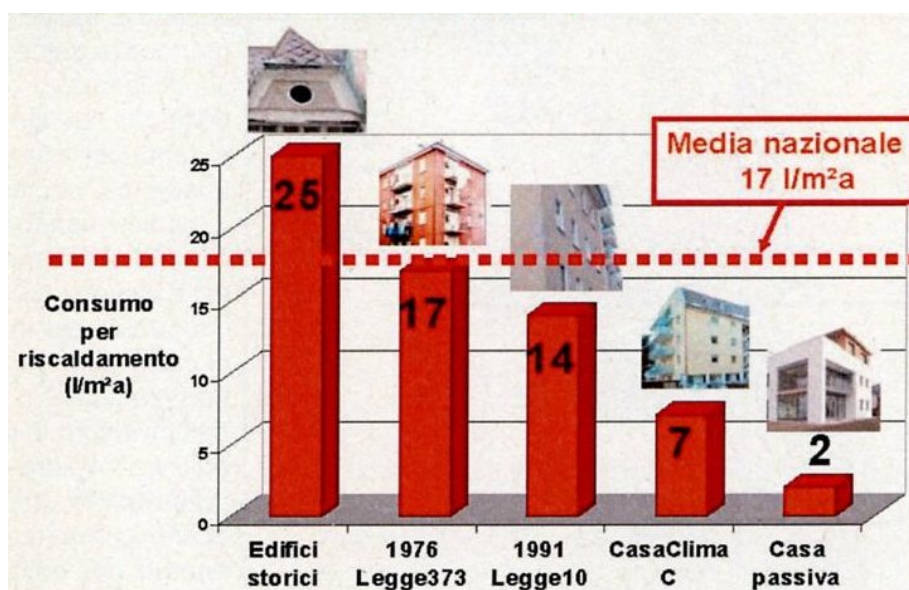
Analizzando i diversi gli aspetti nel loro insieme, si può dire che tutte queste tematiche siano connesse ancora oggi dal filo conduttore del contenimento energetico in periodo invernale e che quindi siano rivolti alla riduzione delle dispersioni termiche verso l'esterno, mantenendo un corretto riscaldamento interno. Così come l'attenzione prevalente è sempre rivolta al consumo energetico finalizzato alla produzione di acqua calda che attiene pur sempre, in prevalenza, al periodo invernale. Ma questa deficienza di attenzione verso la climatizzazione estiva, che riveste un ruolo molto importante nel territorio italiano temperato a carattere mediterraneo, è dovuta certamente al ritardo dei legislatori nazionali e regionali, che per varie ragioni puntano l'attenzione soprattutto sul fattore invernale³⁵. Seppure la valutazione dell'efficienza energetica, come parametro di valutazione, permetta di implementare anche gli aspetti della climatizzazione estiva nella caratterizzazione dell'EP annuale di un edificio.

Infatti, si rileva nella prassi operativa e soprattutto nella pubblicizzazione di alcune imprese, l'attenzione anche alla riduzione di determinati fattori di surriscaldamento estivo, attraverso la proposta di materiali ad elevata efficienza anche su questo versante. Così come gli impianti dimostrano una sempre maggiore efficienza nel rendimento sia invernale che estivo, riducendo il fabbisogno di energia utile alla produzione tanto del riscaldamento invernale quanto del raffrescamento estivo.

Come si è visto nei paragrafi precedenti, la prima normativa italiana, la L. 373/1976, stabilisce che il contenimento dell'energia consumata, vada regolato, tanto nella nuova costruzione quanto nella ristrutturazione dell'esistente, attraverso la predisposizione di impianti ad elevato rendimento e la corretta coibentazione dell'edificio. Tutta la normativa italiana, esclusa quella vigente, si fonda sostanzialmente su una dualità di aspetti che devono concorrere nella progettazione dell'edificio ma che sono sostanzialmente calcolati in modo disgiunto.

Gli *impianti* costituiscono fino alla L. 10/1991 l'osso duro della legislazione in materia di contenimento energetico, perché per loro natura sono certificabili, possono essere ben calcolati in funzione dei parametri dell'edificio e permettono di gestire anche in totale automazione le condizioni climatiche di un ambiente interno (impianti domotici). Pertanto un impianto efficiente è condizione irrinunciabile per una casa efficiente. Con i regolamenti attuativi del D.Lgs 192/2005 e ss.mm.ii., diversamente, l'impianto viene analizzato in totale sinergia con le caratteristiche architettoniche e termiche dell'edificio, attraverso il calcolo dell'EP invernale per le nuove costruzioni. Mentre resta valutato autonomamente, in termini di rendimento dell'impianto, per le ristrutturazioni e le manutenzioni, laddove non si giunge ad una globale riconfigurazione dell'edificio.

L'*isolamento termico*, o la coibentazione dell'involucro, è una tematica che abbiamo visto viene già introdotta dalla L. 372/1976, e che con estrema chiarezza interessa già le ristrutturazioni, laddove si richiede di isolare le partizioni a contatto con l'esterno per ridurre le dispersioni termiche. Assolutamente in analogia si pone la L. 10/1991 ed in particolare il suo decreto attuativo più tardo il DM 178/2005 che, nell'introdurre il concetto di «intervento di adeguamento importante» (sostanzialmente una ristrutturazione totale), rimane legato ad una valutazione



Un esempio di tabella, tra le tante diffuse in rete, relativa ai consumi energetici presunti per edifici, identificati secondo diverse fasce di epoca costruzione. Si noti la voluta rimarcatura sul presunto eccessivo consumo dell'edificio "storico".

dell'isolamento delle singole unità tecnologiche a contatto con l'esterno o con ambienti non riscaldati, ai fini della riduzione delle dispersioni termiche in periodo invernale.

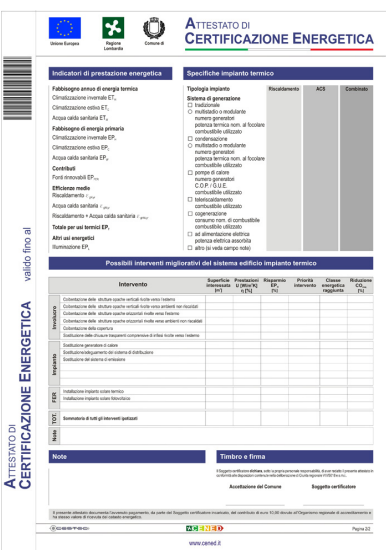
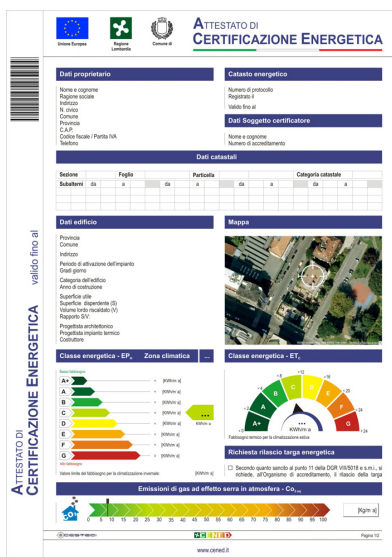
Un cambio molto drastico è previsto invece dalle normative vigenti, attuative della Direttiva Europea 2002/91/UE, che con il D.Lgs. 192/2005, introduce il concetto di *prestazione energetica dell'edificio*, in termini di «energia annua di energia effettivamente consumata [...] per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio»³⁶. Diversamente dalle precedenti formulazioni, il DPR59/2009, raggruppa in un unico parametro di valutazione la prestazione energetica dell'edificio (in termini quindi architettonici) e quella degli impianti in esso previsti, come evidenzia l'art. 4, un valore che deve rispettare determinati requisiti minimi³⁷. La normativa vigente, al momento continua ancora a dare prescrizioni ed indicazioni operative per la sola stagione invernale ma sono in previsioni le implementazioni per la stagione estiva. Per gli edifici esistenti per i quali si prevedano operazioni di manutenzione anche parziale, la norma stabilisce il rispetto dei requisiti minimi per quattro diversi parametri che garantirebbero l'efficienza prestazionale delle singole unità tecnologiche o impiantistiche:

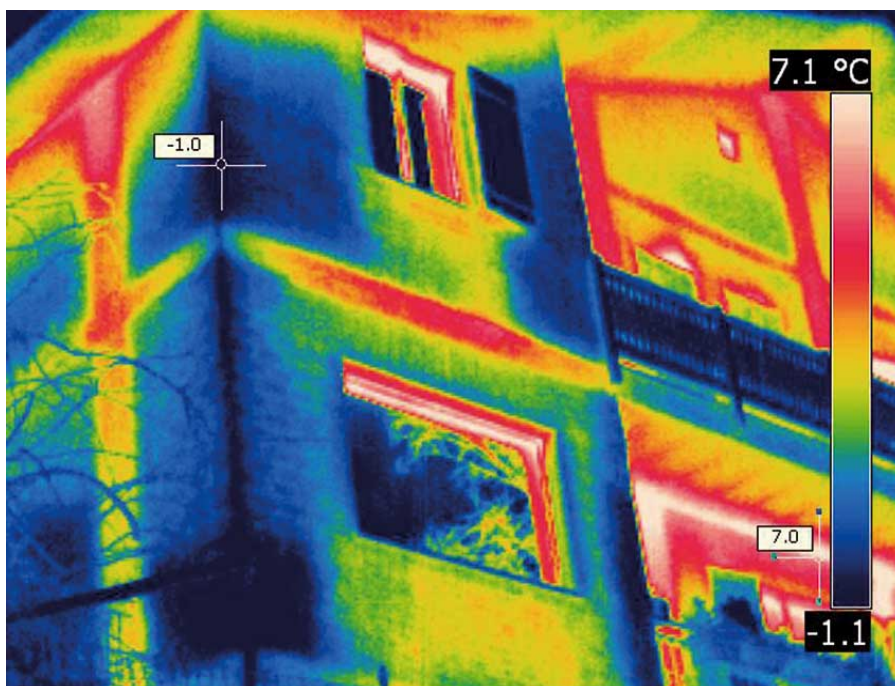
- trasmittanza termica delle strutture opache verticali;
- trasmittanza termica delle chiusure apribili;
- rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico.

In questo modo si torna sostanzialmente a scomporre i problemi, andando sostanzialmente ad analizzare un problema di isolamento termico e perdendo di vista tutti gli altri parametri che la valutazione dell'EP prevede.

Un altro tema che viene oggi ampiamente proposto nell'agenda sociale italiana è quello della *certificazione energetica* e dell'attribuzione di *classi energetiche* agli edifici. La certificazione, abbiamo visto, è stata introdotta in modo assolutamente innovativo dalla L. 10/1991 ma è rimasta sostanzialmente inattiva fino a quando la EPBD ha imposto la certificazione energetica degli edifici a tutti i paesi europei, in parallelo alla certificazione dei prodotti elettrici. La certificazione energetica non è un requisito o una prescrizione, ma uno strumento di controllo avente l'obiettivo di sensibilizzare gli attori del processo edilizio sui consumi di gestione dello stesso. La certificazione è una innovazione fondamentale nel mercato immobiliare italiano, perché nella sua appetibilità a livello di marketing del prodotto edilizio, veicola il concetto di sostenibilità ambientale in relazione al progetto di architettura³⁸. In analogia con il mercato degli elettrodomestici dove sono rese obbligatorie le etichette della classe di efficienze energetica, allo stesso modo l'Attestato di Certificazione Energetica è una sorta di carta d'identità dell'edificio, di validità decennale, emessa da certificatori o organismi riconosciuti a livello regionale, che ha lo scopo di rendere trasparente il mercato immobiliare, in termini di gestione e consumi degli immobili, attraverso una serie di indicatori:

Attestato di Certificazione Energetica della Regione Lombardia,





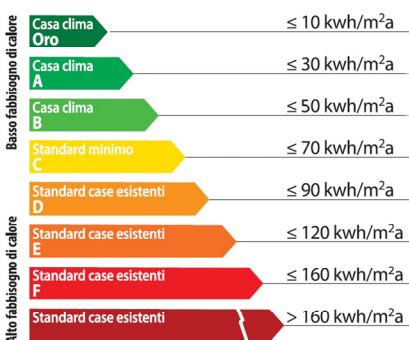
La termografia è uno degli strumenti di lettura e valutazione più utilizzati per la caratterizzazione delle dispersioni termiche nell'edificio.

- rendimento energetico dell'edificio
- dati di efficienza energetica del sistema edificio-impianto;
- valori normativi vigenti;
- valori di riferimento;
- classe energetica di appartenenza;
- possibili suggerimenti e interventi migliorativi.

Nel 2008, con il D.Lgs 112/08, "Disposizione urgenti per lo sviluppo economico, la semplificazione, la competitività, la stabilizzazione della finanza pubblica e la perequazione tributaria", l'obbligatorietà del Certificato Energetico è stato abrogato sul territorio nazionale, lasciando tuttavia alle singole regioni la libertà di mantenerlo o meno, nell'ambito della propria legislazione materia energetica. Così ad esempio ha agito l'Emilia Romagna, confermando l'obbligatorietà del Certificato, fino anche ai casi di locazione di immobili, a partire dal 1° luglio 2010. Non risulta infatti molto comprensibile l'indirizzo nazionale che appare totalmente in contrasto con lo spirito di incentivazione all'efficienza energetica in edilizia promosso dalla Comunità Europea con l'introduzione della certificazione energetica.

Va inoltre detto che la mancanza di un'indicazione nazionale unitaria sui metodi per la determinazione dei range di valori e dei criteri per la definizione delle classi energetiche per l'edilizia, ha portato all'adozione, da parte delle regioni, di diversi approcci.

La provincia autonoma di Bolzano ha, fin dal 2004 e con grande anticipo rispetto ad altre regioni italiane, adottato il protocollo CasaClima che grazie ad una attenta ed efficace operazione di marketing si è diffuso con grande rapidità su gran parte del territorio italiano, per la sua praticità ed efficacia nel descrivere con estrema



Classi Energetiche secondo il protocollo CasaClima

semplicità la classe di un edificio. Il protocollo si basa su valori prefissati, spesso più bassi di quelli fissati da altre norme regionali.

A partire dal 2006 è stata sviluppata la procedura di calcolo CENED, poi adottata dalla regione Lombardia, che calcola la classe energetica in funzione di valori differenziati per zona climatica e quindi relazionati ai gradi giorno (GG) della località specifica sulla quale si opera. In tal modo si definiscono classi omogenee in grado di essere paragonate anche su territori differenti, in ragione di una valutazione pesata sulle diverse caratteristiche climatiche.

Un metodo per la determinazione dei range delle classi energetiche, riconosciuto a livello europeo, viene approvato con la UNI EN 15217 *Energy performance of buildings – Methods for expressing Energy and for Energy certification of buildings* il 15 settembre 2007. Questa norma stabilisce che le differenti classi, sempre riconosciute nell'ordine crescente di prestazione dalla lettera G alla A, vada ricercato in riferimento alle soglie di riferimento normative (R_r) e dovute all'analisi dello stock abitativo (R_s)³⁹.

Classe	Range di valori (Indice EP)		
Classe A		EP	< 0,5 R_r
Classe B	$0,5 R_r \leq$	EP	< R_r
Classe C	$R_r \leq$	EP	< 0,5 ($R_r + R_s$)
Classe D	$0,5 (R_r + R_s) \leq$	EP	< R_s
Classe E	$R_s \leq$	EP	1,25 R_s
Classe F	$1,25 R_r \leq$	EP	< 1,5 R_s
Classe G	$1,5 R_s \leq$	EP	

Classi energetiche secondo la EN 15217 Annex B

(Fabbri, K., *Prestazione energetica degli edifici*, DEI, Roma, 2009, p. 193).

Se da un lato la certificazione energetica è uno strumento delle politiche energetiche volto a promuovere una coscienza sociale sostenibile nel settore delle costruzioni, va osservato come, se confuso con gli obiettivi prefissati dalle prescrizioni normative in termini di requisiti prestazionali degli edifici, possa risultare estremamente dannoso nel momento in cui ci confrontiamo con l'edilizia pre-industriale. In questo caso, come si è ripetutamente accennato, la qualità dell'edificio non può ridursi ad una valutazione di tipo patrimoniale, né tantomeno energetica, ma deve contemplare necessariamente il valore culturale-testimoniale che concorre a pieno titolo e primariamente sulle altre valutazioni. Pertanto, la certificazione energetica, in contesti quali quelli dei centri storici, dovrebbe essere ritenuto alla stregua di uno strumento comunicativa, entro un sistema più complesso di valutatori, finalizzati alla comunicazione con il pubblico, in grado di dare pesi diversi ai differenti aspetti che concorrono a definire un immobile: dal valore culturale, al valore economico, a quello sociale, fino anche al consumo energetico.

3.3. Tecniche e materiali in uso per la riqualificazione energetica dell'edilizia esistente

Il settore delle costruzioni ha visto, negli ultimi anni, dare un forte impulso a energetiche dell'edificio ed in particolare delle sue unità tecnologiche più importanti.

Nella pratica si assiste ad atteggiamenti diametralmente opposti, dall'attenzione all'efficienza energetica dell'edificio nel suo complesso, attraverso la predisposizione di tutte le tipologie di intervento atte a migliorare globalmente il comportamento dell'immobile, fino a soluzioni puntuali e limitanti, tese a raggiungere i requisiti prestazionali della singola unità tecnologica.

Si percepisce uno scollamento, nella prassi, tra il momento progettuale o dell'intervento di recupero dell'architettonico, e quello della valutazione della prestazione energetica, che comporta la delega ad altre figure professionali delle scelte operative.

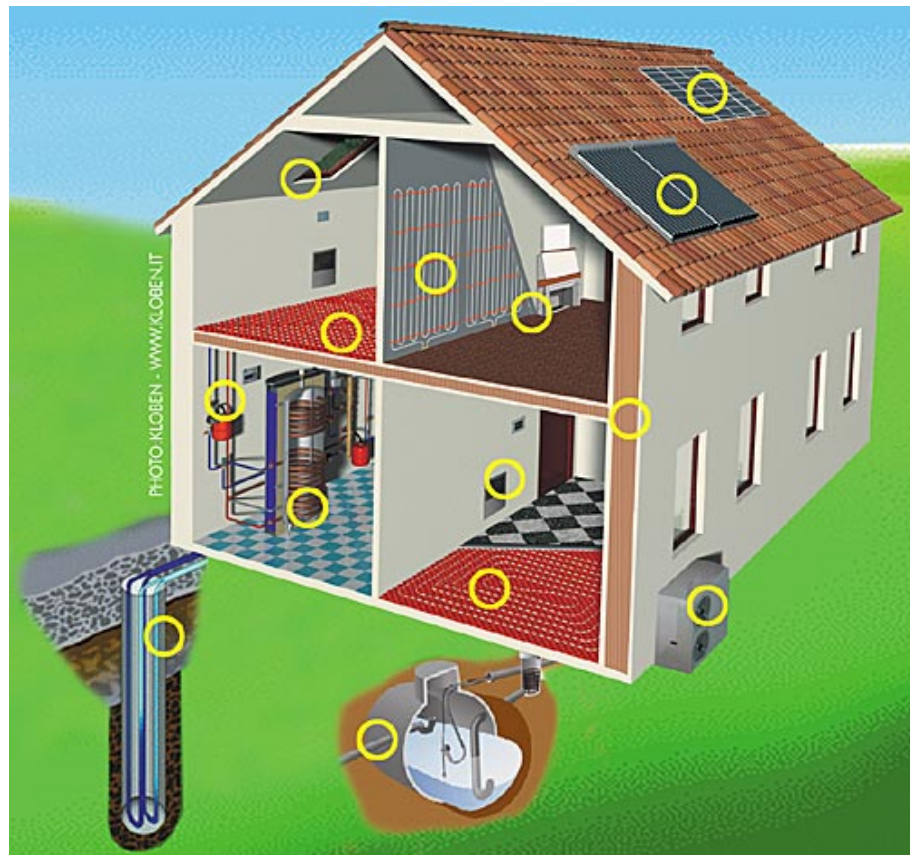
Un atteggiamento che rende, da un lato, l'intervento di riqualificazione energetica sostanzialmente autoreferenziale, quasi indipendente dal progetto edilizio complessivo, dall'altro lato, relega gli aspetti energetici dell'edificio alle sole questioni impiantistiche e dell'involucro, o alla introduzione di fonti energetiche rinnovabili (solitamente il fotovoltaico o il pannello solare).

In riferimento all'edilizia pre-industriale, in particolare, l'aprioristica valutazione di inefficienza energetica dell'edificio, per via delle sue caratteristiche costruttive e materiche, veicolata anche da strumentali operazioni di marketing, ha portato a configurare l'intervento di miglioramento energetico, sempre nel rispetto della normativa vigente, nella sola e talvolta banale riconfigurazione dell'involucro esterno. In particolare l'attenzione sembra concentrarsi quasi esclusivamente sul tema della coibentazione delle partizioni opache esterne, con isolamenti termici che rischiano, talvolta, di compromettere l'originaria permeabilità al passaggio del vapore d'acqua delle strutture a carattere pre-industriale (o più banalmente la "traspirabilità dell'edificio").

Il quadro degli interventi, qui sinteticamente trattato, è volto ad evidenziare le problematiche connesse con le diverse famiglie di riferimento, in rapporto alle caratteristiche intrinseche dei componenti edilizi dell'edificio pre-industriale. Naturalmente non è possibile fornire, nell'ambito di questo studio, un quadro esaustivo delle innumerevoli soluzioni tecniche offerte dal mercato e proposte dai ed ai professionisti. Anche laddove si sia operato con una maggiore conservazione dei materiali e delle strutture preesistenti, adottando soluzioni tecniche ad integrazione o sovrapposizione, l'estrema eterogeneità dell'edilizia pre-industriale, determina la varietà sincronica degli interventi stessi.

Va sottolineato, infine, che tutte le soluzioni qui individuate, afferiscono prevalentemente al settore della ristrutturazione, se non totale, comunque consistente e portano ad una modifica sostanziale (anche se talvolta reversibile o compatibile) dell'architettura preesistente.

Schema a carattere pubblicitario che ben esemplifica le diverse categorie di intervento previste in una riqualificazione energetica di un edificio esistente.



In linea di principio, gli aspetti dell'edificio sui quali, nel rispetto della normativa vigente, vengono maggiormente proposti interventi di modifica sono due:

- l'**involucro esterno** (o comunque a contatto con ambienti appartenenti ad altra proprietà) che costituisce la struttura vera e propria dell'edificio e l'elemento ritenuto più problematico dal punto di vista delle dispersioni termiche; suddiviso a sua volta nelle unità tecnologiche prevalenti, quali la chiusura orizzontale inferiore, la chiusura orizzontale/inclinata superiore, la chiusura verticale, ed eventualmente le partizioni interne verticali ed orizzontali;
- l'**impiantistica** per la fornitura di servizi con tutta la componentistica che va dalla caldaia per la produzione di acqua calda sanitaria, alla conformazione della rete e dei terminali impiantistici, oltre che gli eventuali sistemi di produzione di energia da fonti rinnovabili; in particolare sono centrali, in una riqualificazione energetica, l'impianto di climatizzazione invernale ed estiva, l'impianto idrosanitario per la quota di acqua per usi igienico-sanitari da riscaldare e l'impianto elettrico;

L'involucro è il grande tema della tecnologia dell'architettura che anche in questo caso ha offerto classificazioni e prime manualistiche opportunamente tarate sulla tematica in esame, predisponendo soluzioni diversificate e conformate al soddisfacimento dei requisiti minimi fissati dalle norme tecniche, sempre con un forte

approccio di ristrutturazione. Sull'involucro si sviluppa prevalentemente l'aspetto contenitivo dell'energia, tralasciando su contesti storici o urbani altre possibilità di modifiche più di impatto come l'inserimento di schermature o le serre, in funzione dei diversi casi, per preferire più semplicemente la modifica della trasmittanza termica dei singoli elementi tecnici.

L'impianto, dalle sue più semplici modifiche ed integrazioni, fino all'inserimento dei sistemi di accumulo energetica da fonti rinnovabili e alla domotica, è il tema più tipicamente affrontato dagli ingegneri, mentre gli architetti tendono a delegarlo occupandosi solo della scelta dei terminali quando questi abbiano una valenza figurativa rilevante.

Manca tuttavia, una regia generale di tutte queste professionalità, condotta da professionisti in grado di cogliere al contempo i pregi ed i difetti di questi interventi, per sistematizzarli in un approccio conservativo, rispettoso delle peculiarità dell'edificio pre-industriale, e che dovrebbe essere quella dell'architetto esperto di restauro.

3.3.1. Interventi sull'involucro

L'intervento prevalentemente sostenuto dal mercato, soprattutto a seguito della fortissima spinta pubblicitaria promossa dall'Agenzia Casa Clima e dai suoi partner, è quello di coibentazione dell'involucro edilizio per andare a ridurre drasticamente i ponti termici e, quindi, le dispersioni di energia convertita in riscaldamento, dall'interno degli ambienti climatizzati verso l'esterno.

Abbiamo già ripetuto che questo atteggiamento, di emulazione di una famiglia di interventi tipici del nord Europa, non si addice propriamente alle caratteristiche climatiche italiane, soprattutto delle fasce marine e collinari, dove le escursioni termiche stagionali richiedono una maggiore flessibilità nel comportamento della chiusura esterna dell'edificio.

In particolare, tali interventi risultano particolarmente adatti a risolvere il problema della dispersione termica e della cattiva tenuta delle chiusure verticali ed orizzontali dell'edilizia industriale, dove i materiali non garantiscano una buona inerzia e mancano quasi completamente di adeguati strati di isolamento. La coibentazione risulta in tali contesti una soluzione ottimale perché la parete non presenta alcun vantaggio tanto nel periodo invernale quanto in quello estivo, e pertanto isolando bene l'ambiente interno si garantisce il mantenimento prolungato delle condizioni ambientali in esse indotte con gli impianti, siano esse di riscaldamento che di raffrescamento.

Negli edifici pre-industriali, diversamente, dove le chiusure esterne presentano materiali di notevole spessore, come la muratura in lapidei (naturali o artificiali) o in legno, il ruolo di tali componenti è fondamentale nel comportamento estivo dell'unità tecnologica e l'inserimento dell'isolamento (in interno o in esterno come vedremo più avanti) determina l'annullamento di una delle potenzialità intrinseche dell'edificio pre-industriale: l'inerzia termica. Anche nel regime invernale, per quanto le murature o le

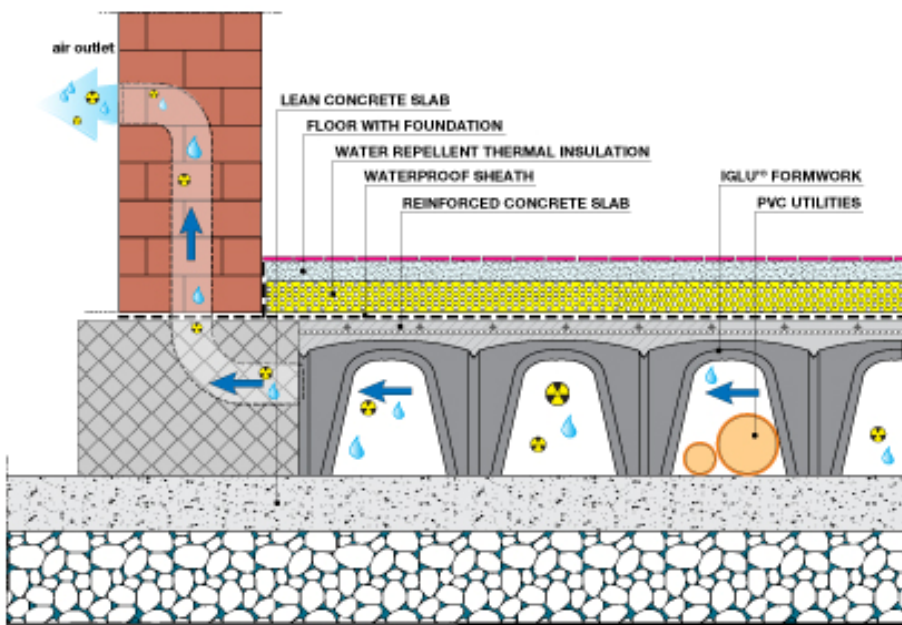
coperture tradizionali dissipino energia, questo comportamento è ridotto dallo spessore e dalla densità dei materiali, e potrebbe essere contenuto con scelte di intervento il più possibile ambivalenti⁴⁰ e minimaliste. Per questo motivo risulterebbe fondamentale, per queste strutture, adottare sistemi di calcolo di tipo dinamico, che possano tenere conto delle variazioni giornaliere, diversamente da quelli quasi-statici che considerano condizioni di equilibrio mensili⁴¹.

Il settore imprenditoriale ed anche una parte di quello professionale sostengono fortemente questi interventi di trasformazione dell'involucro, per una serie di motivazioni che vanno dall'interesse economico insito nei costi di realizzazione, alla certezza del risultato che è facilmente ottenibile con una coibentazione a tutto tondo dell'edificio ed anche, soprattutto da parte dei tecnici, per la possibilità di reinterpretazione estetica dell'immobile offerta da queste soluzioni. Va detto che, almeno per quanto riguarda l'edilizia pre-industriale di base, non si assiste poi a vere e proprie punte di qualità compositiva nell'uso dei numerosi materiali offerti dal mercato, con un prevalere di soluzioni semplicistiche ed estremamente povere (tanto quanto un vecchio intonaco al quarzo!) quali quelle offerte dal cappotto in poliuretano tinteggiato con materiali sintetici. Pertanto, a fronte di una sostanziale trasformazione del prospetto, lecita o meno che sia, non si assiste al raggiungimento di una rinnovata o diversa qualità compositiva dello stesso, ma ad un mero potenziamento delle sole prestazioni tecniche dell'involucro, quando effettivamente raggiungibili, perdendo di vista il ruolo attivo della facciata nella configurazione della qualità diffusa della città.

Il tema dei materiali impiegati in questi interventi è altrettanto complesso e variegato perché seppure il mercato abbia messo a disposizione numerose tipologie di isolanti, anche di tipo organico e naturale, che permetterebbero di aumentare la qualità dell'intervento, nel rispetto dei principi di compatibilità e reversibilità cari al Restauro, si assiste ad un prevalere dell'istanza economica, calcolata esclusivamente sul breve periodo. La scelta tra una soluzione tecnica e l'altra, si opera quasi esclusivamente sul "minor costo" di approvvigionamento e messa in opera, a parità di rispetto dei requisiti minimi stabiliti per legge. Così i materiali sintetici continuano a dominare il mercato, con un impatto notevole sulla trasformazione degli elementi tecnici tradizionali, senza avere garanzie sulla durata reale di questi componenti, esposti alle intemperie esterne, e sui costi manutentivi futuri, che potrebbero anche ribaltare le motivazioni, operate in fase progettuale, sul presunto "minor costo".

Chiusure orizzontali inferiori (solai a terra)

Il solaio a terra va completamente protetto dal contatto con il terreno⁴², attraverso la predisposizione di un'adeguata ventilazione, con leggero isolamento termico, stante la naturale inerzia termica del suolo che non presenta temperature tanto basse da favorire dispersioni sensibili.



Il problema maggiore è quindi quello di individuare la tipologia di intervento più opportuna in funzione dello spessore a disposizione per i vari livelli componenti il solaio, e delle caratteristiche d'uso dell'ambiente. Se infatti il piano terra non risulta abitato, ma adibito a funzioni di accesso, servizio e deposito, risulta inutile isolare termicamente, perché basterà isolare la partizione orizzontale superiore, mentre appare utile comunque garantire un taglio all'umidità di risalita.

Inserimento di struttura per il distacco del solaio a terra in un contesto di edilizia pre-industriale.

Gli interventi più utilizzati sono:

- a) il distacco totale del solaio dal terreno, con elementi di sostegno che consentano la formazione di una camera d'aria, ventilata (la moderna versione del "gattaiolato"). Il distacco viene realizzato con una struttura portante che può essere in appoggio sul terreno (mediante i casseri a perdere, del tipo detto *igloo*) o in appoggio sulle murature con solaio ligneo, in acciaio o in laterocemento;
- b) l'appoggio a terra, con interposto uno o più strati di drenaggio in ghiaia, con il così detto "vespaio aerato". In questa soluzione bisogna porre attenzione alla diversa granulometria degli strati di ghiaia che devono essere di diametro grossolano alla base e via via più fine, per impedire la risalita dell'umidità per capillarità.

L'altezza della camera d'aria o dello strato drenante è in funzione dei livelli di risalita dell'umidità o di differenziale termico, pertanto può già essere sufficiente uno strato medio di 40 cm, mentre può ritenersi utile, in taluni casi, superare il metro di altezza.

In entrambi i casi, laddove se ne ravvisi la necessità in funzione della destinazione d'uso del vano superiore, si può inserire, al di sotto del rivestimento finale, uno strato isolante di modesto spessore.



Installazioni di pannelli isolanti termici, rigidi o semi-rigidi, su pareti esterne (in alto) ed interne (in basso).

Chiusure verticali (murature esterne ed infissi)

Per quanto riguarda le pareti perimetrali dell'unità edilizia, quelle a diretto contatto con l'ambiente esterno, gli interventi prevalenti sono quelli di coibentazione della muratura portante e di sostituzione degli infissi.

Come sempre lo scenario prevalente di valutazione dell'intervento è quello invernale e quindi tutte le scelte si orientano necessariamente verso la riduzione del passaggio di calore dall'interno verso l'esterno.

In tal senso la muratura, sia essa in pietra o in mattoni, presenta problemi diffusi di dispersione termica, anche per la presenza dei giunti di malta. Per tale ragione si rende necessario inserire un elemento con potere isolante che sia in grado di abbattere drasticamente tale dispersione.

Qui gli interventi si dividono in tre famiglie fondamentali:

- il *cappotto esterno*, costituito da uno strato isolante posto dal lato esterno della muratura, a coprire completamente tutto l'involucro;
- l'*isolamento interno*, costituito da uno strato isolante posto dal lato interno della muratura, è una soluzione alternativa alla precedente, per ovviare a problemi di compatibilità estetica con il prospetto dell'edificio esistente. L'attenzione maggiore va posta nel rigiro dell'isolante anche su parte del soffitto, al fine di ridurre i possibili ponti termici indotti dalla struttura del solaio;
- l'*isolamento in intercapedine*, tecnica possibile solo in caso di intervento su muratura a doppio strato, con intercapedine già esistente, o nel caso di una ristrutturazione importante che contempli l'ispessimento della muratura con la previsione di una seconda muratura esterna, o interna, con la quale prevedere l'intercapedine isolato.

Il primo caso determina inoltre la riduzione totale del riscaldamento per irraggiamento della muratura, un processo che può essere utile, in determinate condizioni climatiche, per garantire poi il mantenimento di una temperatura adeguata dei vani interni durante la notte, quando si rilevano forti escursioni termiche.

Nel secondo caso, questo processo avviene, ma la muratura non può rilasciare calore verso l'interno, durante le ore notturne, ma solo verso l'esterno.

Il terzo caso lo si esclude dalla trattazione perché tendenzialmente non applicabile alle murature dei edifici pre-industriali di base.

La scelta tra i primi due interventi è fondamentalmente basata su motivazioni di tipo estetico, ovvero di attribuzione di importanza o meno alla composizione architettonica esistente nella facciata dell'edificio, stante la migliore efficacia, dal punto di vista esclusivamente invernale, della prima soluzione. Tuttavia, Spanedda e Marini osservano che la scelta tra i due interventi può essere determinata anche da ragioni d'uso dell'immobile, infatti l'isolamento esterno costituirebbe una soluzione opportuna per case abitate con continuità durante l'anno, perché il riscaldamento anche della muratura può essere compensato

solo da una climatizzazione interna costante. Mentre la soluzione con isolamento interno, permettendo una rapida climatizzazione, si adatta facilmente ad edifici con un'occupazione saltuaria o limitata ad alcune ore nell'arco della giornata⁴³.

Nella scelta tra le due soluzioni, va tenuto conto anche del fatto che l'inserimento di uno strato isolante può determinare fenomeni di formazione di condensa interstiziale, se non correttamente calcolato, che vanno previsti e risolti per evitare di aumentare il normale livello di umidità presente nelle murature tradizionali e la conseguente attivazioni di meccanismi di degrado⁴⁴.

L'isolamento dell'edificio può essere realizzato con diverse soluzioni, sia nella versione in interno che in esterno:

- a) con pannelli rigidi o semirigidi (di origini vegetale, animale, sintetica o minerale) direttamente applicati alla muratura o posati con supporti metallici. Questi possono poi essere intonacati o direttamente tinteggiati in funzione della tipologia di trattamento superficiale che presentano. Lo spessore varia in funzione delle caratteristiche della muratura e delle condizioni ambientali, ma si può dire, in linea di principio che lo spessore utilizzato in esterno è di norma maggiore di quello in interno, anche per ragioni pratiche di non eccessiva riduzione dello spazio utile. L'introduzione di nuovi materiali, come le lastre isolanti termoriflettenti, con spessori molto ridotti a parità di prestazioni, sta alterando questi rapporti, pur se la loro compatibilità con l'edificio pre-industriale è molto ridotta a causa della mancata traspirabilità. Laddove lo spazio lo consenta, l'applicazione dei pannelli può essere realizzata anche con l'interposizione di un intercapedine, che permette di configurare una parete ventilata, in grado di offrire prestazioni interessanti anche in periodo estivo;
- b) con intonaco termoisolante (malta di calce idraulica con aggregati isolanti quali polistirene o sughero), posato con strati successivi fino ad uno spessore minimo di 4 cm, per migliorare le prestazioni della muratura, senza inserire pannelli isolanti. Risulta un intervento di minore efficacia sotto il profilo delle prestazioni, ma di minore impatto superficiale, nonostante i 4 cm siano comunque uno spessore consistente in aree geografiche caratterizzate da intonaci sottili.

L'altro tema ricorrente nell'intervento di riqualificazione dell'esistente è la sostituzione dei serramenti delle finestre, raramente recuperate con idonei miglioramenti.

La sostituzione è dettata dalla necessità di ridurre le infiltrazioni d'aria, di migliorare le capacità isolanti e diminuire l'irraggiamento diurno. Il nuovo serramento ha caratteristiche di trasmittanza molto performanti, riducendo il ponte termico che tradizionalmente caratterizza le aperture sulla parete, e di tenuta all'aria praticamente stagna⁴⁵.



Alcuni esempi di isolanti termici: in alto, pannello rigido in poliuretano espanso, in basso, pannello semirigido in fibra di canapa, stuoie di canne palustri.





Serramenti lignei di nuova installazione; si osservi la dimensione del telaio, molto rilevante, la tipologia di anta e i meccanismi di apertura a battente e vasistas.

Naturalmente sussistono differenze importanti tra un serramento nuovo e quello tradizionale, costruito con tecniche artigianali:

- nel primo la sezione del telaio è maggiore e pertanto si riduce la superficie vetrata. Differenza che viene di norma superata eliminando le doppie specchiature tradizionali a favore dell'unica apertura centrale ad anta unica⁴⁶;
- il primo ha una tenuta all'aria stagna che altera il naturale passaggio del vapore d'acqua attraverso l'involucro della soluzione originaria e, quindi, può portare a fenomeni di condensa superficiale, in particolare in ambienti con alta concentrazione di vapore (bagni, cucine);
- i materiali in uso per i nuovi infissi sono dei più vari, con il rischio che un edificio pre-industriale, caratterizzato da infissi lignei, si ritrovi nuovi telai in alluminio o acciaio.

L'intervento alternativo consiste nella modifica del serramento esistente, con la revisione del meccanismo di chiusura e degli eventuali spifferi, inserendo giunti di gomma, e l'inserimento di un vetrocamera in sostituzione del vetro singolo, operazione che può richiedere l'ispessimento del telaio se di troppo ridotte dimensioni. In questo caso il vantaggio sta nella conservazione del telaio originario e nella ridotta modifica del disegno del serramento, pur raggiungendo un miglioramento della prestazione energetica dell'apertura.

oscuramento interni ed esterni.

Gli scuretti interni vengono spesso trascurati nella progettazione contemporanea, e rimossi in caso di intervento sull'esistente, senza comprendere il valore aggiunto che essi offrono nell'isolamento del vetro durante la notte.

Le persiane, diversamente, sono sempre oggetto di accurati rifacimenti perché considerate un elemento di decoro tipico dell'edificio pre-industriale, seppure non sempre se ne sfruttano al completo le potenzialità.

Chiusure orizzontali/inclinate superiori

Le coperture sono tradizionalmente la parte dell'edificio maggiormente soggetta ad operazioni di manutenzione ordinaria o straordinaria, e pertanto è più probabile che l'intervento di riqualificazione energetica si concentri su questa unità tecnica piuttosto che sulle pareti perimetrali.

Nella copertura si assiste, in molti progetti, ad una valutazione tanto del comportamento invernale quanto di quello estivo, perché numerosi studi hanno dimostrato che seppure il coperto costituisca un'ampia superficie di dispersione del calore interno invernale, in realtà esso contribuisce anche al guadagno termico estivo in una quota elevatissima⁴⁷. Pertanto per ridurre il surriscaldamento dei sottotetti, ormai sempre più diffusamente resi abitabili, le scelte operate sul sottomanto sono tendenzialmente rivolte alla formazione dei così detti "tetti freddi"⁴⁸.

La coibentazione del coperto viene ottenuta attraverso l'inserimento di pannelli isolanti equivalenti a quelli previsti nelle chiusure verticali, solo con spessori maggiori, sempre in funzione del materiale scelto e delle condizioni ambientali al contorno. La scelta del tipo di isolante e del suo spessore influenza anche la riduzione del guadagno termico da irraggiamento solare, infatti con un materiale ad elevata densità, si ottiene l'effetto di ritardare di molte ore la penetrazione del calore, spostando il momento verso le ore più tarde della giornata così che il tetto non si surriscaldi. Se, quindi, ad una latitudine media italiana possono essere sufficienti 8/10 cm per isolare termicamente la copertura, a parità di tipologia di isolante, il raddoppio dello spessore è da legarsi alla necessità di aumentare lo sfasamento del guadagno termico estivo. Effetto che potrebbe ottenersi anche con soluzioni di intercapedine d'aria, che ha note proprietà isolanti.

Il "tetto freddo", che ha la capacità di abbattere sensibilmente gli effetti

Intervento di manutenzione straordinaria del manto di copertura, con inserimento di tetto ventilato ed isolamento termico a lastre.



Intervento di isolamento di una nuova partizione tra unità immobiliari, realizzata in forati, con ausilio di stuoie di canne palustri.



indesiderati dell'irraggiamento solare, si ottiene introducendo negli strati di sottomanto, un intercapedine ventilabile il quale, grazie alla presenza di aria in circolo, consente di portare via l'aria calda, senza lasciarla stagnare all'interno degli strati della copertura, riducendo ulteriormente l'ingresso di calore. Come osserva D'Orazio la capacità di riduzione del surriscaldamento operata dal tetto ventilato è notevolmente ridotta o resa quasi inefficace dall'inserimento delle finestre in copertura, i lucernai, che andrebbero previsti in superfici molto ridotte e con schermature esterne in grado di filtrare l'irraggiamento solare⁴⁹.

Per entrambi gli interventi, se condotti su un edificio pre-industriale in posizione aggregativa con altri edifici, la problematicità sta nel consistente ispessimento dell'unità tecnica di copertura, che può portare ad un aumento anche di 15/20 cm, tra tutti gli strati considerati, introducendo una variazione considerevole nella percezione del coperto, soprattutto nei giunti con le coperture adiacenti e con il cornicione sommitale.

Partizioni interne (su confine immobiliare)

Nel quadro di un'attenta riqualificazione dell'unità immobiliare, laddove questa si trovi ad essere parte di un condominio o in soluzione aggregativa come nei centri storici, viene posta attenzione anche alla coibentazione termica, oltre che all'isolamento acustico, anche di tutte quelle partizioni, siano esse verticali od orizzontali, che mettono in comunicazione diretta il vano in esame con altri vani chiusi adiacenti.

In tal caso, va considerata la destinazione d'uso dei vani adiacenti, per valutare le condizioni di climatizzazione e la possibilità che sussistano momenti di

trasmissione termica ed acustica indesiderata tra le parti. Soprattutto nei vani posti superiormente a spazi di servizio, posti al piano terra, siano essi totalmente chiusi (androni, cantine, ecc.) o parzialmente aperti (portici, nicchie, ecc.), si ritiene essenziale prevedere un isolamento termico del solaio intermedio per impedire dispersioni di calore da parte del vano climatizzato.

Meno diffusa appare l'esigenza di isolare termicamente una parete intermedia tra due unità destinate alla residenza o al terziario, perché sono entrambi vani riscaldati, anche se in orari diversi della giornata, ma che non presentano un differenziale termico consistente.

3.3.2. Interventi sugli impianti

Un normale progetto di recupero edilizio prevede sempre un aggiornamento della componente impiantistica, per adeguarla alle più recenti prescrizioni legislative e per migliorarne l'efficacia dal punto di vista prestazionale. Negli ultimi anni, l'attenzione si è anche decisamente spostata verso scelte che contemplino un miglioramento dell'efficienza dal punto di vista energetico, puntando quindi ad un risparmio in termini economici sui consumi degli impianti.

Impianto di riscaldamento e di produzione di acqua calda sanitaria

L'impianto di riscaldamento è probabilmente quello maggiormente oggetto di revisioni e manutenzioni periodiche, in tutte le sue componenti, ed anche quello che ha visto, negli ultimi anni, esportare nell'edilizia residenziale modelli prima di uso esclusivo dell'industria e del terziario, come le pompe di calore o i pannelli radianti a pavimento.

Il processo di riqualificazione energetica dell'impianto di riscaldamento passa attraverso le seguenti principali possibilità di intervento:

- la sostituzione della caldaia a gas (nei sistemi autonomi) o della centralina termica (in quelli condominiali a colonne), con una nuova caldaia a condensazione in grado di garantire un più efficiente uso dell'energia e di non disperdere inutilmente il calore. I modelli disponibili sono molteplici, ma il senso finale è quello di adottare soluzioni in grado di ridurre al massimo gli sprechi in fase di produzione;
- l'inserimento di valvole termostatiche di controllo dei singoli terminali impiantistici (i radiatori, ad esempio) così da gestire il riscaldamento in funzione della singola unità immobiliare o della singola zona termica e di meglio regolarne l'uso⁵⁰;
- la sostituzione dei terminali impiantistici con soluzioni più efficienti,
- la revisione totale del modello di riscaldamento adottato, con la previsione, ad esempio, di soluzioni radianti a pavimento o a parete, in sostituzione di quelle ad unità convettiva esterna. Tale soluzione appare molto indicata per ambienti con alti volumi da riscaldare perché permette di mantenere la sensazione di calore senza un elevato livello della temperatura dell'acqua e senza indurre fenomeni convettivi nell'ambiente.



Il rinnovo delle unità terminali del sistema di riscaldamento, con soluzioni che uniscono una maggiore efficienza alla qualità estetica, sono molto impiegate nelle ristrutturazioni.

Il semplice inserimento di valvole termostatiche in radiatori preesistenti, contribuisce alla gestione dei consumi di climatizzazione.





Inserimento di sistemi radianti a pavimento, in contesti storici.



La modifica della caldaia ha un'efficacia anche nella produzione di acqua calda sanitaria, nel caso essa venga gestita attraverso la caldaia, diversamente vengono introdotti sistemi di produzione di acqua calda da fonti di energia rinnovabile, come previsto dalla normativa vigente (si veda più avanti).

Va segnalato, inoltre, che l'attuale normativa prevede un ritorno all'impianto centralizzato, in situazioni condominiali, diversamente dalla L. 10/1990 che favoriva l'impianto autonomo, perché permette di contenere maggiormente gli sprechi individuali e di recuperare il calore di spreco in un'unica unità. Questo determinerà molti problemi nei futuri interventi perché significa modificare nuovamente gli assetti impiantistici di unità immobiliari che, allo stato attuale, sono totalmente autonome, sia a livello proprietario che gestionale.

Tra i sistemi per il riscaldamento non vanno dimenticati quelli di riscaldamento localizzato a combustione fossile (stufe e camini), che seppure in forme ridotte, sono ancora presenti nei contesti di edilizia pre-industriale e possono offrire soluzioni valide, in alternativa o in abbinamento a quelli a caldaia a metano. Si intende con tali sistemi una molteplicità di soluzioni che vanno dal più tradizionale camino a legno, ai più moderni camini/stufe a pellet.

Nel prossimo futuro si vedrà sicuramente attivarsi anche l'introduzione di soluzioni di riscaldamento con combustione di biogas, ancora non diffusi nel mercato delle costruzioni residenziali, ma che possono costituire una soluzione utile per garantire anche il rispetto della normativa vigente in termini di uso delle fonti rinnovabili. Così come le pompe di calore che, in alcuni casi, possono essere considerate fonti rinnovabili.

Nell'ambito degli impianti di climatizzazione, stanno assumendo un peso sempre maggiore, anche in contesti pre-industriali, gli impianti di climatizzazione estiva, attraverso l'inserimento di condizionatori autonomi con unità esterna e terminale interno.

Caldaia a condensazione.



Tale diffusione non è sempre connessa ad una reale necessità, soprattutto negli edifici pre-industriali, quanto alla moda e ad una modifica radicale dei nostri costumi, che comportano l'incapacità di gestire il calore ambientale come lo si poteva fare alcuni anni fa, quando questi sistemi erano costosi e poco diffusi e li si riteneva superflui.

L'impatto di queste soluzioni è notevole sia dal punto di vista dei consumi elettrici che comportano, sia sulla percezione dall'esterno delle unità esterne. Negli ultimi anni, iniziano a diffondersi, con costi sempre minori, anche impianti totalmente interni, con una sola macchina centralizzata per singolo vano, che necessitano solo delle bocchette di aerazione esterna, riducendo notevolmente l'impatto sul fronte esterno. Sicuramente l'inserimento dei condizionatori sta cambiando le dinamiche d'uso degli edifici pre-industriali, favorendo da un lato lo sfruttamento indiscriminato dei sottotetti, e dall'altro portando a trascurare le possibilità e potenzialità di raffrescamento naturale che sono intrinseche della struttura edilizia dell'edificio pre-industriale.

Impianto elettrico e di illuminazione

Il risparmio di energia elettrica viene raggiunto, ormai, attraverso l'impiego di attrezzature d'uso quotidiano in classe energetica elevata, dai frigoriferi alle lavatrici e lavastoviglie; pertanto, non attraverso interventi sulle componenti architettoniche. Salvo che per quanto riguarda l'illuminazione, per la quale l'adozione di soluzioni a risparmio energetico sempre più performanti e l'eliminazione dal mercato delle lampade tradizionali, comporta un ripensamento anche in chiave progettuale delle componenti illuminanti.

L'altro aspetto connesso al consumo elettrico che si può relazione all'intervento di riqualificazione è, invece, l'inserimento di pannelli fotovoltaici per la produzione di energia elettrica che tratteremo nel paragrafo seguente.



L'uso di stufe a pellet o a biogas si sta diffondendo in ambienti non raggiungibili con il riscaldamento radiante, o la cui volumetria è eccessiva e l'uso saltuario.



Inserimento di pannelli fotovoltaici e pannelli solari al di sopra di una copertura in coppi (di tipo tradizionale a sinistra ed industriale a destra).

FER (Fonti di Energia Rinnovabile)

L'inserimento di sistemi per l'utilizzo delle fonti di energia rinnovabile è senza alcun dubbio il *must* dell'offerta del mercato e della progettazione più attuali. Non vi è intervento di riqualificazione edilizia che non comporti la proposta di inserire in copertura o a terra pannelli solari e fotovoltaici, per garantire il rispetto della quota stabilita dalla normativa, sia essa nazionale che regionale, di compensazione dei consumi dell'edificio per la produzione di acqua calda sanitaria.

Il primo errore è nella richiesta del fotovoltaico che è obbligatorio solo per le nuove costruzioni, mentre non è previsto nelle ristrutturazioni. Il secondo errore è nell'interpretazione della norma che prevede di garantire il soddisfacimento del 50% (il 20% nei centri storici) del fabbisogno di energia per la produzione della sola acqua calda sanitaria, mediante l'impiego di fonti di energia rinnovabile, che non vuol dire esclusivamente adozione di pannelli solari.

Le soluzioni adottabili sono, infatti, molteplici:

- l'inserimento di pannelli di solare-termico in copertura o a terra;
- la micro o piccola cogenerazione, auspicabile in soluzioni condominiali;
- l'allacciamento al teleriscaldamento, ove esistente;
- la partecipazione in quote capitali di energia su altri impianti, esterni all'area cittadina.

Senza dubbio l'inserimento dei pannelli solari o del fotovoltaico ha un impatto rilevante sulla conformazione della copertura e può degradare fortemente la percezione della stessa in un ambiente aggregativo come quello dei centri storici.

Il mercato si sta direzionando anche verso la commercializzazione di cellule fotovoltaiche sempre più specializzate, come il coppo-fotovoltaico, in grado di dissimulare l'impatto, con una conformazione a tetto tradizionale, seppure questo non risolva decisamente il problema. Così come, il miglioramento del rendimento dei pannelli solari, ne sta riducendo notevolmente gli spessori e la superficie minima

Esempio di coppo fotovoltaico.



utile, per ridurre l'impatto. Tali innovazioni sono più che altro indotte dal sostegno economico offerto alle famiglie dal conto energia, ma non sono assolutamente imposte dalla legislazione vigente.

Controllo automatizzato - Domotica

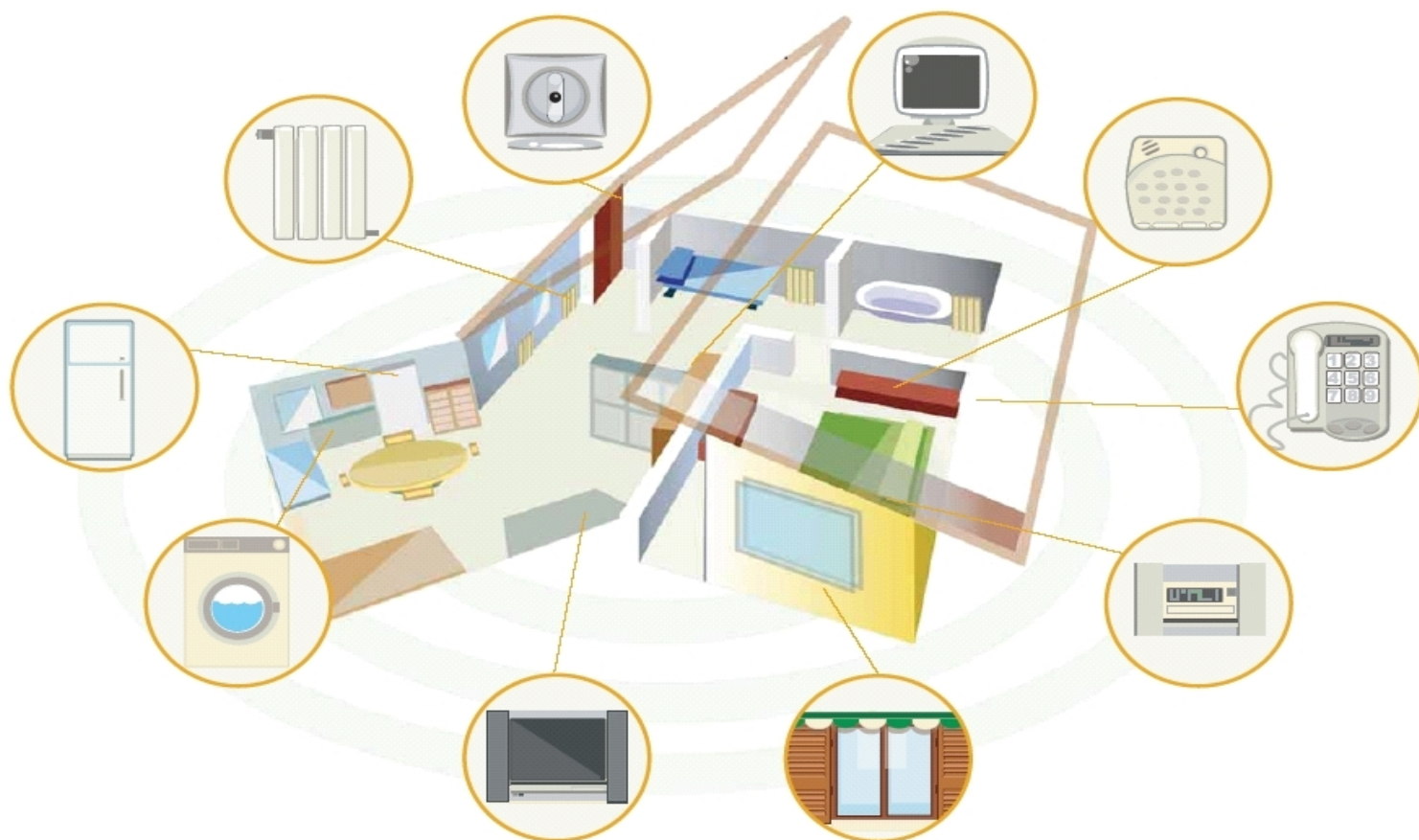
Un aspetto ancora molto sottovalutato nell'intervento sull'esistente, soprattutto in contesti delicati come quelli tutelati, è la potenzialità d'uso di sistemi domotici per la gestione della casa.

L'inserimento di sistemi di controllo automatizzato dentro la casa, permetterebbe di dare molto spazio all'aspetto gestionale dell'ambiente interno, attraverso l'ottimizzazione sia delle componenti impiantistiche che di quelle più prettamente architettoniche, così da garantire il corretto funzionamento delle parti in relazione alle condizioni climatiche reali, anche in assenza di persone all'interno dell'ambiente.

In estate, ad esempio, un edificio tradizionale, semplicemente chiudendo ed aprendo i sistemi di oscuramento esterno in modo opportuno, ed attivando meccanismi di ventilazione anche naturale che sfruttino le parti in ombra o i pozzi di luce interna (dotati di effetto camino), può tranquillamente garantire temperature più basse di quelle esterne, senza surriscaldarsi. Ma per garantire questo funzionamento, di norma, è necessaria una presenza umana che potrebbe essere sostituita da un controllo intelligente, di tipo domotico.



Impianto a terra di produzione elettrica da pannelli fotovoltaici in aperta campagna.



Schema concettuale dell'impiego dei controlli automatizzati ai fini della gestione del "sistema casa".

3.3.4. Efficacia in base al rapporto costi-benefici

Negli ultimi tempi, alcune ricerche e stime hanno posto il problema dell'efficacia delle diverse tipologie di intervento di riqualificazione energetica in termini di costi e tempi di ritorno dell'investimento.

La questione è complessa e non può certamente concludersi attraverso stime su ambiti territoriali ampi, e soprattutto non dovrebbe porre entro lo stesso ambito valutativo l'edilizia pre-industriale da quella industrializzata.

Tuttavia, la ricorrenza di alcuni dati, appare interessante da analizzare, per evidenziare quali siano gli interventi più efficaci in relazione al minore costo di applicazione; aspetto da confrontarsi poi con i limiti di compatibilità architettonica che l'intervento prevede.

Il già citato studio di de Santoli⁵¹, condotto sulla città di Roma, attraverso una stima a scala urbana (suddivisa per epoca di costruzione in base alle periodizzazioni del censimento ISTAT 2001), prevede una serie di scenari di intervento, rivolti all'efficienza energetica in regime invernale:

- riduzione della trasmittanza delle pareti opache verticali;
- riduzione della trasmittanza delle coperture;
- riduzione della trasmittanza dei pavimenti (su terreni o locali non riscaldati);
- riduzione della trasmittanza degli infissi;
- sostituzione dei generatori con caldaie a condensazione;
- installazione di valvole termostatiche sui radiatori.

Tabelle relative ai diversi scenari di risparmio e costi per le diverse famiglie di interventi.

(de Santoli L., "Riqualificazione dell'edilizia residenziale di una città. Il caso di Roma", in AICARR journal, n. 1, aprile, 2010, p.21)

Tabella IX – Riduzione della trasmittanza delle pareti opache verticali

Epoca	EP _{CI}	Variazione	Investimento totale	Risparmio complessivo annuale	
	[kWh/m ² anno]	EP _{CI} [%]		[M€]	[GWh/anno]
prima del 1919	105,4	-2,00%	231	158	13,5
1919-45	94,9	-2,93%	374	232	19,8
1946-61	92,2	-6,50%	823	514	44,0
1962-71	89,6	-6,60%	858	522	44,7
1972-81	73,6	-3,91%	728	309	26,4
1982-91	66,8	-2,28%	439	180	15,4
dopo 1991	43,8	-0,71%	214	56	4,8
TOT	65,5	-24,93%	3.667	1'971	168,7

Tabella X – Riduzione della trasmittanza delle coperture

Epoca	EP _{CI}	Variazione	Investimento totale	Risparmio complessivo annuale	
	[kWh/m ² anno]	EP _{CI} [%]		[M€]	[GWh/anno]
prima del 1919	105,9	-1,47%	70	116	10,0
1919-45	96,4	-1,41%	113	111	9,5
1946-61	95,5	-3,12%	249	247	21,1
1962-71	92,9	-3,17%	260	251	21,4
1972-81	75,1	-1,96%	220	155	13,3
1982-91	67,8	-0,85%	133	67	5,8
dopo 1991	44,0	-0,32%	65	25	2,2
TOT	76,5	-12,30%	1.110	972	83,2

Tabella XI – Riduzione della trasmittanza dei pavimenti (su terreno o locali non riscaldati)

Epoca	EP _{CI}	Variazione	Investimento totale	Risparmio complessivo annuale	
	[kWh/m ² anno]	EP _{CI} [%]		[M€]	[GWh/anno]
prima del 1919	106,7	-0,78%	70	62	5,3
1919-45	96,4	-1,37%	113	108	9,3
1946-61	95,6	-3,04%	249	240	20,5
1962-71	93,0	-3,08%	260	244	20,8
1972-81	75,4	-1,54%	220	122	10,4
1982-91	68,1	-0,40%	133	32	2,7
dopo 1991	44,0	-0,18%	65	14	1,2
TOT	78,2	-10,39%	1.110	821	70,3

Tabella XII – Effetto dell'intervento di riduzione della trasmittanza degli infissi

Epoca	EP _{CI}	Variazione	Investimento totale	Risparmio complessivo annuale	
	[kWh/m ² anno]	EP _{CI} [%]		[M€]	[GWh/anno]
prima del 1919	105,8	-1,58%	342	125	10,7
1919-45	95,2	-2,59%	554	205	17,5
1946-61	92,9	-5,75%	1.221	455	38,9
1962-71	90,4	-5,84%	1.272	461	39,5
1972-81	73,1	-4,53%	1.079	358	30,7
1982-91	66,5	-2,65%	651	209	17,9
dopo 1991	44,0	-0,28%	317	22	1,9
TOT	67,0	-23,22%	5.436	1.836	157,1

Tabella XIII – Effetto dell'intervento di sostituzione dei generatori di calore esistenti con caldaie a condensazione

Epoca	EP _{CI}	Variazione	Investimento totale	Risparmio complessivo annuale	
	[kWh/m ² anno]	EP _{CI} [%]		[M€]	[GWh/anno]
prima del 1919	106,1	-1,34%	117	106	9,0
1919-45	95,6	-2,17%	190	172	14,7
1946-61	93,6	-4,99%	418	395	33,8
1962-71	91,6	-4,51%	436	356	30,5
1972-81	75,1	-1,90%	370	150	12,8
1982-91	67,8	-0,84%	223	67	5,7
dopo 1991	44,0	-0,16%	109	13	1,1
TOT	73,4	-15,91%	1.863	1.258	107,7

Tabella XIV – Effetto dell'intervento di installazione di valvole termostatiche sui radiatori

Epoca	EP _{CI}	Variazione	Investimento totale	Risparmio complessivo annuale	
	[kWh/m ² anno]	EP _{CI} [%]		[M€]	[GWh/anno]
prima del 1919	107,2	-0,30%	13	24	2,0
1919-45	97,3	-0,44%	21	35	3,0
1946-61	97,6	-0,98%	47	77	6,6
1962-71	95,0	-0,99%	49	79	6,7
1972-81	76,0	-0,67%	42	53	4,6
1982-91	68,1	-0,36%	25	29	2,5
dopo 1991	44,0	-0,11%	12	9	0,8
TOT	83,9	-3,86%	209	306	26,1

Per ogni categoria di interventi sono stati valutati: la riduzione nel fabbisogno di consumi, l'investimento economico necessario e il risparmio complessivo. Sulla base di questi dati si è prodotto un indice di convenienza, relazionato al numero di anni utili al rientro economico dell'intervento. Calcolo, va precisato, che non tiene conto degli incentivi statali, che permettono di ridurre tali range anche di molti anni⁵².

Sono poi stati prodotti scenari cumulativi, che mettono insieme tutte o alcune categorie di intervento.

In linea di massima, il risultato finale offerto è che l'intervento più efficace è la sostituzione delle valvole termostatiche dei radiatori, quindi il la copertura e a seguire, a parità l'involucro opaco e la caldaia; mentre la sostituzione dei serramenti è altamente svantaggiosa perché avrebbe un tempo di rientro medio di 35 anni.

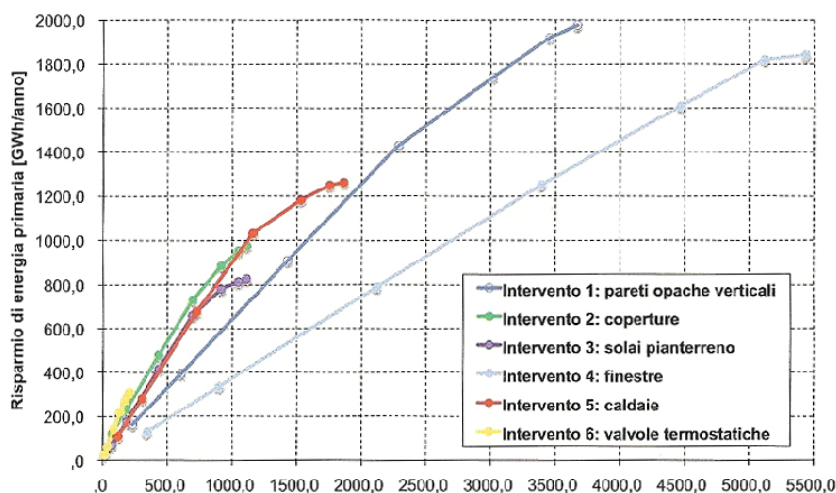


Grafico del risparmio di energia per i diversi scenari di intervento (de Santoli L., "Riqualificazione..." op.cit., p.21)



Intervento	Indice di convenienza [kWh risparmiato/€ speso]	Tempo di ritorno [anni]
Valvole termostatiche	1,46	8
Coperture	0,88	13
Solai a terra	0,74	16
TUTTO IMPIANTO	0,73	16
Caldaie	0,68	17
Pareti opache verticali	0,54	22
TUTTO INVOLUCRO	0,49	24
TUTTO INVOLUCRO + IMPIANTO	0,45	26
Finestre	0,34	35

Schema dei diversi indici di convenienza e dei tempi di ritorno (de Santoli L., "Riqualificazione..." op.cit., p.22).

Un altro studio recentemente pubblicato è quello del Cresme per il Rapporto Saienergia 2010⁵³. In questo rapporto su costruzione/energia, il Cresme ha cercato di dimostrare quali e quanti interventi di riqualificazione del patrimonio esistente, di tutto il territorio nazionale, sarebbero necessari per soddisfare gli obiettivi del programma europeo 20-20-20. Tale stima, sempre suddivisa in categorie di intervento, prevede il calcolo di quanti elementi tecnici sostituire o integrare, entro le seguenti famiglie, suddividendo in modo paritario gli sforzi di riduzione dei consumi:

- chiusure verticali trasparenti (infissi e sistemi vetrati)
- chiusure verticali opache (sistemi parete e isolanti);
- chiusure orizzontali (sistemi tetto, isolanti);
- sistemi di climatizzazione (riscaldamento e raffrescamento).

I potenziali interventi sono stati valutati suddividendo il territorio italiano in cinque aree geografiche: nord-ovest, nord-est, centro, sud, isole.

Il rapporto stima una riduzione dei consumi, in dieci anni, di 2,2 Mtep (25.600 GWh_t), da spalmare in quote equivalenti tra le quattro categorie di interventi, perché nessuno degli interventi può da solo soddisfare gli obiettivi europei⁵⁴.

Al di là dei numeri finali, il rapporto sostiene che, a parità di resa, l'intervento più vantaggioso in termini economici sia la sostituzione della caldaia. Se, infatti, si dovessero ridurre i 2,2 Mtep previsti solo attraverso la sostituzione delle caldaie, sarebbe necessario un investimento di 27,3 miliardi di €, contro i 56,3 miliardi per l'involucro opaco e i 99,3 miliardi per gli infissi. Ciò vuol dire che, sempre considerando questa una stima molto relativa, la sostituzione della caldaia, a parità di spesa sarebbe oltre tre volte più efficace della sostituzione degli infissi e oltre due volte più efficace della coibentazione dell'involucro.

Tabella 2.4. - Le possibilità alternative di intervento per raggiungere gli l'obiettivo 20-20-20 negli edifici residenziali esistenti

		UN RISPARMIO DI 2,2 Mtep = 25.600 GWh_t COMPORTE L'INTERVENTO SU			
		Unità di misura	Quantità necessaria (in milioni)	Interventi necessari (in milioni)	Spesa necessaria (Mld. €)
Alternativa 1	Infissi	n° finestre	77,6	11,1	99,3
Alternativa 2	Coibentazione superfici verticali opache	mq.	557,7	3,2	56,3
Alternativa 3	Coibentazione superfici orizzontali opache	mq.	335,5	1,4	43,6
Alternativa 4	Impianti termici	n° caldaie	2,6	2,6	27,3

Fonte: elaborazioni e stime Cresme su dati ENEA

Tabella 2.5. - Il mix di interventi a parità di investimento per ogni alternativa in modo da raggiungere i 25.600 GWh di risparmio (11,4 miliardi di € investiti in ogni tipologia di intervento)

UN RISPARMIO DI 2,2 Mtep = 25.600 GWh_t A PARITA' DI INVESTIMENTO PER TIPO DI INTERVENTO COMPORTE			
	Spesa (Mld. €)	Interventi eseguibili (n°)	Risparmio energetico ottenibile (in GWh)
Infissi	11,4	329.500	3.000
Coibentazione superfici verticali opache	11,4	294.700	5.200
Coibentazione superfici orizzontali opache	11,4	221.000	6.700
Impianti termici	11,4	1.012.800	10.700
TOTALE INTERVENTI	45,6	1.858.000	25.600

Fonte: elaborazioni e stime Cresme su dati ENEA

Schemi dei possibili risparmi in funzione delle diverse categorie di intervento (Rapporto Sanienergia10, Saienergia, Bologna, 2010, p. 46)

note al capitolo 3.

¹ Falasca C., *Dal Clima alla tipologia edilizia, note metodologiche per la progettazione*, Alinea ed., Firenze, 1985, p. 11.

² *Ibidem*, p. 12.

³ *Ibidem*, p. 12.

⁴ D'ora in avanti L. 373/1976.

⁵ *Ibidem*, p. 28.

⁶ Si prevede l'applicazione dei requisiti minimi di isolamento anche per le ristrutturazioni, purché la Commissione edilizia comunale accerti la sussistenza delle condizioni tecniche per l'intervento (L. 373/1976, art. 14, comma 2).

⁷ L. 373/76, art. 1.

⁸ Stabilito dal decreto attuativo della L. 373/1976 D.P.R. 1152/1977, art. 8 "temperatura di esercizio".

⁹ L. 373/1976, Capo II, art. 3: «Gli impianti di produzione del calore per il riscaldamento degli edifici di cui all'art. 1, da installare dopo l'entrata in vigore del regolamento di esecuzione, devono essere dimensionati per fornire una temperatura nell'ambiente non superiore a 20° C, tenendo conto delle condizioni climatiche locali e del coefficiente volumico globale di isolamento termico di cui al successivo art. 14».

¹⁰ Decreto del Presidente della Repubblica del 28 giugno 1977, n. 1052.

¹¹ Il due gemelli ungheresi contribuirono in modo fondamentale alle ricerche in campo della bioclimatica applicata all'architettura, presso la Princeton School of Architecture. Numerose le pubblicazioni diventate contributi fondamentali condotte insieme o singolarmente, come: V. Olgyay, A. Olgyay, *Solar Control and Shading Devices* (Princeton New Jersey, 1957), e il più noto V. Olgyay, *Design with Climate: An Approach to Bioclimatic Regionalism* (Princeton New Jersey, 1963).

¹² Il volume è stampato negli Stati Uniti a partire dal 1963, e nella versione italiana nel 1981 nella traduzione di Girolamo Mancuso per i tipi di Franco Muzzio & C. editori.

¹³ Cfr. Cook J. e Los S., "Un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico", in Olgyay V., *Progettare con il clima, un approccio bioclimatico al regionalismo architettonico*. (traduzione di Mancuso G.), Franco Muzzio & C. editori, Padova, 1981, pp.VII-XVI.

¹⁴ Tra i numerosi testi in tema di bioarchitettura, si rimanda al panorama internazionale offerto nei seguenti testi. Francese D., *Architettura bioclimatica, risparmio energetico e qualità della vita nelle costruzioni*, UTET, 1996. *Architettura Bioclimatica*, a cura di C. Gallo, IN/ARCH, Roma, 1998.

¹⁵ Cfr. Caniggia G., Maffei G.L., *Lettura dell'edilizia di base*, Alinea, Firenze, 1979; Caniggia G., *Strutture dello spazio antropico*, Alinea, Firenze, 1981.

¹⁶ D'ora in avanti L. 10/1991.

¹⁷ La L. 10/1991 costituisce un provvedimento all'avanguardia anche per l'introduzione del concetto di certificazione energetica che sarà ripresa solo successivamente dalle direttive europee.

¹⁸ Di cui all'art. 1, comma 2, della L. 10/1991.

¹⁹ Si riferisce agli usi ancora in atto e non alle fonti di energia rinnovabili.

²⁰ Meglio specificate, nel medesimo art. 1, al successivo comma 3.

²¹ Come definito dall'art. 21 del D.P.R. 1052/1977.

²² DM 178/2005, art. 8, comma 1.

²³ DM 178/2005, art. 9, comma 1.

²⁴ I paesi non aderenti sono gli Stati Uniti, che si sono ritirati dalla ratifica dell'accordo, mentre Cina ed India, pur avendo ratificato l'accordo non sono tenute a ridurre le loro emissioni nell'ambito del presente accordo.

²⁵ Per le informazioni qui riportate si rimanda al seguente sito istituzionale: http://europa.eu/legislation_summaries/environment/tackling_climate_change/128060_it.htm.

²⁶ D'ora in avanti D.Lgs. 192/2005.

²⁷ Per un quadro sintetico dello stato della legislazione regionale all'anno 2007, cfr. Nuzzo E., Tomasinig E., *Recupero ecoefficiente del costruito. Confronto tra soluzioni migliorative per pareti, coperture e solai*, Edicom edizioni, Monfalcone (Gorizia), 2008, pp. 23-30.

²⁸ D'ora in avanti DAL 156/2008.

²⁹ Poi aggiornata, in linea con l'uscita del DPR 59/2009, con la ripubblicazione dell'allegato tecnico attraverso il Decreto della Giunta Regionale n. 1362/2010.

³⁰ I sostegni finanziari sono stati introdotte dalla L. 296/2007 (legge finanziaria) e ss.mm.ii. e dal D.M. 19/02/2007 e ss.mm.ii. Legge quella del 2007, che introduce per la prima volta la definizione di

“riqualificazione energetica” per differenziarla dalla ristrutturazione edilizia, e che prevede l’attivazione di incentivi statali del 55% sui lavori di riqualificazione energetica dell’edilizia (quali l’isolamento dell’involucro esterno, la sostituzione degli infissi, ecc.).

³¹ Per questa e le informazioni seguenti si rimanda al sito istituzionale: <http://www.europarl.europa.eu/sides/getDoc.do?language=IT&type=IM-PRESS&reference=20081208BKG44004>.

³² Direttiva 2009/28/EU, considerazione (1).

³³ Intervista all’ing. Natale Massimo Caminiti (ENEA) sulle prime verifiche offerte dalla Quarta Comunicazione Nazionale all’UNFCCC (United Nations Framework Convention on Climate Change) sul dato di consumo globale europeo dal 1990 alla fine del 2005: <http://titano.sede.enea.it/Stampa/skin2col.php?page=eneaperdettagliofigli&id=116>.

³⁴ *Idem*.

³⁵ Si vuole far notare brevemente che tale “disattenzione”, stante la già avvenuta emanazione della UNI-TS 11300 parte 3, è dovuta a diversi fattori: da un lato la mancata sicurezza sull’affidabilità di metodologie di calcolo statico per le condizioni climatiche estive; dall’altro la mancanza di una letteratura specifica ed esaustiva sul tema del comportamento dell’edificio in regime estivo, ed infine la complessità degli impianti per la climatizzazione estiva, che non sono esaustivamente trattati nella parte 3 di cui sopra.

³⁶ D.Lgs. 192/2005, art. 2, comma 1, lettera c).

³⁷ DPR 59/2009, art. 4 “Criteri generali e requisiti delle prestazioni energetiche degli edifici ed impianti”.

³⁸ Cfr. Nuzzo E., *Recupero ecoefficiente del costruito...* op. cit., pp. 31-34. Fabbri K., *Progettazione energetica dell’architettura...* op. cit., pp. 27-28.

³⁹ Cfr. Fabbri K., *Progettazione energetica...* op. cit., pp. 193-194.

⁴⁰ Con il termine ambivalenti si vuole indicare la possibilità di scelta tra materiali isolanti che hanno uno spiccato comportamento contenitivo e scarsamente traspirante (come gli isolanti di origine sintetica) e quelli in grado di isolare senza impedire la traspirazione naturale del muro, o addirittura di tarare il tempo di sfasamento, nel riscaldamento estivo dall’esterno, per garantire all’elemento tecnico di raggiungere buoni livelli di inerzia termica.

⁴¹ Fabbri K., *Prestazione energetica...* op. cit., p. 15.

⁴² La formazione di condensa e, quindi, la risalita di umidità è determinata, infatti, dalla differenza di temperatura tra il solaio e il terreno a contatto.

⁴³ Marini M., Spanedda F., Serra A., “Strategie di riqualificazione urbana”, in *Energia e insediamento...* op. cit., a cura di Francesco Spanedda. Franco Angeli, 2007, p. 108.

⁴⁴ Come si vedrà più avanti, al §5.5, l’English Heritage, nelle sue linee guida per l’intervento di miglioramento dell’efficienza energetica sull’edilizia “tradizionale”, ha fortemente sostenuto la questione della formazione di condensa, indotta da interventi di isolamento, come uno dei problemi di maggiore impatto sul degrado dei beni storici. Pertanto, vengono fornite indicazioni operative volte espressamente alla riduzione di queste situazioni di pericolo.

⁴⁵ Vedremo nel capitolo 7 quanto l’abbattimento delle infiltrazioni d’aria possa, in realtà, indurre in edifici-preindustriali fenomeni di formazione di condensa, all’interno con crescita di muffe sulla superficie intorno alla finestra.

⁴⁶ Una pratica non ritenuta compatibile con i caratteri storici dell’elemento, e quindi da evitare.

⁴⁷ Si consideri che in uno studio di alcuni anni fa si è stato dimostrato che il guadagno termico dovuto al manto di copertura, in periodo estivo, è del 65% rispetto al 29% delle finestre e al 6% delle murature (senza considerare la presenza di eventuali lucernari che riducono notevolmente l’apporto dovuto al manto di copertura). Cfr. D’Orazio M., “Risultanze di un’indagine sperimentale in funzione del risparmio energetico nei tetti ventilati”, *Modulo*, n. 265, BE.MA editrice, ottobre, 2000, p. 919.

⁴⁸ UNI 9460:1989. *Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l’esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento*, p. 17.

⁴⁹ D’Orazio, M. “Risultanze di...” op. cit., p. 919.

⁵⁰ Questo appare come l’intervento di riqualificazione energetica in assoluto più economico e di facile gestione, in grado di offrire un risparmio medio interessante e garantire quindi un tempo di ritorno dell’investimento piuttosto rapido, se paragonato agli interventi sull’involucro. Cfr. de Santoli L., Mancini M., Ceconi M. “Riqualificazione dell’edilizia residenziale di una città. Il caso di Roma”. In *AICARR journal*, anno 1, aprile, 2010, pp. 18-22.

⁵¹ de Santoli L., “Riqualificazione dell’edilizia...” op. cit., pp. 18-22.

⁵² Scopo degli autori è, infatti, quello di indicare quali siano le categorie di intervento che potenzialmente vanno più o meno assoggettate ai finanziamenti statali, in funzione dello specifico indice di convenienza.

⁵³ *Rapporto Saienergia 10*, a cura di Cresme, Saienergia, Bologna, 2010, pp. 49-74.

⁵⁴ Il calcolo è infatti strutturato sulla base di un monitoraggio del numero di intervento analoghi condotti negli ultimi anni e cerca, quindi, di delineare scenari possibili, che tengano conto della media di tale dato storico, per non proporre azioni irrealizzabili sul territorio nazionale.

CAPITOLO 4

ANALISI DEL QUADRO NORMATIVO EUROPEO, NAZIONALE E REGIONALE VIGENTE, IN RELAZIONE ALL'INTERVENTO SUGLI EDIFICI PRE-INDUSTRIALI

4.1. La Direttiva europea 2002/91/EU, aggiornata dalla Direttiva europea 2010/31/EU

La Direttiva 2002/91/EU "Sul rendimento energetico dell'edilizia" viene emanata dal Parlamento europeo e dal Consiglio europeo il 16 dicembre 2002 e poi pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale dell'Unione Europea il 4 gennaio 2003. La sua elaborazione nasce dall'esigenza di accelerare, da parte degli Stati Membri, l'attuazione di misure per il contenimento del consumo di energie primarie, soprattutto nel campo dell'edilizia, e dalla necessità di ridurre le differenze esistenti tra i vari Stati, in termini di certificazione energetica, metodologie di calcolo ed ambiti di applicazione¹. La necessità della promulgazione di tale Direttiva è dettata dall'avvicinarsi della scadenza del protocollo di Kyoto, per il quale non si erano ancora raggiunti i livelli di riduzione prefissati, ma soprattutto dalla considerazione che il settore edilizio residenziale e terziario, insieme, occupa il 40% del consumo finale della Comunità Europea², oltre a costituire un mercato in continua crescita.

In tal senso, l'obiettivo principale della Direttiva era quello di obbligare i singoli Stati al recepimento della stessa con propri provvedimenti nazionali entro il 4 gennaio 2006, fornendo ad essi un quadro normativo di riferimento sintetico, che fungesse da strumento di coordinamento e riferimento.

La Direttiva 2002/91/EU costituisce, come si è detto, il testo di riferimento per lo sviluppo e l'aggiornamento della normativa nazionale, e per questo suo ruolo si potrebbe ritenere di doverle imputare tutta una serie di lacune proprie del D.Lgs. 192/2005. Tuttavia, un'attenta lettura delle considerazioni iniziali, che dovrebbero costituire il nucleo della possibilità di espressione di una direttiva europea a favore del legislatore nazionale, permette di individuare alcuni aspetti fondamentali e ancora da sviluppare nell'ambito del dibattito italiano. In particolare, si porrà l'attenzione su quelle osservazioni, avanzate dalla commissione legislativa, aventi uno specifico interesse in relazione alla tematica del miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia pre-industriale, appunti che non sono stati assolutamente presi in considerazione dalla normativa nazionale, né, tantomeno, dalla successiva traduzione a livello locale nella Regione Emilia Romagna. Si sottolinea, inoltre, che le osservazioni che si andranno qui a sviluppare sono incentrate su alcune delle "considerazioni" che introducono gli articoli della Direttiva e che pertanto, pur non costituendo le prescrizioni cogenti della norma, sono ugualmente parte costitutiva della Direttiva europea, espressione di un processo di riflessione ed analisi sul tema, che forse l'Italia avrebbe potuto meglio interpretare.

L'approvazione della nuova Direttiva 2010/31/EU "Sulla prestazione energetica nell'edilizia"³, avvenuta il 19 maggio del 2010, in sostituzione di quella fino ad ora affrontata, permette di analizzare lo sviluppo delle posizioni del Consiglio europeo in questi anni di applicazioni e di traduzione della precedente direttiva nelle normative dei singoli stati membri e di valutare le prospettive di modifica, nel breve periodo, della normativa nazionale o regionale, analizzate nei paragrafi seguenti⁴.

Il rinnovamento del testo europeo scaturisce dalla presa di coscienza di un ritardo nel rispetto degli obiettivi fissati dal protocollo di Kyoto, per i quali si dovrebbe raggiungere una riduzione dei consumi energetici del 20% entro il 2020⁵. Questa rinnovata spinta all'individuazione di obiettivi concreti, da raggiungere nei singoli stati, è figlia anche dei lavori della Commissione "Piano d'azione per l'efficienza energetica: concretizzare le potenzialità", che nel 2006 produsse un rapporto sulle strategie da perseguire per un reale contenimento dei consumi energetici in Europa⁶.

La Commissione mise in luce il grave stato di inottemperanza ai limiti fissati dal protocollo di Kyoto, soprattutto per quanto riguarda i settori più fortemente energivori. In particolare, il documento individua due aspetti fondamentali del problema:

- la necessità di sviluppare tecniche e prodotti in grado di consumare meno, un aspetto che interessa tutto il mercato produttivo e quello del consumo diretto, dove lo spreco è connesso all'impiego di attrezzature a limitata efficienza o alla mancata fissazione di limiti di consumo per i prodotti destinati alla vendita al pubblico (quali gli impianti, gli elettrodomestici, ecc.);
- l'impossibilità di rimandare ulteriormente un cambiamento radicale dei comportamenti della società, in riferimento, naturalmente, alla gestione dei consumi.

Per quanto riguarda l'aspetto di nostro interesse, il rapporto tratta, nel capitolo 5.1 (punto n. 3), della necessità di rendere gli edifici più efficienti sotto il profilo energetico, fissando alcuni obiettivi che vanno raggiunti mediante un'opportuna revisione della Direttiva 2002/91/CE:

1. ampliare l'ambito di applicazione della normativa, nel campo della ristrutturazione, anche per gli edifici con superficie inferiore a 1000 mq, così da intervenire sull'edilizia residenziale mono e bifamiliare⁷;
2. definire requisiti minimi, ancora più bassi di quelli vigenti, nel caso di ristrutturazione, anche concentrandosi solo su determinati componenti (quali le finestre o la copertura, ad esempio);
3. portare sempre i requisiti minimi della nuova costruzione verso un valore il più prossimo possibile alle così dette "case passive", che andranno favorite e promosse a livello europeo.

La nuova Direttiva 2010/31/EU nasce da questa istanza di rinnovamento e di spinta che l'Unione Europea vuole dare, nei confronti degli stati membri, verso un più marcato risparmio energetico, in grado di rispettare le previsioni di riduzione fissate per il 2020⁸.

Uno degli aspetti innovativi della nuova disciplina, che qui si vuole mettere in evidenza perché favorisce la comprensione dei singoli punti che verranno in seguito trattati, è la centralità che viene attribuita al “ciclo di vita economico di un edificio” che deve essere assunto quale termine fondamentale di valutazione degli interventi, siano essi sul nuovo o sull'esistente. L'introduzione di questo concetto non è di scarsa rilevanza perché costringe il legislatore regionale e nazionale, nella fase attuativa, ed il tecnico progettista, nella fase applicativa, a comprendere se l'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica risponde ad un reale vantaggio economico in relazione al ciclo di vita utile dell'edificio. La Commissione europea ha sempre avuto una particolare attenzione, fin dal 2002 come si vedrà più avanti, nei confronti della stima dell'intervento, in ragione di un'attenta valutazione dei costi-benefici dello stesso, ma solo ora arriva a specificare che questa stima deve relazionarsi al Life Cycle Assessment⁹ dell'edificio, fissando in tal modo un termine di riferimento che consente di adattare l'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica in modo più coerente alle diverse tipologie edilizie e alle tecniche costruttive che le caratterizzano. Non più una valutazione sul mero aspetto tecnologico, ad esempio sulla dispersione del pacchetto edilizio da riportare ad un dato livello di requisito, ma una valutazione che deve mettere in campo anche gli aspetti di convenienza economica dell'intervento.

L'analisi delle due normative verrà affrontata contestualmente, pur se l'ultima deve ancora essere tradotta in un ulteriore aggiornamento del D.Lgs 192/2005, cercando di mettere in evidenza i diversi aspetti, secondo un ordine cronologico, soprattutto quando tra le due direttive dovessero rilevarsi consistenti modifiche concettuali o di obiettivi¹⁰.

Sul concetto di Miglioramento

Il miglioramento della prestazione energetica degli edifici è l'obiettivo centrale delle due direttive europee, ma nell'accezione intesa dal Consiglio d'Europa, esso va inteso nel senso di un intervento di manutenzione straordinaria o anche di completa ristrutturazione che permetta di aumentare l'efficienza energetica, e non nell'accezione di massima integrazione ammissibile che la disciplina del Restauro attribuisce al termine.

La EPBD 2002 approfondisce con molta attenzione, soprattutto nelle considerazioni iniziali, il concetto di miglioramento. Come si è illustrato nel precedente § 2.6, esso è ricorrente in tutti i testi legislativi in materia di efficienza energetica perché, pur ammettendo l'impossibilità di un consumo energetico pari a zero, si cerca almeno di migliorare le capacità di riduzione dei consumi stessi, in funzione delle possibilità offerte dalla innovazione tecnica. Nella Direttiva, tuttavia, si va oltre la normale definizione, andando a riconoscere la possibilità, anzi l'esigenza, che sussistano limiti all'applicazione degli interventi migliorativi. Limiti i quali non dovrebbero basarsi unicamente sulla valutazione delle condizioni climatiche locali e

dell'ambiente termico interno, ma che dovrebbero prendere in considerazione le «prescrizioni essenziali sull'edilizia»¹¹, come definite dalla EPBD 2002, anche contravvenendo alle esigenze di tipo prestazionale-energetico. Queste prescrizioni essenziali sono:

- a) l'accessibilità, è probabile che si riferisca, in senso ampio, alla garanzia di una libera circolazione del bene, la quale non sia compromessa da eventuali limitazioni dettate dal progetto gestionale in termini di risparmio energetico; mentre, in senso più ristretto, appare evidente che si riferisca al garantire un'accessibilità ai disabili, quale prerogativa essenziale di una progettazione architettonica, soprattutto se pubblica;
- b) la prudenza, termine alquanto ambiguo e di difficile interpretazione nella traduzione italiana¹², ma se inteso nel senso inglese di "prudence", come appare nella versione anglosassone del documento, risulta evidente il riferimento alla "sicurezza", ovvero al rispetto delle condizioni di uso sicuro dell'edificio e della sicurezza in fase di cantiere;
- c) l'uso cui è destinato l'edificio, prescrizione che fissa, con molta pregnanza, l'esigenza che il miglioramento sia commisurato alla destinazione d'uso prevista; si può quindi interpretare che l'uso possa costituire una variabile sensibile nella valutazione del rendimento energetico di un edificio, così come in parte prevedono le metodologie di calcolo codificate dalle UNI/TS 11300.

All'art.4 viene, inoltre, fissata l'età quale discriminante per l'applicazione dei requisiti minimi, lasciando ai singoli Stati la definizione del concetto di età in relazione al patrimonio culturale riconosciuto degno di tutela.

Sempre in riferimento al concetto di miglioramento, in una considerazione successiva, la EPBD 2002 si esprime in modo ancora più chiaro sui limiti della riqualificazione energetica nell'edilizia esistente, che possono anche non contemplare una complessiva ristrutturazione, ma limitarsi «alle parti che sono più specificatamente pertinenti ai fini del rendimento energetico dell'edificio e che rispondono al criterio costi/benefici»¹³. Una valutazione interessante, se non fosse stata interpretata nell'accezione di consentire interventi parziali che garantissero non più un valore elevato di efficienza energetica globale, ma un rispetto della prestazione minima ammissibile per uno specifico elemento tecnico dell'edificio. Questo punto introduce, quindi, quanto poi espresso nell'art. 6 della EPBD 2002, punto nodale dei successivi sviluppi normativi a livello nazionale e regionale, dove si specifica che «i requisiti possono essere fissati per gli edifici ristrutturati nel loro insieme o per i sistemi o i componenti ristrutturati, purché questi rientrino in una ristrutturazione da attuare in tempi ristretti»¹⁴. Come si può vedere, la Commissione europea torna sempre a sottolineare l'esigenza di non compromettere l'edificio esistente con interventi parziali, sia perché impattanti da un punto di vista conservativo, sia perché inefficaci se non previsti nell'ambito di una generale

ristrutturazione, volta al raggiungimento di un'efficienza energetica globale. Pertanto, la Direttiva farebbe intendere l'impossibilità di prevedere un'applicazione limitata al rispetto di specifici parametri prestazionali, come stabilito dal D.Lgs. 192/2005, se non facenti parte di un complessivo progetto di ristrutturazione (o meglio, diremmo, di riqualificazione energetica).

Il contenuto della considerazione n. 14 della EPBD 2002 non compare più nella EPBD 2010, anche se è richiamato implicitamente nell'art. 7 che conferma la possibilità di intervenire solo su parti dell'edificio aventi rilevanza ai fini del comportamento energetico, così come già sosteneva il corrispondente art. 6 della EPBD 2002.

Sempre in riferimento alla messa a punto di opportuni requisiti per il miglioramento della prestazione energetica in edifici esistenti, si sottolinea nuovamente, nella considerazione n.15 della EPBD 2002, l'importanza di non rendere tali interventi incompatibili con:

- a) la funzione; ripetendo sostanzialmente il concetto di "uso" espresso nella considerazione n. 9, anche se specificatamente espresso per un edificio esistente e, forse, con la volontà di stimolare un'adeguata riflessione nell'ambito dell'edilizia storica, dove il tema della variazione di destinazione d'uso è già fortemente problematico nel rispetto dell'organismo architettonico;
- b) la qualità o il carattere; nel senso di una percezione estetica o composizione architettonica del manufatto, che non possono certamente essere compromesse da interventi di coibentazione esterna o dall'inserimento di pareti attrezzate di forte impatto visivo. Questo parametro di valutazione è molto interessante perché permette di stabilire una forma di tutela da interventi incongrui per molti edifici, sia di tipo pre-industriale che novecenteschi, per i quali si sia riconosciuto un valore compositivo o qualitativo in senso ampio. Carattere che possa essere compromesso da tecniche di contenimento energetico eccessivamente impattanti, e che potrebbe essere quindi impedito anche se non sussiste una tutela diretta di natura culturale. Tuttavia, la Direttiva, non fissando i criteri di valutazione di questa qualità, non permette la costituzione di un giudizio oggettivo, ma necessariamente individualistico, finendo per lasciare ampio spazio all'interpretazione personale.

Quest'ultima considerazione non è presente nella EPBD 2010, come se fosse ormai da ritenere implicita nello sviluppo degli articoli normativi, e forse demandando l'attuazione di questi criteri alla definizione del ciclo di vita utile, quale parametro fondamentale che possa contenere all'interno anche la valutazione delle funzioni, della qualità e del carattere.

In linea di massima si può sostenere che, nonostante alcune eliminazioni di contenuti, la nuova EPBD 2010 continua a fissare come obiettivo principale il miglioramento delle prestazioni energetiche dell'edilizia, ponendo particolare attenzione al rispetto delle caratteristiche proprie dell'edilizia e ad un giusto equilibrio tra i costi dell'intervento e l'efficacia dello stesso.

Sulla metodologia di calcolo della prestazione energetica e i requisiti minimi

Le Direttive europee sottopongono l'applicazione dei requisiti minimi di prestazione energetica alla definizione di metodologie di calcolo della prestazione, specifiche per i singoli Stati membri. In particolare traspare in entrambe le redazioni, una particolare attenzione alla regionalità del metodo, che non deve prescindere da una molteplicità di fattori determinati dalla natura dei luoghi e dalle peculiarità dell'edilizia ivi presente.

La EPBD 2002 fissava, oltre alla coibentazione invernale che non può certo costituire il parametro esclusivo di riferimento, altri fattori con un ruolo di crescente importanza nel comportamento energetico dell'edificio:

- il tipo di impianto di riscaldamento o condizionamento;
- l'impiego di fonti di energia rinnovabili;
- le caratteristiche architettoniche dell'edificio¹⁵.

Il terzo punto, per quanto vago, costituisce nell'ambito di questo testo normativo, un aspetto importante, perché consente di tarare la metodologia di calcolo in funzione di tutti gli aspetti che si ritenga abbiano una valenza nei rapporti del rendimento energetico di un edificio, anche individuando parametri architettonici che non siano ancora stati acquisiti nei più diffusi modelli di calcolo.

A questi fattori, la EPBD 2010 ne ha aggiunti altri:

- gli elementi passivi di riscaldamento e raffrescamento;
- i sistemi di ombreggiamento;
- la qualità dell'aria interna;
- un'adeguata illuminazione naturale¹⁶.

Puntualizzazioni che dimostrano una sempre più marcata attenzione ad una valutazione del comportamento globale dell'edificio nell'arco dell'anno e non solo in riferimento alla dispersione termica invernale. La EPBD 2010 rileva, infatti, la «crescente proliferazione degli impianti di climatizzazione dell'aria nei paesi europei»¹⁷ e pertanto ritiene centrale l'esigenza di valutare la prestazione energetica annuale¹⁸, introducendo quei fattori che consentono la definizione del modello di comportamento estivo.

Le Direttive europee definiscono con esattezza le metodologie di calcolo, attraverso il lavoro del CEN (European Committee for Standardization) che i singoli stati membri devono recepire, provvedendo eventualmente alla traduzione alla realtà termotecnica del paese, come nel caso delle UNI-TS 11300 italiane. Tale approccio metodologico, comune al tema del calcolo della prestazione energetica, previsto nell'art. 3 della EPBD 2010, viene poi esplicitato nell'Allegato I della stessa. Rispetto alla precedente direttiva, come si è già detto, vengono definiti parametri di calcolo molto numerosi anche per il comportamento estivo, così che la valutazione possa essere estesa all'intero ciclo annuale e non solo ai mesi freddi¹⁹.

Per la fissazione dei requisiti minimi da raggiungere nell'ambito di un intervento di nuova costruzione o di ristrutturazione, la normativa europea stabilisce che ogni Stato è indipendente nel fissare limiti di dispersione energetica, conformemente agli obiettivi

strategici europei. In particolare, all'art. 4²⁰ si stabilisce che gli stati membri possono definire differenti requisiti minimi, in funzione che si tratti di una nuova costruzione o di una ristrutturazione di edifici esistenti, anche diversificando in funzione della categoria edilizia (erroneamente tradotto in "tipologia" nella versione italiana della EPBD 2010) sia essa residenziale, terziaria o produttiva. Tali requisiti non devono, inoltre, contrastare con altri aspetti dell'edificio, connessi ad esempio alle condizioni igieniche fondamentali, come la ventilazione e la qualità interna, oltre che all'uso e all'età.

La nuova direttiva introduce, nel rispetto della marcata attenzione al ciclo di vita utile dell'edificio, un'ulteriore specifica nell'art. 4 che permette agli Stati membri di non fissare requisiti minimi, laddove si riconosca la loro inefficacia «sotto il profilo dei costi rispetto al ciclo di vita»²¹: un aspetto importante che potrebbe risultare fondamentale nella valutazione del miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia pre-industriale.

La normativa tecnica standard mondiale, di riferimento per il calcolo della prestazione energetica degli edifici, richiamata dalla EPBD 2002, è la UNI EN ISO 13790 *Energy Performance of buildings – Calculation of Energy use for space heating and cooling*. Questa individua tre metodi di calcolo²²:

- 1) metodo quasi-statico su base mensile (*simplified methods*), o anche su base stagionale (che è quello adottato dall'Italia con le UNI/TS 11300), si riferisce alle condizioni medie al contorno e le considera quali variabili in continuità, entro periodi ampi di tempo;
- 2) metodo dinamico su base oraria (*detailed methods*); che valutano il comportamento energetico in base alle variazioni istantanee che si presentano nel corso della giornata, delle stagioni e dell'annualità, in relazione alle modalità d'uso;
- 3) metodo di calcolo dettagliato, attraverso l'uso di strumenti di simulazione informatica, così detto *Virtual Environment*²³.

L'Italia, come si è anticipato, ha adottato il metodo di calcolo statico su base mensile e ha elaborato, a partire dalla normativa UNI EN ISO 13790, adattata al territorio italiano, la UNI-TS 11300 *Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 1: Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale*.

L'altra norma attualmente in uso e "ufficializzata" anche essa dal DPR 59/2009 nei metodi di calcolo, è al UNI-TS 11300 *Prestazioni energetiche degli edifici – Parte 2: Determinazione del fabbisogno di energia primaria e dei rendimenti per la climatizzazione invernale e per la produzione di acqua calda*, desunta dalla UNI CEN/TR 15615 *Spiegazione della relazione generale tra le varie norme europee e la direttiva sulla prestazione energetica degli edifici (EPBD) – documento riassuntivo* (detta anche CEN Umbrella). Sono ancora in fase di adozione, per quanto già pubblicate, altre due norme tecniche delle UNI-TS 11300, la Parte 3 sulla climatizzazione estiva e la Parte 4, per le quali resta valido quanto espresso dalla CEN Umbrella.

Sull'esclusione di alcune categorie di edifici

Strettamente connessa alla definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica è la tematica dell'esclusione di alcune categorie di edifici dall'applicazione della normativa, un tema che torna sistematicamente nella normativa nazionale e regionale (almeno in Emilia Romagna).

La EPBD 2002, totalmente confermata dalla seguente EPBD 2010, stabilisce all'art. 4 comma 3 che è possibile decidere, da parte degli stati membri, l'esclusione di alcune categorie di edifici dall'applicazione dei requisiti minimi, laddove l'intervento possa costituire un problema sul fronte della compatibilità architettonica, in particolare modo sul rispetto di specifici caratteri di interesse culturale, o quando l'applicazione dei requisiti risulti non efficiente rispetto all'uso.

Nella prima famiglia rientrano gli «edifici e monumenti ufficialmente protetti», sia quando essi facciano parte del patrimonio tutelato in qualità di Bene Culturale²⁴, sia quando il loro valore architettonico sia riconosciuto in altro modo, come ad esempio dagli strumenti urbanistici territoriali. Tuttavia, la Direttiva sottolinea che questa esclusione è possibile solo quanto il «rispetto delle prescrizioni implicherebbe un'alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto»²⁵, cercando in tal modo di lasciare libera la strada, ai singoli stati membri, di contemplare ugualmente tale settore edilizio, attraverso la predisposizione di criteri di giudizio del livello di alterazione accettabile.

Nella seconda famiglia rientrano invece tutti quegli immobili che prevedono un impiego saltuario, tale da non gravare eccessivamente sui consumi energetici europei, tra questi gli edifici di culto, i fabbricati ad uso temporaneo, i siti industriali e le officine, gli edifici residenziali usati per un tempo inferiore ai quattro mesi l'anno (soprattutto le seconde case ad uso estivo) ed i piccoli edifici isolati, con una metratura inferiore ai 50 m².

L'unica integrazione rilevante data dalla EPBD 2010 è quella contenuta nel terzo comma dell'art. 1, quando si stabilisce che l'individuazione dei requisiti può essere diversificata distinguendo tra edifici esistenti e nuova costruzione, ma anche tra tipologie edilizie differenti, consentendo di specificare meglio i livelli di prestazione ottimali, in funzione delle reali caratteristiche dell'immobile e della sua funzione.

Sul rapporto costi-benefici dell'intervento e il ciclo di vita economico dell'edificio

La EPBD 2002 sottolinea, infine, un aspetto molto interessante nella dinamica di intervento sulla prestazione energetica, notazione che non è stata assolutamente recepita dalla normativa nazionale, almeno fino ad ora: la necessità di una reale sostenibilità degli interventi sul piano dei costi/benefici.

Quando nella considerazione (14) della EPBD 2002 si avanzava la possibilità di limitare l'intervento ad alcune parti dell'edificio che presentassero una maggiore pertinenza alla tematica energetica, il legislatore ha giustamente tenuto a sottolineare che questo criterio di scelta dovesse basarsi su di una valutazione costi/benefici. Molti interventi di miglioramento delle prestazioni energetiche, quali ad

esempio la sostituzione degli infissi o la realizzazione del cappotto esterno, possono presentare, in determinate condizioni di applicazione, costi elevati. Quindi, possono risultare accettabili solo quando comportino un reale beneficio, anche nel breve termine. Proprio nella considerazione successiva, quando si sottolinea cosa si intende per ristrutturazione compatibile, si specifica che i costi supplementari dovuti all'intervento devono potere essere recuperati entro un «lasso di tempo ragionevole rispetto alla prospettiva tecnica di vita degli investimenti»²⁶ grazie alla realizzazione di un effettivo risparmio energetico.

La EPBD 2010 approfondisce molto la tematica, dandole una maggiore importanza nell'ambito delle raccomandazioni.

Prima di tutto viene scelto, quale parametro di valutazione dell'efficacia dell'intervento, il ciclo di vita economico dell'edificio o del singolo componente, che deve essere stabilito da ogni Stato membro per le diverse categorie di edifici presenti sul territorio nazionale²⁷. In tal modo appare chiaro l'intento della Commissione europea che è quello di favorire gli interventi di ristrutturazione, solo quando abbiano una reale convenienza, quasi a volere suggerire la possibilità alternativa di procedere con demolizione/ricostruzione nei casi meno favorevoli. L'orientamento è probabilmente molto corretto, soprattutto per arginare interventi frettolosi ed inefficaci, e lascia ampio spazio per dimostrare l'importanza di intervenire sugli edifici pre-industriali con criteri più attenti e volti al minimo intervento.

A tal fine la nuova direttiva ha fissato, nell'ambito delle definizioni, due termini di riferimento molto rilevanti:

- a) la «ristrutturazione importante», ovvero quell'intervento che si dimostri significativo nel ciclo di vita dell'edificio, il cui costo superi il 25% del valore dell'immobile allo stato attuale o la cui estensione riguardi oltre il 25% della superficie dell'involucro²⁸;
- b) il «livello ottimale in funzione dei costi», ovvero il raggiungimento di una corretta prestazione energetica attraverso il costo più basso possibile entro il ciclo di vita economico del bene. Questo livello si pone all'interno di una scala di prestazione in cui l'analisi costi/benefici risulti positiva.

Entrambi sono volti al raggiungimento degli obiettivi di contenimento energetico attraverso il sostegno di interventi efficaci, soprattutto da un punto di vista economico.

Si ricorda in questa sede, per poi riprendere l'argomento nei capitoli di analisi, che proprio sul ritorno economico degli interventi, genericamente detti di riqualificazione energetica, si fondano i principali dubbi che qui si avanzano. In tal senso, si richiama quanto sottolineato, ad esempio, nello studio di Livio De Santoli sulla città di Roma, che dimostra, attraverso una valutazione a grande scala degli scenari di intervento, come le tipologie di ristrutturazione promosse dal mondo della ricerca e, soprattutto, dall'industria, si hanno tempi di ritorno intorno ai 20/30 anni, dimostrandosi quindi insufficienti a rispettare i criteri fissati dalla Unione europea²⁹.

4.2. La Normativa nazionale, dal Decreto Legislativo n. 192/2005 al Decreto del Presidente della Repubblica n. 59/2009

A seguito della pubblicazione della Direttiva 2002/91/EU, l'Italia, ove il testo normativo vigente era ancora la L.10/1991 sul contenimento dei consumi energetici, provide alla predisposizione di un decreto legislativo che incentrasse l'attenzione del processo edilizio nazionale sul miglioramento della prestazione energetica degli edifici e che promuovesse lo sviluppo delle fonti rinnovabili in tale settore. Naturalmente, nel rispetto della direttiva europea, l'obiettivo centrale dell'azione legislativa è il raggiungimento degli obiettivi nazionali posti dal protocollo di Kyoto.

Derivando totalmente il testo dalle EPBD europee, la normativa italiana costituita dal D.Lgs 192/2005, persegue sostanzialmente le stesse finalità già illustrate per il primo, ovvero di disciplinare:

- la metodologia per il calcolo delle prestazioni energetiche;
- i requisiti minimi in materia di prestazioni energetiche;
- i criteri generali per la certificazione energetica;
- le ispezioni periodiche degli impianti di climatizzazione;
- i criteri per garantire la qualificazione e l'indipendenza degli esperti incaricati della certificazione;
- la raccolta delle informazioni e delle esperienze necessarie all'orientamento della politica energetica del settore;
- la promozione dell'uso razionale dell'energia, attraverso l'informazione e la sensibilizzazione.

L'anno successivo si rese necessaria l'approvazione di un nuovo decreto ad integrazione del precedente, il D.Lgs. 311/2006, per precisare determinati contenuti che non erano stati chiaramente evidenziati, soprattutto mancanze di adesione alla direttiva EPBD³⁰. Il nuovo decreto, così modificato ed integrato, è corredato di ampi allegati che definiscono la metodologia di calcolo e fissano i requisiti minimi per le diverse tipologie di interventi stabiliti dalla normativa, in attesa della pubblicazione del regolamento attuativo stabilito all'art. 4 del D.Lgs. 192/2005, che vedrà la luce nel 2009.

Il D.Lgs 192/2005, nel pieno rispetto della Direttiva europea di riferimento, stabilisce una gradualità di applicazione dei requisiti minimi prestazionali, in funzione dell'entità dell'intervento previsto per il bene in oggetto:

- a) applicazione integrale, per le nuove costruzioni e per le ristrutturazioni integrali, o le demolizioni con ricostruzione, di edifici con superficie superiore ai 1000 mq;
- b) applicazione limitata al solo ampliamento, per aggiunte di volumi superiori al 20% dell'edificio originario;
- c) applicazione limitata al rispetto di specifici parametri, livelli prestazionali e prescrizioni, nel caso di ristrutturazioni totali o parziali diverse da quelle previste nel primo punto (art. 3 comma 2, lett. a), numero 1), o nel caso di installazione di nuovi impianti termici e sostituzione di generatori di calore.

Al di là della nuova costruzione, dove è scontata l'applicazione di un regime di adeguamento agli standard fissati dalla normativa, per le ristrutturazioni, il legislatore ha tentato di delineare una differenza tra quelle di grande entità, quasi equiparabili ad una nuova costruzione, e quelle di minore entità, dove spesso si interviene su parti e non su tutto l'organismo edilizio. In particolare modo viene fissato, anche nella normativa italiana, quanto previsto dall'art. 6 della Direttiva 2002/91/EU, in cui si concedeva che i requisiti venissero stabiliti «per gli edifici ristrutturati nel loro insieme o per i sistemi o i componenti ristrutturati».

Gran parte degli interventi rilevabili nei contesti storici, condotti su realtà mono familiari o di piccolo condominio, sono ascrivibili a questa seconda categoria di intervento, che prevede un'applicazione limitata, anche solo ai componenti modificati. Su questo punto risiedono molti degli errori che questa normativa comporta, nella sua traduzione italiana e poi in quella regionale. Nell'edilizia pre-industriale, l'intervento condotto sul singolo elemento tecnologico (sia esso l'involucro, l'infisso o l'impianto) non può ritenersi risolutivo e nemmeno economicamente sempre vantaggioso, soprattutto se si parte dal presupposto, che è quello di questa ricerca, di individuare una mediazione tra la mera applicazione dei requisiti minimi e la conservazione dei caratteri peculiari dell'edilizia.

Sul concetto di Miglioramento

In relazione a quest'ultimo punto, appare evidente che la legislazione nazionale, anche con il regolamento attuativo DPR 59/2009, non coglie fino in fondo quanto espresso dalla Direttiva europea in relazione al concetto di miglioramento, che è l'obiettivo stesso della politica di contenimento energetico europea. Non si evidenzia, infatti, la scelta di individuare processi migliorativi differenti dall'applicazione dei requisiti prestazionali minimi, soprattutto individuando categorie di edifici "speciali", per i quali predisporre soluzioni alternative a quelle previste in generale per l'esistente.

Come si è visto, le numerose osservazioni della 2002/91/EU avrebbero consentito di non ridurre tutta la materia ad una diversa applicazione dei requisiti, ma di operare una valutazione sulle differenze di approccio che edifici, con eterogenei caratteri architettonici, funzioni d'uso ed età, avrebbero potuto esigere. Valutazioni che potrebbero condurre ad individuare diversi concetti di prestazione energetica ottimale, includendo non solo fattori prestazionali derivati necessariamente dalla conoscenza delle tecniche costruttive industrializzate.

Sulla metodologia di calcolo della prestazione energetica e i requisiti minimi

Senza qui approfondire la tematica che sarà meglio affrontata nello studio di Marco Zuppiroli, si vogliono solo sintetizzare i contenuti fondamentali della metodologia di calcolo stabilita dalle direttive nazionali e resa cogente con il DPR 59/2009 *Regolamento di attuazione dell'art. 4, comma 1, lettere a) e b) del decreto*

legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/EU sul rendimento energetico in edilizia.

Il nuovo regolamento sostanzialmente acquisisce, e traduce in strumento attuativo, i contenuti degli allegati del D.Lgs. 192/2005, richiamando esplicitamente, per quanto riguarda il metodo di calcolo, le due norme UNI fino ad ora uscite, le già citate UNI-TS 11300 parte 1 e parte 2. Si resta, quindi, in attesa di un nuovo regolamento, che fissi i metodi di calcolo ed i requisiti per la climatizzazione estiva e l'illuminazione artificiale nel terziario, attualmente escluse dalla certificazione energetica italiana.

All'art. 4, comma 4, il decreto fissa i criteri di applicazione dei requisiti per le ristrutturazioni totali o parziali, per edifici con superficie utile inferiore a 1000 m² che vadano ad esempio a modificare anche solo le pareti esterne (intonaci, infissi) o le coperture, ecc.

Poiché l'applicazione parziale degli interventi di riqualificazione non permette il calcolo della prestazione energetica globale (E_{Pi} ed E_{Pe}), si rende necessario valutare semplicemente l'aderenza ai requisiti minimi della trasmittanza termica (U) dei singoli componenti, ovvero:

- a) delle strutture opache verticali (le pareti, quindi gli intonaci o i rivestimenti in genere);
- b) delle strutture opache orizzontali (solai e coperture);
- c) delle aperture, sia apribili che non.

Nei primi due casi, in particolare, qualora risulti comunque impossibile l'eliminazione di tutti i ponti termici, si deve valutare la trasmittanza termica media, comprensiva del valore anche del ponte termico.

A questi tre valori vanno poi aggiunti:

- d) il calcolo del rendimento globale medio stagionale dell'impianto termico;
- e) il rispetto di una trasmittanza massima di 0,8 W/m²K per le pareti divisorie (orizzontali o verticali) tra edifici o unità immobiliari confinanti.

Quest'ultimo punto pone non pochi problemi in un contesto storico dove la frammentazione della proprietà, propria di questi ultimi cinquant'anni, ha portato alla diversificazioni di una singola proprietà edilizia in numerose proprietà immobiliari. Il rispetto dei requisiti minimi potrebbe scontrarsi con la necessità di garantire la conservazione dei caratteri architettonici interni, come pareti decorate o intonaci storici, finanche ai solai lignei, semplici o dipinti, ed alle volte ad incannucciato.

Un altro aspetto, portato avanti dal DPR 59/2009, va qui sottolineato, sempre contenuto all'art. 4, comma 22, in merito all'utilizzo delle fonti rinnovabili (FER). Il legislatore italiano ha, infatti, stabilito che tutte le categorie di edifici, sui quali si proceda ad un intervento anche minimale, devono essere dotati di impianti per la produzione di energia termica ed elettrica, ed in particolare che possano coprire almeno il 50% del fabbisogno annuo di energia primaria per la produzione di acqua sanitaria. Questo limite viene per norma abbassato al 20% nei contesti storici, senza porsi minimamente il problema di specificare quali fonti siano accettabili e quali no, in

relazione alla loro compatibilità con la particolare condizione paesaggistica dei centri storici italiani. La traduzione della norma, nella prassi comune, sta portando difatti alla scontata introduzione di pannelli solari e fotovoltaici, senza comprendere che in tali contesti si possono individuare soluzioni alternative di fonte rinnovabile, quali ad esempio la micro o piccola cogenerazione, il collegamento a reti di teleriscaldamento o la partecipazione in quote equivalenti di potenza nominale su altri siti³¹.

Sull'esclusione di alcune categorie di edifici

Per quanto riguarda l'esclusione di alcune categorie di edifici dall'applicazione dei requisiti minimi, il primo D.Lgs. 192/2002, forse per un errore nella compilazione, era sicuramente più garantista della successiva integrazione normativa: riprendendo, infatti, i contenuti espressi dall'art. 4 della EPBD 2002, stabiliva semplicemente che erano esclusi «gli immobili ricadenti nell'ambito della disciplina della parte seconda e dell'art. 136, comma 1, lettere b) e c), del D.Lgs. 22/01/2004, n. 42, recante il codice dei beni culturali e del paesaggio».

In questa prima versione, tutti i beni tutelati risulterebbero non gravati dal rispetto dei contenuti della normativa, in modo ancora più restrittivo di quanto espresso dalla direttiva europea, e senza lasciare dubbi interpretativi che oggi, invece, sussistono.

L'aggiornamento dato, invece, dal D.Lgs. 311/2006 ha aggiunto la frase finale, ormai nota fin dall'approvazione della EPBD 2002: «nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe un'alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto, con particolare riferimento ai caratteri storici o artistici»³². Con questa, apparentemente, semplice espressione, il legislatore italiano, invece di cogliere i suggerimenti positivi espressi dalla EPBD 2002 in merito alle valutazioni più o meno restrittive che i singoli paesi potevano rendere al testo, in funzione dei caratteri della propria edilizia, ha acquisito l'unica incertezza della direttiva europea rimandando l'accettazione del progetto di intervento ad una valutazione di compatibilità storico-artistica che, senza basi in materia di energetica, non tutte le Soprintendenze possono essere in grado di esprimere prima dell'uscita delle prossime linee guida del Ministero per i Beni e le Attività Culturali. Si è persa, inoltre, l'occasione di salvaguardare per legge, e senza rimandare a valutazioni in sede progettuale, tutti i beni tutelati senza compromessi.

Ancora sull'esclusione di alcuni edifici dall'applicazione dei requisiti ed in rapporto ai beni tutelati, si vuole qui, infine, precisare che tra i beni tutelati dal Codice dei Beni Culturali, si ritrova anche la maggior parte delle proprietà del Demanio, degli enti pubblici, delle persone giuridiche senza scopo di lucro e degli enti ecclesiastici che abbiano un'età superiore ai cinquant'anni, nel rispetto dell'art. 12 del D.Lgs. 42/2004 (i così detti beni tutelati *de jure*).

4.3. La Delibera dell'Assemblea Legislativa n. 156/2008 della regione Emilia Romagna e l'aggiornamento degli allegati con la Delibera della Giunta Regionale n. 1362/2010

L'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna, nella seduta del 4 marzo 2008, ha approvato l'*Atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici*, n. 156/2008³³.

Nel 2008 questo strumento sollevò molto interesse perché la Regione Emilia Romagna era sostanzialmente tra le prime, insieme alla Lombardia, a porre all'attenzione della collettività, ma soprattutto degli enti e dei professionisti, la questione della verifica dei requisiti minimi e dell'aggiornamento professionale per potere eseguire la certificazione energetica.

Letto oggi, a seguito della pubblicazione del DPR 59/2009, questo strumento risulta assolutamente assimilabile al testo nazionale in quanto presenta passaggi assolutamente identici nei contenuti e nella struttura giuridica. Inoltre l'atto di indirizzo risulta oggi ancora più rispondente al DPR 59/2009 a seguito dell'aggiornamento voluto dalla Regione Emilia Romagna con la DGR 1362/2010, pubblicata il 30 settembre 2010, entrata in vigore il 1 ottobre 2010.

Pertanto, si ritiene inutile procedere ad una esplicitazione dei punti salienti di questo atto legislativo, in riferimento all'edilizia pre-industriale; verranno solo trattati alcuni aspetti che, diversamente articolati, rivestono particolare interesse ai fini della presente ricerca.

Tornando al tema dell'esclusione di alcuni edifici dall'applicazione dei requisiti minimi, la DAL 156/2008 introduce, oltre ai beni tutelati in base al D.Lgs. 42/2004, un'altra categoria di edifici che rispondono alle previsioni della Legge urbanistica regionale, Legge 20/2000 *Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio*. Le ulteriori categorie escluse sono, infatti, quelle degli immobili di «valore storico architettonico e gli edifici di pregio storico-culturale e testimoniale individuati dalla pianificazione urbanistica»³⁴, ovvero dal Piano Strutturale di Coordinamento (PSC) e dal Regolamento Urbanistico ed Edilizio (RUE). Queste categorie di beni non sono tutelate a livello nazionale, ma possono essere individuate nel corso della redazione del PSC, per via del loro valore architettonico (ancorché non riconosciute ancora quali Beni Culturali) o per un valore di tipo urbanistico, di minore valenza, ma comunque tutelato dalle norme di intervento dettate dal RUE. Nel caso ferrarese, ad esempio, queste categorie di beni sono spesso ascritte all'architettura del novecento, il cui interesse culturale ai sensi del D.Lgs. 42/2004 non sempre è stato già riconosciuto con la dichiarazione di interesse culturale; così come l'edilizia detta "minore" che non si è vista riconoscere un valore culturale riferibile alla tutela diretta, ma la cui trasformazione implicherebbe danni irrimediabili al contesto urbano stratificato.

Purtroppo, pur ampliando notevolmente il panorama degli immobili esclusi dall'applicazione della normativa di contenimento energetico, la Regione Emilia Romagna, non è riuscita a rimuovere la specifica finale del comma che permette di intervenire se si dimostra la mancata compromissione dei caratteri storici-artistici. Si demanda, quindi, ai Comuni la possibilità di integrare i propri strumenti urbanistici con norme specifiche in merito a cosa sia un'alterazione e cosa non lo sia, ed alle "Commissioni per la qualità dell'architettura e del paesaggio" la possibilità di esprimersi su tale questione.

L'altro aspetto, già anticipato, che il DGR 1362/2010 chiarisce dettagliatamente, è quello dell'obbligo di prevedere l'utilizzo di fonti rinnovabili a copertura di una quota parte del fabbisogno annuo di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria³⁵.

L'utilizzo di fonti rinnovabili è previsto solo nei casi di nuova costruzione o demolizione con ricostruzione (punto 3.1. lett. a) della DAL 156/2008) e nei casi di ristrutturazioni anche parziali di edifici esistenti (punto 3.1. lett. c) della DAL 156/2008) laddove l'intervento preveda la nuova installazione di impianti termici o la ristrutturazione degli impianti termici esistenti.

Come si è già detto in riferimento alla normativa nazionale, tale quota è ritenuta al minimo del 50% del fabbisogno totale, ridotto del 20% negli edifici situati nei centri storici, così come individuati all'art.A-7 della L. R. 20/2000³⁶.

Se questa indicazione lascia implicitamente intendere che la quota vada raggiunta con l'impiego di pannelli solari in copertura, allo stesso punto viene specificato che, la prescrizione può essere soddisfatta anche con soluzioni alternative:

- a) con l'installazione nell'edificio o nel complesso edilizio di unità di micro o piccola cogenerazione ad alto rendimento, in grado di coprire quote equivalenti del fabbisogno annuo di energia primaria per la produzione di acqua calda sanitaria dell'edificio medesimo;
- b) mediante il collegamento alle reti di teleriscaldamento di cui al precedente punto 20;
- c) mediante la partecipazione in quote equivalenti in potenza di impianti di produzione di energia termica alimentati da fonti rinnovabili o da unità di cogenerazione ad alto rendimento, anche nella titolarità di un soggetto diverso dall'utente finale e realizzati anche mediante conversione di impianti esistenti, siti nel territorio del comune dove è ubicato l'edificio o in un ambito territoriale sovra comunale nel caso di specifici accordi;
- d) con interventi di efficientamento del sistema edificio-impianto, aggiuntivi rispetto ai minimi obbligatori e che consentano una riduzione dei consumi di energia primaria pari all'energia che dovrebbe essere prodotta con fonti rinnovabili.³⁷

note al capitolo 4

¹ La Direttiva 2002/91/EU si inserisce in un contesto di politiche energetiche a livello europeo molto ampio, che parte dalla Direttiva 1992/75/EU, sull'etichettatura di alcuni prodotti, fino alle Direttive 2001/77/EU e 2006/32/EU, sui servizi energetici.

² Direttiva 2002/91/CE, considerazione n.6.

³ La Direttiva 2002/91/EU cesserà di essere valida, con essa le sue raccomandazioni difforme dalla nuova direttiva, dal 1 febbraio 2012, come previsto dall'art. 29 della Direttiva 2010/31/EU.

⁴ Nel corso della trattazione si adotterà indifferentemente i termini "rendimento" e "prestazione" che caratterizzano il primo la Direttiva 2002/91/EU e il secondo la Direttiva 2010/31/EU. La differenza è infatti da imputare semplicemente ad una diversa traduzione del termine adottato nelle rispettive versioni inglesi che è sempre "performance", ovvero prestazione. I due termini in italiano sono sostanzialmente sinonimi, ma probabilmente il traduttore ha preferito adottare un termine più vago per non cadere nell'uso comune di "rendimento" quale termine con significato specifico nel campo della fisica tecnica.

⁵ Nel 2008, le scadenze del protocollo di Kyoto, fissate per il 2012, sono state aggiornate al 2020 con l'adozione di un pacchetto di norme in materia di energia, volte alla riduzione dei consumi di gas, energia ed elettricità del 20%, da qui il nome di pacchetto "20.20.20".

⁶ COM(2006)545, Comunicazione della Commissione "Piano d'azione per l'efficienza energetica: concretizzare le potenzialità", del 19.10.2006.

⁷ Indicazione sostanzialmente già recepita dalla normativa nazionale ed in particolare da quella della Regione Emilia Romagna come si vedrà più avanti.

⁸ Si veda ad esempio la considerazione (6) della Direttiva 2010/31/EU quando si sostiene che sia «necessario predisporre interventi più concreti al fine di realizzare il grande potenziale di risparmio energetico nell'edilizia, tuttora inattuato, e di ridurre l'ampio divario tra i risultati dei diversi Stati membri in questo settore.

⁹ Ciclo di Vita Utile, cfr. Glossario, § 9.

¹⁰ Nei paragrafi seguenti si userà la seguente indicazione sintetica per richiamare le due Direttive: EPBD 2002 (Direttiva 2002/91/EU) e EPBD 2010 (Direttiva 2010/31/EU).

¹¹ Direttiva 2002/91/CE, considerazione (9).

¹² La nuova Direttiva 2010/31/EU ha corretto questo errore nella traduzione inserendo il termine «sicurezza» a posto di «prudenza», alla considerazione (8).

¹³ *Ibidem*, considerazione (14).

¹⁴ *Ibidem*, art. 6.

¹⁵ Direttiva 2002/91/EU, considerazione (10).

¹⁶ Direttiva 2010/31/EU, considerazione (9).

¹⁷ *Ibidem*, considerazione (25).

¹⁸ *Ibidem*, considerazione (9).

¹⁹ Una più dettagliata disamina dello sviluppo delle metodologie di calcolo a livello europeo e nazionale, verrà sviluppata nella tesi di Marco Zuppiroli.

²⁰ Coincidente in entrambe le Direttive.

²¹ Direttiva 2010/31/EU, art. 4, comma 1, paragrafo quinto.

²² Cfr. FABBRI K., *Prestazione energetica degli edifici. I metodi di calcolo secondo le norme UNI TS 11300*, DEI, Roma 2009, pp. 10 e 15.

²³ *Ibidem*, p. 11.

²⁴ In Italia, quegli immobili o beni di cui agli artt. 10, 12 e 136 del D.Lgs 42/2004 e ss.mm.ii. "Codice dei Beni Culturali".

²⁵ Direttiva 2002/91/EU, art. 4, comma 3, primo punto.

²⁶ Direttiva 2010/31/EU, considerazioni (15)

²⁷ *Ibidem*, considerazioni (10) e (14).

²⁸ *Ibidem*, art. 2, comma 10.

²⁹ Cfr. De Santoli L., Mancini F., Cecconi M., Riqualificazione dell'edilizia residenziale di una città. Il caso di Roma, in *"AiCARR journal"*, n.1/2010 (Aprile), pp.18-22. Si ricorda, inoltre, che questo studio è stato condotto tenendo conto dei cofinanziamenti statali attivi fino all'anno corrente e ormai in via di totale dismissione.

³⁰ Questa modifica del decreto è da collegarsi anche al cambio di Governo vissuto dall'Italia nel 2006, che ha portato ad una innovazione del testo da parte del nuovo Ministero dello Sviluppo Economico guidato da Pier Luigi Bersani.

³¹ Si veda più avanti al § 4.3.

³² D.Lgs. 311/2006, art.1, comma e).

³³ Le regioni sono, infatti, tenute all'applicazione della Direttiva Europea in ragione della riforma del Titolo V della Costituzione e pertanto il testo della DAL 156/2008, così come aggiornato negli allegati dal recente DGR 1632/2010, costituisce la normativa di riferimento per tutto il territorio regionale, dove invece il D.Lgs. 192/2005 e ss.mm.ii. è valido nelle regioni che non abbiano ancora provveduto all'emanazione di una normativa propria.

³⁴ DAL 156/2008, art. 3.6, let. a).

³⁵ DGR 1362/2010, allegato 2, articolo 21.

³⁶ L. R. Emilia Romagna 20/2000, art. A-7 Centri storici: «1. Costituiscono i centri storici i tessuti urbani di antica formazione che hanno mantenuto la riconoscibilità della loro struttura insediativa e della stratificazione dei processi della loro formazione. Essi sono costituiti da patrimonio edilizio, rete viaria, spazi inedificati e altri manufatti storici. Sono equiparati ai centri storici, gli agglomerati e nuclei non urbani di rilevante interesse storico, nonché le aree che ne costituiscono l'integrazione storico ambientale e paesaggistica».

³⁷ DGR 1362/2001, allegato 2, art. 21, comma 3.



PARTE III.
**FERRARA: IL MIGLIORAMENTO
DELL'EFFICIENZA ENERGETICA
DELL'EDILIZIA PRE-INDUSTRIALE DI BASE**

Dopo avere analizzato il tema della riqualificazione energetica e degli aspetti normativi connessi all'edilizia esistente, si entro ora nel contesto dell'edilizia pre-industriale. Con il caso studio offerto dal centro storico di Ferrara si vuole sviluppare un'analisi esemplificativa che deriva da una profonda conoscenza del tessuto edilizio pre-industriale ferrarese. Una analisi che ha potuto condurre alle proposte di integrazione normativa e di implementazione degli strumenti urbanistici che seguono nella parte IV.

Nel primo capitolo viene affrontata una serie di tematiche relazionate all'approccio metodologico che si è inteso impostare, al fine di chiarire determinate problematiche ed individuare strategie similari a quella proposta, condotte in altri contesti.

In particolare modo si è dato spazio al concetto di miglioramento sismico introdotto dalla normativa sulla prevenzione del rischio sismico negli edifici, in modo da comparare tale approccio a quello previsto per l'efficienza energetica in edilizia, tanto dalla normativa italiana quanto dalla Regione Emilia Romagna, che è piuttosto una forma di "adeguamento" a determinati requisiti minimi.

A seguire, sono state sinteticamente illustrate due esperienze italiane, una di tipo teorico-speculativa e l'altra di ricerca applicata, che possono costituire punto di riferimento per il tipo di analisi offerta per Ferrara.

L'esperienza delle linee guida anglosassoni, infine, è utile per chiarire quanto verrà presentato negli strumenti proposti, e costituisce, al momento, l'esempio normativo più interessante e completo presente nel panorama europeo, in riferimento all'edilizia tradizionale.

Il capitolo 6 offre, in estrema sintesi, un quadro dello sviluppo morfo-tipologico dell'edilizia di base ferrarese; primi risultati di una ricerca in corso presso la Facoltà di Architettura di Ferrara, nella quale l'autore è coinvolto e dalla quale derivano tutte le conoscenze in merito alle tecniche costruttive e di sviluppo dell'edilizia locale.

L'ultimo capitolo, infine, rappresenta la conclusione dell'analisi sulla città, nella quale si mettono a sistema le conoscenze sull'edilizia tradizionale, con gli aspetti connessi al comportamento energetico. Nello sviluppo dell'analisi dei singoli fattori che determinano tale comportamento nell'edilizia pre-industriale di base, si è cercato di delinare un quadro sintetico, ma esaustivo, sulle modalità di approccio all'immobile tradizionale, volte al miglioramento dell'efficienza energetica senza alterare i caratteri o gli aspetti storici, artistici, tipologici e costruttivi che lo connotano e lo rendono espressione di un patrimonio culturale materiale unico ed irriproducibile.

CAPITOLO 5. PER UN APPROCCIO CONSAPEVOLE

5.1. Una questione di metodo

Nel primo capitolo di questo studio abbiamo definito, quale oggetto della ricerca, l'*edilizia pre-industriale di base*, intesa quale «prodotto di un processo edilizio che si caratterizza per l'interazione di fasi, operazioni ed operatori frutto di una prassi non codificata, raramente pianificata, antecedente all'industrializzazione dei componenti e dell'organizzazione del processo edilizio contemporaneo (o meglio industrializzato)»¹, e dove il termine *di base* chiarisce che essa è «destinata alla residenza, di uno o più nuclei familiari, ed è condizionata da tipi di base sviluppatasi in un lento processo tipologico durante il quale si consolidano modelli spaziali e tecniche costruttive che diventano costitutivi della coscienza spontanea di un dato ambito territoriale. Carattere principale dell'edilizia di base è la scarsa incidenza di personalizzazione del prodotto per via della sostanziale correlazione tra esistenza e casa»².

Nell'ambito dello studio si è volutamente offerta questa definizione, connessa al processo costruttivo, piuttosto che a motivazioni storico-artistiche, come sarebbe tipico della tutela italiana, per evitare di orientare tali ragionamenti unicamente a quegli edifici ricadenti entro le tutele dirette del D.Lgs 42/2004. Si ritiene, infatti, che il tessuto di edilizia pre-industriale di base, elemento costitutivo dei centri storici italiani, indipendentemente dall'essere stato riconosciuto nella sua qualità di Bene



Scorcio di una via dell'area del
Castrum ferrariae.

Culturale, o meno, sia meritevole di una qualsivoglia forma di tutela per la sua natura e per il ruolo che riveste nella caratterizzazione della città. La trasformazione dei caratteri architettonici, pur semplici ed elementari, di parte dell'edilizia di base, comporta necessariamente un depauperamento della città stessa, perché viene privata di un elemento vitale della sua condizione organica, seppure "minuto" e di contenuta rilevanza architettonica.

La disciplina del Restauro, pur occupandosi fin dai suoi primordi dell'edilizia "monumentale" si è da tempo posta il problema di partecipare alla definizione di norme e regole – in condivisione con gli organi preposti alla gestione del territorio – che siano in grado di gestire la trasformazione urbana, nel rispetto di quei caratteri (architettonici, funzionali, storici, ecc.) che costituiscono il valore intrinseco dell'edificio e del suo contesto, la città³.

Negli ultimi anni, in particolare, si osserva una sempre maggiore attenzione alla definizione contemporaneamente di regole e guide operative, per non offrire al cittadino solo un approccio impositivo, che lascia spesso spazio, in assenza di puntuali controlli, a libere interpretazioni, ma strumenti di conoscenza e guida all'intervento.

Gli ultimi orientamenti, promossi anche dal Ministero per i Beni e le Attività Culturali (MIBAC), in riferimento ai beni tutelati, sono chiaramente volti alla definizione di regole e metodologie conoscitive, prima di definire i modi dell'intervento. Modi che non vengono comunque mai chiariti nello specifico, lasciando spazio all'autonomia di approfondimento del professionista e del fruitore, ma che sono indirizzati nei principi e negli obiettivi finali, dall'autorità competente⁴. Allo stesso modo, per i centri storici alcuni comuni hanno nel tempo favorito l'implementazione delle norme tecniche della pianificazione urbana, con guide al progetto e codici di pratica per dare un supporto conoscitivo dal professionista, in grado di stimolare la scelta più opportuna.

Nel campo del recupero edilizio, in genere, si rileva una mancata attenzione al momento conoscitivo, preliminare al progetto. Le moltissime imprese e ditte, diversamente specializzate, che interagiscono con il patrimonio storico largamente inteso, sono spesso impreparate e ignare dei processi costruttivi che hanno portato alla definizione di determinati organismi edilizi, e pertanto non sono in grado di mettere appunto metodologie di intervento appropriate e compatibili.

Se da un lato si può affermare che nella prassi del cantiere di recupero, si può iniziare ad osservare un progressivo miglioramento nelle scelte dei materiali e delle tecniche da impiegare; sicuramente l'introduzione repentina e indiscriminata di soluzioni tecnologiche finalizzate al contenimento dei consumi energetici, ci ha riportati alle trasformazioni radicali che caratterizzarono la stagione della riqualificazione dei centri storici degli anni '70 e '80 del novecento.

Il fatto che il legislatore, sia a livello internazionale, nazionale e regionale, abbia escluso dall'applicazione dei requisiti minimi determinate categorie di edifici (che costituiscono senza dubbio una buona parte dell'edilizia pre-industriale di base), non esclude che i privati possano comunque operare in tal senso proponendo interventi di riqualificazione energetica, anche piuttosto rilevanti.. Di fronte ad una richiesta

Tratto di via Carlo Mayr (già via Ripagrande), l'antico sedime della riva sinistra del Po di Volano.



così pressante gli uffici tecnici comunali e le amministrazioni competenti in materia di tutela, si trovano completamente impreparate nella valutazione dei progetti e della, così definita, «alterazione inaccettabile» che questi possono indurre sul «carattere o aspetto, con particolare riferimento ai caratteri storico artistici»⁵ degli edifici. Mancano senza dubbio studi, condotti a livello locale o regionale, così come previsto dalla EPBD, che permettano di comprendere, da un lato, le potenzialità intrinseche del costruito a carattere pre-industriale, in termini di comportamento energetico e, dall'altro, i limiti ammissibili della trasformazione edilizia, nell'ottica di un miglioramento delle prestazioni energetiche.

Sulla base di queste considerazioni preliminari, ci si è posti il problema di comprendere se le tecniche, oggi fortemente promosse dalla legislazione nazionale ed internazionale e dal mercato edilizio in genere, siano compatibili con l'edilizia-preindustriale, nel rispetto degli imprescindibili valori culturali dei quali essa è portatrice. Delineare, quindi, un approccio all'individuazione delle alterazioni inaccettabili, che possa contribuire al settore della progettazione ed alle amministrazioni competenti, per gestire la trasformazione.

In questo capitolo verranno approfonditi i temi che si ritengono centrali nella definizione di un approccio all'intervento di miglioramento delle prestazioni energetiche tale da garantire una coerenza con i principi della conservazione e del restauro, così da favorire un'acquisizione di tali procedure nell'ambito del più complessivo progetto di Restauro, dove esse possano trovare le loro ragioni teoriche di fondo.

5.2. La consistenza numerica dell'edilizia pre-industriale

Prima di procedere con l'illustrazione dell'approccio metodologico che si vuole qui proporre, preme presentare alcuni dati di inquadramento sulla consistenza del patrimonio di edilizia pre-industriale in Italia, ed in particolare a Ferrara.

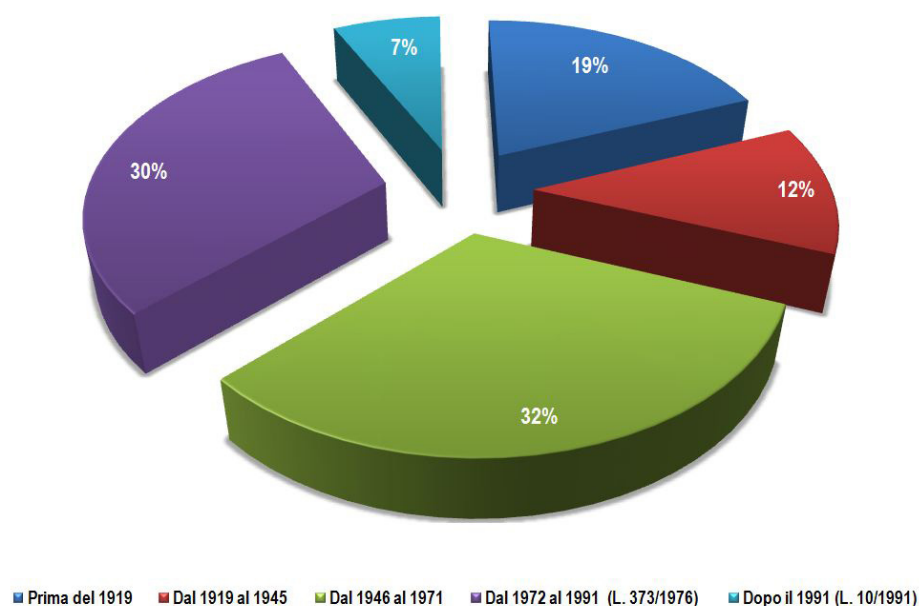
Attualmente il riferimento per ottenere statistiche sulla consistenza del parco immobiliare italiano è il Censimento ISTAT 2001, dal quale sono stati estrapolati i dati relativi alla storicità dell'edificio, alle situazioni di contiguità e alle strutture portanti. Purtroppo le scansioni temporali non consentono di separare temporalmente i dati su tutti gli anni che hanno segnato l'approvazione di una legge sui consumi di energia in edilizia, come, ad esempio, con la L. 373/1976, impedendo di avere un quadro esatto dell'efficacia di tale normativa⁶.

Altri dati che verranno qui presentati, sono relativi a stime elaborate dal Cresme/SI e strutturate in relazione alle rilevazioni ISTAT 2001, implementate con dati sulle condizioni di conservazioni e sugli interventi condotti dopo il 2000, a cura dello stesso Cresme.

Prima del 1919.

Osservando il dato relativo al periodo di costruzione, sull'intero territorio nazionale, scaturiscono i primi dati di interesse, che contribuiscono a fissare e confermare la fondatezza dell'approccio migliorativo proposto. Si tenga conto, inoltre, che gli edifici costruiti prima del 1919, possono in linea di massima essere intesi, a meno di ristrutturazioni importanti avvenute negli ultimi decenni, quasi esclusivamente costituiti da edilizia pre-industriale.

Tale settore, corrisponde al 19% del parco edilizio italiano, all'anno 2000; se si osservano le stime Cresme, questo dato si abbassa al 18,4 %, per via delle nuove costruzioni del decennio 2000/2010. A Ferrara il dato è ancora più basso, per via



Distribuzione del numero di abitazioni in Italia in riferimento al periodo di costruzione

Si osservi come gli immobili precedenti al 1919, da considerarsi edilizia pre-industriale, siano solo il 19% del parco immobiliare totale (rielaborazione da Dati Censimento nazionale ISTAT 2001).

	Epoca di costruzione													
	Prima del 1919		Dal 1919 al 1945		Dal 1946 al 1961	Dal 1962 al 1971		Dal 1972 al 1981		Dal 1982 al 1991		Dopo il 1991		Totale
								L.373/76				L. 10/1991		
ITALIA	2150259	19,0%	1383815	12,00%	1659829	1967957	32,0%	1983206	1290502	30,0%	791027	7,0%	11226595	
Emilia-Romagna	129045	17,6%	94115	12,9%	135151	140989	37,5%	121597	61251	25,0%	52918	7,0%	735066	
Piacenza	15307	22,7%	10587	15,8%	10283	11215	32,0%	10067	5525	23,0%	4355	6,5%	67339	
Parma	21059	25,0%	12760	15,4%	12457	13237	30,7%	12419	6625	22,9%	5124	6,0%	83681	
Reggio nell'Emilia	15786	18,7%	10121	11,4%	12481	16984	35,2%	16112	8064	25,3%	8285	9,4%	87833	
Modena	19531	18,3%	12350	11,6%	16529	22121	36,3%	20014	8849	27,0%	7302	6,8%	106696	
Bologna	21279	18,8%	15997	14,0%	20298	18294	34,1%	17585	9911	24,5%	9624	8,5%	112988	
Ferrara	11591	15,3%	9180	12,2%	17935	14029	42,5%	11511	6027	23,5%	4848	6,5%	75121	
Ravenna	8658	11,1%	9507	12,1%	20367	16442	46,8%	12086	6276	23,2%	5358	6,8%	78694	
Forlì-Cesena	11782	16,4%	8888	12,4%	13709	15113	40,2%	12015	5568	24,6%	4576	6,4%	71651	
Rimini	4052	8,0%	4725	9,1%	11092	13554	48,3%	9788	4406	27,9%	3446	6,7%	51063	

Tabella dei dati sull'epoca di costruzione, relativi al territorio nazionale e ai comuni della Regione Emilia Romagna (rielaborazione da Dati Censimento nazionale ISTAT 2001).

dell'intensissima attività edilizia post-bellica, scendendo a circa il 15,3%, uno dei dati più bassi della Regione Emilia Romagna, che la accomuna agli altri capoluogo della Romagna.

Come si può vedere dal grafico relativo alle forme di contiguità, questa edilizia è prevalentemente associata in soluzioni di aggregato urbano, tanto che prevalgono gli edifici a contatto con altri su almeno un lato, rispetto a quelli isolati⁷.

Allo stesso modo, il carattere di edilizia pre-industriale che abbiamo attribuito a questo periodo, è confermato dalla tipologie di strutture portanti, dove si vede prevalere assolutamente la muratura portante, sicuramente associabile, nella prevalenza dei casi, a murature di tipo tradizionale.

Dal 1919 al 1945.

Nel corso del Ventennio Fascista (1920-1945) si assiste ad una intensa attività edilizia che porta alla realizzazione di circa il 12% di edifici sul totale, con una quota di nuove costruzioni che quasi equivale tutta l'edilizia costruita prima del 1919. Dato confermato anche a Ferrara, che si assesta sul 12,20%.

Ci si trova ancora di fronte ad un tessuto edilizio piuttosto compatto, dove inizia a prevalere la costruzione isolata, ma senza forti scarti rispetto alle soluzioni in contiguità.

Questi edifici costituiscono, in realtà, forme ibride tra un processo edilizio di tipo tradizionale ed uno industrializzato. Per quanto si sperimentino molti nuovi materiali, come il calcestruzzo armato, in realtà il cantiere è caratterizzato ancora dalla presenza di materiali tradizionali, usati secondo tecniche miste. Anche a livello di materiali, si può vedere una presenza ancora massiccia della muratura portante, spesso non più di tipo tradizionale, ma realizzata in mattoni forati o blocchi alveolati, di produzione industriale. E, parallelamente, si può osservare l'avvio della costruzione in calcestruzzo armato, che tenderà poi a dominare tutto il settore costruttivo della seconda metà del novecento.

Dal 1946 al 1971.

Questo lungo periodo che abbraccia sia la ricostruzione post-bellica che tutta l'edilizia popolare, fermandosi un po' prima della L. 373/1976, costituisce il dato di sicuro interesse, in relazione al tema della riqualificazione del patrimonio esistente.

Gli edifici costruiti in questo periodo costituiscono oltre il 32% del totale, un valore che equivale a tutte le costruzioni esistenti e risalenti a prima del 1945. A Ferrara il dato è ancora più elevato, tanto da raggiungere il 42,5%, ovvero il 10% in più di quanto costruito in precedenza.

Se si pensa poi che questi edifici sono costruiti, sostanzialmente con tecnologie prive di qualsivoglia elemento di coibentazione, e quasi esclusivamente con telai in calcestruzzo armato, spesso a vista, rivestiti di murature in mattoni, appare evidente che questa fetta di patrimonio immobiliare, è quella sulla quale urge provvedere con interventi di riqualificazione energetica.

Il processo edilizio che ha determinato la costruzione di questi edifici è ormai pienamente di tipo pre-industriale, pertanto, non è possibile individuare, entro questo range di costruzioni, i caratteri che si intendono descrivere in questa ricerca.

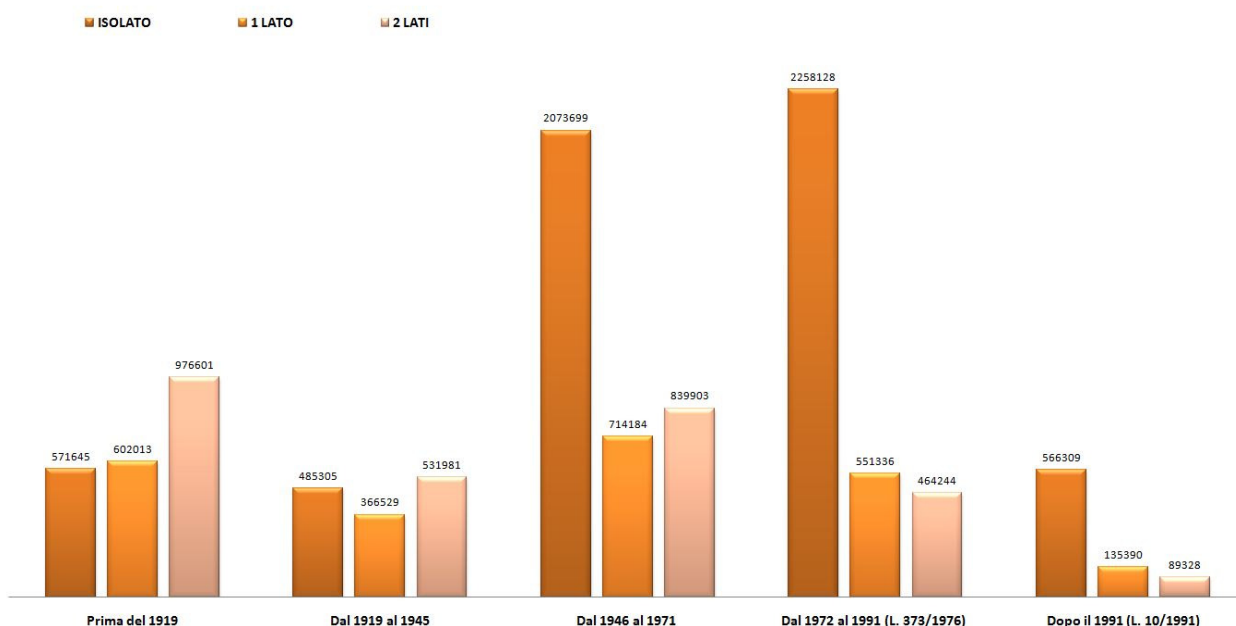
In questo periodo, come era immaginabile, si innalza notevolmente il picco di edifici isolati, a scapito delle soluzioni in contiguità che corrispondono, in prevalenza, al vasto parco di insediamenti a schiera delle periferie suburbane.

Dal 1971 al 1991.

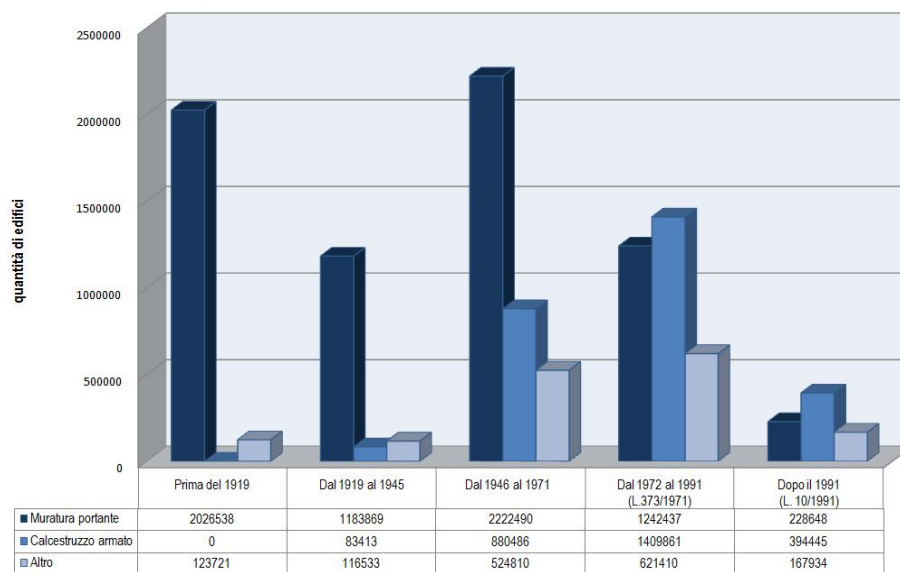
In questi ulteriori venti anni, precedenti all'emanazione della fondamentale L. 10/1991, si può stimare di avere avuto interventi di miglioramento dell'isolamento degli immobili e di efficienza degli impianti, nel rispetto della L. 373/1976, anche se con standard che non appartengono più ai requisiti attualmente vigenti.

In venti anni, viene realizzata una quota di nuove costruzioni, quasi equivalente a quella prodotta nel ventennio precedente, con un 29,2% sul territorio nazionale;

*Rapporto tra l'epoca di costruzione dell'immobile e il tipo di contiguità: nulla, 1 lato, 2 lati o più. I centri urbani storici, o pre-industriali, sono caratterizzati da una prevalente continuità muraria tra gli edifici a differenza dell'altissimo numero di edifici isolati del periodo recente, tra il 1946 e il 1991.
(Rielaborazione da Dati Censimento nazionale ISTAT 2001)*



Rapporto tra la tipologia di struttura portante (muratura, calcestruzzo armato, altro) e l'epoca di costruzione. (rielaborazione da Dati ISTAT 2001).



stima leggermente ridotta dal Cresme di un punto percentuale. A Ferrara, diversamente, si assiste ad un calo, se confrontato al dato di crescita del periodo precedente, con quasi la metà delle costruzioni, circa il 23,3%.

Dal punto di vista costruttivo, in questo periodo scatta l'avvento decisivo della struttura in calcestruzzo, a discapito della muratura portante.

Le soluzioni morfologiche confermano il dato precedente, con un ulteriore trend di crescita dell'edificio isolato.

Dal 1991 al 2000

Il decennio successivo all'emanazione della L. 10/1991, che introduce importanti prescrizioni per l'isolamento degli immobili e la progettazione degli impianti, le nuove costruzioni non sono elevatissime, seppure sempre rilevanti se confrontate al periodo pre 1919: un 7% sul territorio nazionale e a Ferrara un dato simile, intorno al 6,5%.

Dal punto di vista costruttivo è confermato il trend di abbandono della tecnologia in muratura portante, ed anche a livello morfologico si trovano quasi esclusivamente edifici isolati.

Il Cresme, nel Rapporto Saienergia 2010⁸, ha elaborato un'altra serie di dati relativamente allo stato di conservazione degli edifici. Dati per i quali non si dichiarano i principi di valutazione ma che evidenziano che la metà del parco edilizio precedente agli anni '60, si colloca in una fascia di buone condizioni, ed un 35% tra mediocre e pessimo. Tali dati, secondo il rapporto, dovrebbero indicare strategie di intervento ottimali per migliorare il settore edilizio dal punto di vista delle prestazioni energetiche, puntando soprattutto sugli immobili più antichi⁹.

In realtà il dato mette in evidenza una sostanziale equivalenza, nelle condizioni conservative mediocri e buone, tra gli edifici precedenti al 1919 e

Tabella 2.1. - Edifici ad uso abitativo per epoca di costruzione e stato di conservazione

	Ottimo		Buono		Mediocre		Pessimo		Totale	
	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%	Num.	%
Prima del 1919	316.700	14,0%	1.049.615	48,0%	680.381	32,8%	103.563	5,1%	2.150.259	100,0%
Dal 1919 al 1945	193.696	14,6%	691.479	50,5%	436.613	30,8%	62.026	4,2%	1.383.815	100,0%
Dal 1946 al 1961	279.450	16,7%	913.295	55,0%	425.106	25,7%	41.978	2,6%	1.659.829	100,0%
Dal 1962 al 1971	444.051	22,2%	1.142.554	58,2%	357.587	18,4%	23.765	1,2%	1.967.957	100,0%
Dal 1972 al 1981	619.516	30,9%	1.114.754	56,6%	237.164	11,9%	11.772	0,6%	1.983.206	100,0%
Dal 1982 al 1991	450.912	35,7%	709.980	54,7%	123.812	9,2%	5.797	0,4%	1.290.502	100,0%
Dal 1992 al 2001	389.296	47,6%	347.687	44,9%	51.526	7,1%	2.518	0,4%	791.027	100,0%
Dopo il 2001	328.667	71,9%	108.067	25,0%	12.006	2,9%	848	0,2%	449.588	100,0%
Totale	3.022.289	25,9%	6.077.431	52,0%	2.324.195	19,9%	252.268	2,2%	11.676.183	100,0%

Fonte: elaborazione e stime CRESME / SI

Stato di conservazione degli edifici esistenti in relazione al periodo di costruzione

(Rapporto Sanienergia10, Saienergia, Bologna, 2010, p. 36).

quelli realizzati, ad esempio, tra il 1919 e il 1961. Un dato che, considerando la percentuale di circa il 42% formata da questi ultimi e la minore esigenza di tutela, dovrebbe spingere ad intervenire con più urgenza su questi ultimi, quale strategia nazionale di riduzione dei consumi.

Si fa notare, inoltre, che gli anni dal 1945 al 1991 – sicuramente non costituiti da edilizia pre-industriale e con consumi spesso elevati almeno per la quota fino agli anni '70 – costituiscono, nell'insieme, il 62% del parco immobiliare italiano al 2000, una quota enorme se confrontata con quelli pre 1919, tendenzialmente di tipo pre-industriale. Questo per dire che la riduzione dei consumi, in una programmazione attenta non solo agli aspetti di sostenibilità ma anche di tipo storico e culturale, dovrebbe essere attuata individuando scenari di intervento efficaci e potenzialmente meno problematici.

Così, ad esempio, l'intervento sul parco immobiliare del periodo 1946-1971 è da considerarsi alla stregua di una "emergenza nazionale" per via dei forti consumi che tali edifici presentano, irrisolvibili con interventi diversi dalla modifica dell'involucro e degli impianti.

Il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia pre-industriale, diversamente, costituendo questa meno del 12% del patrimonio immobiliare nazionale, presentando particolari necessità di tutela e analisi di compatibilità, e non essendo ancora concretamente nota la sua efficienza energetica nello stato di fatto, andrebbe attuato con maggiore cautela e senza imporre, a priori, il rispetto di requisiti minimi prestazionali.

Paradossalmente, si potrebbe anche sostenere l'idea, di evidente valore culturale, che gli sprechi eventualmente presenti nell'edilizia pre-industriale, la società potrebbe accollarseli, in senso collettivo, stante il primario interesse culturale che tali costruzioni detengono su quello energetico, quando quest'ultimo dovesse entrare in contrasto con il primo.

5.3. Il concetto di miglioramento, dal consolidamento all'efficienza energetica

Un primo fattore positivo, almeno dal punto di vista terminologico, sta nell'accezione di "miglioramento delle prestazioni energetiche" che la direttiva europea suggerisce¹⁰, integralmente recepita dalla legislazione nazionale e regionale; seppure, come si è già osservato, tale concetto sia cosa in parte diversa da quello che normalmente si intende per miglioramento nel campo del restauro, soprattutto in riferimento all'intervento strutturale e di prevenzione sismica. In questo particolare settore, trattato dalla legislazione italiana, l'aggettivazione di *miglioramento* assume un valore alternativo al concetto di *adeguamento*, di consueto richiesto da una norma tecnica, in termini di rispetto delle prestazioni minime richieste ad un dato sistema. Senza dubbio, non può non ritenersi corretta la richiesta di adeguare un prodotto nuovo o esistente alle mutate esigenze della società, soprattutto quando queste interessino la sicurezza fisica o ambientale, ma nella modifica di un prodotto già esistente, possono subentrare considerazioni alternative, di pari o superiore valore, come, ad esempio, la valenza storico-testimoniale dell'oggetto. La necessità di mantenere in essere tali valori, diremmo meglio *conservare*, si scontra spesso con un problema di compatibilità, tra questa esigenza culturale e l'impatto "distruttivo" che potrebbe avere l'intervento di adeguamento. L'approccio migliorativo tenta di individuare soluzioni alternative che portino ad un aumento delle prestazioni entro i limiti fisiologicamente ammissibili per quel dato oggetto, l'organismo edilizio nello specifico, nel rispetto dei caratteri che lo sostanziano.

Un tale approccio è fondamentale per impedire che i valori culturali dei quali l'edilizia pre-industriale di base è custode e portatrice vengano compromessi da una eccessiva libertà di intervento, volta più a ristrutturare l'immobile che a mantenerlo o restaurarlo.

Appare utile, a tal proposito, riportare un passaggio del testo introduttivo alle Linee guida per la valutazione del rischio sismico di Roberto Cecchi, per stabilire un paragone tangibile tra questione sismica ed energetica in edilizia:

«Complessivamente, finora, i lavori per la sicurezza sismica non sono stati di qualità. Di solito, si è trattato di progetti che non si sono preoccupati di guardare la fabbrica che è stata volutamente ignorata, nella miope convinzione che fosse a priori inadeguata; maturando l'idea che l'unica soluzione possibile fosse quella di sovrapporsi letteralmente all'esistente, utilizzando i criteri costruttivi del nuovo e adottando modi di intervenire quantomeno impropri. Il risultato è stato disastroso; si sono perse considerevoli parti del patrimonio culturale che non sarà possibile in alcun modo recuperare. Si sono impegnate risorse ingenti spesso in maniera inefficace.»¹¹.

Questa sconfortata considerazione dell'allora Direttore Generale per i Beni Architettonici e Paesaggistici del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, nasce dall'esperienza maturata dalla cultura architettonica italiana a seguito degli ultimi terremoti degli anni '90 del novecento che hanno messo in evidenza l'inadeguatezza delle tecnologie di adeguamento sismico pur previste dalla normativa tecnica in materia, che, in molti casi, oltre a risultare incompatibili dal punto di vista materico-costruttivo (sostituzione completa di solai o coperture lignee, modifiche del comportamento delle volte in muratura), introducevano una rigidità eccessiva nella struttura storica, estremamente eterogenea, tale da innescare meccanismi di crollo non previsti in sede progettuale.

La critica al progetto di adeguamento, a seguito dei lunghi studi e delle ricerche condotte in quegli anni e che hanno trovato numerose conferme nelle applicazioni umbro-marchigiane post sismiche, hanno portato ad una maturazione del concetto di miglioramento, sostitutivo all'adeguamento previsto dalla legislazione nazionale. Pertanto, possiamo affermare che la definizione di miglioramento, nel campo del Restauro e della legislazione, nasca in parallelo all'approvazione dell'Ordinanza del P.C.M. 3274/2003 *Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normativa tecnica per costruzioni in zona sismica*, con la quale si era totalmente aggiornata la legislazione in materia di costruzioni in

Interventi di puntellamento del campanile di Santo Stefano a L'Aquila (2009).



zona sismica, grazie all'esperienza del terremoto umbro-marchigiano del 1997, nello specifico. Da subito si rilevò, da parte del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, la necessità di modificare tale testo normativo, ed in particolare alcuni allegati, per favorire un diverso approccio nei confronti dell'edificio storico, rispetto a quello di nuova costruzione o del novecento in genere, alla ricerca di una progettualità che perseguisse il principio del minimo intervento. Tale principio/obiettivo può scaturire solo da un'attenta ed approfondita attività conoscitiva, che indaghi la natura intrinseca del manufatto, dal punto di vista formale, materico, costruttivo e strutturale, in modo da individuare le soluzioni che vadano ad aumentare l'efficienza strutturale dell'edificio, nel rispetto del contesto entro cui si pongono. Una conoscenza che può permettere di riscontare, come avviene nel caso della riduzione del rischio sismico, le potenzialità inesprese della struttura, o le debolezze, suddividendole in gradi di urgenza e pericolosità. Il progetto di miglioramento è una garanzia di sicurezza, certamente, che cerca tuttavia di far scaturire dallo stato di fatto della fabbrica le possibili soluzioni, senza forzare il delicato equilibrio della struttura tradizionale, con soluzioni tecnologiche estranee ed incompatibili.

Come sottolinea Giovanni Carbonara, sempre nell'introduzione alle già citate *Linee guida*, l'approccio migliorativo consente di definire, negli immobili storici, una «ragionevole “sicurezza equivalente”»¹² senza condannarli alla distruzione dei caratteri strutturali caratterizzanti, come implicitamente prevede la normativa tecnica attraverso la richiesta di adeguare alle nuove prescrizioni. Un approccio, equivalente, che deve necessariamente fondarsi su di una approfondita fase di “anamnesi” storico-architettonica del bene, per potere delineare i punti di forza e di debolezza e, di conseguenza, l'approccio da attuare nell'intervento di consolidamento.

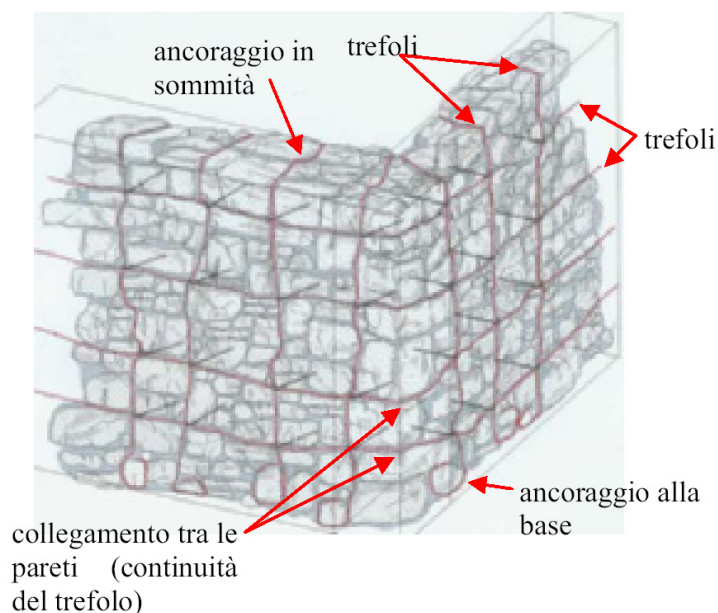
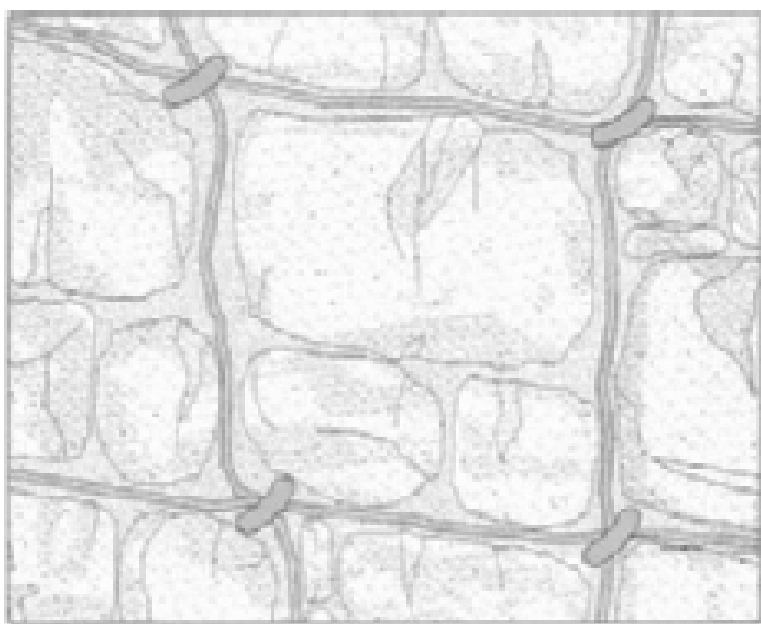
Per sfatare, infine, il mito che sussistano metodi “aulici” da applicare al “monumento” conclamato, e metodi “spiccioli” da applicare al resto dell'architettura storica, si torna a sottolineare, sulla scorta delle osservazioni di Carbonara, che l'augurio delle *Linee Guida* è quello di promuovere un metodo scientifico che ha valenza sia per i primi che per i secondi, in modo indifferenziato; perché l'approccio migliorativo dovrebbe costituire il filo conduttore di tutte le tipologie di intervento riguardante i tessuti storici¹³. Difatti, Carbonara propone di estendere tali criteri almeno alle Zone A e B¹⁴, noi riteniamo che il riconoscimento, nella regolamentazione urbanistica della categoria di *edilizia pre-industriale*, possa consentire di superare il concetto di perimetrazione di un'area omogenea, individuando gli edifici in base alla loro natura strutturale e compositiva.

Quanto fino ad ora sintetizzato in riferimento al concetto di miglioramento nel campo del consolidamento strutturale, soprattutto finalizzato alla riduzione del rischio sismico, non si distanzia affatto da quanto presentato in questa ricerca. Anche l'intervento di riqualificazione energetica, applicato senza un'adeguata fase di “anamnesi” e di caratterizzazione del comportamento energetico intrinseco dell'edificio pre-industriale, non può trovare fondamento teorico. Pertanto si rende

necessario individuare una metodologia di studio ed analisi del manufatto edilizio, nelle sue diverse componenti e caratteristiche, in grado di mettere in relazione le istanze energetico-ambientali¹⁵ con quelle conservative, così da orientare il progetto di miglioramento dell'efficienza energetica. In effetti, i diversi testi legislativi e le direttive europee si esprimono già in termini di "miglioramento dell'efficienza energetica", ma, come si è detto, il significato è leggermente diverso da quello che intendiamo in questo studio.

Nelle EPBD, in realtà, questo obiettivo di migliorare le prestazioni energetiche andrebbe più correttamente inteso nel senso di un aumento delle stesse, nel raggiungimento di uno standard più elevato. La differenza tra questo concetto migliorativo e quello proposto nel caso della prevenzione del rischio sismico, è sostanziale. La termodinamica, e le discipline della termotecnica, esprimono l'efficienza di un sistema come il rapporto tra la quantità di energia ottenuta (lavoro) rispetto alla quantità di calore fornita (calore fornito), e il rendimento termodinamico dello stesso come rapporto tra l'efficienza del sistema (coefficiente economico) rispetto al rendimento della migliore macchina termica operante nelle medesime condizioni (coefficiente economico del ciclo di Carnot). Il concetto di efficienza energetica e di miglioramento dell'efficienza energetica di un dispositivo, in questo caso un edificio, si riferisce, concettualmente, alla soluzione che consente di migliorarne la prestazione rispetto alla migliore soluzione fisicamente possibile. Nel caso di una macchina termica, quella che opera reversibilmente, nel caso di un edificio, un edificio con un fabbisogno di energia nullo. La normativa in termini di efficienza energetica in edilizia, stabilendo a priori i requisiti minimi da rispettare, costruisce un criterio di adeguamento e non di miglioramento, perché fissa comunque un obiettivo imprescindibile, in modo diverso da come lo si intende nel restauro o nella disciplina tecnica sulla sicurezza sismica fino ad ora esposta.

Intervento di miglioramento sismico delle murature, detto "Reticolatus", di recente proposta e sperimentazione (Borri A. et alii, "Consolidamento e rinforzo di murature storiche mediante un reticolato di ristolature armate", in Bollettino Ingegneri, n. 7, 2008)



Entro questi aspetti, mancanti nella legislazione italiana, è interessante collocare la ricerca, al fine di individuare un effettivo approccio migliorativo, letto nella sua complessità e definibile solo sulla base di un'approfondita conoscenza del manufatto. Lo studio dell'edilizia pre-industriale di base, nel caso di Ferrara, offre solo lo spunto esemplificativo, per impostare un metodo di analisi dell'organismo urbano ed edilizio in chiave di comportamento energetico, che sia in grado di offrire una guida alla progettazione dell'intervento di miglioramento, per il quale verranno stabiliti i criteri e le valenze, nella ricerca seguente di Marco Zuppiroli.



*Immagine di una via de L'Aquila dopo
il sisma del 2009*

5.4. Lacune, nell'approccio attuale, rispetto all'edilizia pre-industriale

Sulla base degli aspetti analizzati nei paragrafi e capitoli precedenti è possibile rilevare alcune lacune presenti nell'approccio all'edificio esistente, che hanno negative ripercussioni sulla conservazione dell'edilizia pre-industriale di base e che dovrebbero costituire il punto di partenza per l'individuazione di un differente approccio metodologico all'intervento. L'individuazione di lacune nell'approccio non pretende di sottolineare una posizione errata in senso assoluto della legislazione o delle normative tecniche vigenti, quanto di evidenziare la possibilità che sussistano diversi punti di vista ed ulteriori approcci operativi in grado di mediare, come si è spesso ripetuto, l'istanza prestazionale richiesta dalla norma e dalla società, con l'imprescindibile valore culturale degli immobili in esame, tale da esigere il rispetto di una rilevante istanza conservativa

Tali lacune sono state sinteticamente suddivise in due famiglie principali, tra di loro fortemente interconnesse ma che possono anche essere scorporate nei modi e nelle finalità che impongono al progetto di riqualificazione.

5.4.1. Obiettivi esplicitati dalla normativa di settore termotecnico

La legislazione e soprattutto la normativa tecnica sono indirizzate, in modo quasi esclusivo, verso l'adeguamento delle prestazioni dell'edificio, o di alcune sue parti, nel rispetto di una serie di requisiti minimi che si ritengono imprescindibili. Tali requisiti possono essere dalle singole Regioni, aggiornati o rivalutati in funzione delle caratteristiche ambientali ed edilizie specifiche del singolo contesto di competenza.

Questo atteggiamento non tiene conto dell'estrema eterogeneità materica e formale di tali strutture. Inoltre, il problema appare amplificato dal fatto che la legge prevede, per gli immobili dei quali ci stiamo occupando¹⁶, un'applicazione parziale, concentrata solo sull'elemento tecnico oggetto di manutenzione, perdendo di vista l'importanza dell'equilibrio generale dell'edificio. Nel rispetto di questa prescrizione è



possibile intervenire solo sull'intonaco o sull'infisso di un edificio, garantendo, in quel preciso punto, il rispetto dei requisiti prestazionali minimi, senza occuparsi delle altre parti dell'immobile, che subiranno necessariamente una modifica nel loro comportamento, a causa di quella parziale modifica. L'edificio pre-industriale, dovrebbe essere oggetto solo di opportune operazioni di manutenzione ordinaria, senza intaccare le strutture e le parti architettoniche più problematiche con interventi parziale e non contestualizzati; mentre l'intervento di "miglioramento prestazionale" (sia in termini funzionali, strutturali o energetici) dovrebbe scaturire da un progetto di complessiva rivalutazione del manufatto, nella sua complessità.

Se per un edificio industrializzato, costruito con determinati materiali, per i quali la ditta produttrice garantisce omogeneità di produzione e di caratteristiche tecniche, è possibile ritenere che tutti gli elementi tecnologici omologhi abbiano caratteristiche prestazionali equivalenti; un tale ragionamento non può estendersi, senza criticità, all'elemento tecnico di un edificio pre-industriale. Quest'ultimo presenta situazioni estremamente eterogenee da parete a parete, ad esempio, e spesso sullo stesso paramento murario, per via delle modifiche intercorse nel tempo e delle situazioni di approvvigionamento dei materiali, il cui processo di produzione non è certamente certificato o a controllo numerico.

Un indirizzo di ricerca importante e sviluppato in questo studio, risulta, evidentemente, la comprensione delle caratteristiche proprie dell'edificio che abbiano una relazione con il suo comportamento energetico, così da permettere di valutare l'efficacia o meno dei calcoli previsti dalle UNI TS 11300, in tali contesti, soprattutto in relazione al ruolo dell'aggregato edilizio nel comportamento della singola unità immobiliare.

Quest'ultimo aspetto, della scala di analisi aggregato/edificio, risulta molto importante e totalmente ignorato dalla normativa. Le metodologie di calcolo esistenti presentano infatti parametri di valutazione concepiti, in linea di massima, su edifici isolati, che costituiscono la maggioranza dell'edilizia del novecento o di nuova costruzione. Non tengono, quindi, conto delle interferenze tra edifici posti in contiguità muraria, come avviene nei tessuti antichi delle città italiane ed europee, se non per quanto riguarda lo stabilire una condizione di isolamento o non isolamento.

Lo studio del processo di formazione della città storica ci ha convinti del fatto, da dimostrare, che la condizione di aggregato tipica di un edificio pre-industriale, con i soli fronti su strada e su corte esposti all'aria ed i muri laterali in contiguità con le unità immobiliari adiacenti, determini una pluralità di comportamenti energetici, tutti da caratterizzare. Comportamenti, sicuramente comprensibili solo in una valutazione dinamica, che variano in funzione delle condizioni d'uso e delle caratteristiche architettonico-impiantistiche delle unità adiacenti.

Per provare a valutare questi aspetti, innovativi rispetto alla normativa vigente, si offrirà una descrizione qualitativa dei fattori che interagiscono a livello di aggregato con l'efficienza energetica della singola unità edilizia o immobiliare, per lasciare poi alla tesi di Marco Zuppiroli il compito di valutare quantitativamente tali "interferenze".

Esempi di inserimento di isolamenti interni o esterni su murature perimetrali..



5.4.2. Problematiche negli interventi in uso allo stato attuale

Nel campo delle tecniche, si è osservato che il panorama delle proposte suggerite dalle imprese edili e dal mercato, appare piuttosto sconcertante, perché si basa sull'incentivazione dell'impiego di materiali e soluzioni tecniche prevalentemente incompatibili con l'edificio pre-industriale.

Si è visto negli esempi del §3.3. che l'intervento più diffuso nelle riqualificazioni energetiche riguarda l'involucro esterno, per il quale si propone in via quasi esclusiva l'isolamento termico così da ridurre drasticamente le dispersioni di calore dal vano interno (riscaldato). Le tecnologie sono le più varie, soprattutto nella scelta dei materiali, ma nella maggioranza dei casi possono riassumersi in soluzioni che si sovrappongono alla struttura antica, all'interno o all'esterno, senza integrarsi totalmente con essa. Inoltre, appare evidente che il solo isolamento, con strati coibenti spessi tra i 4 e i 12 cm, non consente di sfruttarne le potenzialità di inerzia della struttura muraria nelle stagioni climatiche diverse da quella invernale, perché completamente annullate dalla scelta del tipo di isolante termico.

Nella pratica, in particolare modo a causa dei costi di fornitura dei materiali e degli utili che la ditta intende ottenere, si osserva prevalere l'uso di pannelli isolanti in poliuretano espanso o polistirene, comunque assimilabili sempre a materiale sintetici di derivazione dal petrolio, ad elevato impatto ambientale e totalmente incompatibile, a livello chimico-fisico, con i materiali della tradizione costruttiva.

Questo del "isolamento a tutti i costi" appare il problema maggiore, strettamente connesso all'approccio teorico imposto dalla legislazione. Sembra, stando alla prassi, che l'edificio possa essere scomposto in elementi autosufficienti ed indipendenti senza rendersi conto che, soprattutto nell'edilizia pre-industriale, le



Il cantiere di restauro di un edificio pre-industriale induce necessariamente trasformazioni e alterazioni che devono essere individuate a seguito di un processo conoscitivo attento, in grado di valutare la loro compatibilità.



Inserimento di cappotto esterno su edificio storico, si osservi l'incassamento degli elementi decorativi delle finestre.

componenti sono già così varie e complesse, anche nelle reciproche sequenze temporali, da non potere essere considerate quali individui occupanti lo stesso spazio, ma quali parti di un articolato e vitale organismo.

Nella manutenzione straordinaria o nella ristrutturazione, nel rispetto delle prescrizioni di legge, l'obiettivo primario è quello di garantire i requisiti prestazionali minimi della singola unità tecnologica (la parete, l'infisso o la copertura, ad esempio), spesso decontestualizzata dal resto della costruzione, nel prevalente rispetto di indici legati all'isolamento termico invernale.

Un approccio decisamente errato, questo, in un contesto come quello italiano (ad esclusione delle sole aree alpina ed appenninica) dove il clima temperato comporta un duplice regime climatico, anche con forti sbalzi termici tra inverno ed estate, e con variazioni anche quotidiane molto rilevanti nelle stagioni intermedie. Pertanto, in attesa che la normativa tecnica approfondisca anche l'aspetto della climatizzazione estiva in termini dinamici, andrebbe sviluppato meglio il tema nelle strutture abitative di tipo pre-industriale, perché le relative caratteristiche costruttive e morfologiche possono costituire risorse molto interessanti, ad oggi ignorate, in grado di compensare le perdite invernali.

Si rivela, infine, come sempre avviene nei momenti di grande mediatizzazione di un fenomeno collettivo (come è a tutti gli effetti quello del risparmio energetico), e come è tipico anche della manualistica edilizia sempre più diffusa, che l'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica su edifici pre-industriali si riduca ad un catalogo di tecniche, più o meno condivisibili, ricadendo sempre nell'errore di perdere di vista il comportamento complessivo dell'edificio.

Il restauro ha insegnato che il progetto sulle preesistenze non può essere condotto semplicisticamente con il criterio della scelta tra abachi di soluzioni ritenute aprioristicamente corrette, magari copiando nello specifico dettagli costruttivi che in nulla attengono al manufatto in esame. Il progetto deve scaturire, come abbiamo detto ripetutamente, dall'attenta analisi dell'esistente, individuando autonomamente, nel rispetto delle categorie di intervento più opportune, per migliorare il comportamento energetico dell'edificio nella sua globalità, quella o quelle soluzioni che meglio si adattano alla preesistenza, senza comprometterla o alterarla irrimediabilmente.

Il problema rilevabile nelle proposte tecniche offerte dal mercato, sempre in relazione alla standardizzazione delle soluzioni di cui si è appena parlato, è quindi:

1. da un lato, la corretta scelta di materiali naturali, che assolvano alle diverse funzioni richieste dalle normative, con un comportamento, tuttavia, il più possibile bivalente, ovvero diversificato tra il periodo estivo ed invernale;
2. dall'altro, l'individuazione di soluzioni tecniche, volte a rendere più efficiente il comportamento dell'edificio, sempre in condizioni ambivalenti, nel rispetto delle caratteristiche costruttive proprie della struttura, senza occultare o negare la percezione delle fasi più antiche. Tra le soluzioni di

miglioramento, va ricordato, può anche interagire la corretta scelta delle funzioni d'uso nelle diverse parti dell'edificio, che porterebbe a ridefinire il comportamento energetico dell'intero organismo.

3. Infine, dall'assenza o scarsa rilevanza, di esperienze di altra natura, che tentino di migliorare le prestazioni energetiche, mediante interventi sugli impianti ad alta efficienza.

Andrebbe, infine, accettata anche una terza via, quella dell'astensione dall'intervento sull'involucro edilizio, preferendo agire sugli altri elementi o dispositivi energetici, quali i sistemi impiantistici, le modalità di utilizzo e gestione degli ambienti, stante la particolare fragilità dell'edificio nelle sue parti portatrici di valore storico-testimoniale. Il non intervento – anch'esso una scelta progettuale importante, frutto di approfondite analisi e considerazioni tecniche – implica la necessità di calcolare l'effettivo dispendio di energia che l'edificio presenta, e valutarne la fattibilità economica a fronte del valore culturale di cui esso è portatore. Si tratta di scegliere se la collettività può ritenere lecito accollarsi il costo di un eventuale spreco energetico, a fronte della possibile perdita di comunicatività del bene, se non di perdita materiale in taluni casi.

5.5. Esempi di altri approcci metodologici

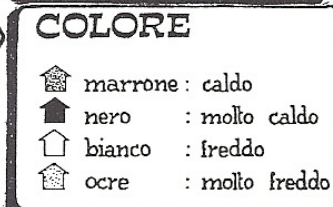
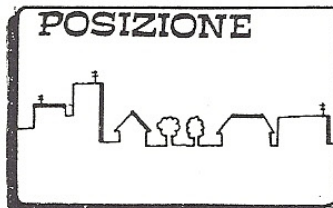
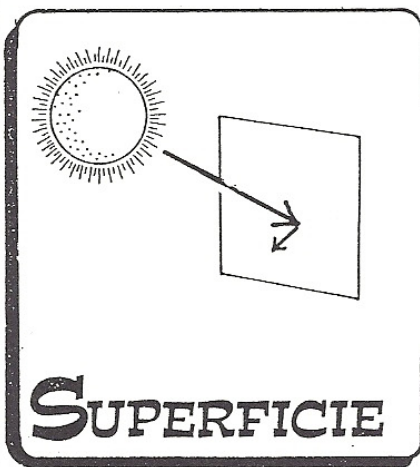
Non è presente, in letteratura, una casistica ampia e ancor meno attendibile che riguardi le tematiche affrontate o, semplicemente, proposte in questo studio, perché l'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica del costruito è troppo spesso ridotto ad una mera operazione di ristrutturazione, o quando si è più colti, di riqualificazione energetica indifferente alle caratteristiche intrinseche del manufatto. Tra i pochi esempi di proposte metodologiche o sperimentazioni in atto, confrontabili con quella in esame, si riportano un esempio teorico degli anni '80 del novecento, purtroppo scarsamente applicato e accademicamente ignorato, ed un esempio di ricerca molto recente con successiva sperimentazione pratica dei risultati.

5.5.1. "Dal Clima alla tipologia edilizia" (Carmine Carlo Falasca)

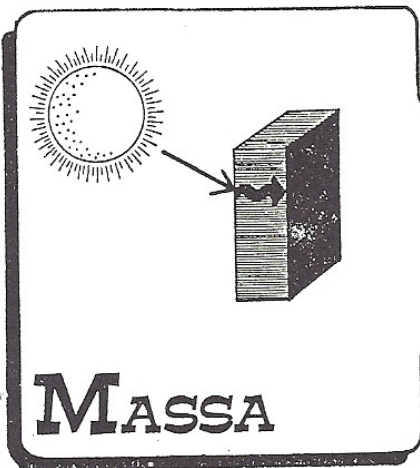
Lo studio di Carmine Falasca viene pubblicato nel 1985, ad oltre dieci anni dalla crisi petrolifera conseguente alla Guerra del Kippur, e ben venticinque anni prima dei nostri anni. Purtroppo ebbe scarso successo nei confronti della prassi architettonica italiana seguente, che era poi l'obiettivo primario della ricerca; ma risulta estremamente interessante operarne una lettura oggi, a così tanti anni di distanza, perché in fondo le problematiche non sono cambiate e il problema da risolvere, seppure parzialmente modificato dalle vigenti normative, è sostanzialmente lo stesso. Il fatto che un testo come questo possa sostanzialmente passare per una ricerca contemporanea, soprattutto per i contenuti presentati, assolutamente sconosciuti alla maggioranza dei professionisti e dei legislatori italiani, rende subito evidente il ritardo con il quale trattiamo oggi queste problematiche. Ma questo studio,

Il rapporto tra gli elementi base del sistema edilizio (superficie, massa e cavità) e i fenomeni termodinamici dell'ambiente fisico (irraggiamento, conduzione e convezione).
(Falasca C.C., *Dal Clima alla tipologia edilizia*, Alinea, 1985, p. 47)

IRRAGGIAMENTO

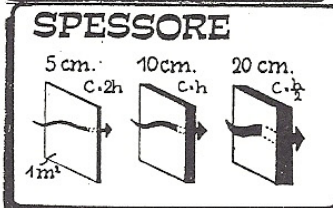


CONDUZIONE

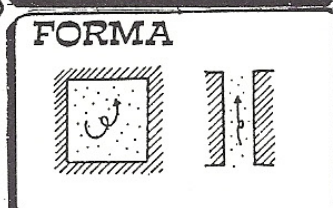
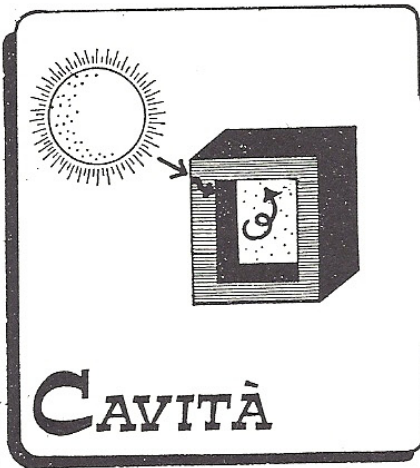


MATERIALE

	KCal/h°Cm
muratura	1,9
mattoni	0,8
mattoni forati	0,4
calcestruzzo	1,2



CONVEZIONE



storico le ragioni e gli spunti per una progettualità contemporanea, riveste per il settore del restauro, uno spunto ad affrontare compiutamente il problema della prestazione energetica dell'edilizia pre-industriale, con un approccio di processo e di coscienza spontanea che manca totalmente nella normativa e nell'uso comune.

Lo studio di Falasca non è stato compreso, almeno dalla maggioranza della cultura progettuale italiana, perché essa ha totalmente declassato il filone morfotipologico per motivi senza dubbio di natura accademica ed idealista; non si poteva accettare che lo spirito libero e razionalista dell'architetto venisse imbrigliato entro i rigidi confini, almeno così erano intesi, di una processualità formale e compositiva che affondava le radici nella storia più antica dell'uomo.

Ma va detto altresì, che neppure il settore tecnologico italiano ha preso spunto da questi studi, forse perché non offrono soluzioni evidenti nel rapporto esigenza/prestazione, non costituiscono un abaco, non illustrano dettagli tecnologici omnicomprensivi applicabili estensivamente; bensì, tale ricerca individua, con uno sviluppo prettamente teorico-funzionalista di scuola muratoriana, le radici del problema e le potenzialità intrinseche dell'edilizia storica¹⁷. Falasca pone soprattutto problemi di ordine metodologico offrendo un'interessante tentativo di coniugare i principi della lettura morfo-tipologica di Saverio Muratori e Gianfranco Caniggia, con l'analisi del comportamento energetico dell'edificio.

Presenta, infine, una sintetica analisi delle fondamentali unità tecnologiche dell'edificio tradizionale e del loro rapporto con il consumo energetico, aprendo già la strada alla valutazione del valore intrinseco di tali soluzioni "spontanee", sia nella stagione invernale che, soprattutto, in quella estiva.

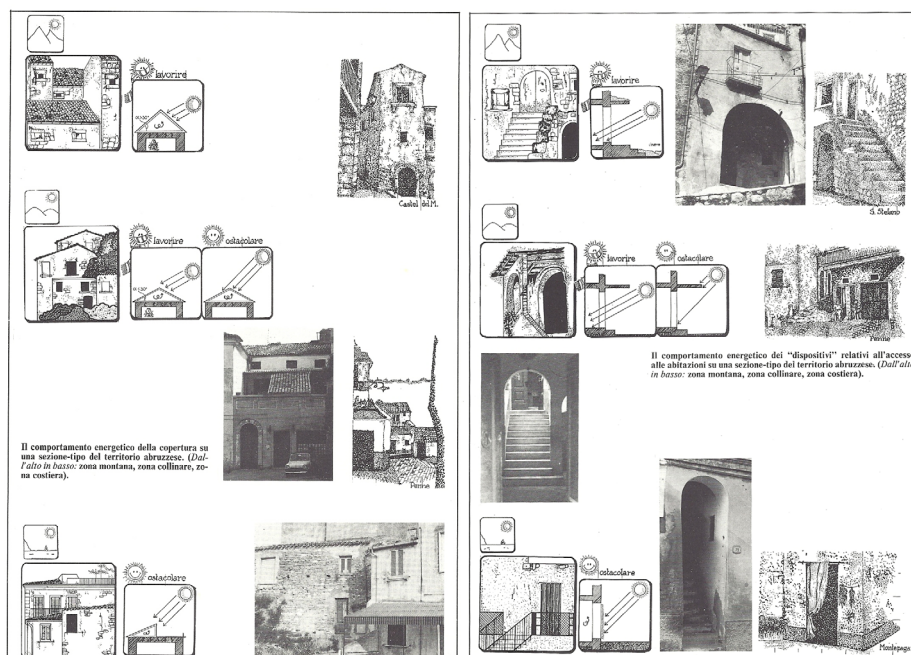
Ma vediamo nel dettaglio i punti nodali di questa ricerca e gli aspetti più interessanti nell'approccio metodologico proposto.

La casa rurale isolata medio-collinare in base ad una sperimentazione su alcuni ambiti marchigiani. (Falasca C.C., Dal Clima alla tipologia edilizia, Alinea, 1985, pp. 106-117)

COMUNE DI FABRIANO (AN)	DESCRIZIONE DEL TIPO	ELEMENTI CARATTERIZZANTI			
	DESTINAZIONE ORIGINARIA RELIGIOSA ATTUALE RURALE	FAVORIRE GIORNO-ACCUMULO NOTTE-DISPERSIONE	ESTATE FILTRI PERIOD INVERNO	INVERNO BASE SOLEIL ESTATE	
COMUNE DI SASSOFERRATO (AN)	DESCRIZIONE DEL TIPO	ELEMENTI CARATTERIZZANTI			
	DESTINAZIONE ORIGINARIA RURALE ATTUALE RURALE	FAVORIRE GIORNO-ACCUMULO ATTACCO A TERRA NOTTE-DISPERSIONE	ESTATE FILTRI PERIOD INVERNO	INVERNO BASE SOLEIL ESTATE	

CONDUZIONE	CONVEZIONE	IRRAGGIAMENTO

Il comportamento di alcune componenti architettoniche dell'edificio, come la copertura e i "dispositivi" relativi all'accesso. (Falasca C.C., Dal Clima alla tipologia edilizia, Alinea, 1985, pp. 79 e 93)



Il testo parte da un assunto fondamentale per l'autore: l'eccessivo peso attribuito dagli architetti al funzionalismo ed al ruolo degli impianti, rispetto allo studio dell'architettura nelle sue componenti costruttive. L'architettura, anche quella storica, va riletta in chiave ambientale per riconoscere i principi fondativi che i nostri padri hanno individuato spontaneamente, con gli errori e le conferme avute nel tempo. Questo perché le invarianti dell'architettura storica, in una data condizione climatica, costituiscono l'elemento di riconoscimento essenziale dei caratteri di quella data architettura, sviluppati in risposta alle condizioni ambientali specifiche, ciò che Falasca definisce il «tradizionale equilibrio tra artificio e natura»¹⁸.

Questo equilibrio è raggiungibile, secondo Falasca, solo attraverso una soluzione architettonica al problema energetico dell'edilizia, ovvero mediante l'individuazione di soluzioni tipologiche e costruttive che rispondano alle logiche ambientali del contesto e pongano in rapporto simbiotico l'edificio e la natura.

Diversamente, la «risposta tecnica»¹⁹ scinde il "tipo" dal suo contesto, anzi avanza la possibilità che esista un "tipo" universale, indifferentemente valido, nel quale sia la produzione industriale a sopperire alle carenze funzionali e la dotazione impiantistica consenta di raggiungere una condizione climatica interna sempre ottimale, indipendente dal luogo in cui si trovi. Tenendo a mente, probabilmente, il problema più dal punto di vista della climatizzazione invernale, come è naturale agli inizi degli anni '80 del XX secolo, Falasca sottolinea una conseguenza già allora sentita, ed oggi dominante, del progetto di architettura: «la logica "conservativa"»²⁰ attribuibile ai sistemi di isolamento termico. Nel loro forte sviluppo industriale – già al tempo reso sensibile dall'applicazione della L. 373/76 ed oggi centrale nel dibattito culturale, ma soprattutto nella prassi costruttiva e manutentiva – i sistemi di

isolamento dell'involucro esterno portano ad uno snaturamento della composizione architettonica, alla riduzione dell'edificio ad una sorta di «corpo inerte che deve essere “vestito” [...] allo scopo di “conservare” più a lungo possibile il comfort ambientale prodotto al suo interno»²¹ dalle macchine²².

Il modello interpretativo dell'architettura in chiave di rendimento energetico, offerta da Falasca, risulta interessante perché individua una correlazione diretta tra le componenti tecniche ed il comportamento energetico complessivo dell'edificio, secondo una modalità che consente di perseguire un'analisi morfo-tipologica dell'architettura. Egli sostiene, infatti, che vanno individuate nelle costruzioni storiche tradizionali le “costanti tipologiche” che «si sono dimostrate particolarmente corrispondenti ovvero “congruenti” col sistema comportamentale dell'utenza, da caratterizzarsi come “invarianti” connotanti l'ambiente di riferimento»²³.

Queste caratteristiche individuabili quali “invarianti tipologiche” sono riconducibili all'interconnessione tra gli «elementi-base del sistema edilizio»²⁴:

- la superficie, direttamente connessa all'irraggiamento solare sulle superfici esterne della costruzione;
- la massa, da collegarsi alla conduzione dei materiali costitutivi dell'edificio;
- la cavità, corrispondente alle caratteristiche di convezione dell'immobile.

Ognuno di questi elementi-base è descrivibile mediante una variabilità di *fattori di rendimento*, di carattere qualitativo (proprietà tecniche dei materiali), quantitativo (caratteristiche dimensionali), ubicazione (localizzazione geografica e posizionamento rispetto alla sorgente), formale (geometria).

La conclusione di questo primo discorso sulla metodologia di analisi è fondamentale nella comprensione dell'approccio offerto da Falasca; egli sottolinea, infatti, come non si possa ritenere che questi fattori siano posti secondo determinate interazioni per risolvere un problema energetico, ovvero determinare il rendimento complessivo del sistema edificio, ma che essi debbano primariamente essere posti come «strumenti dell'organizzazione dello spazio architettonico – per poi – assumere “anche” il ruolo di “dispositivi” atti a soddisfare le esigenze energetiche e non viceversa»²⁵.

Nella terza parte dello studio, Falasca passa in rassegna le «componenti architettoniche primarie e secondarie»²⁶ dell'edificio e, con estrema sintesi, le diverse problematiche energetiche rilevabili in diversi contesti climatici²⁷.

Si segnala, infine, l'ultima appendice al testo “Un esempio di abaco generale dei parametri progettuali di riferimento per le aree climatiche”, offerto, in traduzione italiana a partire dalle *Regional guidelines for building-passive Energy conserving homes* (U.S.A.), per l'estrema sintesi delle principali problematiche progettuali da osservare in relazione all'ambito climatico oggetto di studio²⁸.

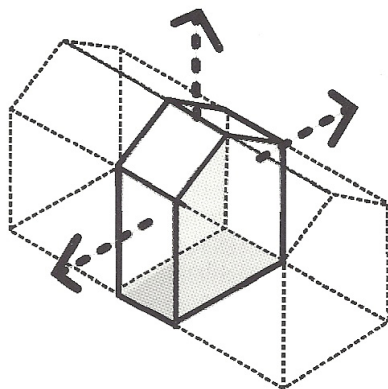
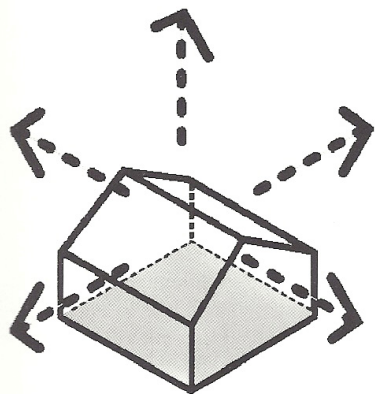
5.5.2. "Energia e insediamento" (Francesco Spanedda et al)

Questo recente volume, pubblicato nel 2007, offre un sintetico ma esaustivo resoconto di un'attività di ricerca svolta in Sardegna, nel comune di Osilo, grazie ad un finanziamento europeo sull'uso delle energie rinnovabili. Il progetto è stato condotto in collaborazione tra l'Amministrazione comunale e il Dipartimento di Architettura e Pianificazione dell'Università di Sassari²⁹.

Lo studio, unico nel suo genere, almeno tra i testi pubblicati o resi pubblici mediante divulgazione scientifica, appare molto interessante ed in linea con quanto si intende affrontare nel caso ferrarese, seppure risulta incentrato soprattutto su aspetti di innovazione urbana ed edilizia, mettendo in secondo piano la necessità di conservare l'edificio. Il che può scaturire da considerazioni condotte sul particolare edificato di Osilo, o perché l'obiettivo della ricerca e dei suoi finanziatori era prevalentemente altro³⁰.

Uno dei contributi fondamentali della ricerca su questo centro sardo è l'aver posto l'attenzione sulla necessità di analizzare casi concreti, valutandone tutti gli aspetti (compositivi, materici, energetici, sociali, ecc.) in modo interdisciplinare e senza partire dal presupposto ideologico di importare modelli operativi estranei alla cultura architettonica locale. Con gli studi preliminari condotti, le analisi su un caso studio e il progetto effettivamente realizzato di un intervento di ristrutturazione, si dimostra la possibilità di intervenire con coerenza e rispetto dell'edificato storico, raggiungendo un comportamento energetico rispettoso anche della normativa vigente.

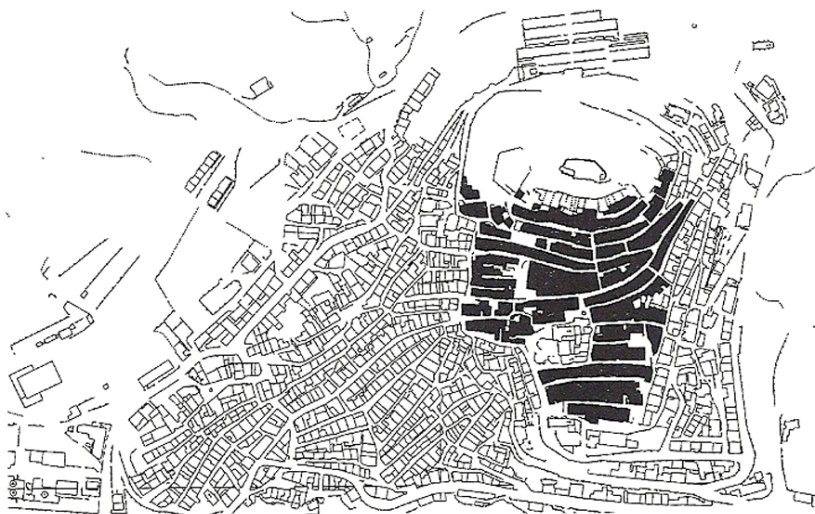
Il punto saliente sul quale il curatore del testo, Francesco Spanedda, pone ripetutamente l'attenzione è il valore aggiunto che un sistema "compatto" possiede, rispetto ad uno isolato. Un edificio posto in quest'ultima condizione, tende a disperdere il proprio calore su tutti i lati, mentre un edificio posto tra altri edifici, come avviene nei centri storici, disperde solo dalle pareti a contatto con l'esterno, pertanto l'intervento su quest'ultimo, con piccoli sforzi può essere notevolmente più efficace³¹. Il tema che egli affronta in termini di «città compatta»³², non è altro che quello dell'*aggregato* sul quale si sta concentrando il nostro studio.



La potenzialità della compattezza urbana, tipica degli edificati storici, sta nella riduzione delle superfici disperdenti esterne.
(Spanedda F., *Energia e insediamento*, Franco Angeli, p. 13)

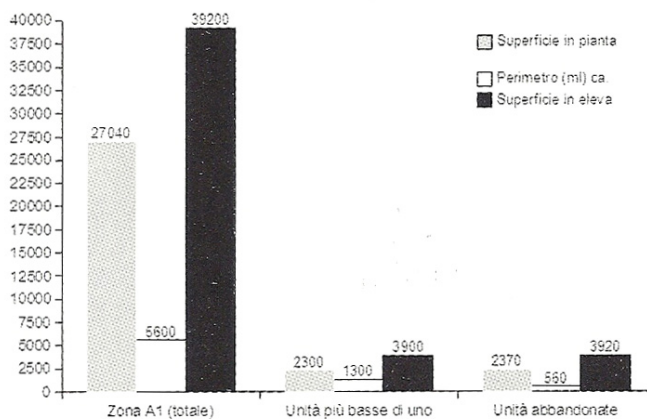
Orientamento prevalente delle unità edilizie della "città compatta" di Osilo.
(Spanedda F., *Energia e insediamento*, Franco Angeli, p. 24)





Zona A1 - Verifica quantitativa della compattezza

	Superficie in pianta (mq) ca	Perimetro (ml) ca	Superficie in elevazione (mq) ca	Percentuale di superficie rispetto al totale della zona A1	
				Pianta	Elevazione
Zona A1	27.040	5.600	39.200		
Unità più basse di 1 o più piani	2.300	1.300	3.900	23%	10%
Unità abbandonate	2.370	560	3.920	10%	10%



Verifica quantitativa della compattezza edilizia all'interno della zona A1 di Osilo, individuata come centro storico (Spanedda F, *Energia e insediamento*, Franco Angeli, pp. 26-27)

Sempre relativamente a questo assunto, risulta interessante l'analisi che viene condotta sull'edificato, sia in relazione alla morfologia dell'insediamento³³ che alle problematiche conservative dell'edilizia³⁴. Riguardo al primo aspetto, in particolare, si rilevano le osservazioni più interessanti, relative alle **discontinuità** che determinano fattori di rischio nel comportamento energetico dell'edificato:

- «discontinuità negli allineamenti in facciata ma soprattutto in gronda: si registrano diversità anche di uno o anche due piani tra alcuni edifici e i circostanti; questo comporta un aumento della superficie disperdente

dovuto al fatto che l'edificio più basso non isola completamente le pareti confinanti degli edifici più alti;

- discontinuità nell'uso: edifici abbandonati o comunque non riscaldati sottraggono calore agli edifici confinanti nel periodo di riscaldamento»;
- una serie di discontinuità modeste, ma molto frequenti, prodotte spesso dallo sfalsamento in altezza di abitazioni su strade in forte pendenza»³⁵.

Risulta infine interessante il tentativo di sistematizzazione, offerto nel penultimo capitolo, delle **strategie di intervento** per migliorare il rendimento energetico dell'edificato. Queste si suddividono in due macro categorie:

- interventi alla scala urbana, sull'uso del verde pubblico, sulle pavimentazioni esterne e sulle possibilità di saturazione dei vuoti urbani che compromettono la "compattezza" del tessuto;
- interventi alla scala edilizia, dove si offre un'interessante analisi delle differenti soluzioni di isolamento a cappotto interno o esterno, con una chiara descrizione dei diversi comportamenti che ci può attendere dall'edificio storico.

5.6. Le Guidelines for Energy Efficiency and Historic Building (English Heritage, UK)

Tra i paesi dell'Europa occidentale risulta di estremo interesse analizzare il comportamento assunto dal governo inglese e dai suoi uffici preposti alla tutela del patrimonio nei confronti del tema dell'efficienza energetica nell'edilizia storica.

L'Inghilterra, fin dal 2000, ha aggiornato la propria normativa tecnica in materia edilizia, le *Building Regulations*, con una parte specifica dedicata all'efficienza energetica, anticipando in parte i contenuti delle EPBD del 2002, anno che corrisponde poi all'effettiva pubblicazione della normativa inglese³⁶.

Fin dagli anni successivi, l'English Heritage³⁷ ha provveduto a strutturare bozze di linea guida per l'applicazione della normativa in materia energetica agli edifici tutelati, perché anche la legislazione inglese prevede, nel rispetto della Direttiva Europea, l'esclusione del patrimonio tutelato dall'applicazione dei principi individuati per la nuova edilizia, quando questi interventi dovessero determinare una inaccettabile alterazione del carattere o dell'aspetto costitutivo di valore. Si rendeva, pertanto, necessario delineare un approccio a questi edifici per garantire il controllo sugli interventi che sarebbero comunque stati proposti.

A parte le diverse versioni predisposte³⁸ dagli uffici dell'English Heritage, merita qui soffermarsi sull'ultima versione, scaturita dall'aggiornamento nel 2010 delle *Building Regulations* e dei relativi *Approved Documents*³⁹, che già dal titolo chiarisce l'intento di costituire una vera e propria guida all'approccio operativo nei confronti dell'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica in un edificio pre-industriale

tutelato o meno: *Energy efficiency and Historic Buildings. Application of Part L of the Building Regulations to historic and traditionally constructed buildings.*

L'approccio, estremamente cauto e conservativo è evidente anche nelle primissime dichiarazioni della guida:

«[...] However, reducing carbon emissions from buildings is not just about heating and insulating the building fabric. Much can be achieved by changing behavior, avoiding waste, using energy efficient controls and equipment, managing the building to its optimum performance, all of which is as relevant to older buildings as new ones.

For historic buildings and those of traditional construction an appropriate balance needs to be achieved between building conservation and measures to improve energy efficiency».⁴⁰

Il concetto di equilibrio tra le istanze conservative e quelle prestazionali, viene tradotto dai curatori nell'individuazione di due obiettivi fondamentali della progettazione sull'esistente in chiave energetica:

1. riconoscere quali siano le prescrizioni stabilite dal regolamento tecnico della Part L (*Approved document*) che possono essere applicate negli edifici in esame senza superare il limite fisiologico di trasformazione dell'immobile, che ne rende incompatibile l'aggiornamento di tipo energetico senza compromettere il carattere, l'aspetto e le prestazioni;
2. conoscere attentamente l'edificio, per comprendere il suo valore e il suo comportamento in qualità di sistema ambientale, così da riuscire ad individuare il limite fisiologico di trasformazione.

In sintesi, il documento sottolinea ripetutamente che l'equilibrio tra le diverse istanze può essere raggiunto solo con un attento processo conoscitivo⁴¹.

Per tale ragione lo spirito delle linee guida non è tanto quello di fornire soluzioni per l'intervento, che sarebbero estremamente complesse da sintetizzare nello specifico, data l'eterogeneità dell'edilizia esistente, quanto di focalizzare l'attenzione su di una serie di aspetti conoscitivi fondamentali per potere prendere decisioni compatibili con tali contesti edilizi, in relazione ai diversi aspetti caratterizzanti, dal comportamento energetico organico, al regime ambientale finanche alle caratteristiche più prettamente morfologiche.

Prima di affrontare i contenuti fondamentali delle *Guidelines*, va sottolineato uno degli aspetti più interessanti della normativa inglese: la definizione di edilizia tradizionale che nasce dall'esigenza di non intaccare il patrimonio non tutelato che presenta comunque caratteristiche architettoniche tali da entrare in conflitto con i normali interventi di riqualificazione energetica.

Le *Building Regulations*, infatti, prevedono due forme di esclusione dal rispetto dei requisiti minimi:



Immagini di edilizia anglosassone
(*Buildings regulations and Historical Buildings*, 2004, p. 12).

- una *esenzione* vera e propria per i beni variamente soggetti a forme di tutela statale (comunque sottoposti all'approvazione preventiva dell'English Heritage), quali i *Listed Buildings*⁴², gli *edifici collocati in aree vincolate* e gli *antichi monumenti schedati* (le aree di tutela archeologica antica o più recente, dove si tutela la rovina o il sottosuolo, in quest'ultimo caso l'applicazione dei requisiti è caldamente richiesta, sempre nel rispetto dei caratteri storici dell'edificio);
- un'*applicazione limitata*, sottoposti a "speciali considerazioni", per quegli immobili che sono *schedati nei regolamenti locali*, che sono collocati nei *parchi nazionali* o in altre *aree storiche*, e gli *edifici costruiti in modo tradizionale*.

Immagini di bow-window inglesi
(*Buildings regulations and Historical Buildings*, 2004, p. 12).

Quest'ultima definizione è quella per noi più interessante, perché non prevista nella legislazione italiana e sostanzialmente affine a quanto si intende proporre in questo studio.

Gli edifici costruiti in modo tradizionale non sono altro che quelli che abbiamo definito edilizia pre-industriale⁴³, e sono costruzioni caratterizzate da strutture traspiranti (permeabili) dove il processo di trasferimento dell'umidità (dell'acqua in genere) è fondamentale per il loro funzionamento. Il regolamento attuativo inglese, sottolinea, quindi, con estrema precisione l'esistenza di un differente comportamento tra gli edifici pre-industriali e quelli industriali, incentrando l'attenzione sulla permeabilità o meno delle strutture, soprattutto quelle murarie, quale discriminare per l'applicazione o meno di uno dei principi basilari dell'efficienza energetica intesa sulla nuova costruzione: la coibentazione dell'involucro.

Sugli edifici tradizionali, l'Approved Document, nel rispetto di quanto proposto dalle Building Regulations e riportandoli in un regime simile a quello d'esenzione di cui ai *listed buildings*, stabilisce che:

«[...] the aim should be to improve energy efficiency as far as reasonably practical. The work should not prejudice the character of the host building or increase the risk of longterm deterioration of the building fabric or fittings.»⁴⁴

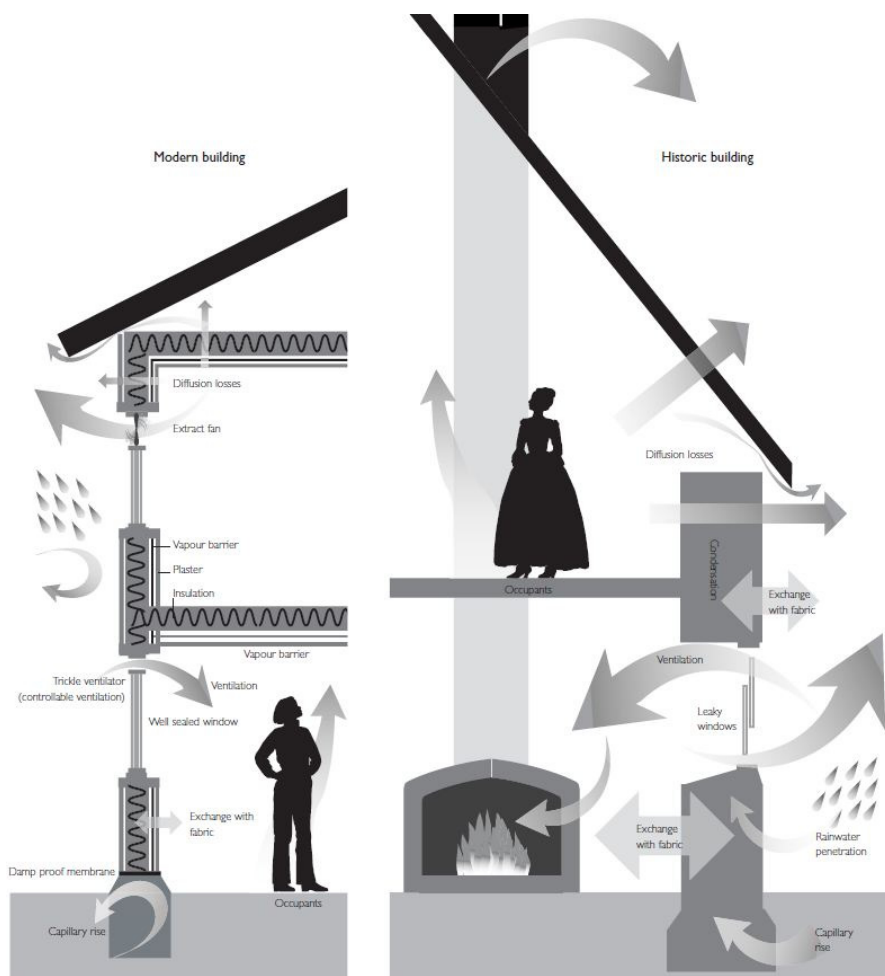
Proprio per offrire una guida all'individuazione dei limiti di intervento nascono le linee guida dell'English Heritage, che mettono a sistema tutta la materia, senza mai fornire diverse indicazioni per le differenti classi di edifici, ma sempre riferendosi ad un generico edificio costruito con tecniche tradizionali, perché, come si sottolinea nel documento stesso, non esistono tra questi differenze materiali nell'approccio conoscitivo e nelle possibilità di intervento⁴⁵.

Il capito 3.0 "Understanding the building before carrying out upgrading works" costituisce il passaggio fondamentale delle linee guida ed affronta appunto il tema dell'approccio conoscitivo e di quali siano i fondamentali caratteri dei quali tenere conto nel progettare un intervento di miglioramento dell'efficienza energetica in un edificio tradizionale.



In sintesi, gli aspetti fondamentali dell'analisi e della progettazione sono:

1. Mantenimento dei caratteri e dei valori dell'edificio che si esplica attraverso:
 - a. il riconoscimento dei limiti di alterazione in funzione della "sensibilità" dell'edificio tradizionale, estremamente eterogeneo e complesso nella sua stratigrafia architettonica e materiale, all'alterazione. Sempre che l'immobile non abbia già subito alterazioni tali da avere già compromesso la sua "sensibilità";
 - b. l'accertamento dei valori effettivi dell'immobile, per comprendere la compatibilità dei miglioramenti proposti, in funzione dei principi della conservazione stabiliti dalla BS 7913:1998⁴⁶;
 - c. l'identificazione degli elementi fondamentali che caratterizzano l'immobile, le decorazioni in facciata, l'organizzazione planimetrica, le decorazioni in interno e i dettagli rilevanti;
 - d. l'applicazione dei principi della conservazione, quali la manutenzione conservativa⁴⁷, il minimo intervento, la compatibilità, la reversibilità e l'autenticità;
 - e. la manutenzione ordinaria continuativa sul bene;



Schema illustrativo delle principali differenze nei movimenti dell'umidità relativa, tra un edificio industrailizzato ed uno pre-industriale (Buildings regulations and Historical Buildings, 2004, p. 11).



*Esempio di intervento di isolamento termico in copertura, sull'intradosso.
(Buildings regulations and Historical Buildings, 2004, p. 18).*

2. La comprensione del fatto che l'edificio è un sistema ambientale caratterizzato da un caratteristico comportamento fisico da mantenere e recuperare, ove modificato. Tale comportamento è contraddistinto da alcune specificità:
 - a. La traspirabilità dei materiali tradizionali e quindi dell'involucro, pertanto la capacità dell'edificio di stabilire un rapporto dinamico con l'umidità presente nelle sue diverse parti, anche in stato fisico differente (gassoso e liquido in particolare)
 - b. L'impermeabilità all'umidità, spesso ottenuta in quanto obiettivo di interventi precedenti, è da considerarsi un errore progettuale che, quando possibile, va sanato perché contribuisce al deterioramento dell'edificio stesso;
 - c. La ventilazione degli ambienti interni che in un edificio tradizionale deve essere più consistente di quanto avvenga in quelli industriali per evitare fenomeni di condensa superficiale;
 - d. La presenza di ponti termici, soprattutto quelli che si possono andare ad attivare con interventi di isolamento parziale dell'edificio;
 - e. La compatibilità materica dei materiali impiegati nell'intervento, per evitare che la diversa natura possa innescare fenomeni degradativi dei materiali storici;
 - f. Descrizione dei principali test diagnostici da condursi sull'edificio per potere caratterizzare i suoi elementi ed intervenire con maggiore consapevolezza.

Il capitolo 4.0 “Upgrading Energy efficiency meeting the requirements of part L”, dopo la presentazione della fase conoscitiva, individua in maniera estremamente sintetica ed efficace le prospettive di miglioramento dell'edificio tradizionale, secondo un ordine crescente di impatto e costo dell'intervento che costituisce anche una traccia per la valutazione dei gradi di libertà e compatibilità dell'intervento. Ovviamente, è previsto che qualsiasi scelta progettuale vada condivisa con gli organi preposti all'approvazione dei progetti, per individuare strategie adeguate e condivisibili.

Prima di presentare questa scala crescente di interventi, viene tuttavia richiamata l'attenzione sulle differenze sostanziali che tali edifici richiedono nella loro gestione, da un punto di vista climatico e d'uso, rispetto ad un edificio di costruzione industriale, tra questi alcuni rivestono un interesse particolare perché sembrano richiamare l'attenzione alle pratiche di un tempo e sottolineano l'importanza di non pretendere prestazioni incompatibili con le caratteristiche specifiche di certi contesti edilizi.

«Examples of typical differences are:

- The practice of heating primarily those rooms in use, rather than the whole building;
- Continual occupation of the building, rather than just in the mornings and evenings throughout the week
- The use of the thermal mass of the structure (particularly chimney breasts) to retain heat from fires and to release it slowly over a longer time frame, thus evening out overall fluctuations;
- Greater use of traditional methods of retaining heat such as closing internal doors, closing heavy curtains and shutters at night.
- Wearing more clothing indoors in winter»⁴⁸

Detto questo, il testo affronta nell'ordine l'approccio di progressivo miglioramento che va valutato in funzione dell'attività conoscitiva prima esposta:

1. Recupero delle performance originali con interventi di manutenzione e recupero, attuati nel rispetto dei materiali e delle caratteristiche fisiche dell'edificio, in particolare: rimozione delle forme di degrado che riducono la traspirabilità e recupero delle parti fatiscenti, che introducono elementi di discontinuità nel comportamento ambientale;
2. Introduzione di leggeri miglioramenti, con l'ausilio dei moderni sistemi elettronici di controllo delle condizioni ambientali, quali i termostati, le valvole ai termosifoni, fino ai più complessi sistemi di domotica;
3. Riduzione degli spifferi e delle infiltrazioni d'aria con interventi di piccola modifica degli elementi costruttivi, come ad esempio: la chiusura di lesioni passanti o fori nei muri, l'installazione di giunti in silicone nelle finestre, il recupero all'uso delle antine interne alle finestre, l'uso di tappeti in lana sui pavimenti a terra fino all'installazione di un secondo vetro in esterno;

4. Intervento di isolamento di primo livello, consiste nell'inserimento di isolamento termico, sempre di fibra naturale, in spazi dove non si determina un forte impatto sui caratteri dell'edificio, come al di sopra dei controsoffitti dell'ultimo piano, sull'intradosso della copertura, all'interno di eventuali intercapedini nelle murature o inserendo doppi vetri negli infissi preesistenti;
5. Intervento di isolamento di secondo livello, consiste in un intervento di manutenzione straordinaria, dove si vanno ad inserire cappotti esterni o isolamenti interni, sulla muratura, questo intervento è quello più problematico e va proposto solo laddove si sia rilevato che l'edificio non è caratterizzato da elementi rilevanti, che verrebbero occultati e quando non si comprometta la naturale traspirabilità delle murature;
6. In parallelo a questi interventi non va trascurata la possibilità di dotare l'edificio di impianti di riscaldamento che utilizzino fonti rinnovabili di energia o che recuperino adeguatamente gli sprechi di produzione, quali la micro-cogenerazione, gli impianti di solare-termico, ecc.

L'ultimo capitolo, 5.0 "Upgrading building elements", infine, offre linee guida estremamente sintetiche per l'intervento, dove si focalizza l'attenzione sulle criticità e le potenzialità di miglioramento dell'efficienza energetica dei principali elementi tecnologici costituenti l'edificio tradizionale: le finestre, le porte, le pareti, i solai e le coperture. Per ogni elemento, vengono definiti i caratteri essenziali della tradizione costruttiva, i limiti di alterazione e le possibili trasformazioni verso soluzioni più performanti. I due elementi tecnici sui quali il legislatore si sofferma di più a valutare le trasformazioni compatibili sono le finestre e le coperture, che sono le parti più attive nel definire il comportamento energetico dell'edificio e quelle dove la modifica è più diffusa ed efficace.

note al capitolo 5

¹ Cfr. Glossario, § 9.10

² Cfr. *Ibidem*, § 9.11

³ Il dibattito sui centri storici e la loro conservazione ha animato il dibattito italiano a più riprese, dopo i grandi fermenti degli anni '60 del novecento, conseguenti al Convegno di Gubbio dell'ANCSA; azioni che sarebbe impossibile sintetizzare in questa sede. Si cita qui, tra le tante, una recente pubblicazione che ha il merito di riepilogare sinteticamente le tappe e gli sviluppi del dibattito nei decenni: Giambruno M.C. (a cura di), *Per una storia del Restauro Urbano. Piani, strumenti e progetti per i Centri storici*, Città Studi edizioni, Novara, 2009.

⁴ Si prendano ad esempio le pubblicazioni del Ministero per i Beni e le Attività Culturali, o comunque da esso promosse negli ultimi anni, quali le *Linee Guida per il superamento delle Barriere architettoniche nei luoghi di interesse* (2008) e le *Linee Guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale* (2006, aggiornate nel 2010).

⁵ Questa citazione e la precedente: DAL 156/2008, art. 3.6, lett. a).

⁶ I dati ISTAT sono prodotti sulla base di un censimento volontario, condotto dal proprietario stesso dell'immobile, pertanto, la rilevazione non è stata eseguita da tecnici abilitati e può contenere errate interpretazioni su aspetti come le tecniche di costruzione, così come sul periodo di costruzione. Tuttavia, spalmati sulla media nazionale, consentono di avere un quadro di riferimento generale, per quanto non esaustivo. Inoltre, il dato si ferma con il 2001, anno della rilevazione, mancato nel conto tutti gli immobili costruiti negli ultimi dieci anni. Nel conteggio del Cresme, questi sono stati riportanti, anche se costituiscono una componente poco rilevante sul totale, e che comunque abbassa leggermente il dato sull'edilizia pre 1919.

⁷ Sulla quota, comunque alta, di edifici isolati, va tenuto conto dei grandi numeri dell'edilizia rurale, che andrebbe scomputata da questi dati, per meglio comprendere la consistenza di edifici isolati in centro storico.

⁸ Rapporto Saienergia 10, a cura di Cresme, Saienergia, Bologna, 2010, pp. 35-36.

⁹ *Idem*.

¹⁰ Fin dalla sua prima formulazione, infatti, la Direttiva 2002/91/EU, afferma all'art. 1 "Obiettivi": «L'obiettivo della presente direttiva è promuovere il miglioramento del rendimento energetico degli edifici della Comunità».

¹¹ Cecchi R., Calvi M., "Introduzione", in *Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale*, Gangemi editore, Roma, 2006, p. 5.

¹² Carbonara G., "Introduzione", in *Linee guida...op.cit.*, p. 9.

¹³ *Ibidem*, p. 11.

¹⁴ *Ibidem*, p. 9.

¹⁵ Intendendo con tale termine tutta una serie di requisiti fondamentali: il fabbisogno di energia termica utile ed energia primaria, la garanzia dei requisiti di comfort e benessere termo igrometrico, i sistemi impiantistici per la fornitura ed erogazione termici ed elettrici, la produzione di energia da fonti energetiche rinnovabili, le condizioni di comfort acustico ed illuminotecnico, ecc.

¹⁶ L'edilizia pre-industriale di base ricade sostanzialmente entro la categoria fissata all'art. 3.1, lett. c) della DAL 156/2008, secondo il quale si prevede un'applicazione limitata al rispetto di specifici parametri, livelli prestazionali e prescrizioni, nel caso di interventi quali: ampliamenti volumetrici, ristrutturazione di edifici con superficie inferiore a 1000 m², manutenzione straordinaria dell'involucro edilizio, recupero di sottotetti a fini abitativi, nuova installazione o sostituzione di impianti termici, sostituzione di generatori di calore.

¹⁷ In questo paragrafo si utilizzerà il termine di edilizia storica o tradizionale, perché così espresso nel testo in esame.

¹⁸ Falasca, C. C., *Dal Clima alla tipologia edilizia, note metodologiche per la progettazione*, Alinea, Firenze, 1985, p. 22.

¹⁹ Cfr. *Ibidem*, pp. 25-30.

²⁰ *Ibidem*, p. 27.

²¹ *Ibidem*, p. 27.

²² Si rimanda direttamente al testo per una interessante digressione sulla risposta architettonica moderna alla questione energetica, dove l'autore descrive i caratteri salienti dell'atteggiamento bioclimatico che ha contraddistinto il Movimento Moderno nelle sue più rilevanti produzioni, e poi alle poche esperienze più recenti, nelle quali si è tentato di recuperare un concetto di tipo edilizio relazionato alle condizioni ambientali specifiche del sito. Cfr. *Ibidem*, pp. 31-38.

²³ *Ibidem*, p. 46.

²⁴ *Ibidem*, p. 43.

²⁵ *Ibidem*, p. 53.

²⁶ *Ibidem*, p. 72.

²⁷ Cfr. *Ibidem*, pp. 71-100. Per ovvie ragioni di spazio qui non si tratterà tale parte del testo, anche perché, per quanto si possano riconoscere evidenti affinità con lo studio che qui si va a proporre, nel testo di Falasca il discorso appare molto generale e difficilmente esportabile in singoli contesti, come quello ferrarese, dove per ovvie ragioni il livello di descrizione delle problematiche può essere notevolmente approfondito.

²⁸ *Ibidem*, pp. 113-129.

²⁹ Cfr. *Energia e insediamento. Una ricerca interdisciplinare per l'applicazione di principi di efficienza energetica nei centri storici*, a cura di Francesco Spanedda, Franco Angeli, Milano, 2007.

³⁰ Va detto, infatti, che come risulta dalle analisi condotte sul tessuto urbano di Osilo, una delle prime necessità sia quella di recuperare numerose case fatiscenti e restituire vivibilità al centro urbano, pertanto un approccio più "trasformativo" potrebbe anche ritenersi condivisibile.

³¹ *Energia e Insediamento...* op. cit., p. 13.

³² *Ibidem*, p. 14.

³³ Cfr. *Ibidem*, pp. 23-28.

³⁴ Cfr. *Ibidem*, pp. 16-22.

³⁵ *Ibidem*, p. 26.

³⁶ Le Building Regulations si compongono di numerose parti che trattano le diverse tematiche dell'edilizia. In particolare la Part L "Conservation of Fuel and power" è quella specificatamente dedicata all'efficienza energetica nell'edilizia. Essa si suddivide in due sottocategorie, la Part L1 (dedicata agli edifici residenziali) e la Part L2 (dedicata agli edifici non residenziali), ognuna di queste, infine, è suddivisa in edifici di nuova costruzione (L1A e L2A) e edifici esistenti (L1B, L2B). Per questo motivo le Guidelines qui in esame, fanno riferimento alle parti L1B e L2B (Cfr. <http://www.communities.gov.uk/planningandbuilding/buildingregulations/>).

³⁷ L'English Heritage è il «consigliere statutario del governo Inglese» su tutto ciò che concerne il Patrimonio storico-culturale-ambientale della nazione (una sorta di corrispettivo del Ministero per i Beni e le Attività Culturali italiano, ma con una struttura organizzativa e giuridica molto differente). L'English Heritage, che deriva dalla fusione, avvenuta nel 1999, di alcune strutture precedenti, tra le quali la più importante era la Historic Building and Monuments Commission for England, gestisce un gran numero di siti storici ed archeologici di primo piano, si occupa di conservare, registrare e proteggere il patrimonio storico, ed infine, consiglia direttamente il segretario di stato sulla politica di conservazione e di classificazione dei vari monumenti (Cfr. <http://www.english-heritage.org.uk/>).

³⁸ Il primo documento ufficiale viene pubblicato nel 2002 e riporta il titolo: *Building Regulations and Historic Buildings. Balancing the needs for Energy conservation with those of building conservation: an Interim Guidance Note on the application Part L* (<http://www.english-heritage.org.uk/publications/energy-efficiency-historic-buildings-partl/>).

³⁹ Gli *Approved Documents* sono il corrispettivo dei regolamenti di attuazione italiani, sono documenti esplicativi che forniscono gli strumenti e le metodologie per l'applicazione delle *Building Regulations* (Cfr. <http://www.planningportal.gov.uk/buildingregulations/approveddocuments/>)

⁴⁰ *Energy efficiency and Historic Buildings. Application of Part L of the Building Regulations to historic and traditionally constructed buildings*. English Heritage, 2010, p. 3.

⁴¹ Va specificato che gli *Approved Documents* della Part L, chiariscono che è possibile accettare il non raggiungimento dei requisiti minimi energetici, laddove questa scelta garantisca la prevenzione del carattere e dell'aspetto dell'edificio.

⁴² Il corrispettivo dei Beni Culturali italiani, riconosciuti dall'English Heritage, sono suddivisi nelle due categorie di *Special Architecture* o *Historic Interest*.

⁴³ Le stesse linee guida inglesi, in un passaggio iniziale definiscono «pre-industrial» tutti gli edifici costruiti con tecniche tradizionali storiche, caratterizzati da meccanismi di traspirabilità diversi da quelli dell'edificio industriale. *Energy efficiency and historic buildings...* op. cit., p. 8.

⁴⁴ *Approved Documents* point 3.9, come riportato in *ibidem*., p. 18.

⁴⁵ *Ibidem*, p. 21.

⁴⁶ Norma tecnica di unificazione inglese sui principi della conservazione che stabilisce tipologie di valori: evidential value, historical value, aesthetic value e communal value.

⁴⁷ Il termine *conservation repair* è di difficile interpretazione nel campo del restauro italiano, ma può essere assimilato al nostro concetto di manutenzione conservativa.

⁴⁸ *Energy efficiency and historic buildings...* op. cit., p. 42.

CAPITOLO 6.

IL CASO STUDIO: FERRARA, SVILUPPO URBANO ED EDILIZIO

6.1. Quadro sintetico del processo di sviluppo urbano

La città di Ferrara, a differenza di molte altre realtà italiane, anche vicine come quelle della fascia lungo la via Emilia, non corrisponde ad una formazione urbana di epoca romana o pre-romana, ma fonda le sue radici in un periodo più recente, nei primi anni del VII secolo d.C. con la fondazione del *castrum* bizantino. Esso viene posto quale avamposto difensivo dell'Esarcato Bizantino, lungo la linea del Po, a difesa di un eventuale attacco da parte dei Longobardi ai territori residui dell'impero.

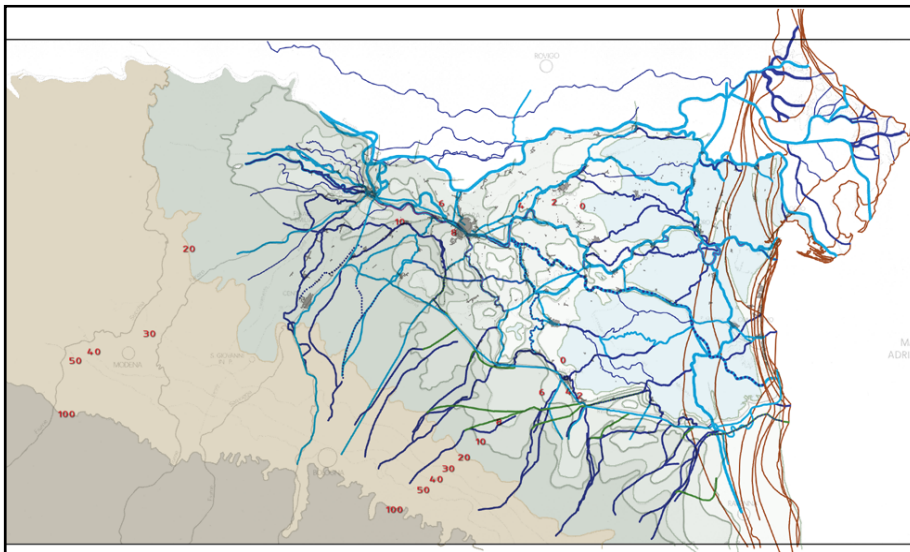
Le differenze sostanziali con le altre grandi città della pianura padana non risiedono solo nel recente periodo di fondazione e nella dimensione piuttosto contenuta del primo nucleo, ma anche nelle particolari condizioni orografiche di posizionamento del *castrum* – sull'argine sinistro di un fiume soggetto a continue inondazioni e rotte – che determina lo stretto rapporto esistente fra la conformazione urbana e il sistema di regimazione, naturale ed artificiale, delle acque.

L'analisi qui proposta è frutto dell'applicazione del metodo di lettura morfotipologico al tessuto edilizio della città di Ferrara, entro il perimetro delle mura, condotto attraverso una molteplicità di strumenti, tra i quali il più importante è il rilievo planimetrico dei muri dei piani terra di tutte le abitazioni esistenti. Dallo studio delle conformazioni degli edifici, degli allineamenti, delle corrispondenze e divergenze tra le parti edilizie, e sulla scorta di informazioni storiche, archeologiche ed iconografiche, opportunamente interpretate e correlate, è stato possibile giungere a queste prime conclusioni sullo sviluppo urbano¹.

Il territorio ferrarese è estremamente complesso dal punto di vista idrografico, tanto oggi quanto, e forse ancora di più, all'epoca della fondazione del primo nucleo insediativo. Il ramo principale del Po, infatti, si era nel tempo progressivamente spostato da sud (Po di Primaro) verso nord (attuale Po di Venezia), a causa di vari fenomeni naturali ed antropici, lasciando tracce di paleo alvei e rami secondari che testimoniano la sua diversa dislocazione nel tempo. Tra questi, il Po di Volano è quello che più ci interessa nel rapporto con la formazione di Ferrara; il ramo oggi lambisce, a sud, il perimetro moderno della città ed è caratterizzato da una ridottissima dimensione e portata d'acqua. Agli inizi del VII secolo, diversamente, l'odierno Po di Volano costituiva il ramo principale del fiume, con una larghezza di circa 1 km, ed era caratterizzato da due argini naturali di un certo rilievo, che lo rendevano, come il Po odierno, un

Ferrara vista da ovest verso est, lungo il tracciato della città lineare.





La rete idrografica antica e attuale del Delta del Po dalla quale si evidenzia la complessa rete idrografica sulla quale sorge Ferrara.

(elaborazione Marco Zuppiroli)

fiume pensile atto ad attraversare una sprofondata pianura paludosa. Lungo l'argine sinistro, si articolava una percorrenza, di epoca romana, detta *ab hostilia per padum*, che collegava la città di Ostiglia, verso l'attuale area mantovana, con la città di Ravenna, passando lungo i rami degli attuali Po di Volano e Po di Primaro.

6.1.1. VII secolo – La fondazione

Nel punto di deviazione tra questi due rami, dove le acque si separavano e si era formato un polesine², che permetteva di guardare con maggiore agio il ramo di Volano per percorrere il tratto di Primaro, che si diramava più a sud, fu strutturato l'accampamento militare bizantino, oggi noto come *castrum ferrariae*.

La collocazione sull'argine settentrionale è condizionata sia dallo snodo viario esistente lungo il fiume, sia dalla presenza, sull'argine stesso, di un terrazzamento naturale che permetteva di collocare all'asciutto il nucleo fortificato. La percorrenza territoriale, tangente alle mura del *castrum*, si sviluppa poi longitudinalmente al Po, lungo il crinale asciutto determinato dall'argine.

L'insediamento dei soldati-coloni, similmente al modello tipico del mondo romano qui adattato alla dimensione del sito, è strutturato su di un cardo ed un decumano che suddividono un totale di ventiquattro casali in serie chiusa. La protezione esterna è data in parte da elementi naturali ed in parte da elementi artificiali. Si riconosce, infatti, un canale di raccolta delle acque piovane dell'argine, posto a metà altezza, che perimetra a nord il *castrum*, un terrapieno difensivo con probabile palizzata lignea sul versante occidentale, una semplice palizzata su quello orientale ed un perimetro difensivo in muratura sul versante meridionale, dove era collocata la porta di accesso per il passaggio verso l'altro percorso di attraversamento, diretto a nord.

Schema di insediamento del lato destro del *castrum*, nella prima fase e nella seconda fase, ove si attuano le prime insulzzazioni.





Schemi del processo di formazione della città, nella fase di impianto del Castrum e nella fase del VIII-IX secolo.

I casali di fondazione, sul modello di quelli romani, sono dei rettangoli di dimensione 13-18 m. x 38-44 m., distinti da un recinto di delimitazione in steccati di paglia o canne, con una casa sull'angolo verso la strada, in posizione isorientata con asse est-ovest, per garantire una corretta esposizione a sud del fronte più ampio, un primo spazio di natura cortilizia, ed una seconda area destinata alle coltivazioni dell'orto, per l'auto sostentamento del colono/soldato e della sua famiglia. Tutti i casali risultano isorientati e costituiti da cellule abitative a mono o doppia stanza, orientate a sud, con una copertura inclinata sempre esposta a meridione.

6.1.2. VIII-IX secolo – Prima colonizzazione esterna al Castrum

Dopo oltre un secolo di alterne lotte e tregue tra Bizantini e Longobardi, nel 750-51 d.C., il territorio dell'Esarcato venne totalmente conquistato da questi ultimi e l'insediamento militare di Ferrara perse totalmente la sua funzione difensiva; di lì a pochi decenni, passerà sotto la dominazione del pontefice, a seguito della donazione fatta da Carlo Magno alla Santa Sede (773-74 d.C.).

A partire da questo momento, si avvia il processo di sviluppo del primo insediamento proto-urbano, lungo la direttrice nord dell'antica percorrenza fluviale. Quello che era un insediamento militare, probabilmente già da tempo parcellizzato per via dello sviluppo delle famiglie originarie, si trasforma progressivamente in un centro proto-urbano sempre più consolidato, a prevalente carattere agricolo e di nodo territoriale, per via del guado di attraversamento.

Lungo l'argine, in corrispondenza dell'allineamento oggi costituito da via Ragno (percorso matrice³) si insediano corti in serie aperta con direzione sud-nord e casale isorientato posto sul margine superiore. Alle spalle del percorso matrice, verso nord, si inizia a colonizzare, lungo alcuni percorsi di impianto⁴ (prima con fondi agricoli poi con i primi casali abitativi) la sponda in declivio dell'argine, verso la palude. In questa



zona, il rapporto conflittuale tra il regime delle acque e la vita antropica si evidenzia in tutta la sua complessità. La presenza di un fossa, che determina lo stagnamento dell'acqua⁵, subito a nord-ovest del *castrum*, condiziona l'insediamento umano, tanto che le fasce di colonizzazione si dispongono ad emiciclo, seguendo gli anelli di progressivo prosciugamento del declivio, indotto con la regimazione delle acque di scolo, e attestando le corti su percorrenze d'impianto a raggiera o a pettinee, che corrono sugli stessi canali di raccolta e displuvio delle acque piovane o di esondazione del Po.

Nel frattempo l'insediamento all'interno del *castrum* si consolida, soprattutto dal lato occidentale, dove la pressione demografica dell'adiacente città in forte sviluppo determina il consumo dei casali interni alla palizzata. La minore ristrutturazione dell'ala destra, secondo processi di insulizzazione⁶ e tabernizzazione⁷ tipici del sistema a corte, comporta un ritardo nella stratificazione edilizia ed una maggiore conservatività del sostrato di impianto originario. Tanto che, in questa area, la ristrutturazione viaria avviene in epoca più tarda e in modo molto più regolare, ancora oggi riconoscibile dalle quote edilizie più basse e per la presenza di numerosi scoperti verdi.

Tra la fine del secolo VIII e gli inizi del IX, la cessione allo Stato Pontificio determina l'insediamento delle prime strutture ecclesiastiche, innestate con regolarità entro le fasce di insediamento a pettine che, dalla via principale di sommità dell'argine, discendono verso valle.

6.1.3. X secolo – La conformazione della città lineare

Sul finire del IX secolo si assiste ad un cambiamento sociale ed economico importante per la città, con il rafforzarsi di un'economia di scambio basata sul commercio fluviale e la seguente configurazione di un vero e proprio porto fluviale lungo la riva settentrionale del Po. La spinta indotta dalle rotte commerciali, sottoposte in tal modo al controllo di Ferrara, stimola fortemente l'aumento demografico e la specializzazione edilizia.

Sul fronte fluviale, la fascia di case a corte, poste perpendicolarmente al percorso di impianto, si organizza in due parti ben distinte sul piano funzionale, la residenza a



Via Ragno, corrispondente al percorso matrice della città di Ferrara,

Schemi dello sviluppo urbano della città, corrispondenti alla fase del X secolo e a quella del XI secolo.





Via delle Volte, asse di ristrutturazione all'interno delle corti fronteggianti la riva del Po.

nord e i magazzini di carico delle merci a sud, dal lato della riva. Questa forte separazione tra le due zone condiziona l'uso del cortile intermedio e spinge alla formazione di passaggi di natura spontanea tra un'unità e l'altra. Un processo di ristrutturazione della corte che si consoliderà nei secoli, fino a portare alla formazione dell'attuale via delle Volte, dove i vòlti costituiscono la testimonianza architettonica della permanenza di una medesima proprietà tra la zona di residenza e quella di magazzino (i così detti *fondachi*).

In posizione baricentrica, a partire dal IX secolo, inizia a configurarsi la prima *platea magna* di Ferrara, totalmente esterna all'antico *castrum* ed in adiacenza al percorso principale della città.

La colonizzazione dell'area depressa della così detta *gattamarcia* è ormai conclusa e le acque possono dirsi completamente regimentate, con sistemi di scolo artificiale inglobati entro le strade o gli anditi tra i sistemi di corti.

Nel frattempo sono state erette le prime strutture difensive lineari dell'insediamento, sia a nord, lungo il canale di scolo più antico di cui si è detto, sia a sud di fronte alla riva fluviale, che sui lati minori, in corrispondenza dell'ala destra dell'insediamento bizantino, ad est e del canale nell'area di Santo Stefano, ad occidente.

A sud-est del *castrum* è invece iniziato lo sfruttamento dei terreni asciutti dell'argine, sempre sulla direttrice del percorso d'impianto originario, con la formazione del "borgo di sotto", esternamente alla cerchia di mura ed intorno all'importante presenza della chiesa di Santa Maria in Vado.

La struttura a fuso, lungo la direttrice del fiume, porterà alla definizione di "città lineare", per indicare la struttura urbana consolidatasi nel corso del medioevo, in contrapposizione alla forma centrale che assumerà con l'aggiunta erculea nel 1492.

6.1.4. XI secolo – La città comunale

Nel 960 Tedaldo di Canossa, investito dal papa del dominio su Ferrara, avvia la costruzione del castel tedaldo a nord-ovest, in corrispondenza del distacco del canale di scolo delle acque piovane, dal ramo del Po. Questo nuovo polo, anch'esso posto lungo il percorso matrice, accelera la spinta colonizzatrice oltre le mura della città, fino ad avviare la formazione del "borgo di sopra".

La regimazione delle acque di scolo determina la stabilizzazione dei terreni settentrionali e la chiara definizione del limite del canale di scolo. Lungo questa linea, stante la distanza ormai stabilitasi da via Ragno, si sente la necessità di definire un collegamento strutturato che congiunga, superiormente, tutte le vie di impianto. Nasce in questo modo l'asse delle attuali via Mazzini e via Garibaldi, quale limite nord della città



A questa, e alla fase precedente, si fanno risalire tutta una serie di fenomeni di ristrutturazione delle corti che hanno portato alla formazione di alcuni tratti stradali inesistenti nella fase di impianto. Tra queste si citano, per la loro rilevanza due esempi: il primo riferito alle vie interne all'ala destra del *castrum*, dove la serie chiusa è stata suddivisa da due strade parallele al centro delle corti; il secondo legato a via del Cammello, nata come episodio di vuoto urbano di rispetto della palizzata del *castrum*, poi colonizzata nel IX secolo, ed, infine, ridefinita da un meccanismo di consumo delle corti che ha portato alla costituzione di una strada perfettamente lineare ed omogenea.

Schemi dello sviluppo urbano, relative alla fase del XII secolo e a quella del XIII secolo.

6.1.5. XII secolo d.C. – L'età comunale

Nel 1086 la popolazione di Ferrara si ribella a Matilde di Canossa e dichiara il libero comune, dando il via ad un lungo periodo di estrema vitalità politica, durante il quale dominano in città alcune famiglie molto potenti: gli Adelardi, i Salinguerra ed infine, vittoriosi su questi ultimi, gli Este.

Nel 1135, sotto la committenza di Guglielmo II degli Adelardi, viene avviata la costruzione del Duomo, proprio in corrispondenza del nascente asse settentrionale, di fronte all'imbocco di via San Romano, un'arteria trasversale direttamente connessa ai moli del porto fluviale. La nuova fondamentale polarità del Duomo è destinata a condizionare tutti i successivi sviluppi viari della città e a connotare la densità delle diverse zone urbane. Lo stesso Guglielmo promuoverà, negli anni immediatamente successivi, l'inglobamento di un'area sorta in prossimità del cantiere della cattedrale, al di sopra della linea di confine fluviale dato dal canale di scolo, definita dagli storici il *borgo nuovo*, tra via Contrari e corso Giovecca.

Il 1152 segna una data fondamentale per la storia urbana: il Po, dopo una serie di stagioni molto piovose e di frequenti inondazioni, rompe l'argine sinistro ad alcuni chilometri a nord di Ostiglia – alcuni sostengono secondo un progetto di deviazione voluto dalla repubblica di Venezia per indebolire Ferrara – e sposta la maggioranza



delle proprie acque su un antichissimo alveo, che corrisponde all'attuale Po di Venezia. La progressiva riduzione delle acque del ramo di Volano si concretizzerà nell'arco di alcuni secoli, portando alla sempre più drammatica emarginazione di Ferrara dalle rotte mercantili fluviali padane.

6.1.6. XIII secolo – L'inizio della dominazione estense

La progressiva riduzione della portata del Po di Volano si ripercuote sensibilmente sulla conformazione urbana perché introduce una serie di cambiamenti idrografici: la riva tende ad ampliarsi notevolmente, rendendo disagevole il raggiungimento dei moli, e la palude, posta immediatamente alle spalle del borgo nuovo, si asciuga, offrendo alla città nuovi spazi di espansione.

Si blocca, di conseguenza, il meccanismo di crescita lineare della città, a favore di una colonizzazione dei territori retrostanti, che garantiscono anche una maggiore compattezza del nucleo urbano, sottoposto ad un notevole incremento demografico. Il perimetro del nucleo urbano, ormai consolidato, è costituito a nord da una possente cerchia difensiva, con torri e porte di accesso, mentre a sud vengono erette le mura di fronte alla profonda riva del fiume. Tutti i borghi sono ormai inglobati entro la cerchia urbana, ad esclusione di un triangolo di terra più depresso, al di sotto della linea della Giovecca, destinato al mercato dei buoi.

Nel 1240 Azzo VII d'Este rientra a Ferrara e sottomette definitivamente le altre famiglie oppositrici, dando il via alla dinastia regnante, con interruzione per un breve periodo alla fine del secolo e riconferma nel 1332, grazie all'investitura papale.

Nel frattempo viene fondato, sull'antico polesine, in cui sorgeva il guado principale del Po di Volano, il convento delle monache benedettine di Sant'Antonio in Polesine, che costituirà un polo di estrema rilevanza nella formazione di quel settore della città e nella storia della casata d'Este.

L'allontanamento della riva favorirà, inoltre, l'insediamento di unità abitative anche sul lato più basso di via Ripagrande.

6.1.7. XIV secolo – La prima addizione

La città è confinata entro i confini segnati dalle nuove mura e tende a sfruttare le aree già abitate, con processi di insulizzazione degli spazi cortilivi o di innalzamento degli edifici stessi.

Altre ristrutturazioni viarie si innescano nelle aree di più recente fondazione, come il borgo nuovo, e vanno a configurare molti dei principali edifici connessi alla casata d'Este, che ancora oggi costituiscono palazzi rilevanti della città medievale, quali palazzo Paradiso, palazzo Schifanoia e lo stesso palazzo di corte (oggi palazzo Municipale).

Tra gli eventi più importanti, a livello urbano, si segnala sicuramente la prima addizione di vaste dimensioni, avvenuta nello spiazzo del *pratum bestiarum* ad opera di Niccolò II d'Este (1386), a costituire l'area del Belvedere dove si installeranno molte delle famiglie nobili legate alla corte, costituendo una pregevole zona residenziale, incentrata sull'asse di via Savonarola.

Edilizia prospettante su via Carlo Mayr (già Ripagrande) un tempo riva sinistra del Po di Volano.



Nei terreni esterni, a nord della città, ancora per volontà di Niccolò, sorge la delizia di Belfiore, un palazzo di campagna, immersa nel bosco di caccia degli Este.

6.1.8. XV secolo – La seconda addizione

A seguito dell'abbassamento delle acque del Po di Volano, il tratto che correva a nord del polesine viene ad estinguersi completamente, lasciando in vista il letto stesso del fiume, carico di detriti, limi e ghiaie, e congiungendo fisicamente l'isola stessa con la città murata. Per tale ragione Borso d'Este, tra il 1450 e il 1471, promosse grandi lavori di spianamento dell'area, corrispondente alle attuali via XX Settembre e via della Ghiara, per allestire una seconda addizione di un consistente settore di città. Il tessuto urbano di questo ambito è impostato su una viabilità regolare, l'asse di via Ghiara appunto (dalla ghiaia del fiume), strettamente connesso alle preesistenze e al resto della città, grazie ad una serie di assi trasversali che conferiscono ordine all'impianto. Il tutto ingloba, al suo interno, il più antico nucleo insediativo dell'isola di Sant'Antonio, di possidenza quasi totale delle monache benedettine. Per quanto in questo luogo permanga un carattere di edilizia più minuta, da legarsi alla presenza di classi popolari, l'insediamento di alcune importanti famiglie legate alla corte promuoverà l'impianto di edifici palaziali molto rilevanti, quali palazzo Tassoni e palazzo Costabili, oltre alle residenze di ricchi mercanti.

Nel frattempo si vengono edificando numerosi edifici di importanza strategica per la corte, soprattutto a nord della cinta muraria: si insedia il borgo di San Giovanni, viene ampliata da Borso la delizia di Belfiore, trasformata in una vera e propria reggia connessa alla città da una via rettilinea ed alberata, la *via Larga*, e sorgono conventi e monasteri.





Una vista della grande addizione di Ercole I d'Este, dal corso del Po, verso la città lineare, contemporanea ai lavori (Anonimo, Veduta di Ferrara, 1499-1505 (?), (Biblioteca Estense di Modena, Ms. It. 408, alfa, F. 3.17.)

6.1.9. XV-XVI secolo – La terza addizione e la devoluzione estense

Nel 1492, in un momento che segna il culmine dello splendore e della potenza economica e politica dei duchi estensi, Ercole I progetta un grandioso ampliamento urbano che ampliarà di oltre il doppio la dimensione della città lineare, configurando quella che Burckhardt ha definito, sia dal punto urbanistico che sociale, la «prima città moderna in Europa»⁸.

La terza addizione, anche in questo caso non può considerarsi alla stregua di un ampliamento su terreni ignoti, quanto come la concezione di un perimetro, certamente intriso di rimandi astrologici e simbolici, come è tipico della casata estense, che tenta di racchiudere al suo interno una serie di preesistenze ritenute importanti e ormai di valenza urbana.

All'interno della *Addizione erculea*, la morfologia delle percorrenze rispecchia da un lato una concezione progettuale da riconoscersi a Biagio Rossetti, architetto di corte incaricato dei lavori, ma anche alla necessità di connettere tutte le strutture, già sorte nel tempo, tra le quali la delizia di Belfiore.

I lavori dell'ultimo secolo di dominio estense sono prevalentemente dedicati alla sistemazione delle mura ed alla riconfigurazione del sistema difensivo, secondo il più moderno sistema a rondelle, bastioni, terrapieni e fossati.

Nel 1598 decade la signoria estense, per mancanza di un erede legittimo, e il papa sottrae la città ai duchi (trasferitisi nel Ducato di Modena e Reggio Emilia) per riaffermare la presenza dello Stato Pontificio.

6.1.10. XVII-XIX secolo – La dominazione pontificia

Nel periodo pontificio la città viene relegata definitivamente ad avamposto periferico dei confini dello Stato e l'economia si limita alla sola agricoltura nelle valli e nelle bonifiche estensi.

L'intervento più rilevante, a livello urbanistico, è la costruzione della fortezza nel



A sinistra e a destra, schemi dello sviluppo urbano della città di Ferrara, dal XIV al XV secolo, con l'addizione Erculea del 1492)

1608, nell'angolo sud-ovest della cinta urbana. L'erezione dell'immensa fortezza pentagonale richiederà la demolizione di un intero quartiere di epoca medievale e dell'area del castel Tedaldo.

A seguito di questo e di altri lavori sul territorio, il Po di Volano viene nuovamente ridotto in portata e trasferito ancora più a sud.

Dopo l'Unità d'Italia si segnalano alcuni rilevanti interventi urbani che non influiscono tuttavia sensibilmente sull'edilizia pre-industriale qui presa in esame: la demolizione della fortezza pontificia, con la creazione di una spianata che verrà nuovamente utilizzata solo a partire dal 1914 con i primi progetti del "Rione giardino", e il tombamento del "canale Panfilo", ultimo residuo del canale della Giovecca che separava la città lineare dall'addizione erculea.

6.1.11. XX secolo – La città del novecento

Il "secolo breve" ha comportato numerosissime trasformazioni urbane ed edilizie a Ferrara, soprattutto nelle aree ancora non sature di edilizia residenziale, come quelle dell'addizione erculea.

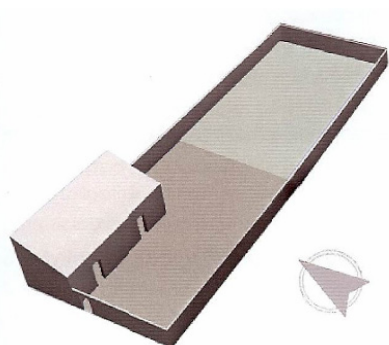
Nel 1928 si inizia ad attuare il piano di ampliamento dell'ingegnere Ciro Contini, che comporta la realizzazione del novo quartiere esterno di Foro Boario.

Nel 1930 viene avviato l'intervento del "Rione giardino", nell'area della spianata della fortezza, anche se i primi progetti risalgono al 1914; mentre nel 1942 viene approvato e avviato il progetto di un'altra importante lottizzazione nel quadrante sinistro dell'addizione erculea, la così detta zona di Arianuova.

A sinistra la città alla metà del XIX secolo (Catasto Pontificio, Archivio Stato Ferrara).

A destra una vista attuale della città, in proiezione zenitale





Esempio di casale isorientato, con il fronte principale esposto a sud, l'accesso dalla strada, la corte di accesso e l'orto sul fondo del lotto.

Si attuano anche numerosi piani di sventramento e ricostruzione, come quello di San Romano, studiato fin dalla fine del XIX secolo ma definitivamente attuato nel 1938.

Nel 1949 si adotta il piano di ricostruzione post-bellica delle aree soggette a bombardamento, che comporterà un capillare inserimento di architettura del novecento in quasi tutti i quartieri della città medievale e rinascimentale.

Nel 1960 si adotta, infine, il primo piano regolatore del comune di Ferrara.

6.2. Sintesi delle principali tipologie edilizie ferraresi

Le ricerche fino ad ora condotte sugli aspetti morfologici dello sviluppo urbano, per quanto non siano ancora concluse nell'affinamento dell'analisi delle tipologie edilizie, permettono fin d'ora di individuare una serie di omogeneità nel tessuto urbano, connesse al periodo di maggiore ristrutturazione di ogni parte della città, e alle dinamiche sociali più generali.

Le diverse tipologie architettoniche individuate costituiscono, di norma, lo schema di primo impianto dell'abitazione in quel dato punto e hanno subito, nei secoli, una molteplicità di modifiche che, in parte, sono riconducibili al normale processo di sviluppo di quella tipologia, mentre, in altri casi, hanno portato al superamento del limite fisiologico di trasformabilità dell'edificio. In quest'ultimo caso, la saturazione è stata così spinta da avere condizionato eccessivamente il rapporto volumetrico/distributivo della tipologia in esame, fino a comprometterne forma ed espressività.

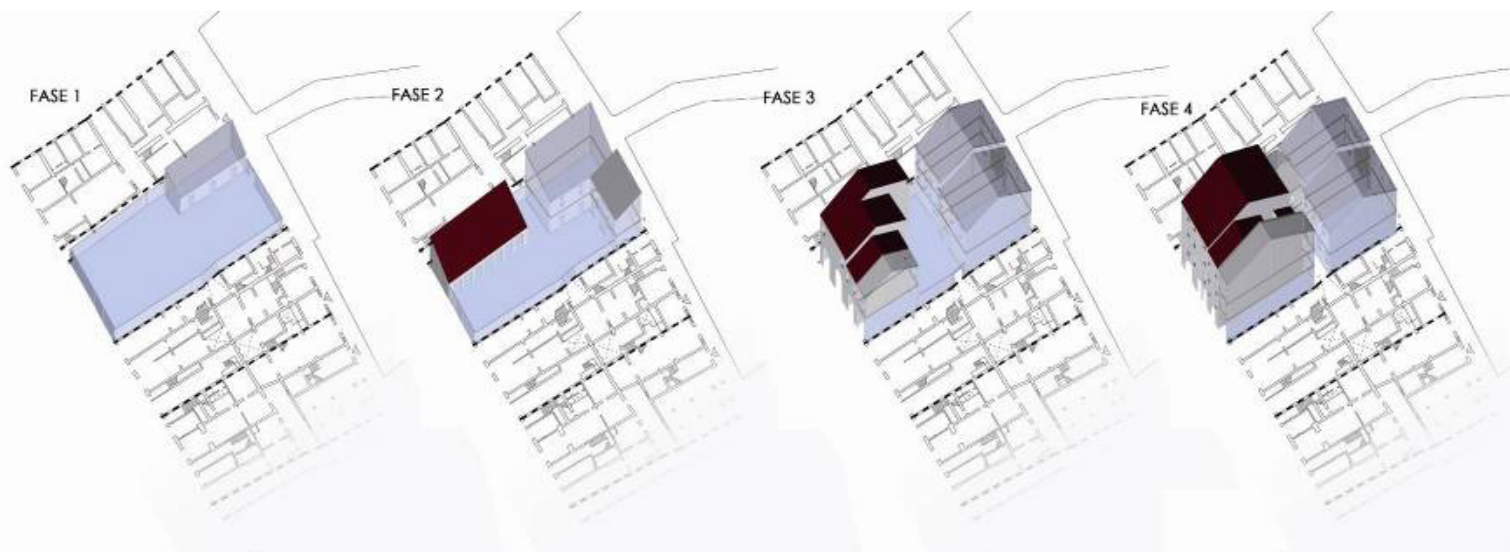
Preme considerare, inoltre, che alcune tipologie più antiche sono riconoscibili solo in qualità di sostrato, ovvero in quanto segni di confini e allineamenti confermati dalle trasformazioni successive, sulle quali si sono poi impiantate abitazioni che non hanno relazione alcuna con la struttura precedente, in termini materiali e tipologici, bensì risentono dello sviluppo di nuove tipologie edilizie.

6.2.1. La casa a corte

Tutta la città lineare è caratterizzata, nella sua fase di impianto, fino anche alle aree di più recente fondazione risalenti alle soglie del XIV secolo, da *case a corte*, ovvero dalla tipologia tipica dell'insediamento coloniale romano, poi acquisita dai bizantini e dai longobardi, articolata come casa con ampio spazio cortilivo.

La casa a corte è costituita da un ampio recinto quadrangolare che varia, nei rapporti dimensionali, in funzione delle condizioni orografiche e del periodo di insediamento. Infatti, nelle fasi più antiche (ad esempio il *castrum*) si è riconosciuta una dimensione media di 13-18 metri di larghezza per 38-44 metri di profondità; invece nell'insediamento della fascia di via Ragno (di fronte all'arenile del Po) il rapporto cambia e ha un lato corto molto variabile, tra i 12 e i 21 metri, mentre il lato lungo è più costante e ridotto, tra i 35 e i 37 metri.

Questo impianto è fortemente legato, in una prima fase, alla definizione di un'area privata dedicata da un lato alla residenza, dall'altro all'auto sostentamento alimentare, con un'ampia zona verde dedicata alla coltivazione agricola.



Il tipo portante è costituito da un perimetro rettangolare, ove l'abitazione bicellulare (dimensione media 5x10 metri) è collocata in adiacenza ad un angolo, in posizione isorientata est-ovest. Nelle varianti sincroniche si riconosce anche un orientamento sud-nord, quando l'insediamento ha una inclinazione rispetto al sole di circa 45° e risulta, quindi, equivalente, e sostanzialmente ininfluyente, la posizione dell'edificio in una soluzione o nell'altra.

Esempio di sviluppo di una casa a corte, dalla prima cellula elementare, fino alla completa saturazione della corte originaria, con la formazione di case in pseudo-schiera o in linea.

A Ferrara questa regola è stata individuata con un certo rigore, sebbene sussista un buon numero di varianti a causa delle particolari condizioni orografiche dettate dall'andamento irregolare dei flussi di scolo delle acque.

Mano a mano che il periodo di colonizzazione di nuovi territori si sposta oltre il X-XI secolo, si assiste all'utilizzo ancora di impianti a corte, ma di più ridotte dimensioni, in cui ormai la corte non è più finalizzata tanto alla produzione agricola, quanto alla formazione di uno spazio libero di pertinenza della casa principale.

Si è detto che la prima casa è tendenzialmente isorientata, quindi presenta il lato più lungo ben esposto a sud, con le aperture più ampie su questo stesso lato.

Ma questa condizione ottimale tende progressivamente ad essere alterata per via del processo naturale di saturazione dello spazio libero, che avviene secondo due modelli di comportamento; le insulizzazioni e le tabernizzazioni. Le insulizzazioni sono costituite da elementi monocellulari, collocati sul fondo della corte, in posizione opposta alla casa principale o comunque distante dalla zona di accesso all'area, per l'alloggiamento di servizi accessori o di ampliamento della casa. Questi corpi sono tendenzialmente collocati in posizione svantaggiata, perché orientati con le aperture a nord, nord-est. Le tabernizzazioni sono costituite da elementi edilizi mono o bicellulari, collocati in adiacenza all'abitazione principale, direttamente sul lato del percorso matrice, dove è possibile che essi subiscano, almeno ai piani terra, una specializzazione funzionale, connessa ad attività di vendita. In questi casi essi si pongono dal lato opposto, sempre sul fronte strada, della casa principale e si



Edilizia su via Ripagrande, definita casa a fondaco, per via della funzione di stiva commerciale che aveva in relazione ai commerci lungo la riva del Po.

Edilizia dell'area interna del Castrum, dove si riconoscono gli edifici a corte di più antica origine della città.



addossano, quindi, al confine con l'unità residenziale prossima, così da collocarsi in posizione non favorevolmente orientata, anzi ombreggiata dal vicino.

Nei successivi raddoppi che la casa a corte subisce, si satura anche il terzo centrale sul fronte strada (di solito conformato ad androne di passaggio) e si ampliano i corpi sul fondo della corte, così come le abitazioni residenziali si elevano raggiungendo 2/3 piani fuori terra, mentre le pertinenze arrivano a 1/2 piani. In questo processo, spesso ancora connesso alla presenza di un nucleo familiare, per quanto suddiviso in sotto nuclei, la corte tende a saturarsi fino alla permanenza di una fascia centrale di rispetto, mentre gli edifici si compattano, modificando sensibilmente i rapporti di esposizione solare e di interferenza tra le parti.

A questo punto, in funzione delle diverse dinamiche che la proprietà può seguire, sempre semplificando estremamente i processi, si attuano alcune possibili variazioni nell'edificio:

- i corpi sul fronte strada possono essere frazionati e venduti per fasce longitudinali, impostando, in tal modo, una struttura edilizia stretta e lunga, con corpo sul fronte strada, piccola corte e pertinenza sul fondo, che viene definita *corte-schiera* o *pseudo-schiera*, perché non appartiene morfologicamente al tipo schiera, ma vi si avvicina nella conformazione planimetrica;
- i corpi sul fronte si separano da quelli sul retro, che si rendono autonomi, magari per effetto di una ristrutturazione viaria, e si creano unità edilizie distinte, prive di corte;
- i corpi sul fronte si fondono in un unico elemento edilizio, che viene a configurarsi come un piccolo palazzetto, con androne centrale e distribuzione laterale, con modelli diversi di scala di accesso (interna ad uno dei lati o all'interno del cortile stesso). Nei modelli trecenteschi e del primo quattrocento ferrarese, spesso si assiste alla connessione delle due ali sul fronte strada con un corpo, composto da una loggia interna, servita dall'androne di ingresso centrale, che poi distribuisce sulle pertinenze, sulla corte e su di una scala coperta, ma in ambiente esterno.

Tra le varianti locali presenti nell'ambito della saturazione della casa a corte, presentano particolare rilievo le così dette *case a fondaco* che si configurano lungo tutta la fascia edilizia tra via delle Volte e via Ripagrande. Come si è già accennato relativamente allo sviluppo urbano, via delle Volte nasce come via di ristrutturazione al centro delle corti, dove già si era configurata una separazione funzionale netta tra la casa di abitazione, posta a nord ed i magazzini di stivaggio dei prodotti a sud, verso la riva del fiume. Questi magazzini assumono un particolare carattere tipologico, perché si configurano come profondi vani, di larghezza mono o bicellulare (quindi tra i 4 e gli 8 metri), per una profondità pari a circa la metà della corte (circa 16 metri), con copertura a doppia falda nel senso longitudinale. Sul fronte, dal lato del Po, presentavano una o due grandi arcate al piano terra per l'accesso dei prodotti, mentre all'interno erano formati da un unico vano a tutta profondità. In taluni casi si è

trovato un secondo piano, posto a quota molto elevata, corrispondente al secondo piano dell'abitazione, per servizi di amministrazione o ulteriore spazio di residenza. Questo spazio era poi connesso alla residenza, collocata al di là di via delle Volte, con un volto aereo in muratura. La saturazione successiva di questo tipo ha comportato l'inserimento di piani intermedi e la creazione di vani finestrati e scale in punti differenti da quanto previsto in origine, con numerose alterazioni della struttura del fondaco.

In realtà, la casistica è molto varia ma quello che si vuole qui trasmettere è la complessità ed eterogeneità del processo di sviluppo edilizio che comporta, nel tempo, la definizione di complesse strutture, compatte sia nella forma individua che nei rapporti di aggregazione con gli edifici adiacenti, dove gli elementi scoperti, o parzialmente scoperti, influenzano sensibilmente il comportamento energetico dell'edificio, alterando l'originaria soluzione isorientata. La presenza di numerosi sistemi loggiati, almeno fino al Rinascimento, sovente tamponati nelle epoche seguenti per favorire un maggiore sfruttamento degli spazi, è una prassi del sistema edilizio ferrarese basato su impianti di case a corte, che ha un'estrema valenza sul piano del comportamento energetico dell'edificio nella stagione estiva. Sono numerosi, infine, negli impianti medievali, i sistemi di raffrescamento naturale garantiti dalle logge e dai portici, proprio per mitigare l'irraggiamento solare su murature che non sono poi così spesse. Diversamente, il riscaldamento estivo, e questo è tipico di tutte le tipologie edilizie, è garantito dai numerosi camini collocati nelle diverse stanze di abitazione, naturalmente mai poste al piano terra e nei sottotetti, che fungevano da strutture di isolamento e servizio.

6.2.2. La casa a schiera

L'altro tipo portante dell'edilizia ferrarese è la casa a schiera, individuata nei tessuti urbani di più recente insediamento, collocabili almeno a partire dal XIII-XIV secolo, quando l'impennata di sviluppo della società mercantile ferrarese e del Comune, comporta una maggiore presenza di artigiani in città e la necessità di edificare unità residenziali su uno spazio di suolo più ridotto e con bottega di vendita al piano terra. La casa a schiera è spesso concepita a Ferrara, soprattutto in contesti di più antica formazione, come soluzione di intasamento di spazi di risulta e pertanto non sempre persegue il modello tipologico portante, ma si adatta alla situazione contingente.

Il processo di formazione della casa a schiera è più rapido e semplice da individuare, perché parte da uno stretto e profondo lotto, sul quale si colloca una prima cellula quadrata sul fronte strada, che tende poi a consumare la corte, in profondità, con un primo raddoppio ed un successivo prolungamento nella corte, lasciando la possibilità di inserire pozzi luce per l'aerazione dei locali.

Come la casa a corte, al momento della sua costituzione, la casa a schiera è una soluzione monofamiliare, che può nel tempo trasformarsi in plurifamiliare, con un raddoppio in profondità ed una sopraelevazione consistente, in grado di garantire l'autonomia del corpo scala dagli ambienti abitati.

Esempio di casa a schiera, anche in soluzione di rifusione in linea, all'esterno della corona del Castrum.





Schemi di analisi tipologica delle case a schiera di un quartiere centrale della città.

La casa a schiera, dal punto di vista del comportamento energetico, è senza dubbio quella che non presenta alcuna progettualità iniziale (per quanto spontanea) di isorientamento; tuttavia, essendo caratterizzata da fronti ridotti verso l'esterno e da molte partizioni a contatto con le abitazioni vicine, non ha forti dispersioni termiche. Non è, inoltre, contraddistinta da particolari soluzioni di schermatura, quali loggiati e portici, perché non vi è spazio sufficiente. Nel suo sviluppo in altezza, tuttavia, determina la formazione di locali sicuramente meno luminosi di altre tipologie, ma affacciati su pozzi luce interni che, se correttamente connessi alla corte o al piccolo androne di ingresso, possono determinare l'attivazione di sistemi di ventilazione naturale, basati sulle differenze di pressioni, tipiche dell'“effetto camino”.

6.2.3. La casa in linea

Quest'ultima tipologia di edilizia di base, così come avviene nella maggioranza dei tessuti urbani italiani ed europei, costituisce il modello di sviluppo più recente rispetto alle altre tipologie. La casa in linea si determina per accorpamento di unità edilizie a pseudo-schiera o a schiera, o comunque per accorpamento di queste unità con corpi di pertinenza collocati sul fronte strada, per configurare una plurifamiliarizzazione dell'unità edilizia. L'accorpamento è di norma leggibile

nell'irregolarità delle murature e nel ritmo che presentano gli assi trasversali, anche quando l'organizzazione planimetrica delle precedenti soluzioni viene stravolta dalla nuova riorganizzazione.

La casa in linea, nel processo di fusione di unità più piccole e a fronte stretto, determina la costituzione di un prospetto unitario molto più ampio, variabile in funzione del potere economico della famiglia proprietaria. I corpi scala delle unità preesistenti vengono smantellati, per allestire un nuovo corpo scala di servizio a tutti gli appartamenti organizzati nei vari piani, connesso all'androne di ingresso, di norma collocato in posizione baricentrica, con accesso anche al giardino retrostante, ove esistente.

La rifusione comporta l'unione, sullo stesso livello, di vani prima appartenenti a case differenti, con la conseguente necessità di operare livellamenti di solai e di finestre. La stessa copertura viene fusa in una unica soluzione a doppia falda, vincendo le differenze di quota normalmente esistenti tra unità a schiera contermini.

Ad una rifusione a schiera, che costituisce come si è visto, un intervento tra i più consistenti che si possano attuare sull'edilizia di base, corrispondono tutta una serie di operazioni di ristrutturazione interna che possono comportare la modifica delle finiture ma anche degli elementi architettonici. Tra questi si ricorda l'inserimento di soffitti leggeri in arella, per motivi legati al cambiamento di gusto, ma anche per ridurre l'altezza dei locali e garantire un migliore riscaldamento; ma anche il rifacimento delle finestre e dei sistemi di schermatura interna ed esterna.

La casa in linea, dopo le prime sperimentazioni su contesti già edificati, con

Un'area a carattere residenziale, con prevalenza di case in linea di rifusione da nuclei a corte.



processi appunto di ristrutturazione, tende parallelamente a costituirsi come tipo autonomo e lo si ritrova nelle aree di nuova lottizzazione, prima completamente libere, come in tutta l'addizione erculea e nelle aree ancora vuote, presenti nei contesti di più antica fondazione della città.

6.2.4. Altre forme edilizie a carattere palaziale

In realtà, il tessuto urbano ferrarese è connotato anche da un numero considerevole di strutture che assumono una valenza edilizia ed architettonica più consistente della casa in linea, pur seguendone i medesimi principi di sviluppo, ma che non raggiungano l'autonomia compositiva ed organizzativa del tipo *palazzo*.

Infatti, i nuclei familiari di più antica origine sono spesso rimasti ad abitare in siti che erano già di loro proprietà da tempi remoti, e non ne hanno mai completamente stravolto l'organizzazione planimetrica. In linea di massima hanno preferito fondere le singole unità, garantendo spazi adeguati al rango, ed unificare i fronti; tuttavia manca la chiarezza distributiva degli ambienti e dei corpi di servizio che caratterizza i veri e propri palazzi, di norma connessi alle famiglie più vicine alla corte estense, se non addirittura direttamente imparentate.

Va detto, infine, che molti palazzi o palazzetti, nati con queste forme, sono stati spesso abbandonati e trasformati in contesti plurifamiliari, perdendo o depauperando fortemente le connotazioni più prettamente palaziali, così che i caratteri di questa edilizia, soprattutto in rapporto al tema del comportamento energetico, sono assolutamente da ricomprendere nell'edilizia di base.

L'edilizia su via Mazzini, uno dei luoghi commerciali più centrali, con prevalenza di case a schiera e in linea di rifusione.



note al capitolo 6

¹ L'illustrazione delle principali fasi di sviluppo delle tipologie edilizie ferraresi è il frutto di un progetto di ricerca avviato nel 2006, ed ancora in corso, condotto, in collaborazione con gli studenti laureandi del "Laboratorio di Sintesi di Restauro" della Facoltà di Architettura di Ferrara, da parte del Labo.R.A. (Laboratorio di Restauro Architettonico, Dipartimento di Architettura). Responsabili scientifici della ricerca: prof. Riccardo Dalla Negra e prof.ssa Rita Fabbri. Altri docenti coinvolti: prof. Alessandro Ippoliti, prof. Marco Stefani. Collaboratori: Keoma Ambrogio, Annalisa Conforti, Veronica Balboni, Marco Zuppiroli. I primi risultati sul *castrum* e sulle parti della città lineare medievale, cui qui si fa riferimento, sono stati pubblicati in due contributi. Dalla Negra R. et alii, "Ferrara: contributi per la storia urbana", in *Problematiche strutturali dell'edilizia storica in zona sismica*, a cura di Michele Bondanelli, contributi al seminario di studi *Idem*, Ferrara, 1-22 ottobre 2009, s.l., 2009, pp.103-158. Dalla Negra R. et alii, "Le ricerche sulla città di Ferrara finalizzate alla sua conservazione: prime ipotesi attorno alla nascita e all'evoluzione del *Castrum Ferrariae*", in *Competenze e strumenti per il patrimonio culturale. Il caso del territorio ferrarese*, a cura di Idem ed alii, Corbo editore, Ferrara, 2010.

² Per *polesine* si intende un'isola all'interno dell'alveo di un fiume, caratterizzata da una forma a mandorla e soggetta a continue modifiche del perimetro, per via dell'aggressione delle acque del fiume stesso.

³ Percorso matrice: percorso, strada, preesistente all'impianto edilizio, perché di natura territoriale. Caniggia G., *Lettura dell'edilizia di base...* op. cit., p. 138.

⁴ Percorso d'impianto: percorso che si dirama da un precedente percorso matrice, ai fini di una colonizzazione edilizia, e pertanto è luogo deputato all'impianto di nuovi fondi. *Ibidem*, p. 140.

⁵ Il toponimo di *gatta marcia*, che si ritrova in quell'area, illustra con chiarezza la situazione dei luoghi anche in epoca più recente.

⁶ Insulizzazione: formazione di nuove unità edilizie, all'interno dell'area del fondo originario, poste in area distante dal percorso di impianto, pertanto impossibilitate ad assumere un'autonomia funzionale o un carattere commerciale connesso alla viabilità.

⁷ Tabernizzazione: formazione di nuove unità edilizie, anche indipendenti dal punto di vista proprietario, sul fronte della strada di impianto, pertanto in grado di specializzarsi a livello funzionale.

⁸ Burckardt J., *La civiltà del Rinascimento in Italia*, Newton Compton editori, Roma, 2010, p. 55.

CAPITOLO 7.

FATTORI DETERMINANTI IL COMPORTAMENTO ENERGETICO DELL'EDILIZIA PRE-INDUSTRIALE DI BASE FERRARESE

La ricerca, pur presentando una valenza generale nell'approccio di analisi offerto in rapporto all'edilizia pre-industriale di base e l'efficienza energetica, cerca di verificare e simulare il metodo di analisi attraverso una dimostrazione concreta su di un esempio, tra i tanti, di tessuto urbano storico, costruito con tecniche tradizionali a carattere spontaneo, il centro storico di Ferrara.

In particolare si è prestata attenzione alla comprensione delle interrelazioni "energetiche" tra le caratteristiche dell'edificio e dell'aggregato, e per tale ragione si è prevista, nel capitolo precedente, una breve sintesi del quadro di sviluppo urbano ed edilizio della città, che permette di inquadrare i contenuti di questo capitolo entro una cornice più ampia, di tipo processuale.

I paragrafi che seguono, di analisi degli elementi costitutivi dell'edilizia di base, sono volti, da un lato, a definire gli aspetti salienti del rapporto tra energia e costruito nello specifico caso ferrarese, e dall'altro, a delineare un percorso conoscitivo e di sintesi, che possa essere affrontato, con simile metodologia, anche in altri contesti nazionali.

Per tale ragione, questo capitolo è a cavaliere tra un processo di analisi ed uno strumento operativo, come quelli che sono riportati nell'ultima parte del testo ed ai quali si lega direttamente. La proposta di revisione ed integrazione della D.A.L. 156/2008 e ss.mm.ii., proposta nel successivo capitolo 8, verte, appunto, sulla richiesta di definizione, nei diversi contesti territoriali della Regione Emilia Romagna, di guide alla lettura dell'edificio pre-industriale, finalizzate alla definizione dei fattori determinanti il comportamento energetico e delle possibilità di integrazione o miglioramento, nel rispetto dell'istanza conservativa. Quello che è sviluppato in questo capitolo non è altro che una esemplificazione per la città e il territorio di Ferrara, di questo strumento di guida che si propone nel successivo capitolo 8.

Quelli che abbiamo definito i *fattori determinanti il comportamento energetico dell'edificio*, sono quegli aspetti architettonici e d'uso che presentano una propria specificità nel contesto dell'edificio e dei suoi utilizzi, ma che si relazionano anche, direttamente, con il dato ambientale. In ognuno di questi fattori, pertanto, si riconoscono aspetti tecnici o gestionali che hanno influenza, in differente maniera, sul comportamento energetico complessivo dell'edificio.

Letti, quindi, nella loro completezza, essi finiscono per descrivere l'intero immobile pre-industriale, pur se focalizzano l'attenzione su specifici argomenti di dettaglio.

La suddivisione che è stata proposta è finalizzata a scindere le tre componenti fondamentali nella strutturazione dell'edificio e nel suo rapporto con l'ambiente: fattori geometrici/costruttivi, fattori d'uso e fattori tecnico-impiantistici¹.

All'interno di ogni categoria di fattori, sono state individuate ulteriori sottocategorie che raggruppano diverse famiglie di aspetti tecnici o gestionali e che si relazionano anche alla scala di analisi della problematica.

I singoli fattori sono stati, infine, descritti mediante una scheda testuale suddivisa nei seguenti descrittori:

1. *Descrizione* sintetica delle caratteristiche e degli aspetti più rilevanti: dimensioni, materiali costruttivi, modifiche nel tempo, eventuali riferimenti bibliografici².
2. *Gradi di integrazione/alterazione*, anche riferendosi alla L. 457/1978 sulle categorie di intervento;
3. *Patologie energetiche* caratterizzanti;
4. *Categorie di intervento per il miglioramento dell'efficienza energetica* ammissibili/non ammissibili, descrivendo in sintesi i caratteri salienti, il rapporto costi/benefici e il grado di compatibilità, con riferimento alle normative UNI TS 11300 corrispondenti.

Nella presentazione degli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica, la scheda non pretende di illustrare tutte le soluzioni e i materiali presenti nel mercato, quanto di fornire un'idea sulle soluzioni in uso e sulle potenzialità o criticità connesse alle stesse, in relazione all'istanza conservativa che è presupposto fondamentale della presente ricerca.

Va sottolineato, infine, che l'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica in contesti di edilizia pre-industriale, così come lo si intende in questo studio, non può essere condotto senza una conoscenza approfondita di tutti i caratteri della fabbrica. Non appare auspicabile l'operazione parziale e tendenzialmente riduttiva di miglioramento del rendimento del singolo elemento tecnologico, come prevede la normativa, senza avere chiaro il funzionamento complessivo del manufatto.

Pertanto, la descrizione dei fattori che determinano il comportamento energetico ha lo scopo primario di fornire una guida alla comprensione dei numerosi ed eterogenei aspetti che connotano l'edilizia pre-industriale, ben più di quanto avviene per quella nuova a carattere industrializzato.

Da questa coscienza può successivamente scaturire la scelta progettuale che deve comunque mirare a trovare un equilibrio fisiologico complessivo all'interno dell'edificio, ristabilendo prestazioni che sono proprie dell'edilizia pre-industriale e senza forzare l'architettura con invasivi e incompatibili interventi di coibentazione termica o adeguamento impiantistico.

7.1. Fattori geometrico-costruttivi (A.)

I fattori geometrici e costruttivi costituiscono un aspetto di grande rilevanza nella configurazione dell'edificio e nella caratterizzazione del comportamento energetico relativo. In particolare, tali caratteri attengono, da un lato ad aspetti di natura costruttiva, che sono d'altro canto quelli prevalentemente presi in considerazione nell'intervento di miglioramento delle prestazioni, dall'altro ad aspetti connessi alla forma dell'immobile e alle sue relazioni morfologiche con le strutture adiacenti.

Ai fini di un chiarimento sulla necessità di approfondire i livelli di conoscenza del singolo manufatto in relazione al contesto aggregativo entro cui è posto, si è valutato di proporre due famiglie di fattori architettonici: quelli attinenti ad aspetti di natura morfologica del tessuto urbano e quindi connessi al *sistema aggregato*, e quelli più prettamente costruttivi, connessi ai *sistema tecnologico*.

7.1.1. Sistema aggregato-edificio (A.a.)

Il sistema aggregato/edificio raccoglie quell'insieme di fattori di forma e di organizzazione distributiva, attinenti agli aspetti compositivi derivati dal processo di sviluppo e di saturazione urbana prima brevemente descritto. Pertanto, sono quegli elementi o caratteri del costruito di tipo pre-industriale che si concretizzano certamente per effetto, di un processo spontaneo di crescita e aggiunta di parti, ma che sono anche determinati da diverse condizioni: la collocazione, le situazioni architettoniche contermini, le esigenze della proprietà e così via.

Pertanto si tratta di fattori che attengono ad aspetti non tanto tecnologici quanto compositivi, che presentano, tuttavia, una stretta relazione con l'efficienza energetica dell'immobile. Sono aspetti o elementi spaziali che attengono strettamente all'unità edilizia esaminata ma che influenzano anche, per adiacenza, altre unità. O meglio possono costituire elementi comuni, come le logge, che interagiscono con differenti unità immobiliari.

I fattori geometrici-costruttivi connessi al sistema aggregato sono:

- A.a.1) Orientamento solare
- A.a.2) Compattezza volumetrica
- A.a.3) Androne
- A.a.4) Corpo scala (condominiale)
- A.a.5) Loggia/portico
- A.a.6) Balcone
- A.a.7) Terrazza
- A.a.8) Vano sottotetto
- A.a.9) Cortile
- A.a.10) Pozzo luce

A.a.1. ORIENTAMENTO SOLARE

Orientamento | la direzione verso cui si sviluppa o si dispone un edificio, o parte di esso, rispetto ai punti cardinali.

1. Descrizione

L'orientamento solare è condizione fondamentale nella caratterizzazione del comportamento di un edificio in generale, e nei casi di edilizia pre-industriale si relaziona particolarmente con i fenomeni:

- di riscaldamento degli ambienti, soprattutto dalle finestre;
- di accumulo termico da parte della muratura e del manto di copertura;
- di evaporazione dell'umidità di risalita o ambientale acquisita dalla parete e dai suoi componenti.

L'edificio pre-industriale, collocato entro un tessuto storico stratificato e compatto, difficilmente presenta condizioni di isorientamento a priori. La situazione di migliore o peggiore esposizione all'irraggiamento solare è condizionata dalla strutturazione morfologica dell'organismo urbano, che persegue, in primo luogo, finalità diverse da quelle climatiche, risentendo delle polarità e antipolarità cittadine, dell'andamento orografico, della situazione idrografica, ecc.

Solo le prime forme di insediamento che si sono descritte, le case a corte, perseguivano sistematicamente l'obiettivo del più corretto orientamento solare, est-ovest. Il modello era così consolidato nella coscienza collettiva da condizionare la formazione di varianti sincroniche rispetto al tipo portante, pur di ottenere le migliori condizioni di esposizione della cellula residenziale all'interno del fondo di pertinenza. Anche le successive insulizzazione del lotto cercano, almeno nelle prime fasi, di mantenere caratteristiche ottimali. Tuttavia, con la progressiva saturazione del fondo di pertinenza della casa, le esigenze abitative portano, per ovvie ragioni, alla

UNI/TS 11300-1:2008

- 5.3. Calcolo degli apporti termici
- 6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)
- 6.3. Dati climatici
- 14. Apporti termici solari
- 14.4. Ombreggiatura

Il concetto di orientamento, ad esempio all'interno della città lineare, è strettamente connesso alla morfologia assunta dalle percorrenze di insediamento, nelle varie fasi di sviluppo. I tre lotti qui evidenziati possono essere di per sé vantaggiosi o svantaggiosi, indipendentemente da come sono organizzate planimetricamente le abitazioni.



formazione di unità inefficienti dal punto di vista solare, che si insediano in zone svantaggiate, pur di sfruttare appieno il vantaggio di posizione. La crescita del tessuto urbano determina, inoltre, la progressiva perdita della caratteristica di isorientamento delle cellule originarie delle case a corte, ormai inglobate negli accrescimenti successivi.

Nei casi di insediamento con case a schiera, l'indifferenza all'orientamento solare è ancora più evidente, condizionata come è da esigenze di natura abitativa e speculativa.

L'orientamento solare diventa, quindi, nell'ambito di un contesto urbano compatto, un aspetto "casuale", che attiene solo a quegli edifici posti in condizione vantaggiosa, e riguardante solo le cellule, dell'immobile stesso, fronteggianti lo spazio libero orientato a sud, e non quelle più interne, per quanto planimetricamente connesse.

La condizione di orientamento risulta, quindi, condizionata dalla posizione dell'edificio nell'ambito della viabilità urbana e dell'aggregato cui appartiene, e dalla quantità e qualità delle superfici esterne interessate dall'irraggiamento.

2. Gradi di integrazione/alterazione

L'orientamento è condizione sostanzialmente imm modificabile all'interno di contesti aggregativi per via dei vincoli determinati dai confini e dall'organizzazione dell'impianto viario.

Pertanto la condizione di orientamento è un fattore che può avere solo il valore di dato acquisito, in grado di contribuire alla definizione del comportamento energetico dell'immobile, del quale tenere conto nella definizione degli altri interventi, senza che se ne possano ammettere modificazioni o alterazioni.

I fattori di orientamento sono influenzati dalla morfologia edilizia, e da numerosi fattori di ombreggiatura, come gli alberi, i volti, i portici, ecc.

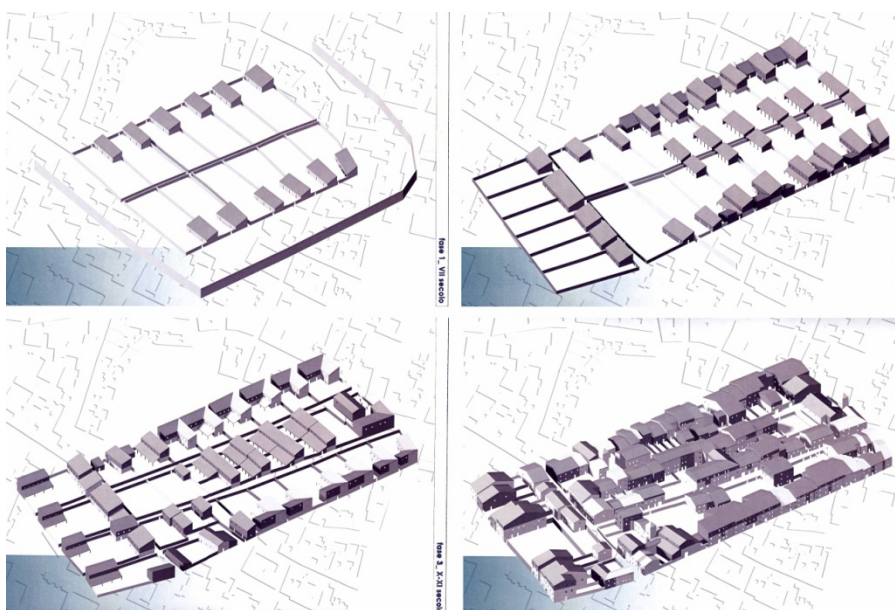
3. Patologie energetiche

Le condizioni di orientamento determinano situazioni allo stesso tempo di vantaggio e svantaggio sul comportamento energetico dell'edificio.

L'irraggiamento solare apporta energia termica alla struttura, con una minore o maggiore intensità in funzione di due parametri: l'angolo di incidenza verticale e la durata, durante l'arco dell'anno e le ore del giorno. Entrambi i parametri sono condizionati dalla stagione (quindi dall'altezza zenitale del sole) e, quindi, Pertanto, facciate esposte a sud, con una ridotta schermatura determinata dagli edifici prospicienti, sono soggette ad un irraggiamento solare prolungato, tanto in inverno, quanto in estate; con conseguente apporto termico positivo nel primo caso ed apporto negativo, da mitigare, nel secondo periodo. In aree geografiche molto calde e afose, in estate, come Ferrara, l'irraggiamento diretto tende a surriscaldare gli ambienti interni, se non si adottano misure di mitigazione.

La mancanza di una seppure minima insolazione può determinare fenomeni di permanenza di umidità nelle murature, in esterno, soprattutto nei piani terra e primo. Tenendo conto che il fattore umidità relativa è molto consistente a Ferrara, la mancata evaporazione dell'acqua in eccesso sulle strutture è da considerarsi una





Schema di sviluppo dell'edilizia del settore destro del Castrum. Si osservi come le prime fasi dell'edificato tendano a perseguire il criterio dell'isorientamento, per poi perdere tale caratteristica mano a mano che la saturazione dell'area del fondo originario si riduce, impedendo un'organizzazione planimetrica ottimale.

patologia rilevante, alla quale porre rimedio con soluzioni alternative al sole, soprattutto per quelle pareti che sono male orientate.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

Si è detto che l'apporto solare costituisce un contributo importante all'accumulo termico nella stagione invernale e all'asciugatura della muratura in quella estivaⁱⁱⁱ, e che l'edificio pre-industriale non può essere modificato nelle sue condizioni di orientamento per migliorare o modificare tale condizione.

Pertanto non si rilevano interventi possibili, se non la totale demolizione e ricostruzione con altra forma planimetrica, che possano migliorare l'efficienza energetica sotto questo aspetto.

Gli effetti indesiderati dovuti all'orientamento vanno risolti, diversamente, con un'attenta gestione di tutti i sub-sistemi tecnologici dell'abitazione.

In particolare per il surriscaldamento estivo si possono promuovere le seguenti operazioni gestionali:

- uso razionale dei sistemi di oscuramento esterno delle finestre, quali le persiane o le tende esterne, nella stagione estiva per ridurre l'irraggiamento sul vetro,
- eventuale inserimento di contro-pareti ventilate all'interno del vano;
- ventilazione degli ambienti, con la sola apertura delle finestre, negli orari più opportuni (mattina presto e sera), per favorire l'abbassamento della temperatura interna;
- ventilazione degli ambienti nelle ore più calde, sfruttando l'inerzia termica tipica dei vani scala, per favorire la fuoriuscita dell'aria calda anche grazie all'attivazione dell'effetto camino.

Nel caso di mancanza di insolazione, nelle situazione di esposizione a nord, o nord-est, o nord-ovest, il problema principale, quello dell'umidità relativa, deve essere risolto con sistemi di mitigazione in grado di alzare la temperatura percepita:

- sistemi di deumidificazione attiva, con macchine a funzionamento elettrico (anche con l'ausilio di climatizzatori con funzione dry);
- sistemi di allontanamento verso il basso delle particelle di acqua, del tipo elettrico o magnetico, in grado di determinare un campo elettrico o magnetico che si oppone alla direttrice di movimento delle particelle di acqua (polarizzate e quindi in grado di rispondere agli stimoli elettromagnetici);
- eventuale inserimento di contro-pareti ventilate (come illustrato sopra), per lasciare traspirare liberamente la muratura senza interferenze con l'ambiente interno (si veda il fattore *muratura portante*, per i gradi di compatibilità e le problematiche gestionali);
- interventi di ventilazione del solaio a terra, per ridurre la risalita dell'acqua per capillarità sulla muratura (si veda il fattore *solaio a terra*).

*Una via di ristrutturazione interna al
Castrum, dove l'orientamento originario
dei casali è ancora abbastanza leggibile
(il nord è dal lato dell'osservatore).*



A.a.2. COMPATTEZZA VOLUMETRICA

1. Descrizione

L'edificio pre-industriale viene di norma considerato articolato insieme ad una molteplicità di corpi principali, annessi edilizi ed elementi di accrescimento, che ne determinano la complessità volumetrica. Tale considerazione è da ritenersi corretta dal punto di vista, ad esempio, della valutazione del rischio sismico, perché l'effetto sismico è senza dubbio condizionato dall'eterogeneità dei volumi, dei materiali e delle tecniche di costruzione e dei diversi momenti di realizzazione. Diversamente, nel caso del comportamento energetico, per il quale il fattore di forma riveste un'importanza non indifferente nel calcolo degli apporti e delle dispersioni termiche, appare riduttivo analizzare l'edificio sotto il solo aspetto della sua organizzazione volumetrica. Infatti, in prevalenza l'edilizia di base è inserita in un ambiente aggregativo (l'isolato) dove il fattore di forma non può essere ritenuto valevole alla stregua di un edificio isolato.

Le condizioni al contorno dovute agli edifici contermini, ed i ridotti spazi aperti, determinano una sorta di compattezza complessiva, a livello di aggregato, della quale è necessario tenere conto.

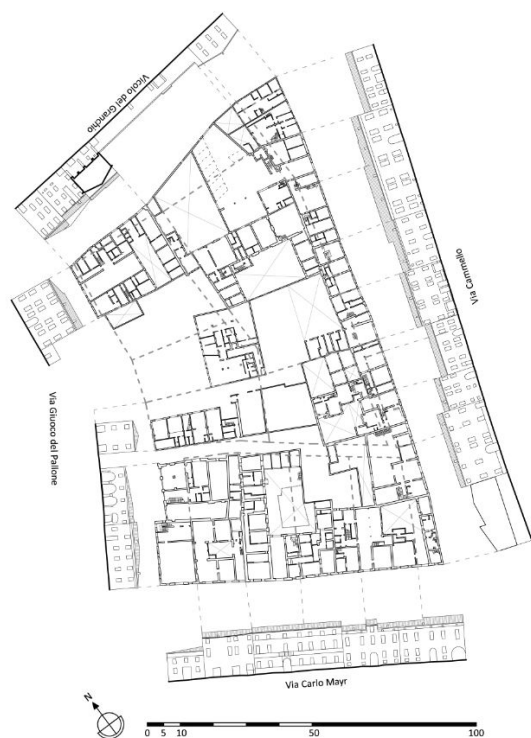
Nel quadro del sistema aggregativo, va tuttavia tenuto conto di altri aspetti connessi al grado di compattezza.

Il primo è quello delle differenze dei livelli tra le parti: i livelli di gronda non sono quasi

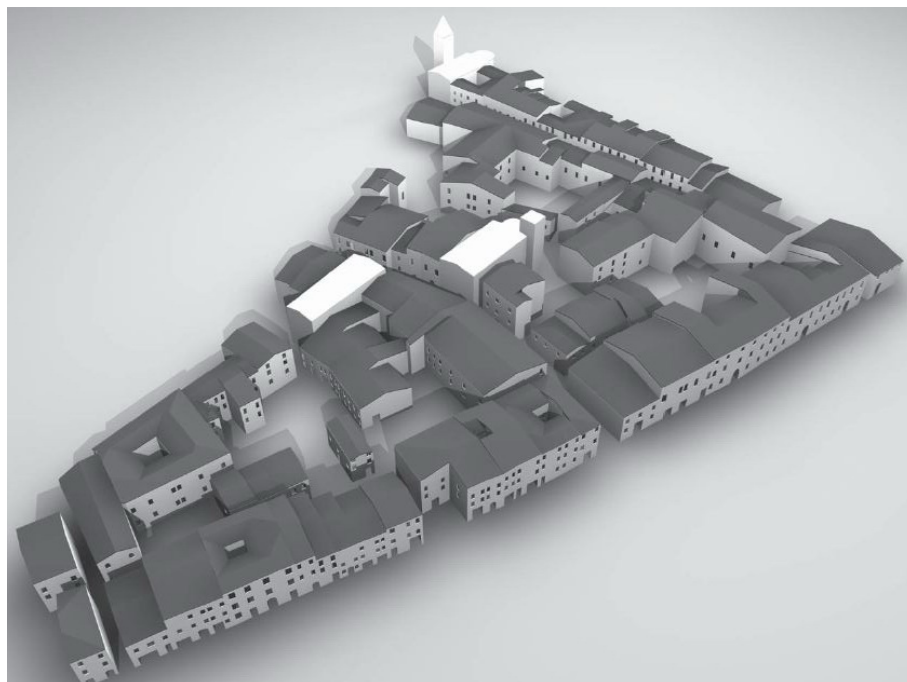
UNI/TS 11300-1:2008

- 5.2. Calcolo degli scambi termici
- 5.3. Calcolo degli apporti termici
- 6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)
- 6.2. Dati climatici
- 14. Apporti termici solari
- 14.4. Ombreggiatura

Le diverse parti della città hanno compattezza volumetrica molto variabile, in funzione del tipo edilizio e delle fasi di sviluppo avute.



Il tessuto storico presenta, complessivamente, un'elevata compattezza nei volumi, nonostante si possano evidenziare molte variabili nelle quote del coperto tra edifici adiacenti



mai equivalenti tra edifici adiacenti, e questo determina differenze di elevazione delle murature perimetrali dalla gronda fino al colmo centrale. Laddove il dislivello è molto contenuto, dell'ordine di 50 cm, ciò non presenta rilevanza nel quadro del comportamento complessivo dell'isolato; tanto più che lo spazio interno corrispondente potrebbe essere inserito in un sottotetto non riscaldato. Diversamente, quando si arriva a dislivelli consistenti, viene messa in luce la parete esterna di un vano abitato, aumentando la superficie disperdente di quello specifico edificio.

Va inoltre riconosciuto che, in complessi edilizi più complessi, contraddistinti da elementi quali portici e logge, si riduce notevolmente la compattezza volumetrica, anche se, in tal caso, l'evidenza della valenza del bene esclude a priori la possibilità di alterazioni.

Totalmente diverso il caso di quei rari casi di edilizia di base del primo novecento, ancora realizzati con tecniche costruttive pre-industriali o miste, collocate in una posizione isolata, con tutti i fronti esposti all'esterno. In questi casi, a parte la presenza di eventuali annessi aventi destinazione residenziale, si hanno edifici molto compatti di forma quadrangolare, in grado di avere un ridotto rapporto di forma.

2. Gradi di integrazione/alterazione

Come per il fattore di orientamento, anche in questo caso non si può ammettere la compatibilità di interventi volti a trasformare l'edificio per migliorarne il fattore di forma, mediante tamponamenti di logge e portici, o la rimozione di corpi sporgenti. Tuttavia, si può riconoscere che, in alcuni casi, la saturazione degli spazi aperti privati con corpi di recente costruzione, può avere oltrepassato il limite fisiologico di

trasformazione del tipo originario, configurando situazioni di *superfetazione* che possono essere considerate incongrue e, quindi, rimosse, per favorire la riduzione delle dispersione.

Questo caso è piuttosto rilevante a Ferrara, dove sono numerosi i vani di servizio, quali bagni e piccole scale, formati a sbalzo sulla muratura, con elementi strutturali di ridotte dimensioni, assolutamente non in grado di contenere i consumi energetici. Su tali elementi è ammissibile la modificazione dei caratteri, poiché incongrui sia dal punto di vista formale che costruttivo, purché si rispetti il contesto definito dal resto dell'edificio.

Per quanto riguarda i casi di forte dislivello tra unità edilizie adiacenti, si potrebbe ritenere che la sopraelevazione dell'unità più bassa costituisca la soluzione ottimale per migliorare la compattezza a livello di aggregato e, di conseguenza, l'efficienza energetica dell'edificio. Tuttavia questo percorso può essere affrontato solo dopo un'attenta e ponderata comprensione dello sviluppo tipologico del bene, della situazione al contorno, anche dal punto di vista compositivo, e delle ricadute sull'edificio stesso. Una sopraelevazione, oltre alle problematiche di natura strutturale, incide sulla percezione del bene e del contesto entro cui si inserisce, pertanto deve essere motivata da un mancato sviluppo (nell'ottica già espressa di "sviluppo fisiologico" dell'organismo edilizio) della struttura, e deve essere tollerata, al tempo stesso, dal livello di sviluppo raggiunto dalle cellule adiacenti.

3. Patologie energetiche

Nell'edilizia pre-industriale di base, data la media compattezza dei volumi, non si individuano patologie energetiche sensibili.

Naturalmente la presenza di logge, portici e scale, favorisce l'aumento del valore del fattore di forma, ma va tenuto conto anche del fatto che tali strutture assolvono ad un importante funzione di schermatura nel periodo estivo.

Le superfici esterne, in una situazione aggregativa sono ridotte al minimo, a parte i casi, già citati, di differenze di livello in copertura, che aumentano la superficie disperdente dell'edificio più alto.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

In senso generale, la compattezza edilizia non è un aspetto sul quale si possa ammettere a priori la possibilità di miglioramento, perché è una condizione nella quale si trova l'edificio, scaturita da un progressivo e lento processo di formazione e saturazione del tessuto urbano.

Tuttavia, come si è anticipato, si possono valutare soluzioni integrative dell'aggregato, per migliorare le condizioni di compattezza, con interventi di sopraelevazione o demolizione di parti incongrue, ma sempre nell'ottica della compatibilità con il contesto e nel rispetto dei limiti fisiologici di trasformazione dell'organismo edilizio.

Laddove la mancata compattezza determini situazioni di dispersione termica rilevanti, come nelle logge o nei portici, si ritiene che, al di là delle valutazioni di compatibilità dell'intervento di punto di vista conservativo, si debba sempre correttamente soppesare il dato di consumo invernale, con il valore aggiunto indotto da queste soluzioni di schermatura, nel periodo estivo.



Sequenza di edifici molto discontinui nelle quote, ove si determinano situazioni di dispersione termica sulle pareti perimetrali.

A.a.3. ANDRONE

Androne | nell'accezione comune attuale, locale coperto situato al piano terreno, di passaggio tra l'ingresso e le scale; anche cortile interno.

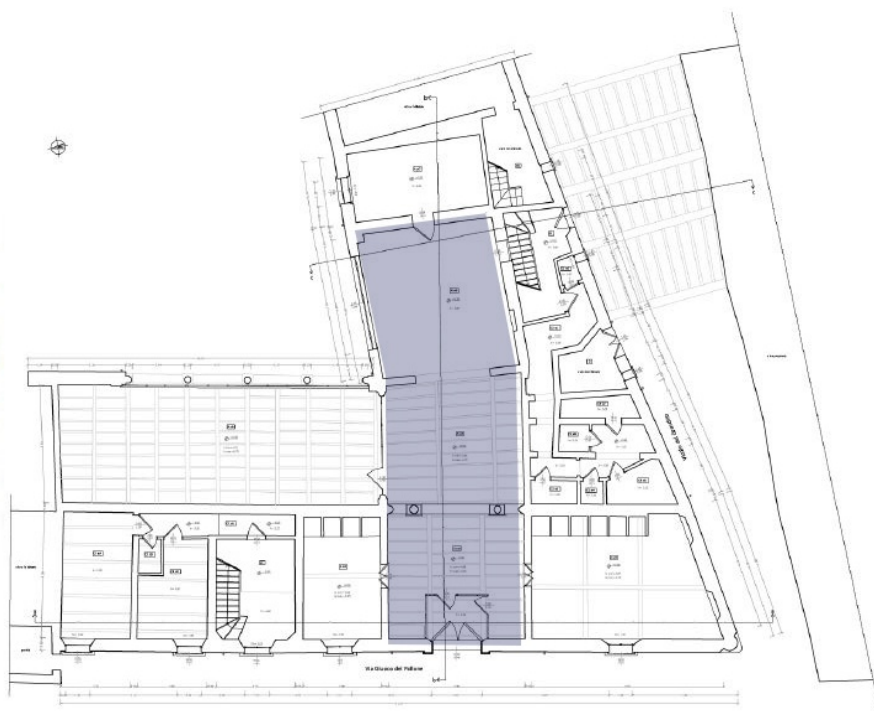
1. Descrizione

L'androne è il vano di accesso alla casa, che dal portone distribuisce al corpo scala ed, eventualmente, alla corte interna. Nell'edilizia ferrarese, ove si sono ancora conservati i caratteri tradizionali, è un elemento caratterizzante sia dell'edilizia di base che di quella specialistica, ovviamente con le dovute differenze dimensionali e compositive.

Nelle tipologie in linea, sia di rifusione che di nuovo impianto, è tendenzialmente sempre presente, costituendo anche l'asse centrale del piano terreno. In questi casi esso si pone come un vano filtro aperto sul cortile o chiuso, in funzione delle condizioni d'uso, e di conseguenza anche la scala si rapporta ad d esso con una porta, nel primo caso, o senza, nel secondo. Con tale conformazione l'androne è tra i pochi vani che attraversano in tutta la lunghezza l'edificio e permette di raccordare, climaticamente, i due esterni opposti, oltre che il corpo scala. Dall'androne si ha, di norma, una distribuzione sui vani posti al piano terra, dapprima destinati a vani di servizio e deposito, e, nelle più recenti ristrutturazioni, sempre più spesso trasformati in residenza. Nelle situazioni di edilizia pre-industriale, fortemente compromesse da precedenti interventi di ristrutturazione, spesso l'androne è stato riutilizzato per scopi abitativi o di terziario, suddividendolo in più vani e modificando l'accesso alla scala. In queste

UNI/TS 11300-1:2008

- 5.2. Calcolo degli scambi termici
- 5.3. Calcolo degli apporti termici
- 6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)
- 7.3. Confini delle zone termiche
- 12. Ventilazione
- 14.4. Ombreggiatura
- 15. Parametri dinamici



Esempio di androne in piccolo palazzo. Dall'ingresso esso serve alle stanze laterali, ai corpi scala e alla loggia interna (la pianta a sinistra e la sezione verticale a destra).

3. Patologie energetiche

Gli androni non passanti, che presentano quindi solo una porta di accesso dall'esterno, chiusa, e il collegamento con il corpo scala, si configurano come un semplice vano non climatizzato. Dal punto di vista energetico questi non determinano eccessivi scambi termici da parte del solaio soprastante, anche perché i solai lignei tradizionali tendono di per sé ad isolare sufficientemente. Tale ambiente può, tuttavia, presentare gravi situazioni di ristagno dell'umidità a causa della scarsa ventilazione, con danni alle murature e alle condizioni climatiche generali dell'edificio.

Gli androni passanti con collegamento aperto verso la corte, sono locali con una temperatura equivalente a quella esterna in inverno, mentre presentano una minore temperatura in estate, per effetto dell'ombreggiamento. Sono tendenzialmente meno umidi, perché l'aria circola liberamente, ma possono determinare dispersioni termiche dal solaio superiore o dalle murature adiacenti (se corrispondenti a locali climatizzati) nel periodo invernale.

Gli androni passanti con collegamento al cortile chiuso da infisso, sono locali a temperatura mediamente stabile, ovvero riescono a sfruttare l'inerzia dovuta alle murature circostanti, al terreno e alla loro posizione interna alla fabbrica, per mantenere stabile la temperatura. Sicuramente possono risultare più umidi per assenza di ventilazione, se non si ha l'accortezza di gestire l'apertura e chiusura dell'infisso sul cortile.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

La principale funzione dell'androne è quella di mitigare la temperatura tra interno ed esterno, pertanto l'intervento di miglioramento dovrebbe essere rivolto al controllo dei flussi d'aria e della temperatura naturale, e conseguentemente dell'umidità ambientale relativa.

Tale operazione può essere ottenuta con:

- inserimento di infisso vetrato a taglio termico, sull'accesso al cortile, con apertura ad ante, ed eventuali sportelli superiori, integrati all'infisso, apribili separatamente;
- previsione di inserimento o recupero del sopra porta (vedi fattore *portone*), ove compatibile con la configurazione dello stato attuale, per ventilare l'androne da parte a parte;
- gestione degli orari di apertura e chiusura dell'infisso, in funzione della stagione: in inverno garantire la chiusura, con momenti di ventilazione nelle ore centrali per eliminare l'umidità in eccesso, in estate, apertura mattutina e serale, o anche possibilità di lasciare aperto durante la notte, per ventilare. La regolazione dell'apertura può essere realizzata anche mediante dispositivi di controllo automatico (sistemi BACS, domotica o simili);
- prevedere la ventilazione tra androne e corpo scala in estate, così da garantire la risalita dell'aria calda e attivare la ventilazione naturale anche delle abitazioni (si veda fattore *corpo scala*).



Alcuni esempi di androne; in alto a diretto contatto con una loggia centrale aperta, sotto in soluzione tamponata, collegato al giardino retrostante.



A.a.4. CORPO SCALA (CONDOMINIALE)

Scala | dispositivo atto a superare, mediante una progressione graduale, il dislivello tra le diverse parti o piani di un edificio, o tra l'edificio stesso e il terreno. [...] Nella moderna edilizia, la scala può essere collocata in un apposito ambiente chiuso (gabbia della scala), all'esterno o in ambiente destinato ad altra funzione (soggiorno, vestibolo, ingresso, ecc.).

UNI/TS 11300-1:2008

5.2. Calcolo degli scambi termici

6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (orientamento componenti involucro)

6.2. Dati climatici

12. Ventilazione

14. Apporti termici solari

15. Parametri dinamici

1. Descrizione

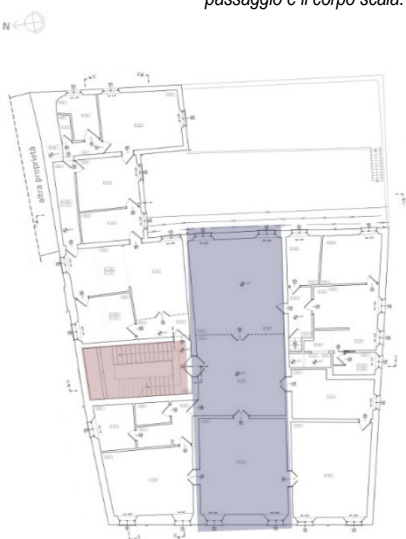
Il corpo scala⁴ è tipico tanto del tipo casa in linea quanto di quello a schiera, ove si è costituito un regime plurifamiliare. La scala di questo tipo è nella maggioranza degli esempi, collocata in un punto interno alla massa edilizia, centrale all'organizzazione distributiva interna. Pertanto, costituisce un vano ben confinato, dal punto di vista termico, per quanto non climatizzato, connotato da una certa inerzia termica. Di norma è più ampia e ariosa nelle case in linea, mentre è più stretta e angusta in quelle a schiera.

In alcuni casi, sempre a seguito di ristrutturazioni più recenti, la scala è inserita su vani in profondità nell'abitato, a contatto con una muratura esterna e, quindi, ha una maggiore dispersione termica a fronte di una minore inerzia. Tuttavia esso assolve alla funzione di separare l'abitazione dall'ambiente esterno, alla stregua di un intercapedine, e per tale ragione costituisce di per sé una struttura di isolamento termico per gli ambienti riscaldati adiacenti.

Il corpo scala, tende a concludersi nel sottotetto e a servire le soffitte, ove queste non siano state già sfruttate per usi residenziali. Non mancano, poi, esempi di vani scala coronati da lucernari, che permettono l'illuminazione diretta del vano stesso, e la ventilazione con "effetto camino".

Non mancano, tuttavia, casi di edilizia quattrocentesca molto articolata, come avviene, ad esempio, nell'ambito del Ghetto ebraico, dove i corpi residenziali interni alla corte sono serviti da corpi scala scoperti, che non hanno, quindi, la consistenza di vano.

Rapporto diretto tra l'androne di passaggio e il corpo scala.



Pianta Primo Piano
quota 6.47

2. Gradi di integrazione/alterazione

Quando il vano e la scala stessa sono testimoniati storicamente, o evidenziano le proprie origini storiche, è inammissibile una trasformazione per i soli scopi di miglioramento dell'efficienza energetica, perché costituiscono un elemento identitario importante dell'edificio e del suo processo di sviluppo.

Può ritenersi ammissibile l'inserimento di chiusure sull'accesso alla scala dall'androne, nei casi già espressi, purché venga mantenuta la condizione di percezione visiva reciproca, caratteristica dei due elementi.

Altresì, si ritiene ammissibile l'inserimento di griglie di aerazione tra il corpo scala e le singole abitazioni (ancorché da prevedere in alto, magari in corrispondenza della porta di ingresso all'unità immobiliare), per favorire forme di ventilazione delle

abitazioni, sfruttando l'effetto camino che caratterizza la scala stessa. In tal caso si può prevedere l'installazione di lucernari o sistemi equivalenti di apertura, in cima al corpo scala, per consentire l'attivazione del meccanismo naturale di ventilazione, innescando l'effetto camino.

3. *Patologie energetiche*

I corpi scala completamente inseriti all'interno dell'edificio non presentano, in inverno, temperature così basse da indurre importanti fenomeni di dispersione termica dall'abitazione alla scala stessa. Allo stesso modo, in estate, non tendono a surriscaldarsi, ma mantengono una temperatura costante, più fresca di quella esterna.

Invece, i corpi scala a contatto con l'esterno, in particolare se ampiamente vetrati, possono essere molto freddi in inverno e caldi in estate, in funzione dell'esposizione solare.

Rispetto agli altri vani di servizio prima descritti, la scala presenta minori rischio di saturazione dell'umidità relativa, grazie al fatto che le correnti ascensionali che si creano all'interno del volume del corpo scale, sviluppato prevalentemente in altezza, sfavoriscono la stratificazione della temperatura, a vantaggio di una maggiore evaporazione del vapor d'acqua.

4. *Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica*

Ritenuto che il corpo scala non richieda interventi di coibentazione termica, data la sua situazione di ambiente confinato interno o di ambiente filtro con l'esterno, i possibili interventi riguardano la possibilità di attivare meccanismi simili a quelli indicati per gli androni: la chiusura dell'ambiente per determinare un effetto di intercapedine in periodo invernale, l'apertura per garantire la ventilazione naturale in estate.

Lo sfruttamento del corpo scala per la ventilazione estiva degli ambienti residenziali, può offrire una risposta efficace, se correttamente gestito, al surriscaldamento tipico dell'edilizia ferrarese nei mesi più caldi, anche in alternativa all'inserimento di impianti di condizionamento⁵. Un problema tipico degli ambienti interni, nel contesto ferrarese, anche di tipo pre-industriale, è quello della stratificazione dell'aria con conseguente aumento della temperatura e concentrazione di vapor d'acqua. L'attivazione di sistemi di circolazione dell'aria calda, prodotta nell'ambiente di vita, mediante lo sfruttamento dell'inerzia termica di locali filtro come l'androne e il corpo scala, è un intervento compatibile e di ridotto impatto sulla conservazione del bene.

Naturalmente, tutti questi interventi devono sempre tenere conto della presenza di finiture pittoriche o intonaci storici che possono costituire un impedimento alla realizzazione delle bocchette di aerazione, ed un aspetto a cui porre attenzione in rapporto all'inserimento di infissi di varia natura.

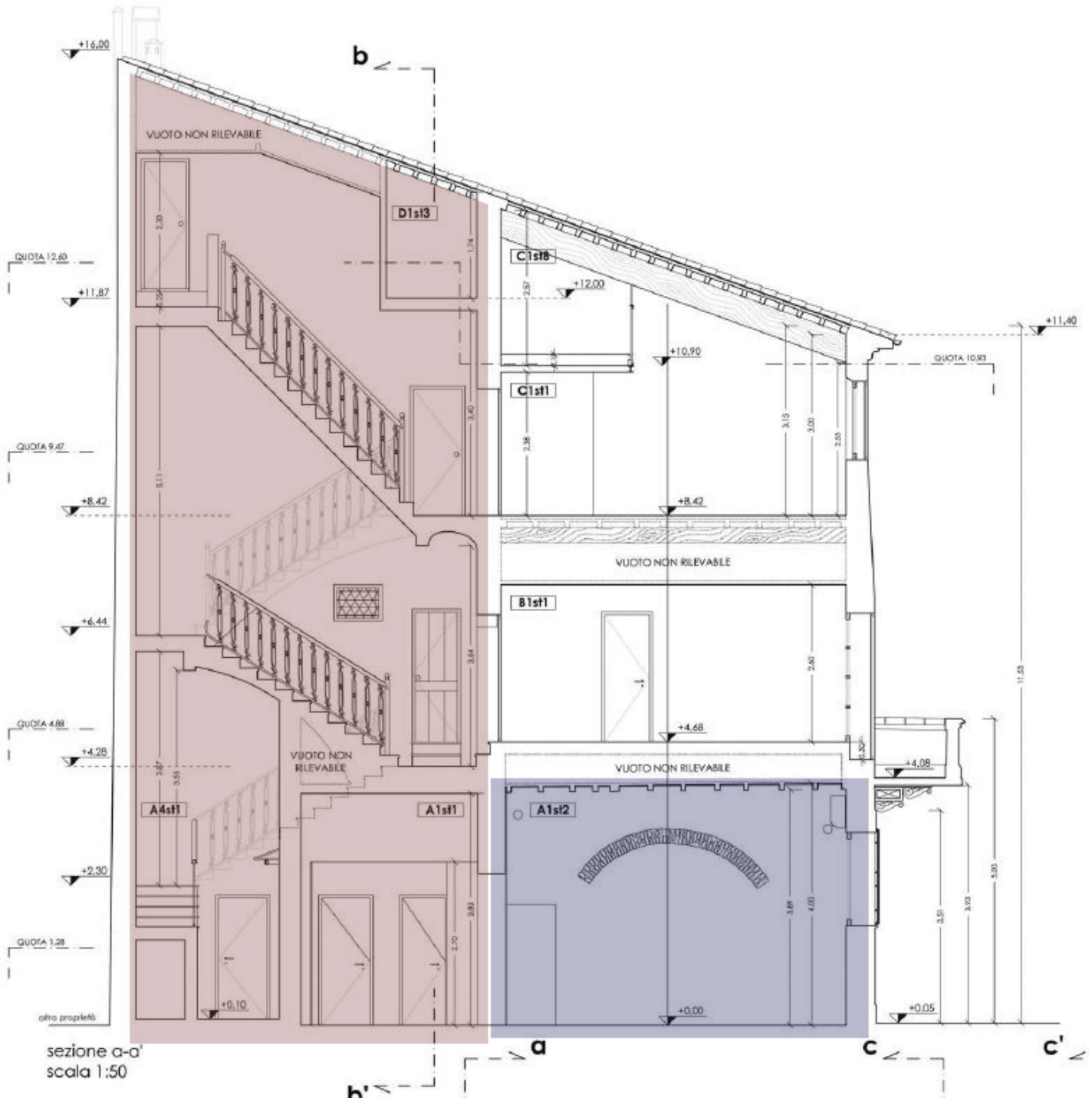
Le soluzioni tecniche da adottare, per l'attivazione della ventilazione nel corpo scale, possono essere, ad esempio, le seguenti:



Corpo scala completamente aperto sull'androne, in basso, e su un disimpegno, in alto.

- predisposizione di chiusure (opachi o trasparenti) all'ingresso dall'androne e alla terminazione del corpo scala, in copertura (lucernari), con dispositivi di apertura, manuali o automatizzati;
- predisposizione di bocchette di ventilazione, in corrispondenza dei sopra porta degli accessi alle singole unità immobiliari dal corpo scala, da aprirsi negli orari più opportuni, coerentemente con la ventilazione interna data dall'apertura delle finestre.

Sezione di un corpo scala, con relativo androne di ingresso. La connessione terra-cielo, consentirebbe di sfruttare sistemi di ventilazione naturale.



A.a.5. LOGGIA/PORTICO

Loggia | termine usato dal XIV sec. per indicare un organismo architettonico costituito da un vano porticato, sorretto da colonne o pilastri.

Portico | galleria aperta con colonnato, per lo più all'esterno e al piano terreno di un edificio.

1. Descrizione

Nell'architettura ferrarese la *loggia* è un elemento ricorrente, soprattutto nei cortili interni delle abitazioni, tanto al piano terra, quanto al primo. Essa è tipica della casa a corte matura, che ha subito ormai processi di saturazione tali da dovere connettere corpi edilizi separati, con un camminamento coperto. Nelle case a schiera o pseudo-schiera, funge più che altro da vano di apertura, sul cortile retrostante, di uno dei vani commerciali al piano terra.

Nell'edilizia di base la si ritrova, con maggiore prevalenza, nella soluzione a due archi, con colonna centrale in pietra naturale e le due semicolonne laterali in muratura, con un solo lato aperto e gli altri chiusi da muratura. Essa si colloca in corrispondenza dell'accesso, a configurare una sorta di ampio vano aperto sulla corte, o a terminazione di un ampio e profondo androne. Più raramente funge da elemento di filtro tra un vano prospiciente la strada e la corte interna, così come avviene nelle soluzioni a chiostro dei complessi conventuali. Nell'edilizia di inizio quattrocento, la loggia al piano terra corrisponde ad una seconda loggia superiore, fungendo al contempo da sistema di collegamento tra le ali dell'edificio e da sede per la scala esterna, in una posizione ben coperta. Nelle successive fasi di ristrutturazione e sviluppo dell'abitazione, soprattutto a partire dal XVII/XVIII secolo, la loggia è l'elemento che perde più rapidamente la propria funzione di spazio aperto per accogliere nuovi vani d'uso, mediante il tamponamento e la realizzazione di semplici finestre rettangolari. Queste tamponature, negli ultimi decenni del novecento, sono state spesso rimosse per restituire leggibilità alla struttura originaria, lasciando poi il vano aperto o chiudendolo con infissi vetrati trasparenti.

Diversamente, i *portici* sono tra gli elementi meno diffusi e caratteristici dell'edilizia ferrarese, soprattutto perché sono stati oggetto di radicali trasformazioni e chiusure già a partire dal XV-XVI secolo e, pertanto, spesso non sono riconoscibili. Si pensi ad esempio a tutta l'edilizia di base su via Mazzini e via Saraceno, che era completamente porticata, fatto ad oggi irricognoscibile se non per poche, residue tracce stratigrafiche o morfologiche.

Oggi il portico permane in pochi esempi di edilizia palaziale, ma costituisce, piuttosto, un *unicum* che una situazione ricorrente.

Logge e portici, laddove esistenti o recuperati, costituiscono una soluzione ottimale, nel periodo estivo, ai fini dell'ombreggiamento degli ambienti al piano terra, anche se, come si è detto, sono spesso indipendenti dalla presenza di vani, e offrono protezione solare al solo androne di accesso. La loro funzione positiva risiede, in

UNI/TS 11300-1:2008

5.2. Calcolo degli scambi termici

5.3. Calcolo degli apporti termici

6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)

12. Ventilazione

14.4. Ombreggiatura

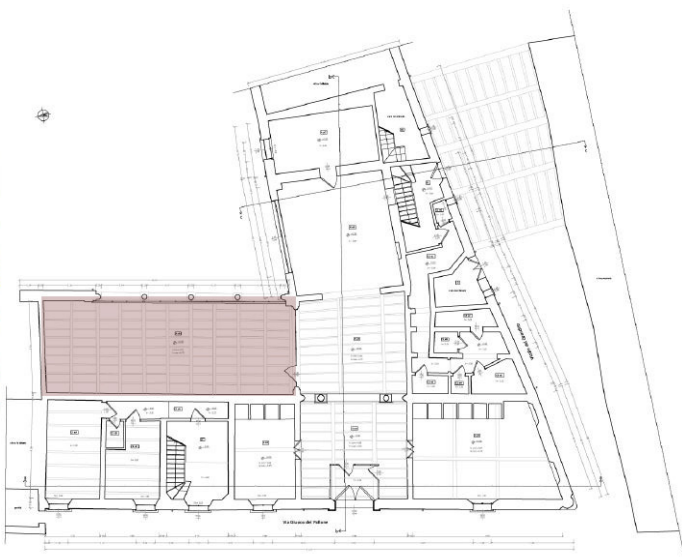
particolare, nella definizione di spazi freschi, a più bassa temperatura percepita, in grado di garantire la sosta o di attivare sistemi di ventilazione naturale con gli altri ambienti che sono già stati descritti. Va tuttavia precisato che, nel caso in cui, per via della stratificazione del tessuto edilizio o di scelte puramente architettoniche, la loggia o il portico si trovino in condizioni di esposizione solare svantaggiosa, a nord oppure ombreggiata dai corpi edilizi adiacenti, l'effetto benefico non sussiste più per il periodo estivo, e l'elemento conserva unicamente un valore dal punto di vista storico e architettonico.

2. Gradi di integrazione/alterazione

La loggia è stata spesso soggetta, soprattutto nel passato, ad interventi di trasformazione che hanno comportato la chiusura con tamponamento (opaco o trasparente) dell'apertura, per garantire una migliore tenuta invernale, ed aumentare la superficie utile delle unità immobiliari. In tal caso, nel corso di un attento progetto di restauro, che valuti attentamente tanto la storicità della tamponatura e le sue valenze dal punto di vista compositivo, quanto le condizioni di sicurezza strutturale determinate dall'eventuale rimozione del tamponamento, può essere presa in considerazione la possibilità di restituire leggibilità alla loggia, rimuovendo gli elementi incongrui. Andranno, tuttavia, analizzate le possibili soluzioni d'uso, che vanno dalla riconfigurazione della situazione originaria di spazio aperto, a quella, più di largo uso, di mantenimento del vano chiuso, con la predisposizione di un tamponamento a tutta vetrata, che garantisca, al contempo, la protezione del vano e la leggibilità degli elementi architettonici della loggia.

Diversamente, una loggia che abbia ancora conservato il suo carattere o aspetto originario non dovrebbe essere alterata da tamponature degli archi, perché si modificherebbe la funzione di vano filtro interno/esterno e il suo stesso significato tipologico. Può tuttavia essere valutata la possibilità di chiudere l'apertura con

Esempio di loggia a quattro arcate, adiacente all'androne di ingresso.



elementi tecnici trasparenti o parzialmente opachi, purché chiaramente distinguibili, quando strettamente necessaria ai fini del corretto uso degli ambienti residenziali o della conservazione del bene, per particolari condizioni di degrado.

Per quanto riguarda i portici, collocati in posizione esterna, si ritiene inammissibile la loro chiusura con qualsivoglia soluzione tecnica, stante il ruolo che essi posseggono, tanto nella configurazione dell'edificio, quanto nella spazialità urbana della strada o della piazza verso la quale fronteggiano.

3. Patologie energetiche

In periodo invernale, la loggia e il portico, in quanto ambienti aperti, presentano condizioni svantaggiose, in quanto aumentano la superficie disperdente dei vani adiacenti e di quelli immediatamente superiori, rispetto ad una soluzione con piano terra chiuso. Anche se andrebbe osservato che, nelle condizioni originarie, il problema non si poneva con la stessa gravità, perché gli ambienti al piano terra non erano utilizzati a fini abitativi, ma commerciali o di servizio (cantine, stalle, depositi, ecc.) e non esigevano, quindi, di essere riscaldati. La dispersione dal solaio superiore, inoltre, è attutita dalla presenza del solaio ligneo, o ancora di più, dall'inserimento di volte in arella, con interposta intercapedine d'aria.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

In linea di principio non si ritiene che l'intervento su tali parti costruttive sia il più percorribile, perché costituisce sempre un'alterazione importante che va adeguatamente valutata e giustificata.

La riapertura della loggia, ad esempio, non è operazione scontata e universalmente accettata nel campo del restauro, tanto da dovere essere attentamente valutata in funzione della valenza del tamponamento, sovente ormai storicizzato. Da un punto di vista energetico, la riapertura va valutata anche in relazione sia ai vantaggi che agli svantaggi indotti nel comportamento energetico dell'edificio.

Nel caso di logge ancora esistenti si possono configurare le seguenti situazioni, sempre strettamente connesse a valutazioni di tipo conservativo e, quindi, prestazionale, in relazione alle condizioni climatiche e al contorno.

L'orientamento della loggia a sud, con una buona esposizione e scarsi ombreggiamenti da parte dei corpi edilizi prospicienti o laterali, può suggerire la possibilità di sfruttare tale condizione in periodo estivo, per garantire la configurazione di un ambiente filtro più fresco. In tal senso si può valutare la riattivazione dell'apertura della loggia, sempre che non siano intercorse riconfigurazioni di alzata aventi una loro unitarietà compositiva. In questi casi, sembra che il beneficio apportato in periodo estivo dalla loggia sia più rilevante



Uno dei pochi esempi rimasti di casa con portico su strada (dall'esterno, a sinistra, e all'interno, a destra)



rispetto allo svantaggio in periodo invernale, pertanto non si ritengono compatibili tamponamenti di alcun genere.

Diversamente, una loggia orientata in prevalenza a nord, o non sottoposta ad irraggiamento per effetto dell'ombreggiamento dei corpi adiacenti, non consente più di sfruttare il suo ruolo di vano fresco. In inverno si ha, quindi, la situazione più svantaggiosa con la formazione di un vano freddo, sul quale operare attente riflessioni in funzione delle condizioni architettoniche e al contorno:

- se gli ambienti adiacenti sono intensamente utilizzati, può essere valutata la possibilità di confinare la loggia con tamponamenti termicamente isolati, preferibilmente trasparenti e di ridotto impatto visivo;
- se gli ambienti sono unicamente di servizio e non climatizzati, non si ritiene necessario alcun intervento.



Loggia interna tamponata, con adiacente accesso all'androne.

A.a.6. BALCONE

Balcone | *elemento orizzontale a sbalzo nella facciata di un edificio.*

1. Descrizione

Il balcone è elemento di raro impiego nell'edilizia pre-industriale ferrarese, particolarmente sui fronti stradali; più che struttura funzionale è inteso quale elemento decorativo, come avviene nei palazzi di importanti famiglie nobili, in vari settori della città. Può presentarsi, in alcuni interventi del XVII-XVIII secolo, come piccolissimo poggiolo protetto da ringhiera, per consentire la realizzazione di ampie porte finestre e garantire una maggiore condizione di illuminazione interna, come avviene, ad esempio, nell'area del ghetto ebraico; in questi casi caratterizza proprio soluzioni di case in linea, di rifusione o di nuovo impianto.

Appare più diffuso nelle corti interne, per aumentare la superficie utile, o perché connesso a corpi scala esterni, ma in situazioni di più recente stratificazione, spesso con soluzioni altamente incongrue dal punto di vista architettonico.

Dal punto di vista costruttivo, anche in funzione del periodo, è realizzato con soluzioni indipendenti rispetto al solaio interno, pertanto senza determinare particolari ponti termici, e con i seguenti materiali:

- legno a sbalzo, con mensole di grandi dimensioni sostenenti un tavolato nelle soluzioni più antiche, ormai quasi scomparse;
- pietra, sempre a sbalzo, con alti mensoloni incastrati nella muratura, a sostenere lastre di pietra piane, nelle soluzioni tipiche del rinascimento fino a tutto l'ottocento;
- ferro, sempre a mensole, con piano in legno, pietra o cemento, nelle realizzazioni otto-novecentesche;
- cementi ornamentali, con anima in ferro, nel periodo liberty e di primo novecento, sempre posati a sbalzo come negli esempi in pietra.

La funzione di ombreggiamento può ritenersi insignificante nel quadro del sistema aggregato ferrarese, perché elementi troppo piccoli e saltuari per costituire un vero e proprio sistema costruttivo tipico.

2. Gradi di integrazione/alterazione

In linea di principio, in quanto elementi ornamentali e funzionali, i balconi non possono essere modificati, soprattutto quando costituiscono elemento integrato nella composizione di una facciata.

Si può ritenere ammissibile il solo intervento di eliminazione del ponte termico, determinato da interventi incongrui di ristrutturazione (si veda il punto seguente), purché comunque compatibile con la conservazione del manufatto edilizio.

UNI/TS 11300-1:2008

5.2. Calcolo degli scambi termici

6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)

14.4. Ombreggiatura

3. *Patologie energetiche*

In genere i balconi tradizionali, essendo costituiti da elementi a sbalzo parzialmente murati, non presentano condizioni di dispersione termica differenti dal resto della muratura. Ancora meno nel caso di balconi in ferro, appesi alla parete con staffe e mensole.

Tuttavia, possono ritrovarsi, a seguito di pesanti interventi di ristrutturazione, anche recenti, soluzioni più disperdenti, perché realizzate con mensole in latero-cemento o in calcestruzzo armato, in continuità con il rifacimento del solaio interno. In tal caso la determinazione del ponte termico è da collegarsi all'uso di materiali e tecniche costruttive incongrue.

4. *Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica*

Per il balcone non si ritiene sussistano interventi utili al miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio, se non nei casi di ristrutturazione completa sopra descritti, laddove si rende necessario procedere alla risoluzione dell'eventuale ponte termico.

Esempi di balconi sia di ampie di dimensioni che di semplice affaccio.



A.a.7. TERRAZZA

Terrazza | *copertura piana, praticabile o non praticabile, realizzata con una lieve pendenza, in modo da consentire il deflusso delle acque piovane.*

1. Descrizione

La terrazza è elemento di introduzione contemporanea nell'edilizia di base ferrarese, a causa dei numerosi interventi di ristrutturazione che hanno portato allo sfruttamento di quote di copertura o dei corpi edilizi più bassi, per la creazione di spazi aperti prima inesistenti. La forte compattezza raggiunta dal tessuto edilizio, soprattutto quello della città lineare, aveva condizionato le stesse qualità di vita, riducendo notevolmente le condizioni di illuminazione e areazione dei vani rivolti verso i cortili o i pozzi luce interni. L'elemento terrazza nasce, quindi, per ovviare a queste esigenze, liberando parzialmente i volumi, e creando superfici aperte in grado di aumentare le aperture verso gli ambienti più disagiati (sottotetti, servizi, ecc.) e, nelle ristrutturazioni più recenti, per rendere più appetibili alla vendita le unità abitative di nuova configurazione.

La metratura varia moltissimo, in funzione degli spazi, del periodo di realizzazione e, nei casi più recenti, degli standard massimi fissati dal regolamento edilizio, in relazione alla cubatura interna. In genere la terrazza è formata in corrispondenza di una falda del tetto, tagliando parte della copertura, per illuminare correttamente i vani ottenuti dallo sfruttamento del sottotetto; oppure è ricavata per sostituzione completa del piano di copertura di un corpo basso, destinato a rimessa o servizi, per dare vivibilità al piano superiore o all'edificio adiacente.

A differenza del balcone, la terrazza è in prevalenza un elemento di nuova realizzazione, connesso alle attuali esigenze, e non presenta una particolare funzionalità positiva dal punto di vista energetico, perché non produce ombreggiamento, né genera spazi con particolari valenze termiche. Tuttavia introduce nuovi materiali, come il cemento, notoriamente disperdenti.

Costituisce senza dubbio un valore aggiunto alla spazialità interna e il luogo ideale per l'inserimento di elementi schermanti, naturali o artificiali, che possano introdurre miglioramenti nel comportamento energetico dei fronti prospicienti.

2. Gradi di integrazione/alterazione

La terrazza nell'edilizia pre-industriale di base costituisce di per sé, nella maggioranza dei casi, un elemento incongruo che altera la volumetria dell'edificio.

Il fatto che esse siano prevalentemente costruite verso i fronti interni, consente di operare con una, seppure relativa, maggiore libertà rispetto al fronte strada, anche consentendo di modificarne la configurazione o l'uso, per migliorare le condizioni di protezione ed esposizione.

Raramente le terrazze sono costruite con strutture lignee o storiche, ma più spesso presentano soluzioni in calcestruzzo armato e solai in latero-cemento o acciaio-

UNI/TS 11300-1:2008

5.2. Calcolo degli scambi termici

6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)

mattoni (voltine su putrelle), riferibili a trasformazioni recenti, che permettono di intervenire anche profondamente su questa parte dell'involucro.

3. Patologie energetiche

La terrazza è una superficie di scambio termico importante: se realizzata al di sopra di vani di servizio non pone problemi dal punto di vista energetico, diversamente, se realizzata sopra vani climatizzati, può indurre problematiche connesse alla dispersione termica, in relazione sempre al grado di trasmittanza specifico dell'elemento di chiusura orizzontale.

Nel corso della stagione fredda, infatti, la superficie terrazzata, tendenzialmente inutilizzata, favorisce la dispersione termica dal vano interno verso l'esterno, ancora di più di una copertura tradizionale, perché tendenzialmente realizzata con materiali conduttivi (calcestruzzo, ferro, ecc.).

Durante la stagione calda, rispetto ad una copertura tradizionale, può presentare un minore accumulo termico, soprattutto se presenta superfici di rivestimento chiare. Le molte terrazze semplicemente rivestite di guaine bituminose, di colore molto scuro, sono sicuramente più problematiche della copertura in coppi, dal punto di vista dell'accumulo di calore da irraggiamento solare.

A queste patologie si associa un ulteriore problema dovuto al corretto deflusso di acqua; la terrazza, infatti, va progettata e mantenuta con particolare cura, per evitare che l'acqua piovana e di condensa ristagnino sulla superficie, inumidendo il solaio.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

Quando la terrazza è realizzata, come nella prevalenza degli esempi, con materiali industrializzati, non si rilevano incompatibilità rilevanti nell'intervento, purché questo venga condotto nel rispetto dei materiali storici esistenti a contatto con la terrazza stessa.



Terrazza angolare.

Se l'elemento è, invece, frutto di una concezione originaria, risalente ad una specifica riconfigurazione dell'edificio, allora l'intervento di miglioramento deve individuare le soluzioni più compatibili, nel rispetto dei materiali strutturali e compositivi.

In linea di principio, vanno favoriti interventi di isolamento, anche con buona densità dei materiali, sia per garantire un buono sfasamento termico, sia per consentire la calpestabilità del piano; ma sono auspicabili anche idonee soluzioni di impermeabilizzazione, raccolta e scolo delle acque.

Nei casi di terrazza totalmente incongrua, può ritenersi percorribile anche la strada della risarcitura della lacuna indotta dal suo inserimento, con la riconfigurazione della situazione di copertura originaria, per ridurre le patologie da essa determinate.

Non si escludono a priori, su interventi recenti e compatibilmente con le condizioni strutturali del corpo edilizio, soluzioni di trasformazione di una terrazza semplice in tetto verde, con semplice manto erboso. In questi casi, lo strato di terreno potrebbe contribuire a mitigare l'insolazione estiva, e si offre l'occasione per inserire strati termo-isolanti al di sotto del terreno per migliorare anche la trasmittanza termica invernale. Bisogna però tenere conto del fatto che il sistema deve essere progettato accuratamente, onde evitare di introdurre nell'edificio infiltrazioni d'acqua o carichi eccessivi, inficianti il comportamento statico e dinamico delle strutture portanti.

Esempi di terrazze costruite in fase o trasformando il coperto.



A.a.8. VANO SOTTOTETTO

Sottotetto | piano di una costruzione compreso tra l'ultimo solaio e la falda del tetto.

UNI/TS 11300-1:2008

- 5.2. Calcolo degli scambi termici
- 5.3. Calcolo degli apporti termici
- 6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)
- 7.3. Confini delle zone termiche
- 11. Parametri di trasmissione termica

1. Descrizione

Il sottotetto costituisce lo spazio terminale dell'edificio ed è posto tra il solaio, o il soffitto, dell'ultimo piano abitato e il solaio di copertura. Nell'edilizia ferrarese è un ambiente tipico, scarsamente utilizzato, almeno nelle configurazioni originarie, perché estremamente basso e angusto.

In prevalenza il sottotetto è uno spazio residuo tra la copertura e i soffitti in arella o lignei, anche dipinti, che caratterizzano diffusamente l'edilizia ferrarese, soprattutto nelle case in linea. In tal caso si tratta di spazi molto bassi, quasi inesistenti.

Nelle successive trasformazioni, sopraelevazioni e parcellizzazioni dei vani superiori, la tendenza tipica era quella di realizzare un solaio-soffitto all'ultimo piano, per ottenere un sottotetto sufficientemente alto (comunque al di sotto di 1,5/1,8 metri) da adibire a soffitta. In tal caso il vano è dotato di piccoli lucernari o aperture ad attico sul fronte stradale o interno, talvolta di abbaini. Vani di tal tipo si ritrovano anche nella casa a schiera o pseudo-schiera, perché utilizzati come magazzini e depositi.

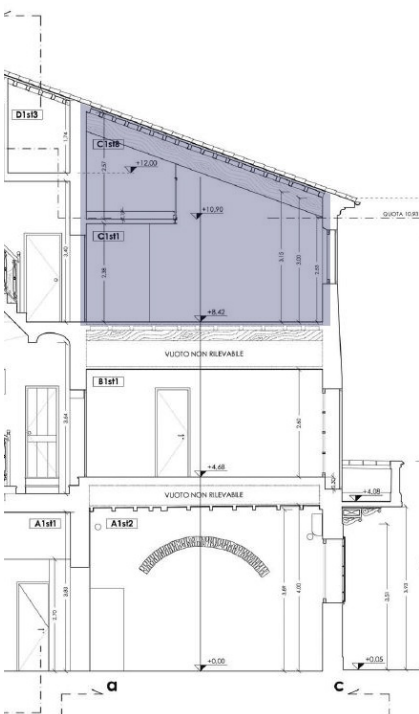
zSono le speculazioni immobiliari degli ultimi decenni ad avere spinto verso uno sfruttamento massiccio dei sottotetti, un tempo accessibili dal corpo scala condominiale o da piccole botole interne, con l'inserimento di scale, soppalchi o volumi autonomi (i così detti "mansardati" del gergo immobiliare).

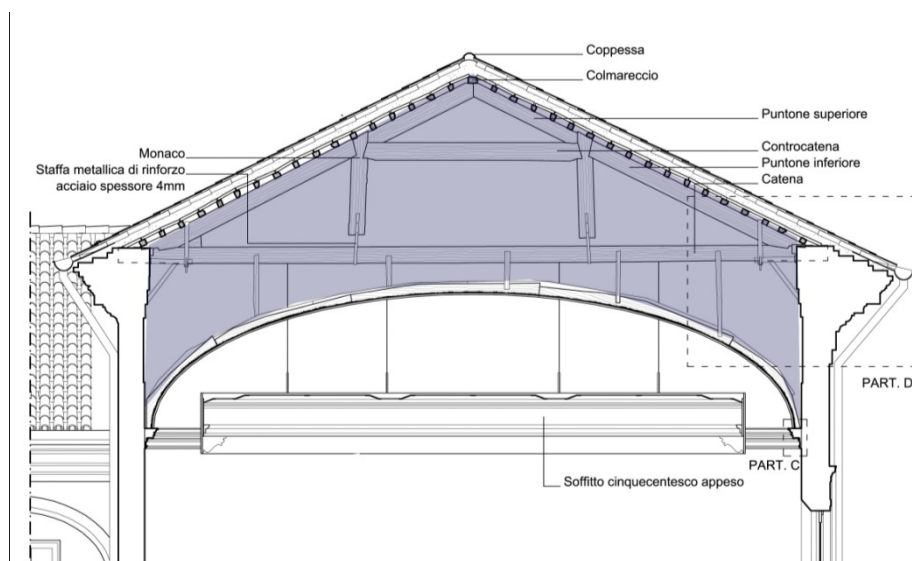
Il sottotetto, nella sua configurazione originaria, assolve ad una funzione importante nel comportamento energetico dell'edificio, tanto nel periodo invernale, quanto in quello estivo.

Nell'arco della stagione fredda, l'intercapedine costituita dal sottotetto, ove vi è presenza di aria stagna, funge da elemento isolante tra l'ambiente esterno e il vano sottostante, riducendo le dispersioni attraverso la copertura. Questo fenomeno è particolarmente rilevante nell'edilizia rurale, ad esempio, dove i sottotetti venivano stipati di grano, con evidenti benefici in termini di coibentazione. Ma va detto che anche la semplice presenza di aria stagna, non ventilata, consente di contenere sensibilmente le dispersioni termiche.

Nell'arco della stagione calda, funge, in funzione della propria dimensione, da vano di sfasamento termico, perché prima di trasmettere il calore, dovuto all'irraggiamento del manto di copertura, ai vani sottostanti, deve completamente riscaldarsi. Questa funzionalità poteva essere migliorata, già nel passato, con il semplice accorgimento di aprire e chiudere le piccole finestre o i lucernari qui predisposti, per ottenere una sorta di tetto-ventilato *ante litteram*.

Sottotetto abitabile





Sottotetto non abitabile che funge da intercapedine d'aria tra il vano sottostante e la copertura (rilievo Marco Zuppiroli).

2. Gradi di integrazione/alterazione

Laddove ancora esiste un sottotetto non utilizzato a fini residenziali, o inutilizzabile per l'assenza di un piano di calpestio o quote abitabili, va assolutamente evitata ogni operazione di sfruttamento a fini abitativi, perché l'elevata temperatura raggiunta da questi ambienti in periodo estivo, incompatibile con gli standard residenziali attuali, andrebbe mitigata con impianti di raffrescamento o con interventi di implementazione tecnologica del coperto non sempre condivisibili. Inoltre, si andrebbero ad annullare gli effetti positivi assolti dal vano, salvo dovere poi introdurre soluzioni alternative. Per l'intervento in copertura si veda il successivo punto A.b.6.

Diversamente, possono essere ritenuti ammissibili piccoli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica del sottotetto, nello specifico, che non alterino le sue componenti strutturali, siano reversibili, o che introducano modifiche compatibili con il processo di stratificazione spontaneo.

Se il sottotetto è stato già trasformato in locale abitativo, o presenta una cubatura sufficiente a garantire tale destinazione, nel rispetto del limite di trasformazione fisiologica dell'edificio, andranno previsti interventi idonei attraverso implementazioni impiantistiche e/o integrazioni nell'involucro (coperto e parete perimetrale), per le quali si rimanda ai rispettivi fattori, nei paragrafi seguenti.

3. Patologie energetiche

Il sottotetto nella sua configurazione originaria non presenta patologie di interesse, ammesso che non si rilevi l'incompatibilità del surriscaldamento estivo con l'uso a deposito o con le condizioni termiche dei vani sottostanti.

Il sottotetto trasformato in abitazione, invece, tende ad acuire i disagi termici, sia in estate che in inverno. La mancanza di un'ideale coibentazione del coperto e delle pareti perimetrali, oltre all'assenza di una corretta ventilazione, possono





Sfruttamento di sottotetto con la formazione di abbaino.

decisamente comportare la costituzione di un vano molto freddo in inverno e molto caldo in estate.

Leggermente diversa è la situazione di situazioni ove sia intervenuto uno sfondamento del soffitto e la realizzazione di soppalchi, sfruttando la quota del sottotetto (operazioni molto diffuse a Ferrara). In questi casi, per quanto le altezze possano essere notevoli, un buon impianto di riscaldamento può garantire la qualità termica invernale, mentre rimane il problema dell'irraggiamento estivo, comunque più limitato per via dell'ampia cubatura del locale.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

Nelle soluzioni di sottotetto ancora conservatesi nella propria configurazione originaria, non si ritiene siano necessari particolari accorgimenti migliorativi. Nel caso, possono valutarsi integrazioni delle condizioni di coibentazione o piccoli interventi atti a favorire la ventilazione naturale.

Tra le numerose soluzioni, si ritiene possano essere previsti, purché realizzati compatibilmente con la struttura morfologica e materica dell'edificio:

- isolamento del soffitto, in estradosso, con inserimento di pannelli isolanti leggeri, per migliorare il confinamento termico dell'ambiente sottostante;
- apertura/riapertura di piccole finestre verticali, anche a griglia, o di lucernari, per garantire la circolazione di aria e la sua fuoriuscita in estate.

Nei sottotetti ormai destinati a residenza è auspicabile garantire un minore dispendio di energia per la climatizzazione, con interventi di contenimento dell'energia utilizzata per il riscaldamento invernale e una riduzione dell'insolazione del coperto per la fase estiva, intervenendo sugli elementi dell'involucro e/o sugli impianti.

Tra gli interventi, meglio illustrati più avanti:

- realizzazione di tetto freddo;
- predisposizione dell'isolamento del coperto, con materiali estremamente densi, oltre che compatibili, in grado di garantire una tenuta alla dispersione termica, in inverno, e un buono sfasamento temporale dell'irraggiamento, in estate;
- inserimento di isolamento a parete, in interno.

Sottotetto in fase di cantiere, con capriate la cui catena funge da trave portante del solaio verso il vano sottostante.



A.a.9. CORTILE/GIARDINO

Cortile | spazio scoperto, compreso nel suo insieme o in parte tra i corpi di fabbrica di un edificio; lo scopo primario del cortile [...] è quello di dare aria e luce alle diverse parti dell'edificio.

Giardino | appezzamento di terreno organizzato artificialmente con l'impiego e la disciplina di elementi naturali.

1. Descrizione

La presenza di diverse tipologie di spazi aperti privati è una caratteristica del tessuto urbano ferrarese, soprattutto negli ambiti di più recente espansione o saturazione edilizia, come nelle aree delle diverse addizioni, dove si riconosce un aggregato urbano meno denso e a carattere prevalentemente residenziale.

La casa a corte, per sua stessa natura, si caratterizza per la presenza di un cortile di ampie dimensioni, sul fondo del lotto o al centro, in funzione dei frazionamenti intercorsi nei secoli. Di norma l'edificio che si va a configurare, abbraccia il cortile con soluzioni a C o a L, determinando un primo spazio cortilivo pavimentato ed un secondo più libero, a giardino, anche con l'inserimento di vegetazione arborea.

Allo stesso modo nella casa in linea, meno profonda e più regolare, il cortile occupa tutto il retro, fino al muro di cinta.

Nelle case a schiera o pseudo-schiera, invece, possono individuarsi più soluzioni di spazi aperti, ma tutte di ridotte dimensioni, spesso profonde e connotate da una prevalente finitura pavimentata. Il cortile, in questi casi, è stretto tra i muri di cinta o i corpi edilizi adiacenti, ed assolve primariamente a funzioni di aerazione ed illuminazione.

In linea di principio, il cortile assolve alla funzione di dare aria e ventilazione ai locali, soprattutto se angusti o ristretti entro il tessuto urbano. Quando esso corrisponde ad uno spazio chiuso, molto piccolo e ben protetto dal sole, garantisce una mitigazione delle temperature interne, soprattutto dell'androne e del corpo scala ad esso connessi. I cortili ben soleggiati, invece, possono favorire la crescita di vegetazione, anche alberata, in grado di ombreggiare l'edificio, sempre che si valutino correttamente le specie adottate (le caducifoglie, tipiche della zona, sono le più indicate per il loro ruolo ambivalente nelle due stagioni).

UNI/TS 11300-1:2008

12. Ventilazione

14.4. Ombreggiatura

La città, soprattutto nell'area dell'addizione erculea presenta molti giardini di piccole e grandi dimensioni. Non mancano poi cortili come quello palaziale qui in basso.





Viste dei giardini e cortili dell'area del Castrum e della prima città lineare.

2. Gradi di integrazione/alterazione

Il cortile, nella sua configurazione spaziale e compositiva non prevede, di norma, alterazioni geometriche perché è uno spazio concluso, configurato, che non può essere intralciato, nella lettura complessiva, da nuovi corpi o elementi tecnici. Pertanto gli unici interventi ammissibili sono relativi al corretto deflusso delle acque e alla ventilazione dei locali ivi affacciati.

Il giardino, allo stesso modo, è elemento da conservare nelle sue componenti, perché oltre ad offrire respiro ed agio all'edificio, permette di rinfrescare l'aria in estate. Si possono ammettere interventi di implementazione o modifica della vegetazione che permettano, laddove necessario per le specifiche condizioni ambientali, di favorire l'irraggiamento invernale e contrastarlo in estate.

3. Patologie energetiche

Dal punto di vista energetico, il cortile non presenta particolari svantaggi in termini di comportamento termico, se non per l'aumento di superficie esterna che può determinare nell'edificio, quando questo assuma articolazioni planimetriche molto complesse.

La presenza del giardino o la cattiva conduzione delle acque possono condizionare l'umidità relativa dei vani circostanti il cortile, ed indurre la risalita di vapor d'acqua nelle murature.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

Il principio da perseguire nel cortile o giardino è il mantenimento di un buon funzionamento dei sistemi di scolo delle acque, per evitare il ristagno di acqua e di umidità per imbibizione sulle murature.

Nel caso di giardini ampi, con possibilità di piantumazioni libere, e con facciate estremamente finestrate, è possibile prevedere la piantumazione di piante caducifoglie in grado di contrastare gli effetti indesiderati dell'insolazione eccessiva e consentire, al contempo, il riscaldamento per irraggiamento dei vani in inverno.

A.a.10. POZZO LUCE

1. Descrizione

Il pozzo luce è una forma di cortile di ridotte dimensioni, residuo del processo di saturazione del lotto in epoche più recenti, tale da garantire una, seppure ridotta, quota di illuminazione e di aerazione dei locali.

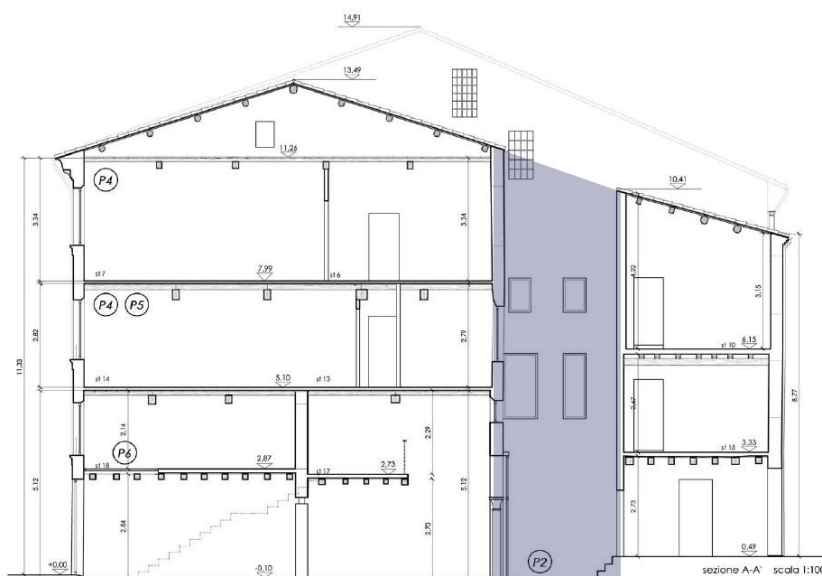
Il pozzo luce, a differenza del cortile, è chiuso su tutti i lati dalle varie parti dell'edificio, e presenta numerose finestre, afferenti anche ad unità immobiliari diverse. Tipicamente è presente nelle case a pseudo-schiera o schiera, come residuo di un precedente cortile, poi inglobato e saturato, o nelle case in linea piuttosto complesse.

In realtà non garantisce apporti di luce molto rilevanti, ed essendo prevalentemente in ombra, a causa della notevole altezza dei corpi in esso prospettanti, e non permette di riscaldare gli ambienti interni per effetto dell'irraggiamento solare.

La sua struttura verticale, con area a terra piuttosto ridotta, permette tuttavia la formazione di una circolazione d'aria verso l'alto, soprattutto in estate; tale caratteristica è tipica delle cavità strette ed alte, ed è comunemente definita "effetto camino".

2. Gradi di integrazione/alterazione

Il pozzo luce è una struttura rigida, difficilmente modificabile nelle sue componenti morfologiche, in cui l'unico intervento ammissibile è quello di mettere in comunicazione lo stesso con un eventuale androne o corpo scala. In tal modo il sistema di ventilazione naturale risulterebbe integrato e, se correttamente gestito, permetterebbe di sfruttare questi elementi come strutture di isolamento o di ventilazione, in funzione delle stagioni.



UNI/TS 11300-1:2008
5.2. Calcolo degli scambi termici
5.3. Calcolo degli apporti termici
6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (<i>orientamento componenti involucro</i>)
7.3. Confini delle zone termiche
11. Parametri di trasmissione termica
12. Ventilazione
14.4. Ombreggiatura

Il pozzo luce è il residuo di un più antico spazio aperto, dovuto alla progressiva saturazione del lotto.

Vista di un pozzo luce tipico delle case in linea di rifusione da case a schiera.



3. Patologie energetiche

Il problema principale del pozzo luce, a parte la ridotta luce che può portare alle abitazioni più basse, risiede nella bassa temperatura che lo caratterizza, anche in inverno, per via dell'impossibilità di essere irraggiato dal sole. Per tale ragione, le unità confinanti con esso risultano più fredde e soggette ad un maggiore scambio termico, a parità di temperatura interna, rispetto a quelle meglio esposte.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

Nel pozzo luce possono coesistere due ordini di problemi da risolvere, connessi alle diverse stagioni: la dispersione dalle pareti e finestre dei vani ivi prospettanti e la necessità di sfruttare le correnti ascensionali naturali in estate.

Nel primo caso va valutata la possibilità di intervenire sulle finestre, aumentandone le prestazioni termiche, e sulle pareti, introducendo strati di isolamento. Sempre che tali interventi siano compatibili con le condizioni della parete e del vano (si rimanda al *fattore parete perimetrale*).

Nel secondo caso, si rende necessario garantire una forma di connessione tra il pozzo luce e l'eventuale androne, così da attivare correnti di aria fresca verso le abitazioni ed espellere aria calda dalle stesse.

7.1.2. Sistema costruttivo

Il sistema costruttivo raccoglie quell'insieme di fattori tecnologici attinenti agli aspetti più prettamente costruttivi dell'edificio. Pertanto si tratta gli quelle famiglie di unità tecnologiche, maggiormente caratterizzanti l'edificio pre-industriale, che si connotano per particolari materiali e tecniche esecutive derivate da un lungo processo di sedimentazione sperimentale. Le soluzioni tecnologiche e le finiture che le caratterizzano sono estremamente diversificate e complesse nei diversi periodi storici che hanno caratterizzato l'architettura ferrarese. Ma le diversificazioni, soprattutto nei solai e nelle coperture, nascono in relazione anche alla scarsa disponibilità della materia prima, il legno, e ai costi di approvvigionamento e di lavorazione, che portano a varianti d'uso, in funzione del contesto e della tipologia edilizia in cui si collocano. Così le case a schiera, di più ridotte dimensioni, presentano solai tendenzialmente più semplici, con travi ordinarie, mentre quelle in linea o a pseudo-schiera, possono anche essere dotate di travi composte e coperture a capriate.

Con la descrizione di questi fattori e della loro estrema delicatezza e varietà espressiva, si sviluppa uno dei punti nodali dell'intervento di miglioramento energetico dell'edilizia pre-industriale: l'integrazione dell'involucro con idonei sistemi di isolamento, così come abbiamo descritto nel capitolo 3.3.

Poiché ogni fattore contempla un'unità tecnologica complessa, caratterizzata da una molteplicità di sotto elementi tecnici, la descrizione si sviluppa in modo più articolato delle precedenti, cercando di tratteggiare i principali aspetti che hanno una relazione con la compatibilità e le potenzialità dell'intervento.

I fattori geometrico-costruttivi connessi al *sistema costruttivo* sono:

- A.b.1) Parete perimetrale (muratura portante)
- A.b.2) Parete divisoria (tra unità immobiliari distinte)
- A.b.3) Solaio a terra
- A.b.4) Solaio interpiano
- A.b.5) Soffitto
- A.b.6) Copertura

UNI/TS 11300-1:2008

5.2. Calcolo degli scambi termici
5.3. Calcolo degli apporti termici
6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (<i>orientamento componenti involucro</i>)
6.2. Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio
7.3. Confini delle zone termiche
11. Parametri di trasmissione termica
14.2. Apporti termici su componenti opachi
14.4. Ombreggiatura

A.b.1. PARETE PERIMETRALE (MURATURA PORTANTE)

Parete | *elemento architettonico verticale che delimita lo spazio, sia interno che esterno.*

Muratura | *opera realizzata con materiale da costruzione, elementi lapidei o in laterizio, la cui coesione è in genere affidata a un legante.*

Paramento (murario) | *opera di rivestimento di una struttura in elevazione, realizzata con finalità decorative o protettive.*

1. Descrizione

La parete perimetrale è la chiusura esterna verticale dell'edificio, quella parte dell'involucro più ampiamente interessata dagli scambi termici con il contesto ambientale, e di norma la maggiore superficie di un edificio posta a contatto con l'esterno.

A Ferrara le murature portanti in laterizio, che costituiscono la prevalenza assoluta delle pareti perimetrali, sono costituite da setti in muratura piena, con spessori variabili dal piano terra all'ultimo e in funzione dell'altezza dell'edificio. Al piano terra si possono trovare murature anche di quattro teste (60 cm) ma molto di rado ed in edifici di più antica edificazione, mentre è più diffusa la muratura a tre teste (intorno ai 45/48 cm), che tende a ridursi progressivamente verso l'alto, fino a raggiungere anche una semplice configurazione a uno/due teste, nell'edilizia di base più semplice.

Il paramento murario esterno può essere rifinito con intonaco, oggi di sostituzione quindi realizzato con spessori anche superiori a quelli tradizionali (mono strato o doppio strato, di massimo 1 cm), o lasciato a vista con diverse soluzioni di stuccatura dei giunti. La prevalenza è comunque quella della soluzione detta "faccia a vista", che seppure presente anche nella tradizione costruttiva medievale e rinascimentale, non era poi così diffusa, stante l'ampio uso di intonaci decorati. La veste attuale è in molti casi frutto di operazioni di scorticamento degli intonaci e di stuccatura dei giunti avvenuti a partire dall'ottocento (ma perseguiti ancora fino a pochi decenni fa), oppure di mancata manutenzione.

Il paramento interno è in prevalenza intonacato, sempre con tecniche simili agli intonaci esterni, con malte di calce aerea, e spesso con aggiunta di gesso, in sottili strati poi tinteggiati. Non mancano, anche nell'edilizia di base, ritrovamenti di pitture murali che testimoniano una ricca fase decorativa di interni ed esterni, sia nel periodo estense che nel corso del settecento.

Nell'edilizia pre-industriale di base, spesso non si hanno scansioni di facciata particolari, ma possono anche configurarsi situazioni decorative più attente, con la differenziazione del basamento, della facciata superiore e del coronamento. In questi casi, si possono rilevare diversi intonaci, con trattamenti rustici, bugnati e lisci, per distinguere gli elementi della composizione.

Non mancano semplici decorazioni a segnare le fasce marcapiano, con cornici semplificate, rispetto all'edilizia specialistica, in cotto o stucco.

Le aperture nella maggioranza dei casi sono semplici fori nel muro, con architrave o piattabanda superiore in laterizio, ma si trovano esempi via via più complessi con cornici in mattoni, pietra o stucco, a segnare il campo della finestra, anche raccordandosi alle eventuali fasce marcapiano. Queste cornici spesso sono di ridotto spessore, rispetto al filo murario, perché coerenti con intonaci sottili ad uno o due soli strati.

Un elemento sempre ricorrente nell'edilizia ferrarese è il cornicione, che conclude la facciata nel suo sviluppo verticale ed è costituito da:

- cornice in elementi speciali in cotto, dal semplice dente di sega ai più complessi cornicioni decorati della Ferrara estense⁶;
- elementi in pietra e laterizio a formare cornicioni mistilinei;
- cornicioni "a guscio", in arella anche dipinta (nelle versioni più tarde del settecento e ottocento).

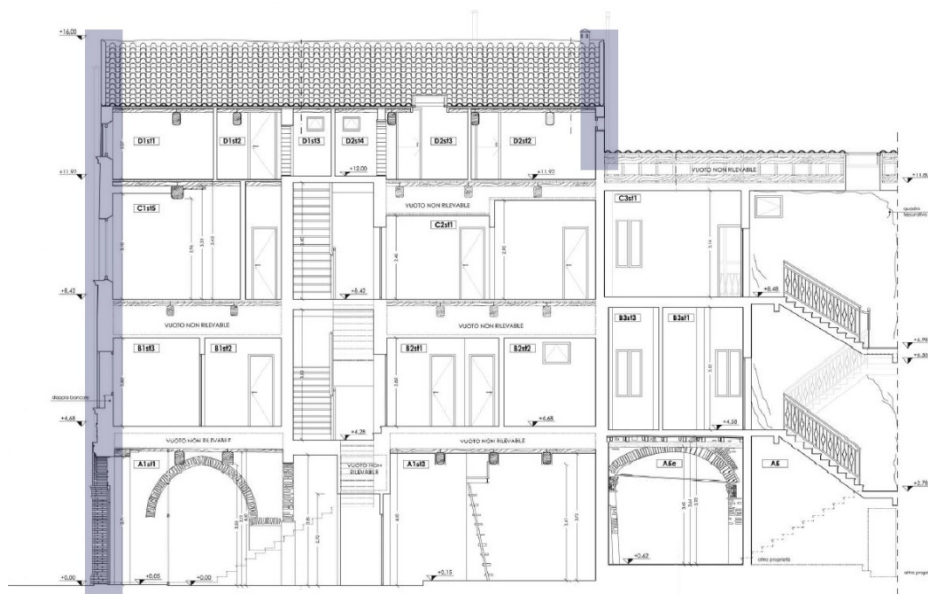
Le murature ferraresi, soprattutto sul fronte strada, presentano le maggiori discontinuità, a causa della presenza delle aperture (spesso ascrivibili a più fasi di modifica delle stesse, quindi con numerose tamponature di differenti materiali e periodi), ma anche delle canne di esalazione dei camini.

la bocca del camino, infatti, si colloca tradizionalmente sulla contro facciata principale, dal lato della strada, al centro tra le due finestre che caratterizzano il vano. All'esterno le canne fumarie di più antica realizzazione sono sporgenti, sostenute da mensole a sbalzo, e raccolgono tutte le canne dei singoli piani, partendo di norma dal piano primo fino al cornicione. Il piano terra è generalmente sprovvisto di camini, perché destinato ad usi di servizio; a meno che non vi siano vani destinati alle cucine, tipici delle residenze di tipo palaziale. Nelle modifiche introdotte in epoche più recenti, XVII-XIX secolo, i canali sono stati inglobati nel muro, eliminando lo sporto esterno; unico segno di riconoscimento è il comignolo superiore, che rispetta sempre i passi già descritti.



Dettaglio dello spessore indotto da un pannello isolante

Schema delle murature perimetrale di un edificio in linea comune. Particolare della muratura tipicamente posta a vista negli edifici ferraresi.





Il cornicione è un elemento a sbalzo che parte con spessori ridotti rispetto al filo del muro, pertanto risulta problematico in rapporto ad un eventuale isolamento a cappotto esterno.

Allo stesso tempo non va perso di vista il ruolo, nell'equilibrio dell'edificio, della permeabilità al vapor d'acqua degli elementi costitutivi. Muratura, intonaci di calce ed eventuali rivestimenti lignei interni (anche quando nuovi e approssimativi), permettono al vapor d'acqua di fuoriuscire liberamente, senza formazione di condensa e proliferazione di muffe.

Un funzionamento, quello della muratura, come struttura di contenimento invernale e di sfasamento del tempo di irraggiamento, in estate, con caratteristiche di ottima traspirabilità, che va conservato e recuperato il più possibile per conservare le caratteristiche ambientali proprie dell'edilizia pre-industriale ed impedire la propagazione di situazioni degradanti, connesse all'umidità interstiziale e alla condensa.

2. Gradi di integrazione/alterazione

Esterno. Sulle facciate non è accettabile l'applicazione di strati di isolamento, siano essi ad intonaco o a pannello. Questo per un duplice motivo:

- l'eccessivo spessore di tali soluzioni, che mal si rapportano con le murature delle unità edilizie adiacenti (introducendo scalini incongrui con lo sviluppo processuale rilevato) e con lo spessore degli elementi decorativi quali le cornici, i marcapiani e i cornicioni;
- l'eccessiva coibentazione introdotta nell'edificio, che impedisce di sfruttare le potenzialità proprie dell'organismo architettonico, nelle sue condizioni originarie, nell'arco della stagione estiva.

Possono essere valutati intonaci di ridotto spessore ma comunque performanti dal punto di vista della trasmittanza, laddove non esistano cornici o elementi decorativi a rilievo, purché il materiali presenti buone caratteristiche di permeabilità al vapor d'acqua.

Interno. Per quanto l'isolamento a parete interno sia di più modeste dimensioni negli spessori e possa, in taluni casi, risultare compatibile con la permeabilità al flusso di vapor d'acqua della muratura (in funzione ovviamente dei materiali scelti), possono sussistere condizioni di inaccettabilità:

- presenza di pitture murali integre o a lacerti;
- presenza di volte dipinte e non, sulle quali dovrebbe rigirare il pannello di isolante per evitare i ponti termici, e che risulterebbero alterate nella loro conformazione architettonica;
- presenza di soffitti lignei con mensole di appoggio, semplici o lavorate, che verrebbero occultate parzialmente dallo strato di isolante;
- presenza di sguinci ben squadrate nelle finestre, che non possono essere alterati nelle proporzioni.

L'isolamento interno può essere ammesso solo nei casi di avvenuta trasformazione dell'edificio in tempi recenti, a seguito di una ristrutturazione importante che ne abbia alterato le superfici, magari inserendo un intonaco cementizio all'esterno (ormai difficilmente amovibile e non traspirante), o con foderature interne in foratelle, sulle quale si può applicare l'isolamento senza eccessive preoccupazioni; oppure ai piani terra, quando non sussistano le condizioni dei punti sopra esposti, perché tendenzialmente corrispondono a vani di minore interesse, con superfici di finitura ripetutamente sostituite e solai di minore pregio.

Si sottolinea, infine, che l'isolamento interno comporta una riduzione della superficie utile dei vani.

3. *Patologie energetiche*

La muratura ferrarese è piuttosto umida, a causa della porosità dei materiali della risalita per capillarità dell'acqua dal terreno, soprattutto ai piani terra che più difficilmente si asciugano con l'irraggiamento solare o l'innalzamento della temperatura esterna. Questa forte umidità condiziona la dispersione termica della stessa parete e determina la permanenza di alti livelli di umidità relativa, all'interno degli ambienti confinati.

La parete perimetrale, soprattutto quella in facciata, è la superficie di maggiore dispersione termica degli edifici pre-industriali ferraresi e, per questa ragione, tra gli interventi di riqualificazione energetica, viene sistematicamente proposta la coibentazione con pannelli isolanti.

D'altro canto, l'isolamento a parete impedirebbe alla muratura di sfruttare il suo potere di inerzia termica, seppure non elevato, dati gli esigui spessori.

4. *Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica*

Si è detto che l'obiettivo principale, nelle murature tradizionali, è quello di garantire la corretta permeabilità al flusso di vapor d'acqua e favorire l'eliminazione dell'umidità interna al muro, dovuta alla risalita capillare, e quella relativa presente nel vano.

La prima, non sempre risolvibile totalmente, ma almeno mitigabile, può essere ridotta con l'applicazione di intonaci e malte di stuccatura in calce aerea anche addizionate con



Esempio di casa a schiera con camini a sbalzo esterno (sul fondo) e incassati nel muro (in primo piano).

Camino con canna esterna, posto su piano rialzato.



cocciopesto, quindi molto traspiranti, e con intonaci microporosi, in grado di captare rapidamente il vapore d'acqua conducendolo verso l'esterno.

Inoltre, possono implementarsi soluzioni elettriche o magnetiche di vario tipo, che attivino processi osmotici nella muratura, forzando le particelle acquose a scendere verso il terreno.

L'umidità relativa dell'ambiente può essere ridotta, da un lato, garantendo l'uso di materiali traspiranti, ovvero non adottando soluzioni che prevedono l'inserimento di barriere a vapore, dall'altro, con una corretta ventilazione dei locali.

Laddove l'isolamento interno possa ritenersi compatibile con le condizioni raggiunte dal manufatto, sia in termini ambientali che architettonici, esso andrà previsto con soluzioni minime, di ridotto spessore e con materiali di natura organica, con un basso coefficiente di resistenza al passaggio del vapore μ (dell'ordine di valori 1-30 strati d'aria).



L'inserimento di contro pareti interne va attentamente valutato in funzione della finiture presenti sulla parete e delle condizioni di attacco al muro del solaio.

Nel caso in alto, la presenza di pitture murali rende impossibile qualsiasi sovrapposizione di pannelli al muro.

Nel caso in basso, diversamente, l'assenza di intonaci e di mensole lignee sul solaio, può rendere compatibile l'uso di isolamenti interni o contro pareti.

A.b.2. PARETE DIVISORIA (TRA UNITÀ IMMOBILIARI DISTINTE)

1. Descrizione

La parete divisoria corrisponde ad un setto murario di spina tra due unità immobiliari differenti, e presenta spessori variabili tra i 30 e i 45 cm, a meno che non sia di nuova fattura a seguito di parcellizzazione. Tale scansione è facilmente riscontrabile nelle case a schiera, dove il passo dell'abitazione corrisponde a quello dell'edificio stesso, o in edifici in linea, dove le unità sono suddivise dalle principali murature portanti, ortogonali alla facciata.

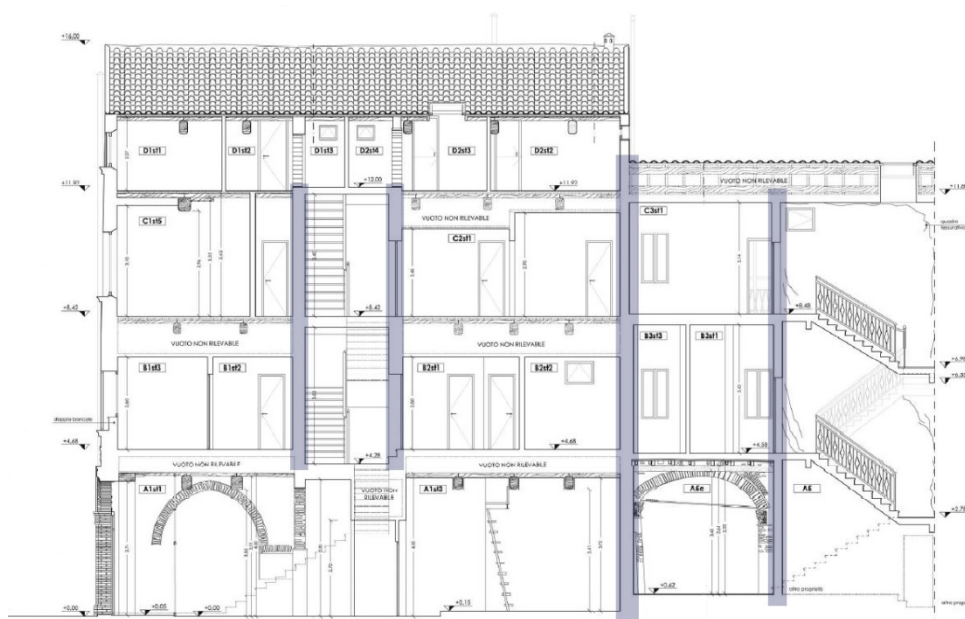
A seguito di interventi di parcellizzazione immobiliare più recenti e, talvolta, anche storicizzati, la parete divisoria non necessariamente è costituita da una muratura portante massiccia, bensì può essere eseguita con tramezze ad una testa, in mattoni pieni, o in laterizi alveolati.

Tendenzialmente si esclude la possibilità che tali pareti possano essere costituite anche con soluzioni in legno, o in legno e stuoie di canna intonacate (come avveniva tradizionalmente in epoca moderna per la separazione dei grandi saloni), o in cartongesso (come è prassi attuale nelle suddivisioni interne di unità immobiliari); tali interventi sono da ricercare soprattutto all'interno della stessa abitazione, e non nei suoi confini perimetrali.

Nella valutazione delle dispersioni termiche delle pareti divisorie va considerata la destinazione e la frequenza d'uso delle unità immobiliari adiacenti, per comprendere se effettivamente tali dispersioni siano svantaggiose o meno.

UNI/TS 11300-1:2008

- 5.2. Calcolo degli scambi termici
- 6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)
- 6.2. Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio
- 7.3. Confini delle zone termiche
- 11. Parametri di trasmissione termica



Schema esemplificativo delle pareti divisorie tra vani distinti, nell'ambito di una casa in linea



Il corpo scala è il tipico vano verso cui si rivolgono le pareti divisorie tra ambienti interni.

2. Gradi di integrazione/alterazione

Una parete storicamente attestata, e quindi coerente con la configurazione spaziale del vano in cui insiste (per la presenza di un soffitto o di un solaio unitario, ad esempio), non può essere rimossa e sostituita con materiali più performanti, soprattutto se essa è connotata da pitture murali, anche in traccia, o da intonaci tradizionali in calce.

Nel caso essa non presenti finiture di rilievo, o sia attestata la sua recente realizzazione, e si ritenga necessario isolarla termicamente rispetto all'unità adiacente, possono essere valutate modifiche superficiali della stessa, per garantire i requisiti richiesti dal progetto.

3. Patologie energetiche

La prevalente patologia energetica che può caratterizzare una parete divisoria tra unità immobiliari con destinazioni d'uso distinte è lo scambio termico dall'ambiente climatizzato verso quello non climatizzato o comunque con una differenza di temperatura di 4°K.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

Laddove compatibile con i caratteri della parete e del vano che essa separa, può essere valutata l'opportunità di coibentare la superficie, dal lato interno dell'immobile in esame, per impedire ogni possibilità di dispersione termica, fermo restando che andrebbe garantita la traspirabilità dell'elemento parete e sempre nel rispetto dei limiti posti nel precedente punto A.a.1.

Può anche essere valutata, nei casi di compatibilità, la possibilità di trasformare l'elemento divisorio in una parete radiante, in luogo di altri sistemi impiantistici presenti del vano, per favorire una prestabilita direzionalità dei flussi di calore.

Gli interventi possibili, nei casi di compatibilità con la superficie attuale sono, ad esempio:

- sostituzione di una parete fortemente disperdente con una nuova soluzione più performante;
- applicazione di strato di isolamento con pannelli isolanti o intonaco termoisolante dal lato dell'unità in esame;
- realizzazione di parete radiante, da valutarsi in relazione all'impianto di climatizzazione previsto;
- inserimento di battiscopa radianti, ove non vi siano eccessivi superfici coperte da mobili.

Esempio di parete divisoria in tralicci di legno e stuoie di arella, posta entro una singola unità immobiliare.



A.b.3. SOLAIO A TERRA

Solaio | struttura orizzontale che separa due piani di un edificio.

1. Descrizione

Il solaio a terra, nella tradizione costruttiva ferrarese, non presenta particolari soluzioni costruttive. Nonostante la forte presenza di umidità di risalita dal terreno, la prevalenza di destinazioni d'uso a servizio dei vani terreni non ha stimolato lo sviluppo di soluzioni avanzate di isolamento.

Nella maggioranza dei casi, l'edilizia di base non possiede, al piano terra, solai reali, autoportanti, ma un pavimento semplicemente posato su di uno spesso strato di riempimento in terra. Solo in edifici di più complessa costruzione, come i palazzi, oppure nelle situazioni con sottosuolo sabbioso, si possono trovare locali seminterrati e cantine, con funzione anche di camera di aerazione.

I numerosi interventi di recupero e ristrutturazione, ormai avvenuti in molte abitazioni, hanno nel tempo portato ad un aggiornamento di questa unità tecnologica, con soluzioni differenti, dal vespaio al "gattaiolato".

2. Gradi di integrazione/alterazione

Il solaio a terra, laddove non conservi pavimenti storici o di pregio, è forse l'elemento sul quale si può ragionevolmente intervenire nel corso di un intervento di restauro, per favorire un distacco del piano di calpestio dal suolo e la ventilazione di questa intercapedine.

I limiti all'intervento sono da collegare alle operazioni di scavo, che possono comportare la demolizione del pavimento e delle tracce nel sottosuolo, in particolare bisogna porre attenzione:

- alla presenza di pavimenti storici, anche negli strati sottostanti, che possono, quando è possibile, essere rimossi e ricollocati;
- alla presenza di tracce archeologiche, per le quali si deve tempestivamente fare segnalazione alla Soprintendenza competente;
- alle fondazioni dei setti murari laterali, che non devono essere mai scoperte eccessivamente e senza precauzioni, per non rischiare di compromettere la stabilità delle murature.

3. Patologie energetiche

Il solaio a terra, stando a contatto con il terreno, diminuisce il proprio grado di trasmittanza, favorendo lo scambio termico a svantaggio del vano, questo comporta maggiori dispersioni di calore, diminuzione della temperatura superficiale. Inoltre, pavimento e murature sono affette da forti risalite di umidità dal terreno, che condizionano i livelli di umidità relativa dell'ambiente interno, con conseguente sensazione di discomfort termico (freddo).

UNI/TS 11300-1:2008

- 5.2. Calcolo degli scambi termici
- 6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)
- 6.2. Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio
- 7.3. Confini delle zone termiche
- 11.3. Scambio termico verso il terreno

Dettaglio del rifacimento del piano di un solaio a terra, con battuto di terra, sopra vespaio in ghiaia.



4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

L'intervento di sostituzione del solaio a terra, si è detto, è quello ritenuto più compatibile con i caratteri dell'edificio storico. Deve essere volto a determinare una situazione di distacco dal terreno, così da garantire l'isolamento del vano superiore e la riduzione dell'umidità di risalita dal pavimento.

Si può anche valutare di lavorare sui soli strati di posa, inserendo pannelli radianti, in grado di distribuire uniformemente il calore al vano ed abbattere la temperatura di contatto con il suolo.

In generale, gli interventi più utilizzati, in funzione degli spessori e delle condizioni al contorno, sono:

- vespaio in strati di ghiaia a differente granulometria, con realizzazione di canale di raccolta della condensa;
- solaio in appoggio su strutture apposite per la ventilazione naturale, come i sistemi ad "igloo", a realizzare una sorta di "gattaiolato";
- solaio indipendente, in appoggio sulle murature, con travi in acciaio; quest'ultima soluzione va valutata anche in relazione alle condizioni statiche della muratura.

Le ultime due soluzioni hanno il pregio di garantire la formazione di un'intercapedine d'aria, in grado di isolare dal terreno e di bloccare la risalita di umidità.

Può essere poi previsto uno strato isolante, di spessore non eccessivo, soprattutto nei casi in cui si valuti l'inserimento di pannelli radianti per il riscaldamento a pavimento.



Dettaglio di un pavimento posato su massetto semplice e terreno.

A.b.4. SOLAIO INTERPIANO

Solaio | struttura orizzontale che separa due piani di un edificio.

1. Descrizione

Il solaio interpiano, nella tradizione costruttiva ferrarese, è quasi esclusivamente ligneo, con schemi strutturali differenti (mono ordito, a doppia orditura con travetti semplici o su mensole, con travi portanti composte, ecc.) che denotano la ricchezza compositiva delle maestranze locali, con un tavolato in assi di legno e un pavimento posato su un leggero strato di conglomerato piuttosto sabbioso. La tipologia costruttiva è da collegare anche a quella edilizia (oltre che a questioni di gusto) poiché i diversi passi strutturali, che caratterizzano le case a schiera da quelle a corte o in linea, condizionano la luce del solaio e quindi la scelta della struttura portante più opportuna. L'intradosso del solaio è spesso dipinto, almeno nei suoi elementi più piccoli, quali le bussole e le cantinelle, andando a configurare dei veri e propri soffitti decorati che si relazionano alla spazialità ed agli eventuali altri decori parietali del vano. Tali decorazioni sono molto diffuse e consistenti nell'edilizia specialistica, ma non sono assenti, anche se più semplificate, nell'edilizia pre-industriale di base.

Spesso il solaio ligneo è occultato da soffitti in arella, realizzati a costituire vere e proprie volte indipendenti o ad avvolgere le travi con un tradizionale sistema di foderatura sempre in stuoie di canna palustre.

Molto rari, almeno nell'edilizia di base, i solai su volte reali, costituiti dalla struttura muraria della volta stessa e dal suo riempimento in terra, cocci e pietrisco.

I numerosi interventi di restauro e ristrutturazione che hanno interessato la città negli ultimi anni, hanno apportato molte modifiche ai solai, soprattutto nella composizione degli strati al di sopra degli elementi portanti. Sono molto diffuse, infatti, soluzioni di irrigidimento con solette collaboranti in calcestruzzo armato, rese solidali alle travi

UNI/TS 11300-1:2008

- 5.2. Calcolo degli scambi termici
- 6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)
- 6.2. Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio
- 7.3. Confini delle zone termiche
- 11.3. Scambio termico verso il terreno

Diversi esempi di solai lignei ferraresi, sia di pregio pittorico o costruttivo che di più semplice conformazione.



portanti con connettori in acciaio (talvolta in legno) e ancorati alle murature mediante l'inserimento di ferri entro apposite asole. Al di sopra di questo strato strutturale sono state spesso realizzati massetti alleggeriti per l'alloggiamento degli impianti, al di sopra dei quali è poi posato il pavimento. Tali soluzioni sono da considerarsi quali patologie, dal punto di vista energetico, perché favoriscono la dispersione termica, quando non correttamente isolate, oltre ad impedire la permeabilità al vapor d'acqua, tra i vani.

Data la presenza consistente a Ferrara di vani aperti ai piani terra, soprattutto nelle case a corte caratterizzate da logge e portici, si riscontrano anche numerosi solai lignei esposti all'esterno, con aumento, quindi, della superficie disperdente del vano superiore.

Si può affermare, con buona approssimazione, che non si è rilevata, almeno per il passato, la prassi di isolare termicamente il solaio, soprattutto quando i vani a contatto sono destinati ad attività equivalenti dal punto di vista dei consumi energetici. La stessa struttura lignea del solaio funge già da isolante naturale, forse non richiedendo particolari accorgimenti.

La presenza di pavimentazioni storiche, al di sotto degli strati più recenti, non è da escludere, almeno nei casi di mancato intervento negli ultimi decenni, perché la prassi di un tempo era quella della sovrapposizione delle finiture ed è quindi possibile, scoprendo un pavimento più recente, ritrovare una soluzione in quadrelle di cotto o una piastrella a marmette di graniglia dei primi del novecento.

Anche nell'intervento sul solaio, sarebbe preferibile utilizzare materiali che garantiscono la traspirabilità degli elementi, riducendo l'impiego di cemento, a favore di altri leganti, come la malta idraulica naturale.

2. Gradi di integrazione/alterazione

L'intervento su di un solaio è molto problematico, innanzi tutto perché in caso di unità immobiliari differenti, sopra e sotto, sono possibili solo azioni parziali, spesso rese impossibili dai caratteri del solaio.

Un pavimento costituito da elementi posati, su malta o sabbia, può considerarsi



rimovibile, purché il pavimento venga ricollocato in sito; mentre se si dovesse rilevare la presenza di un pavimento gettato in opera, come il battuto in cocchiopesto o alla veneziana (raro nell'edilizia di base), si rende praticamente impossibile l'intervento dall'estradosso.

L'intervento dall'estradosso, stante la possibilità di rimozione del pavimento è, quindi, la soluzione più favorevole, perché consente, tanto di consolidare le parti strutturali del solaio, senza toccare le finiture in intradosso, quanto di modificare la stratigrafia del piano di posa.

L'intervento dall'intradosso del solaio risulta generalmente impossibile per la presenza in vista degli elementi strutturali, che condizionano fortemente la percezione dell'elemento, e delle eventuali finiture pittoriche. Laddove, tuttavia, si rilevasse la presenza di solai non significativi, già coperti con controsoffitti recenti, questi possono offrire una possibilità di intervento rapido ed efficace per contenere la climatizzazione del vano sottostante.

3. *Patologie energetiche*

Il solaio interpiano, di norma, non determina particolari situazioni di dissipazione energetica, né presenta consistenti risorse in termini di inerzia termica. Tuttavia, nei casi in cui sussista una differenza di temperatura di 4°K, tra i vani sovrapposti, si attivano dispersioni termiche, anche se non eccessivamente consistenti, come tra interno ed esterno.

4. *Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica*

Laddove si rende possibile un'integrazione nella stratigrafia del solaio, e i vani a contatto risultano possedere un differenziale termico elevato, si può valutare l'intervento di leggera coibentazione del solaio.

Tale intervento può essere realizzato anche sfruttando la presenza di un controsoffitto, di nuova realizzazione o sostituzione, quando il solaio non presenti elementi di pregio e debba essere occultato.

Per ovviare a difficoltà di riscaldamento del vano superiore, può prendersi in considerazione la possibilità di inserire un impianto radiante a pavimento, tenendo presente l'ispessimento che questa soluzione comporta.

Gli interventi più diffusi sono, tra i tanti:

- inserimento di pannelli isolanti al di sotto del pavimento;
- inserimento di pannelli isolanti al di sopra del controsoffitto, soprattutto se di nuova o recente realizzazione;
- massetto alleggerito con materiale isolante in granuli (sughero o legno).



Dettaglio del piano di appoggio di un camino, con voltina in arella e irrigidimento delle strutture lignee.

A.b.5. SOFFITTO/CONTROSOFFITTO

Soffitto | dal XVI secolo, termine indicante la chiusura superiore di un vano, la cui superficie può presentarsi voltata o piana.

Controsoffitto | elemento di finitura utilizzato per motivi di ordine estetico (coprire l'intradosso del solaio), decorativo e funzionale (creare un'intercapedine con funzione isolante, sia dal punto di vista termico che acustico). Molto diffuso nei secoli precedenti era l'uso del controsoffitto in canne e gesso, detto incannucciato, spesso a forma di volta a padiglione, che costituiva un buon supporto per decorazioni sia a stucco che dipinte.

UNI/TS 11300-1:2008

- 5.2. Calcolo degli scambi termici
- 6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (orientamento componenti involucro)
- 6.2. Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio
- 7.3. Confini delle zone termiche
- 11. Parametri di trasmissione termica

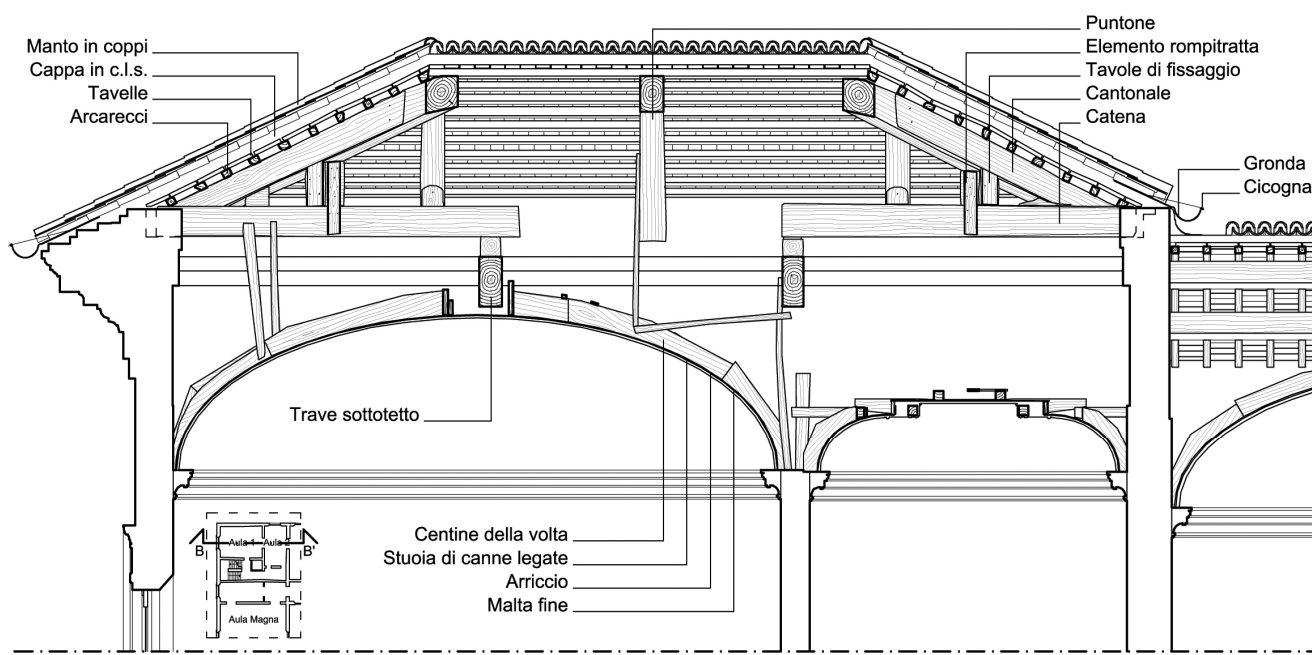
1. Descrizione

Il soffitto è un elemento tecnico molto diffuso nell'edilizia di base, soprattutto a partire dalla fine del XVI secolo fino a tutto il XIX secolo. Tradizionalmente è realizzato con stuoie di canne, dette "arelle", fissate su centine lignee, con superficie di completamento e finitura ottenuta con uno spesso strato di intonaco di gesso, eventualmente decorato.

La realizzazione di questa struttura persegue varie forme, in relazione alle quote di altezza del vano e alla struttura lignea del solaio, riconducibili a due famiglie:

- la volta vera e propria, di norma a padiglione molto ribassato, detta "a schifo" (tipico dell'edilizia di base, mentre in quella palaziale si trovano anche volte più complesse), appesa alle travi del solaio ed alla muratura laterale con centine composte da assi di riciclo di piccola dimensione, sagomate secondo le linee geometriche della volta, e appese con altri connettori lignei alle travi del solaio. In questa soluzione si forma una vera e propria intercapedine di aria, debolmente stagna, tra l'estradosso del soffitto in arella e l'intradosso del solaio. Questa soluzione è adottata prevalentemente negli interventi di ristrutturazione sei-settecenteschi, per abbassare le quote del vano, garantire un migliore riscaldamento dell'ambiente e consentire un cambio di stile decorativo secondo il

Rilievo di volte in arella ferraresi
(rilievo Marco Zuppirolì).



gusto del tempo, oltre che un maggiore livello di igiene e pulizia;

- serie di fodere, schiacciate tra le travi del solaio, una tecnica molto diffusa nell'edilizia di base, ed oggi spesso rimossa nel corso degli interventi di ristrutturazione, che permetteva di foderare le travi ed il tavolato, sempre con stuoie di canne, semplicemente chiodate sui travetti secondari e sulla trave stessa. Tale soluzione è tipica degli interventi di recupero tardo ottocenteschi e di inizio novecento, e consentiva di annullare la vista di un solaio non gradito, spesso non decorato o rustico, senza abbassare troppo la quota del vano.

Nelle soluzioni più moderne, risalenti alla seconda metà del novecento, si trovano controsoffitti piani, posti al di sotto delle travi o tra le travi stesse (messe anche in vista), con soluzioni in cartongesso o cemento steso su rete elettrosaldata.

Il soffitto o controsoffitto, oltre ad essere motivato da questioni di modifica del gusto, è finalizzato anche alla riduzione del volume del vano, ai fini del riscaldamento, e ad implementare, per quanto possibile, la coibentazione. Possiamo quindi ritenere che il soffitto, oltre ad elemento decorativo sia un vero e proprio presidio, alla stregua dei proto-impianti, di miglioramento delle condizioni termiche del vano, per combattere le rigide temperature invernali. La stuoia di canne, infatti, fissata con il gesso (meno traspirante della calce), possiede buone proprietà isolanti, tanto che il sistema è oggi riproposto in esperienze di isolamento a cappotto naturale.

Il soffitto, nella versione distaccata dall'intradosso del solaio, con cui forma un'intercapedine di aria, contribuisce ulteriormente al miglioramento della coibentazione tra i vani sovrapposti, durante la stagione invernale. L'aria ferma, in condizioni di scarsa ventilazione, costituisce, infatti, un buon sistema di isolamento naturale. Una debole quantità di aria stabile, in grado di aumentare la coibentazione, è presente anche nelle soluzioni aderenti al solaio, sebbene molto ridotta rispetto all'esempio precedente.

2. Gradi di integrazione/alterazione

Un soffitto storico, come quelli descritti nella prima parte del punto precedente, non ammettono interventi di alterazione o integrazione, perché costituiscono un elemento saliente della composizione architettonica del vano. Solo i soffitti posti all'ultimo piano, spesso messi in vista nel sottotetto, possono essere implementati nelle loro potenzialità di isolamento, lavorando sull'estradosso.

Laddove i controsoffitti risultino di nuova fattura e non si debba scoprirli, per mettere in vista solai di pregio compositivo e/o decorativo, è possibile intervenire sul controsoffitto stesso con sostituzioni o integrazioni, tanto in intradosso, quanto in estradosso.

3. Patologie energetiche

Per quanto riguarda il soffitto non si rilevano particolari patologie dal punto di vista dell'efficienza energetica, perché è una superficie aggiuntiva, una fodera



A sinistra

In alto, un soffitto ligneo in tavole con regoli posti in diagonale e borchie in legno dorato.

Al centro, l'estradosso di una cupola in arella, si riconoscono le centine lignee e le stuoie di canna palustre.

In basso, volta a padiglione in arella, con due strati di decorazione a secco.

dell'elemento struttura, non a contatto con l'esterno. Può essere, quindi, paragonata ad una contro-parete isolante.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

Tenendo conto del fatto che un soffitto storico è di per sé un elemento performante dal punto di vista dell'efficienza energetica del vano in cui si colloca, si ritiene che l'intervento di miglioramento debba essere ridotto ai minimi termini e solo nelle condizioni in cui sia assolutamente necessario aumentare la coibentazione dell'elemento. Va considerata, inoltre, la possibilità di intervenire sul solaio e non sul soffitto, per migliorare le condizioni di isolamento.

Nei casi di assoluta necessità, tra gli interventi percorribili, laddove sia possibile, si citano i seguenti:

- inserimento di pannelli isolanti, in materiale di natura organica e traspirante, al di sopra di nuovo controsoffitto;
- applicazione di lastre isolanti leggere, in materiale di natura organica e traspirante, all'estradosso di soffitto in arella, quando questo sia posto in vista e raggiungibile, ad esempio nel sottotetto;
- sostituzione di nuovo o recente controsoffitto, con nuova soluzione avente prestazioni migliori.



Esempio di solaio ligneo foderato con stuoie di canna e decorazioni a stucco.

A.b.6. COPERTURA

Copertura | parte di un edificio disposta in modo da limitare lo spazio interno verso l'alto, allo scopo di proteggerlo dagli agenti atmosferici: è perciò costituita da una struttura portante che sostiene un manto impermeabile (manto di copertura).

Manto di copertura | strato protettivo e di finitura della copertura, realizzabile con tegole, pannelli di lamiera ondulata o di resine sintetiche, lastre di materiali lapidei o altri materiali, in relazione anche alla tipologia edilizia e alle tradizioni costruttive locali.

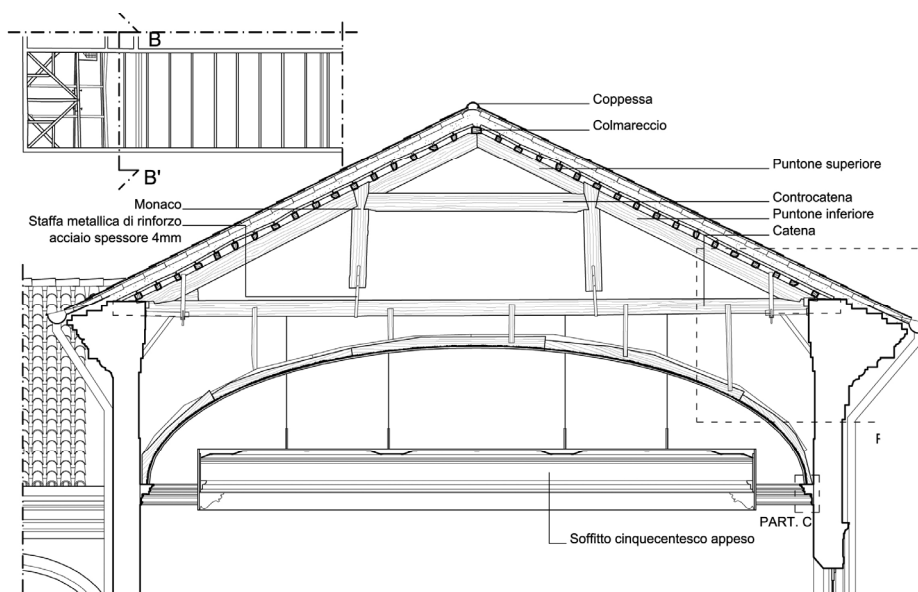
1. Descrizione

Nell'edilizia pre-industriale di base, la copertura è tradizionalmente a due falde, con linea di gronda parallela al fronte stradale. La profondità del corpo di fabbrica, anche in relazione alla tipologia edilizia, determina falde più o meno lunghe e colmi più o meno alti. Solo in condizioni angolari, quando sia avvenuta una rifusione importante di cellule edilizie più antiche, configurando una casa in linea mono o bifamiliare, il coperto presenta una terza falda, sempre su strada.

Dal punto di vista strutturale, si ha in prevalenza un elemento portante con un secondo ordine di travi, a sostenere un livello di listelli di piccole dimensioni che sorreggono quasi sempre tavelle in cotto (raro l'uso del tavolato, tipico di altre aree territoriali, anche ferraresi, e diffuso piuttosto in alcune ristrutturazioni recenti).

Nella scelta degli elementi portanti della orditura principale, che determinano poi il dimensionamento della seconda orditura, le soluzioni sono le più varie, anche in funzione della tipologia edilizia e della qualità diversificata che le abitazioni possono avere raggiunto:

- struttura non spingente con travi piane, in appoggio sui setti portanti laterali; tecnica molto diffusa, soprattutto nelle case a schiera di ridotte dimensioni, o nelle case in linea ottenute da rifusione di schiere precedenti, senza modifica del passo dei setti murari;



UNI/TS 11300-1:2008

- 5.2. Calcolo degli scambi termici
- 6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (orientamento componenti involucro)
- 6.2. Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio
- 7.3. Confini delle zone termiche
- 11. Parametri di trasmissione termica
- 14. Apporti termici solari

Sezione di una copertura ferrarese con capriata palladiana. Si osservi il rapporto di sovrapposizione, molto delicato, tra cornicione e manto di copertura (rilievo Marco Zuppiroli).



Manti di copertura in coppi.

- struttura spingente con puntoni (travi inclinate) in appoggio sulla facciata e il setto trasversale intermedio o su trave orizzontale di colmo; soluzione diffusa nell'edilizia di base, soprattutto nei tipi casa a corte e in linea;
- struttura non spingente a capriate, trasversali al fronte stradale; tipica dell'edilizia specialistica e palaziale, la si ritrova spesso anche in case a corte che si siano sviluppate come piccoli palazzetti, ma anche in alcune soluzioni in linea contraddistinte da ampi saloni.

Al di sopra del piano di tavelle può essere eseguito o meno uno strato di malta idraulica e, quindi, direttamente il manto in coppi.

La copertura non sporge quasi mai nei suoi elementi strutturali, rispetto al filo del muro, per la presenza, molto ricorrente, di cornicioni murari, anche di rilevanti dimensioni, che nascondono e inglobano le travi del coperto.

Poiché le coperture sono state, nell'ultimo secolo, l'unità tecnologica ove si sono maggiormente concentrati gli sforzi economici delle proprietà, con interventi di manutenzione ordinaria del manto e sottomanto e di manutenzione straordinaria, restauro, finanche alla ristrutturazione dell'intero sistema, non è facile trovare coperture che non siano state già alterate o integrate negli elementi componenti, anche se si può ritenere che le strutture portanti siano le più conservate.

Pertanto, entro l'innumerabile casistica, sono state adottate nel tempo le seguenti principali soluzioni:

- inserimento di onduline di impermeabilizzazione sottocoppo in lamiera o altri materiali (talvolta ancora amianto), oggi in via di progressiva sostituzione;
- inserimento, al di sopra delle tavelle, di lastre bituminose impermeabilizzanti;
- sostituzione dei coppi con altre tipologie di tegole, soprattutto marsigliesi (in via di dismissione con i successivi interventi di manutenzione);
- inserimento di pannelli o lastre isolanti, prevalentemente in lana di vetro, al di sotto dei listelli, tra trave e trave, poi mascherati da pannelli in truciolo o cartongesso;
- realizzazione di tetto ventilato, al di sotto del manto in coppi, con conseguente modificazione delle quote del tetto;
- inserimento, nel sottomanto, di consolidamenti in calcestruzzo armato;
- sostituzione completa della struttura lignea con solaio inclinato in latero-cemento.

Nelle abitazioni ove non siano intervenute consistenti ristrutturazioni, la copertura non copre mai ambienti destinati alla residenza; essa è sempre isolata e, in funzione dell'altezza e dell'organizzazione dei piani sottostanti, può coprire ambienti diversi, utilizzabili o meno. Si va dalla semplice intercapedine di separazione da un soffitto in arella, alla creazione di piccoli ambienti di deposito (soffitte), dotati o meno di aperture sull'esterno, fino alla definizione di veri e propri sottotetti, anche di ampie dimensioni, soprattutto quando la struttura portante è costituita da capriate.

Nelle più recenti ristrutturazioni, la tendenza allo sfruttamento di piani inutilizzati ha comportato diffusamente la messa in uso dei sottotetti, conferendo all'intradosso della

copertura, con i suoi elementi strutturali in vista, un ruolo estetico rilevante, anche dal punto di vista dell'attrazione immobiliare. Tale sfruttamento ha comportato, in molti casi, anche la distruzione di soffitti in arella, per sfruttare la quota in eccesso con soppalchi.

La copertura riveste un ruolo di primo piano nella determinazione dell'efficienza energetica di un edificio, tanto per quanto riguarda le dispersioni termiche in periodo invernale, per gli apporti gratuiti dovuti all'irraggiamento solare in periodo estivo.

2. Gradi di integrazione/alterazione

Tenendo fermo il principio della non modificabilità degli elementi originari che ancora assolvono correttamente alle principali funzioni statiche e di protezione dell'edificio, la copertura presenta numerosi limiti di alterabilità, soprattutto in relazione alle condizioni di contatto con gli altri elementi dell'edificio.

All'estradosso, il manto in coppi non può ritenersi modificabile o occultabile con elementi incongrui, in quanto partecipa fattivamente alla costituzione dell'ambiente urbano entro cui si pone. Si esclude quindi la possibilità, in ambito urbano, di occultare il manto con sovrapposizione di pannelli solari e/o fotovoltaici, né, tanto meno, di sostituire i coppi tradizionali con soluzioni tecnologicamente avanzate quali il coppo fotovoltaico o film fotosensibili, o anche solo con altri tipi di tegole.

All'intradosso, i limiti all'alterabilità sono dettati da molteplici aspetti. Un primo aspetto è connesso alla presenza o meno di un'intercapedine o di un vano di servizio non abitato, al di sotto della copertura, entro cui intervenire, senza toccare la copertura. Un secondo aspetto, laddove la condizione precedente non sussista, è legato alla conservatività o meno, in intradosso, degli elementi strutturali tradizionali. Se ancora sussistono le condizioni simili a quelle originarie, non è possibile occultare la struttura, diversamente, in caso di pregressi interventi sostitutivi, può valutarsi positivamente l'intervento di miglioramento in intradosso con controsoffitti coibentanti o meno.

Potrebbe ritenersi accettabile, perché non percepibile dall'esterno, l'intervento nella stratigrafia del coperto, tra le pianelle (o il tavolato) e il manto di copertura. Tuttavia, il progressivo aumento degli strati, ad esempio con intercapedini aerate e pannelli isolanti, determina un ispessimento della linea di gronda del tetto, che può contrastare sensibilmente con le proporzioni architettoniche del cornicione. L'inserimento di soluzioni aerate, sempre da valutarsi in funzione dell'uso del vano sottotetto, condiziona anche il posizionamento degli elementi di sfogo, che vanno adeguatamente valutati per non interferire con gli elementi tradizionali del manto.

3. Patologie energetiche

La copertura, nel suo uso tradizionale, non può considerarsi totalmente inefficiente: il problema si pone a seguito dell'eliminazione dell'intercapedine costituito dal sottotetto.





Sopra e sotto, esempi di copertura ferrarese con capriate e travi in appoggio non spingente.



Quando si perde il filtro costituito dal sottotetto, la copertura assume, da sola, il ruolo di involucro esterno superiore e, per la eliminazione del vano filtro, si determinano inefficienze climatiche negli ambienti più prossimi:

- dispersioni termiche in inverno, per l'assenza di strati isolanti (come è invece il tavolato nel solaio, ad esempio);
- accumulo termico, anche elevato, in estate, a causa del colore e della consistenza materica dei coppi che, sotto l'irraggiamento solare, possono raggiungere temperature elevate. Surriscaldandosi il coperto, si alza la temperatura della massa d'aria interna al vano dell'ultimo piano, senza la possibilità di sfruttare, di norma, coni d'ombra offerti da corpi più alti.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

Nel caso in cui si siano conservate soluzioni di intercapedine tra la copertura e il soffitto o il solaio dell'ultimo piano, gli interventi di miglioramento potrebbero ritenersi non necessari. In funzione delle condizioni al contorno e della tipologia di edificio può valutarsi l'esigenza di migliorare le condizioni di vita invernali o estive, ma sempre con interventi minimali e che non compromettano il naturale comportamento ambientale dell'edificio.

In tal senso alcuni degli interventi possibili e compatibili con i caratteri dell'immobile, possono essere:

- inserimento di pannelli isolanti in materiali organici e traspiranti, all'estradosso del soffitto o dell'ultimo solaio, così da isolare il vano abitato dal sottotetto non climatizzato;
- attivare sistemi di ventilazione naturale del sottotetto, flessibili in funzione della stagione, per sfruttare l'ambiente vuoto come intercapedine isolante o aerante, in base alle necessità;
- applicare pannelli isolanti all'intradosso della copertura, con soluzioni reversibili, per meglio coibentare l'intera struttura superiore dell'edificio.

Nel caso in cui la copertura sia posta in vista su di un ambiente residenziale, è necessario approntare una serie di interventi per mitigare tanto l'eccessivo surriscaldamento estivo, quanto la dispersione termica invernale; quindi soluzioni di coibentazione e/o ventilazione, in funzione delle necessità.

Tra i molteplici interventi, quelli percorribili, sempre valutando le criticità esposte nel precedente punto 2, sono:

- integrazione del pacchetto di copertura con intercapedine ventilata e strato isolante, ponendo attenzione a non innalzare eccessivamente il livello di gronda o a prevedere un nuovo disegno di completamento del cornicione;
- inserimento di pannelli isolanti, al di sopra del piano di pianelle;
- inserimento della sola ventilazione, al di sopra del piano di pianelle;
- isolamento a vista, in intradosso, purché non sussistano caratteri di interesse nelle strutture del coperto.

7.2. Fattori tecnico-impiantistici (B)

I fattori qui definiti tecnico-impiantistici costituiscono l'altro aspetto estremamente rilevante nella definizione dell'efficienza energetica dell'edificio. A differenza dei fattori geometrici e costruttivi, non si tratta più di elementi essenziali dal punto di vista compositivo e costruttivo, né di elementi tecnici prodotti e allestiti totalmente in cantiere, quanto di elementi che possono essere prodotti al di fuori dal cantiere, che rispondono a requisiti e prestazioni già di tipo industriale o proto-industriale e che sono installati per garantire all'edificio prestazioni dal punto di vista ambientale, non garantite dall'edificio stesso sue per mancanze, come nel caso dell'impianto di riscaldamento che supplisce alle dispersioni termiche, o in aggiunta, come nel caso degli impianti elettrici di illuminazione.

Entro questa famiglia di fattori, si riconoscono tutti quegli aspetti dell'edificio essenziali per contrastare gli effetti indesiderati del clima, attraverso l'allestimento di strumenti soggetti ad una variazione nell'uso, durante l'arco dell'anno o della giornata stessa. Elementi, potremmo dire "dinamici", in senso generale, permettono di essere gestiti in modo variabile, attivandolo o meno, aumentando e diminuendo la portata di un fluido, gestendoli in funzione delle variazioni climatiche e delle condizioni al contorno. Un concetto differente dai fattori di tipo costruttivo che, per quanto il flusso di calore vari nel tempo, non possono essere direttamente gestiti dall'utente.

Come vedremo nelle descrizioni seguenti, si tratta di fattori soggetti, più dei precedenti, a periodiche revisioni e ad aggiornamenti, in funzione dell'uso e dell'aggiornamento tecnologico. In particolare, gli impianti costituiscono, nel tempo, anche uno dei fattori di maggiore stress dell'edificio pre-industriale, in termini di impatto sulle strutture antiche, perché introdotti a partire da poco più di un secolo nella prassi costruttiva e spesso in contrasto con le rigidità proprie delle strutture originarie.

Proprio per chiarire le differenze tra i diversi fattori di questa ampia categoria, appartenenti in parte ad un processo di tipo pre-industriale, ed in parte alla prima industrializzazione fino a quella più attuale, essi sono stati suddivisi in tre famiglie di fattori tecnico-impiantistici. Le *opere finite* che attinengono ad aspetti di natura morfologica dell'edificio, ma che si riferiscono anche e soprattutto a comportamenti dinamici, quasi impiantistici. Una seconda famiglia, che abbiamo definito *proto-impianti*, è connessa alle forme spontanee di riscaldamento, Ed infine, gli *impianti industrializzati* di più recente introduzione e che oggi costituiscono una delle voci di spesa più importanti in una riqualificazione edilizia.

7.2.1. Opere finite (B.a.)

La prima famiglia sembrerebbe rimandare, più propriamente, agli aspetti morfologici e costruttivi dell'edificio, tanto che nella disciplina del Restauro sono tradizionalmente inseriti tra gli studi di caratteri costruttivi dell'edilizia, così come la disciplina tecnologica li classifica in qualità di elementi delle unità tecnologiche a carattere edilizio e non impiantistico.

Tuttavia, si è ritenuto che, in base alle caratteristiche di questi elementi, al processo di costruzione che li produce e all'uso dinamico che l'utenza ne fa, siano da considerarsi alla stregua di una sistema impiantistico, atti a mitigare le condizioni ambientali al contorno dell'edificio.

Tutti gli elementi individuati si riferiscono ai sistemi di chiusura e protezione delle aperture che contraddistinguono la muratura esterna, e costituiscono un aspetto molto importante dell'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica, sia per quanto riguarda il confinamento termico invernale che per la mitigazione dell'insolazione estiva.

I fattori tecnico-impiantistici connessi alle *opere finite* sono:

- B.a.1) Portone e Porta esterna
- B.a.2) Serramento e infisso (di finestra)
- B.a.3) Persiana
- B.a.4) Sportello
- B.a.5) Avvolgibile
- B.a.6) Scuro o contro-sportello
- B.a.7) Tenda (interna/esterna).

B.a.1. PORTONE E PORTA ESTERNA

Porta | apertura praticata in un muro per consentire l'ingresso o l'uscita; se è di carattere monumentale viene detta portale. Il termine indica anche l'imposta mobile con la quale si chiude il vano.

Portone | porta esterna d'ingresso più importante, per dimensioni e funzioni, delle comuni porte d'ingresso.

Infisso | parte fissa dell'opera di finitura che chiude un'apertura, ancorata agli elementi che ne definiscono il vano: stipiti, architravi e soglia. L'infisso è costituito da un telaio stabile, al quale è collegata una parte mobile, detto contro telaio o serramento.

1. Descrizione

Nell'edilizia tradizionale ferrarese il portone è sempre in legno massiccio, con una o più ante in funzione della dimensione del vano della porta.

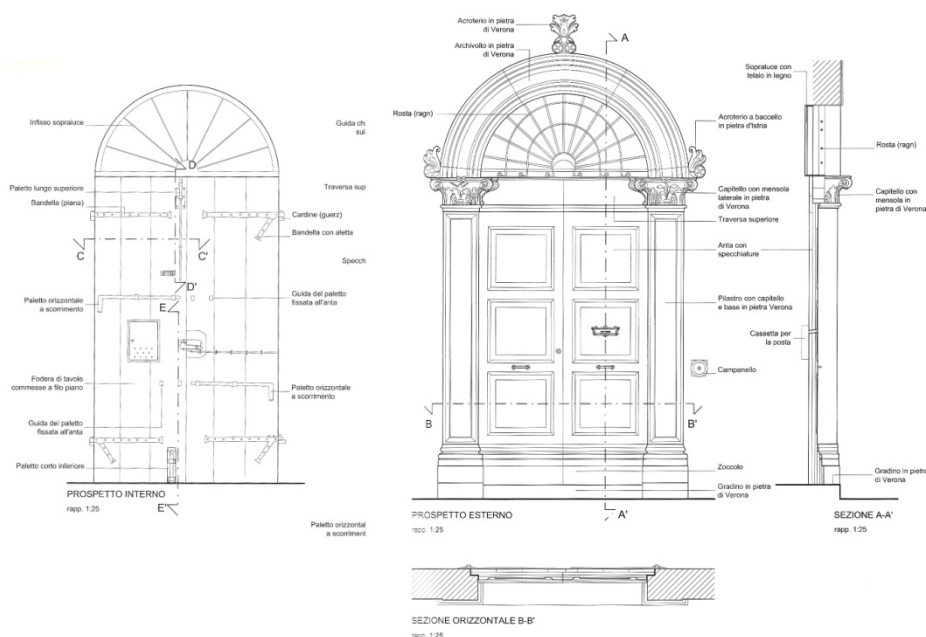
In molti casi, data la connessione diretta con l'androne di distribuzione, il portone è dotato di sopra-porta. Quest'ultimo, connotato all'esterno da una rosta di ferro, è probabile che non fosse dotato, in origine, di alcun serramento, perché distribuiva in un ambiente aperto, l'androne o la loggia. Allo stato attuale, tuttavia, è normale trovare un serramento vetrato, anche apribile, per consentire un uso più articolato dell'elemento, anche in considerazione dell'eventuale avvenuta chiusura dell'androne sul retro. Tale sopra-porta serviva, dal punto di vista figurativo, a risolvere, nell'edilizia di base, la presenza della lunetta a tutto sesto, posta in alto nell'arco che segna il foro, e ben distinta dalle ante del portone. Mentre nell'edilizia palaziale, l'anta è normalmente a tutta altezza.

A seguito di una intensa sostituzione dei portoni, caratteristica soprattutto dell'edilizia di base, si sono diffuse soluzioni molto discutibili, in ferro, lamiera, alluminio, anche con ante completamente vetrate, seppure opache, per aumentare la quota di illuminazione. Quest'ultimo aspetto è acuito dalla diffusione di trasformazioni nella destinazione d'uso ai piani terra, dove sono stati creati monocalci e bilocali per i

UNI/TS 11300-1:2008

- 5.2. Calcolo degli scambi termici
- 6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)
- 6.2. Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio
- 11. Parametri di trasmissione termica
- 12. Ventilazione
- 14. Apporti termici solari

Rilievo e immagine di un portone esterno in legno, con lunetta superiore vetrata.





Due esempi di errata trasformazione di una porta nel corso di un intervento recente.
 In alto, arretramento del portone, rispetto al foro del portale, con aumento della superficie disperdente e alterazione della composizione di facciata.
 In basso, inserimento di serramento vetrato, in luogo di precedente serramento ligneo.

quali si richiede un minimo di quota di illuminazione, non garantita dalle sole finestre. Di norma il portone non è in contatto diretto con l'unità immobiliare, ma distribuisce sull'androne o sul corpo scala.

Il portone è elemento di protezione e separazione, atto anche a preservare le condizioni climatiche interne, al variare di quelle esterne.

Il sopra-porta può servire anche per garantire un minimo di ventilazione all'androne e alla scala.

2. Gradi di integrazione/alterazione

Un portone esistente in legno deve essere restaurato, senza modificarne il meccanismo di apertura, gli elementi ed i materiali.

Un portone già sostituito, realizzato con materiali incongrui come l'acciaio o il vetro, diversamente, può essere sostituito, purché venga riproposto in legno.

3. Patologie energetiche

Dal portone possono provenire infiltrazioni d'aria, dovute all'assenza di giunti perfettamente stagni, e ai disassamenti naturali che l'elemento acquisisce nel tempo. Tuttavia questo aspetto diventa rilevante solo nei casi in cui l'ingresso avvenga direttamente dall'esterno alla casa, senza vani filtro condominiali o privati.

Allo stesso modo, sempre nelle condizioni più svantaggiose, per via della ridotta tenuta, il portone può costituire un elemento di dispersione termica sensibile. Soprattutto quando le ante lignee siano state sostituite con ante in ferro e vetro.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

Nel caso di portone originario, aperto su di uno spazio condominiale non climatizzato, si ritiene che gli unici interventi ammissibili siano quelli manutentivi, soprattutto dell'infisso del sopra porta (ove esistente) per garantirne l'apertura in estate.

Diversamente, nei casi di totale sostituzione con portone incongruo per tipologia e materiali impiegati, e soprattutto nei casi di sostituzione con portone vetrato, si deve procedere alla sostituzione, purché il nuovo portone venga realizzato in legno, o con rivestimento in legno.



B.a.2. SERRAMENTO E INFISSO (DI FINESTRA)

Finestra | apertura di qualsiasi forma e dimensione, praticata sulla facciata di un edificio per consentire l'illuminazione, la ventilazione degli ambienti e, in genere, la visione verso l'esterno. [...] In pratica con il termine finestra si intende in senso stretto il vano che si pratica su una parete, vano che può essere dotato o meno di un sistema di chiusura, il serramento.

Serramento | parte mobile dell'opera di finitura che chiude un'apertura; il serramento detto anche controtelaio, è collegato alla parte fissa (infisso o telaio). Il serramento è completato dalla presenza di elementi di schermatura, posti all'esterno, come protezione dagli agenti atmosferici (persiane, avvolgibili, ecc.), e all'interno per poter variare la luce proveniente dall'esterno (scuri, tende alla veneziana, ecc.)

Infisso | parte fissa dell'opera di finitura che chiude un'apertura, ancorata agli elementi che ne definiscono il vano: stipiti, architravi e soglia. L'infisso è costituito da un telaio stabile, al quale è collegata una parte mobile, detto controtelaio o serramento.

1. Descrizione

Almeno fino ai primi del novecento i serramenti delle finestre sono stati oggetto di manutenzioni e sostituzioni, sostanzialmente confermando tipologie e materiali della tradizione. Il serramento ha tendenzialmente un'apertura con meccanismo a doppia anta verticale; la struttura del telaio è realizzata in legno, mentre la specchiatura è chiusa con vetro singolo, con o senza divisori interni. Finestre molto alte possono essere suddivise in due telai, uniti ma indipendenti nell'apertura, tanto che nelle porte finestre, il più basso è generalmente tamponato con pannello in legno. Gli spessori dei telai sono molto ridotti e presentano tradizionalmente battuta semplice o doppia, senza interposizione di materiali gommosi.

Il serramento può poi essere dotato, all'interno, di uno scuro (si veda più avanti, fattore B.a.6.).

Le finestre sono uno degli oggetti più diffusi e, soprattutto negli ultimi anni, sono state modificate sensibilmente le tipologie e le dimensioni dei telai. Il materiale prevalente è ancora il legno, ma spesso è ridotto a semplice strato di finitura di telai

UNI/TS 11300-1:2008

- 5.2. Calcolo degli scambi termici
- 6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (orientamento componenti involucro)
- 6.2. Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio
- 11. Parametri di trasmissione termica
- 12. Ventilazione
- 14. Apporti termici solari



La finestra può essere dotata di numerose opere finite che vanno a costituire la chiusura, articolata in differenti componenti, tra i quali il serramento è l'elemento imprescindibile.



Dettaglio del vetro singolo di un infisso storico, ove si può prevedere l'inserimento di un doppio vetro a camera stagna.

in alluminio o plastica. La dimensione dei telai è oggi molto elevata, rispetto alle esili strutture antiche, condizionando molto la lettura dell'insieme della facciata, quando l'intervento non è condotto sull'intera unità edilizia. La suddivisione in due ante viene sempre più diffusamente eliminata, preferendo l'anta singola, che possiede una specchiatura vetrata più ampia e consente un agevole inserimento del doppio meccanismo di apertura, "a battente" e "a vasistas". Queste soluzioni vanno ritenute incongrue perché alterano la scansione tipica della finestra tradizionale.

In alcuni edifici si rileva ancora la presenza di doppi serramenti, tendenzialmente frutto di operazioni condotte negli anni '70 e '80 del novecento, volti a ridurre la dispersione termica e a favorire l'accumulo di energia dal sole. Il sistema in sé, se ben gestito, può anche apportare benefici in termini di termoregolazione, tuttavia l'infisso esterno è da ritenersi incongruo con i caratteri propri di tale edilizia. Solo rari casi di edilizia ottocentesca prevedevano il doppio serramento, quale soluzione concepita in fase con la costruzione (molto rari a Ferrara), ed in tal caso vanno mantenuti.

Anche la posizione del serramento, rispetto alla sezione della finestra, può variare sensibilmente. Nell'uso tradizionale, le finestre erano posizionate in una fascia mediana, spostata più verso l'esterno, mentre oggi si tende a preferire una posizione a filo interno. Tale posizione può alterare l'influsso, positivo o negativo, in funzione della stagione, dell'irraggiamento nell'accumulo di calore all'interno del vano. Si tenga conto che, in inverno, l'insolazione del vetro contribuisce con apporti significativi, seppure per brevi periodi, alla quota di energia gratuita in ingresso.

Il sistema finestra, grazie ai numerosi elementi tecnici che la compongono, costituisce uno degli aspetti più dinamici nel comportamento energetico dell'involucro. Presenta, infatti, funzioni estremamente variabili nell'arco dell'anno, ed anche antitetiche negli scopi: da sistema di schermatura a superficie di accumulo solare, dalla protezione dagli agenti atmosferici alla regolazione del ricircolo d'aria.

Esempio di doppio serramento ottocentesco



2. Gradi di integrazione/alterazione

Nel caso di recupero di un infisso, si ritengono ammissibili tutte le operazioni tipiche del restauro, dalla pulitura alla reintegrazione di parti. Se il vetro non costituisce elemento di pregio, perché sostituito e non più testimone di una lavorazione manuale, può prevedersi la sua sostituzione con doppio vetro e camera sottovuoto, di spessore ridotto, per migliorare in parte la trasmittanza dell'elemento, provvedendo ad integrare il telaio con ispessimenti interni, per consentire tale intervento. Possono, altresì, valutarsi positivamente cauti inserimenti di guaine in gomma, lungo la battuta del telaio, per migliorare la tenuta alle piccole correnti d'aria, senza però realizzare una soluzione completamente stagna.

Diversamente, si ritiene incongruo un intervento di totale sostituzione che vada ad inserire infissi nuovi a bassa trasmittanza e totalmente stagni, perché riducono eccessivamente le condizioni di traspirabilità dell'ambiente interno, soprattutto quando non si adotta una corretta gestione dei cicli di ventilazione naturale del vano.

Non si ritiene necessario, infine, prevedere l'impiego di vetri trattati superficialmente con filtri, per impedire gli effetti negativi dell'irraggiamento solare, perché la schermatura diretta può essere ovviata con altri sistemi già presenti nell'edilizia pre-industriale ferrarese, senza alterare la percezione cromatica del vetro naturale.

3. *Patologie energetiche*

Il serramento tradizionale e, soprattutto, il vetro singolo non presentano buone condizioni di efficienza, in termini di trasmittanza termica, e costituiscono forse il ponte termico più problematico dell'edificio storico. Va anche detto, tuttavia, che non rappresentano una superficie molto vasta, rispetto all'intero involucro, perché hanno più ridotte dimensioni delle finestre in uso nell'edilizia industrializzata.

Altro aspetto che può determinare una dispersione significativa, è la presenza di forti discontinuità nei giunti che favoriscono l'attivazione di spifferi d'aria. Questo aspetto va attentamente valutato perché non è il caso di annullarlo completamente, con guarnizioni e altri sistemi di protezione.

Altro aspetto rilevante, del quale spesso si tiene poco conto, è l'irraggiamento solare estivo, che va schermato il più possibile nel corso della giornata, perché le finestre contribuiscono a gran parte del surriscaldamento dei vani interni, molto più della muratura, ad esempio.

4. *Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica*

La finestra, quando recuperabile, non va sostituita, ma restaurata con idonei interventi di pulitura e reintegrazione delle parti lignee degradate.

Possono poi valutarsi, in funzione dell'originalità o meno del telaio e del vetro (dove i vecchi vetri, prodotti artigianalmente, sono spesso sostituiti con vetri industriali) interventi di integrazione del serramento, per migliorarne le caratteristiche prestazionali.

Ad esempio possono essere previsti:

- sostituzione del vetro singolo con lastra in doppio vetro, con camera d'aria o di altro gas compatibile con i caratteri dell'edificio, negli spessori minimi concessi dal settore produttivo, eventualmente prevedendo interventi di ispessimento del telaio;
- inserimento di guarnizioni nei giunti tra telaio e contro telaio, con materiali compatibili e reversibili;
- implementazione dell'anta con scuro interno, quando rimosso o inesistente.

Se il serramento dovesse risultare talmente degradato da essere irrecuperabile, o fosse già stato sostituito da un elemento nuovo, in altro materiale, va prevista la sua sostituzione con un infisso che ne riproduca la geometria, riducendo il più possibile gli spessori del telaio e garantendo tuttavia il rispetto dei requisiti minimi di trasmittanza richiesti dalla normativa.

Nell'intervenire sulla finestra, è comunque importante tenere conto di tutti gli elementi che concorrono al comportamento energetico della bucatina, dal serramento ai sistemi di schermatura e protezione, interni ed esterni.



Esempio di alterazione del serramento con realizzazione di anta unica a tutta ampiezza.

B.a.3. PERSIANA

Serramento | parte mobile dell'opera di finitura che chiude un'apertura; il serramento detto anche controtelaio, è collegato alla parte fissa (infilso o telaio). Il serramento è completato dalla presenza di schermatura, posti all'esterno, come protezione dagli agenti atmosferici (persiane, avvolgibili, ecc.), e all'interno per poter variare la luce proveniente dall'esterno (scuri, tende alla veneziana, ecc.)

Persiana | elemento di completamento dell'infilso di porte o finestre, con funzione di protezione dall'illuminazione diretta, pur consentendo l'aerazione e la parziale illuminazione degli interni.

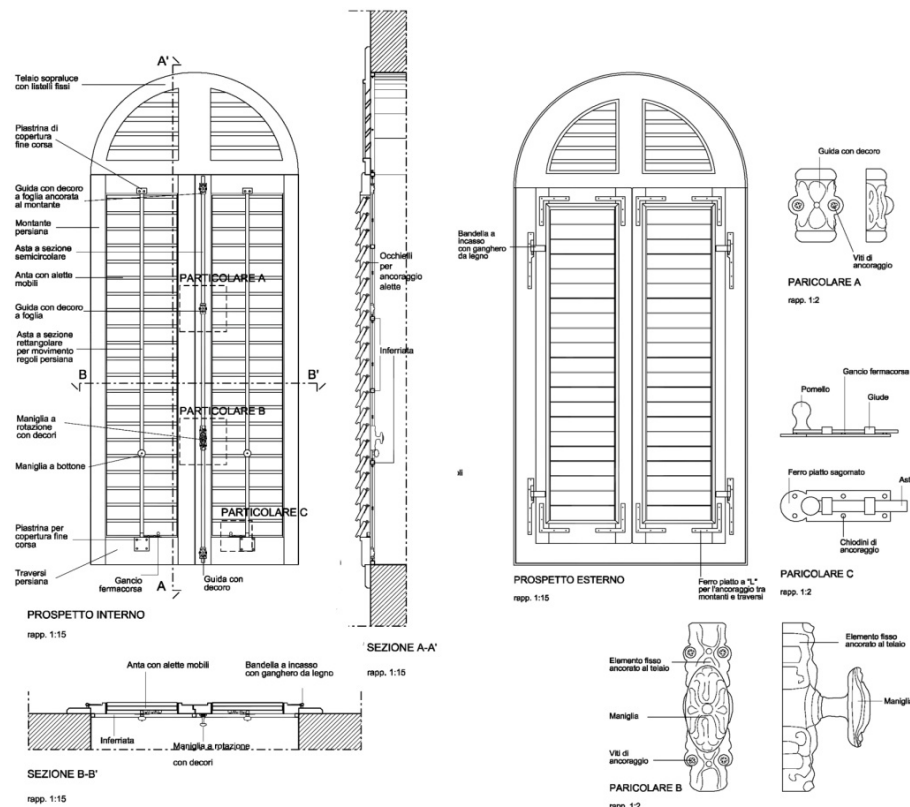
1. Descrizione

La persiana in legno è uno degli elementi di schermatura esterna della finestra più diffusi nell'edilizia ferrarese, tanto in quella pre-industriale quanto in parte di quella industrializzata.

In generale non è un elemento tecnico previsto, in fase con l'edificio, almeno nei casi più antichi, quando era probabilmente più diffuso lo sportello, ma si diffonde rapidamente in tutta l'edilizia, tanto che nel tardo XVIII secolo e, soprattutto, nel XIX secolo è ormai integrata appieno nella facciata.

La persiana, nell'edilizia di base, è composta almeno da due ante verticali, le cui specchiature sono dotate di lamelle piatte ad inclinazione 45°. Molto diffusa è la variante con la gelosia nella parte bassa, ovvero un settore della specchiatura che può alzarsi verso l'esterno, con perni in ferro per lasciarla aperta o meno. Modelli ancora più articolati e di più recente fattura consentono anche l'orientamento delle lamelle, fino a sovrapporre completamente, ottenendo l'effetto di un vero e proprio sportello esterno.

UNI/TS 11300-1:2008	
5.2. Calcolo degli scambi termici	
6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (orientamento componenti involucro)	
6.2. Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio	
11. Parametri di trasmissione termica	
12. Ventilazione	
14. Apporti termici solari	



Rilievo di una persiana con lamelle inclinabili
(rilievo: studenti del Laboratorio di Sintesi in Restauro, A.A. 2005/06, Facoltà di Architettura di Ferrara)

La persiana è, infine, dotata di numerosi elementi speciali in ferro che permettono, ad esempio, di ancorarla alla muratura (o alla cornice della finestra), di bloccarla alla sua massima apertura, o di bloccare le due ante in diverse posizioni di semi apertura.

La persiana, nella sua configurazione più diffusa, ovvero con lamelle fisse, ha la funzione prevalente di filtrare la luce e, quindi, di mitigare l'irraggiamento solare sul vetro della finestra. Ma ha anche la funzione di protezione dell'interno, dall'intrusione visiva o fisica, quando il serramento vetrato è aperto, così da garantire una chiusura e, al contempo, una leggera dose di ventilazione.

Data la molteplicità di posizioni che le ante possono assumere, le potenzialità d'uso della persiana si concretizzano attraverso un uso flessibile e dinamico dell'elemento.

Nella stagione fredda, riduce leggermente le dispersioni termiche notturne (ma da questo punto di vista è più funzionale uno sportello esterno o uno scuro interno), e va aperta durante il giorno per favorire l'irraggiamento solare sul vetro.

Nella stagione calda, soprattutto sui fronti soggetti a forte insolazione, aiuta a mitigare il surriscaldamento interno: di notte può essere aperta o chiusa, lasciando aperto il vetro interno, per garantire il ricircolo d'aria, quindi va chiusa nei momenti di maggiore esposizione al sole, riducendo drasticamente l'irraggiamento del vetro, per poi essere riaperta la sera, al tramonto, per favorire nuovamente l'uscita del calore accumulato dal vano.

2. Gradi di integrazione/alterazione

La persiana, ove esistente e in condizioni conservative buone, non va rimossa, né tantomeno sostituita con altro elemento diverso per tipologia o materiale.

L'intervento di restauro deve comportare esclusivamente opere di pulitura, consolidamento e reintegrazione delle parti irrecuperabili.

Nei casi di assenza di tale elemento può valutarsi un nuovo inserimento, compatibilmente con la composizione della facciata, purché realizzato secondo i modelli della tradizione e con materiale ligneo.

3. Patologie energetiche

La persiana non presenta particolari problemi dal punto di vista energetico, a meno che non sia stata realizzata con materiali diversi dal legno, quali la plastica o l'alluminio, che alterano il comportamento caratteristico di risposta all'irraggiamento e alla dispersione termica.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

In linea di massima, si preferiscono interventi di restauro delle persiane preesistenti, senza modifiche al meccanismo di funzionamento o ai materiali.



Una persiana a doppia anta con gelosia inclinabile.

Laddove non si possa recuperare la persiana originaria, o essa sia stata sostituita con materiali moderni, può valutarsi l'adozione di nuove persiane in legno, anche con alette mobili, soprattutto nei casi di forti dispersioni termiche, per ottenere di notte una coibentazione simile a quella data dallo sportello.

Esempio, non molto diffuso, di persiana ad anta unica, con disegno a simulare una conformazione a doppia anta.



Esempio di classica persiana a doppia anta



B.a.4. SPORTELLO

Serramento | parte mobile dell'opera di finitura che chiude un'apertura; il serramento detto anche *controtelaio*, è collegato alla parte fissa (*infixo* o *telaio*). Il serramento è completato dalla presenza di elementi di schermatura, posti all'esterno, come protezione dagli agenti atmosferici (*persiane*, *avvolgibili*, ecc.), e all'interno per poter variare la luce proveniente dall'esterno (*scuri*, *tende alla veneziana*, ecc.)

1. Descrizione

Lo sportello esterno, in sostituzione della persiana, è un elemento non diffusamente presente nell'edilizia di base ferrarese; forse poteva caratterizzarla in epoche più antiche, ma è stato progressivamente sostituito per via della diversa funzionalità della persiana, soprattutto nelle facciate stradali. Permangono alcuni esempi, spesso dovuti al gusto personale del proprietario ma anche connessi all'orientamento della facciata o al suo ruolo, sui prospetti interni, eventualmente non ben esposti al sole, ove si tende a preferire lo sportello, più economico e funzionale.

La gran parte degli sportelli ancora esistenti sono in semplici assi di legno, con elemento di irrigidimento trasversale, posto sul lato interno. Si riscontrano tuttavia anche esemplari di sostituzione in plastica o alluminio verniciati.

A differenza della persiana, lo sportello non presenta particolari ferramente di manovra, se non per l'ancoraggio e il blocco dell'anta aperta.

Lo sportello ha lo scopo di occultare totalmente la luce in ingresso e di coibentare la finestra nelle ore fredde, isolamento ottenuto grazie alla presenza del legno e dell'intercapedine di aria che si viene a formare tra vetro e sportello, entro il foro esterno della finestra.

2. Gradi di integrazione/alterazione

Uno sportello in legno, esistente e ancora funzionante, non va sostituito con un nuovo elemento, ma restaurato.

Nel caso di orientamento a sud, con forte insolazione, laddove non si sia già provveduto all'inserimento di una persiana in tempi precedenti, può essere valutata l'opportunità di una sua sostituzione con elemento di schermatura a sportello, sempre che l'intervento sia omogeneo nell'intera facciata.

Può altresì valutarsi l'opportunità di inserire, all'interno degli strati del pannello, una lastra isolante, per migliorare le caratteristiche di coibentazione, durante le ore notturne.

3. Patologie energetiche

Lo sportello non presenta particolari patologie energetiche, alla stregua della persiana.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

Stante la necessità di restaurare gli sportelli ove esistenti, può valutarsi l'opportunità, se strettamente necessario, di dotare lo sportello di un ulteriore strato di isolamento, senza comprometterne la lettura e i materiali.

UNI/TS 11300-1:2008

- 5.2. Calcolo degli scambi termici
- 6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)
- 6.2. Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio
- 11. Parametri di trasmissione termica
- 14. Apporti termici solari

Esempi di sportelli lignei



B.a.5. AVVOLGIBILE

Serramento | *parte mobile dell'opera di finitura che chiude un'apertura; il serramento detto anche controtelaio, è collegato alla parte fissa (infixo o telaio). Il serramento è completato dalla presenza di elementi di schermatura, posti all'esterno, come protezione dagli agenti atmosferici (persiane, avvolgibili, ecc.), e all'interno per poter variare la luce proveniente dall'esterno (scuri, tende alla veneziana, ecc.)*

Avvolgibile | *elemento di schermatura della luce, costituito da una serie di stecche parallele di legno, metallo o materie plastiche, legate tra loro in modo da potere essere avvolte su se stesse.*

1. Descrizione

Gli avvolgibili sono considerati elementi incongrui nell'ambito dell'edilizia pre-industriale, sia dal punto di vista tipologico e costruttivo che energetico, e pertanto va considerata la necessità della loro rimozione e sostituzione con altri sistemi equivalenti e di tipo tradizionale.

Sono, infatti, il frutto di interventi di aggiornamento tecnologico recenti, risalenti in prevalenza agli anni '60/'70 del novecento, che hanno compromesso la lettura dei caratteri della facciata, anche sottraendo elementi tradizionali preesistenti.

2. Gradi di integrazione/alterazione

Totale compatibilità della sostituzione dell'elemento con sistemi di schermatura esterni, quali la persiana o lo sportello, previo ripristino delle discontinuità murarie provocate dall'inserimento dell'avvolgibile.

3. Patologie energetiche

L'avvolgibile, a volte realizzato in legno, ma spesso in alluminio o plastica, possiede una minima capacità di riduzione delle dispersioni termiche, durante l'uso notturno.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

Viene ammessa la totale rimozione e sostituzione con elemento tecnico in grado di svolgere una funzione analoga, derivato tuttavia della tradizione costruttiva locale.

Alternative sostitutive sono quindi:

- la persiana;
- lo sportello;
- la tenda esterna.

UNI/TS 11300-1:2008

5.2. Calcolo degli scambi termici

6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)

6.2. Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio

11. Parametri di trasmissione termica

14. Apporti termici solari



B.a.6. SCURO O CONTRO-SPORTELLO

Serramento | parte mobile dell'opera di finitura che chiude un'apertura; il serramento detto anche controtelaio, è collegato alla parte fissa (infixo o telaio). Il serramento è completato dalla presenza di elementi di schermatura, posti all'esterno, come protezione dagli agenti atmosferici (persiane, avvolgibili, ecc.), e all'interno per poter variare la luce proveniente dall'esterno (scuri, tende alla veneziana, ecc.)

Scuro | elemento opaco di schermatura della luce, che viene montato nella parte interna del serramento, in corrispondenza di ogni anta.

1. Descrizione

Lo scuro, anche detto scuretto o contro-sportello, è un componente del serramento, un tempo molto diffuso nell'edilizia di base, poi progressivamente sottratto all'uso, tanto da non sussistere nemmeno nella nuova costruzione.

Esso è composto da semplici pannelli lignei, della dimensione della specchiatura vetrata della finestra, ancorati al telaio mobile, in modo da potersi aprire e chiudere indipendentemente dall'apertura o meno del serramento.

L'anta è di norma sagomata in modo da incastrarsi perfettamente nel telaio, senza tuttavia toccare il vetro, così da lasciare una sottile intercapedine d'aria. Il fronte interno può essere liscio o sagomato e rifinito con motivi decorativi anche pittorici.

Lo scuro assolve alla doppia funzione di isolare il vetro dal calore interno al vano e di bloccare l'ingresso di luce dall'esterno, senza usare l'eventuale sistema di schermatura posto in esterno.

2. Gradi di integrazione/alterazione

Lo scuretto, ove presente, non va assolutamente rimosso, ma restaurato e messo in funzione. Può eventualmente essere integrato con nuovi strati.

3. Patologie energetiche

Non presenta alcuna patologia.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

In linea di massima, uno scuro esistente non richiede interventi di miglioramento, ma nel caso in cui si ritenga che il suo spessore non sia in grado di ridurre le dispersioni del vetro, può valutarsi l'opportunità e la possibilità tecnica di ispessire lo scuro con un pannello isolante aggiuntivo, sempre che ciò non comprometta la qualità complessiva del telaio e delle specchiature della finestra.

UNI/TS 11300-1:2008

- 5.2. Calcolo degli scambi termici
- 6.1. Dati relativi alle caratteristiche tipologiche dell'edificio (*orientamento componenti involucro*)
- 6.2. Dati relativi alle caratteristiche termiche e costruttive dell'edificio
- 11. Parametri di trasmissione termica
- 14. Apporti termici solari

Scuro sagomato secondo le specchiature del serramento.



B.a.7. TENDA (INTERNA/ESTERNA)

1. Descrizione

La tenda, sia impiegata in interno che in esterno, costituisce un elemento tradizionale dell'edilizia di base: e particolarmente a Ferrara, la tendina esterna a pacchetto è diventato un elemento caratteristico, dopo la lunga stagione di restauri stilistici di fine ottocento ed inizio novecento.

La tenda interna ha lo scopo di mitigare la radiazione luminosa incidente, distribuendo la luce nell'ambiente e, se dotata di doppia tenda, di cotone chiaro leggero e di tessuto più spesso all'esterno, può anche costituire un buon sistema di isolamento, suppletivo agli altri già discussi.

Lo tenda esterna, composta da un cotone molto spesso e semirigido, rivestito di materiale impermeabile, prevalentemente di colore rosso scuro, è molto diffusa, anche in aggiunta alla presenza di una persiana e/o di uno scuro interno. Può contribuire a ridurre l'irraggiamento solare, anche se con prestazioni minori rispetto alla persiana, mentre il suo contributo all'isolamento può considerarsi nullo.

2. Gradi di integrazione/alterazione

La tenda può essere sostituita tranquillamente in quanto non costituisce un elemento di antica tradizione, purché il suo uso, nell'ambito di una facciata, sia il più coerente possibile, evitando distribuzioni irregolari ed eterogenee nei materiali e meccanismi.

3. Patologie energetiche

Nessuna di rilievo, a parte il fatto che non contribuisce all'isolamento termico.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

La tenda può essere rimossa o sostituita, purché coerentemente con le altre finestre della facciata.

Tende esterne in cotone, possono assumere diverse posizioni di apertura.



7.2.2. *Proto-impianti* (B.b.)

Con questa famiglia di fattori si inizia ad entrare nel vivo di quei sistemi più prettamente a carattere impiantistico, da sempre utilizzati per risolvere il problema del clima interno all'abitazione.

Per quanto l'edificio, nelle sue parti costruttive e di finitura, assolve alla funzione principale di protezione dell'uomo, non sempre è in grado di garantire standard qualitativi elevati, anche in relazione alla richiesta sociale di ciascun momento storico. In particolare, tale questione era particolarmente sentita, nel passato e alle latitudini di Ferrara, in riferimento al solo riscaldamento invernale⁷.

I così detti proto-impianti sono quei dispositivi energetici (di tipo dinamico) o che comunque consentono di soddisfare le deficienze dell'edificio, realizzati in epoca pre-industriale, direttamente in fase con la costruzione della fabbrica (come i camini) o mediante produzione artigianale (stufe, forni).

I fattori tecnico-impiantistici connessi ai *proto-impianti* sono:

- B.b.1) Camino, caminetto
- B.b.2) Stufa
- B.b.3) Forno e dispositivi per la cottura.

B.b.1. CAMINO, CAMINETTO

Camino | condotto verticale avente lo scopo di disperdere, a una conveniente altezza dal suolo, i prodotti volatili della combustione [...]. Il termine camino, utilizzato nel significato di forno, indica l'insieme degli elementi disposti per ospitare il fuoco, cioè il focolare e la cappa.

UNI/TS 11300-1:2008

5.2. Calcolo degli scambi termici

13. Apporti termici interni

1. Descrizione

La presenza di camini nell'edilizia ferrarese è diffusamente confermata dalla presenza di canne fumarie (a sbalzo o ad incasso) leggibili nelle murature delle facciate su strada e su molte di quelle interne, oltre che dai numerosi comignoli presenti in copertura, al di sopra dei comicioni.

Il camino era tradizionalmente presente in tutte le stanze principali dell'abitazione adibite alla sosta prolungata (sala, camere da letto), a partire dal piano primo fino all'ultimo. Quasi sempre il camino è posto sulla controfacciata principale, quella generalmente non soggetta ai carichi del solaio, ed è costituito da un piano sporgente in pietra refrattaria, con incorniciatura in pietra o mattoni, più o meno importante in funzione della disponibilità economica della proprietà e delle dimensioni della sala, a coronare l'ampia bocca del camino.

In molti vani i camini sono stati rimossi per via dell'introduzione dell'impianto di riscaldamento ad acqua, così da liberare più spazio utile nell'ambiente; tuttavia la loro antica presenza è rilevabile dalle tracce della canna fumaria sulla muratura, o dalla struttura del solaio sottostante, che prevede la presenza di voltine o irrigidimenti per sostenere il peso della pietra di base. I cavedii delle canne fumarie non più utilizzate costituiscono una risorsa strategica per il passaggio dei nuovi impianti all'interno di un edificio pre-industriale, senza dovere intaccare la muratura portante.

La posizione in controfacciata, in posizione simmetrica tra le due finestre che di norma connotano i vani di abitazione, tanto nelle tipologie a schiera quanto nelle altre, aveva anche la funzionalità di impedire una rapida dispersione del calore prodotto verso le finestre e di garantire l'attivazione di flussi di calore, rivolti esclusivamente verso le pareti cieche.

Quando il camino non era utilizzato, per ridurre le dispersioni termiche dovute al ridotto spessore del muro esterno, lungo la canna e il fondo del camino stesso, si collocava un pannello ligneo a chiuderne la bocca, così da isolare lo spazio cavo dal resto del vano.

2. Gradi di integrazione/alterazione

I camini esistenti vanno conservati, anche quando non più attivi, per ragioni connesse alla valenza testimoniale.

Nel caso non fossero utilizzati, si può valutare la predisposizione di soluzioni isolanti, magari mobili, per proteggere dalle dispersioni invernali e, al contempo, consentire di sfruttare anche la ventilazione naturale che il camino può garantire al vano.

Camino monumentale, con decorazione della cappa superiore.



3. *Patologie energetiche*

La parete di fondo del camino e di tutta la cappa, costituiscono tratti di muratura ad elevata dispersione termica; così come la canna, se l'elemento non è utilizzato, può favorire la dispersione del calore interno, durante l'inverno, con notevole aggravio dei costi per il riscaldamento.

4. *Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica*

Se il camino è in uso, non si rileva la necessità di interventi di isolamento, perché il calore dei fumi di evaporazione, contribuisce ad evitare le dispersioni. Tuttavia, è auspicabile dotarlo di un pannello di chiusura da utilizzare, all'occorrenza, nei lunghi periodi di mancato uso, o in alternativa di botole di chiusura sulla canna; pannello o botola che può anche gestire la ventilazione naturale del vano nel periodo estivo.

Se il camino è inutilizzato va comunque conservato, ma si può valutare di migliorarne la coibentazione, ad esempio con:

- inserimento di pannello isolante sul fondo della parete, occludendo la canna di esalazione dei fumi;
- apposizione di un pannello frontale, dotato di elevato potere isolante.

Nel caso in cui il camino sia stato rimosso, ma permanga la traccia della canna fumaria, ancora intatta ed utilizzabile, può prevedersi l'implementazione di un nuovo camino, anche eventualmente prefabbricato. In tal caso le misure e i meccanismi di funzionamento sono molto differenti, garantendo, al contempo, minori dimensioni ed una più elevata efficienza energetica.

Se il camino non è più esistente, ma è rimasta traccia della canna fumaria, questa può essere impiegata produttivamente come "vano tecnico" per il passaggio degli impianti.



Tipico camino posto tra due finestre, con cornice in pietra.

B.b.2. STUFA

UNI/TS 11300-1:2008

13. Apporti termici interni

1. Descrizione

Agli inizi del novecento le stufe erano molto diffuse nell'edilizia di base, perché permettevano di essere implementate in vani dove mancavano i camini, fungendo anche da scaldavivande, mantenendo molto a lungo il calore, rispetto ad un camino.

Il vantaggio della stufa, rispetto al camino, è la sua capacità di riscaldare per radiazione e non attivando moti convettivi, oltre a ridurre la dispersione del calore prodotto nella combustione.

Con l'introduzione del riscaldamento ad acqua calda, sono progressivamente scomparse o cadute in disuso, anche per gli effetti indesiderati in termini di deposito di polveri che comportavano e di approvvigionamento di combustibile. Solo negli ultimi anni, con la diffusione del pellet e dei più recenti combustibili organici, si sta recuperando quest'uso, con le nuove generazioni di stufe che permettono di scaldare ambienti anche ampi, con costi e consumi molto interessanti.

2. Gradi di integrazione/alterazione

La stufa possiamo ritenere che non esista più nella quasi totalità delle abitazioni, tuttavia, non si esclude la possibilità di un nuovo inserimento, per risolvere, ad esempio, il problema connesso con l'adduzione dell'acqua calda ai tradizionali termosifoni. Ponendo molta attenzione alla compatibilità dell'elemento con il contesto ambientale interno e, in particolare modo, al passaggio della cappa di evacuazione fumi lungo cavedii preesistenti.

3. Patologie energetiche

La stufa lavora per combustione, quindi introduce polveri nell'ambiente esterno: tali aspetti possono, tuttavia, valutarsi anche in funzione dei consumi medi di una caldaia, o dell'impiego di combustibili eco-compatibili di nuova generazione.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

La stufa è un elemento tecnico autonomo, che va inteso esso stesso come strumento per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio, nel suo complesso; tenendo giustamente conto delle tipologie di sistemi di climatizzazione adottati e di un loro corretto equilibrio.

Esempio di stufa recente, all'interno dell'ambiente cucina.



B.b.3. FORNO E DISPOSITIVI PER LA COTTURA

1. Descrizione

La zona delle cucine è sempre stata presente nell'edilizia di base ed era spesso attrezzata in una stanza autonoma, nei casi più semplici l'unica sala comune, oppure in prossimità della sala. La sua collocazione non è sempre riconoscibile e riproducibile oggi, a causa delle trasformazioni e parcellizzazioni subite nel tempo dalle unità immobiliari.

Resta il fatto che la cucina era un ambiente che produceva calore, per via della presenza del camino, o del forno e di tutti i dispositivi, anche di natura artigianale, che caratterizzavano tale spazio.

Nelle soluzioni più antiche il camino era il punto di fuoco più importante e spesso l'unico, affiancato, nel tempo, da piccoli forni in muratura dotati di piastre superiori, ad attivare un funzionamento simile a quello delle piastre elettriche odierne.

Questa descrizione non ha lo scopo di presentare un aspetto ancora presente nell'edilizia, ma semplicemente di portare all'attenzione un fattore, quello dei dispositivi per la cucina, che caratterizza l'edilizia residenziale fin dall'antichità.



L'area del forno e dei dispositivi della cucina in una immagine di altri tempi.

7.2.3. Impianti industrializzati (B.c.)

Con quest'ultima categoria di fattori tecnico-impiantistici, si entra nel vivo di un capitolo molto importante della dotazione impiantistica di un edificio: gli impianti di climatizzazione invernale ed estiva; fattore con numerose ricadute, come si è più volte sottolineato, nella valutazione dell'efficienza energetica. Questi elementi sono stati definiti impianti industrializzati per distinguerli dai proto-impianti, rispetto ai quali hanno totalmente perso quel carattere di spontaneità ed artigianalità che caratterizza i primi, per acquisire un ruolo sempre più specialistico, come prodotti di un processo prettamente industriale. La loro apparente estraneità alle specificità dell'edificio tradizionale ha spesso determinato l'impatto negativo, dal punto di vista figurativo, conservativo e prestazionale che hanno avuto nel corso del novecento.

Oggi si assiste ad una sempre maggiore sperimentazione, che porta all'introduzione di soluzioni tecniche sempre più performanti e adattabili alle complesse situazioni presentate da un edificio pre-industriale.

Il rapporto tra gli impianti e l'edificio pre-industriale è molto complesso e affrontato in numerosi studi e trattati, ma viene di norma analizzato più dal punto di vista della compatibilità architettonica, che sotto l'aspetto energetico. L'argomento è molto vasto e complesso e richiederebbe uno studio specifico per evidenziare tutte le ricadute sull'efficienza energetica dei singoli interventi. Degli impianti, sia che si tratti di nuova installazione, ancor più in caso di restauro/ristrutturazione, è necessario indagare tutti gli aspetti connessi alla generazione, distribuzione, regolazione ed emissione, descrivendo di ogni caso le caratteristiche e le ricadute sul comportamento energetico dell'impianto e, quindi, dell'edificio.

Nell'ambito di questo studio, si è pertanto valutato di offrire una nota sintetica delle due categorie di impianti di climatizzazione, escludendo la descrizioni di molti degli impianti, di uso contemporaneo, che interagiscono con l'edificio pre-industriale (così come con quello di nuova costruzione), quali ad esempio l'impianto elettrico di potenza, l'impianto idrico-sanitario, e così via, perché non hanno una ricaduta importante sul comportamento energetico dell'edificio. Anche alcuni impianti specialistici, come ad esempio quello di ventilazione meccanica, non sono stati considerati perché difficilmente previsti negli interventi sulla residenza, quanto piuttosto su quelli del terziario, degli uffici pubblici o del commerciale.

I fattori tecnico-impiantistici connessi agli *impianti industrializzati* sono:

- B.c.1) Impianto per la climatizzazione invernale
- B.c.2) Impianto per la climatizzazione estiva.

B.c.1. IMPIANTO PER LA CLIMATIZZAZIONE INVERNALE

Climatizzazione | operazione di regolazione della temperatura e del tasso di umidità all'interno di un ambiente, per mezzo di apposite apparecchiature.

1. Descrizione

L'impianto di riscaldamento è da tempo uno dei fattori impiantistici di maggiore rilevanza nelle operazioni di restauro di edifici pre-industriali.

Per quanto l'impianto ad acqua sia quello prevalente, non va totalmente esclusa la presenza, in particolari situazioni, di altre tipologie di impianto, prevalentemente ad energia elettrica.

Negli ultimi anni si è assistito anche ad una diffusione dei pavimenti radianti, con serpentine mascherate al di sotto del pavimento, che consentono di rimuovere i tradizionali radiatori e di distribuire omogeneamente il calore, senza forzare l'attivazione di moti convettivi nell'ambiente, con riduzione dei consumi e qualità nel risultato, soprattutto negli ambienti molto alti.

Un fattore di rilevante importanza nell'impianto di riscaldamento è la caldaia, ormai presente in quasi tutte le unità immobiliari, in soluzione prevalentemente autonoma.

Negli ultimi anni, a Ferrara, si è diffuso anche il teleriscaldamento, con impianto di geotermia comunale, che permette di ridurre i costi e i consumi dovuti alla combustione di gas, allacciando il proprio impianto di distribuzione alla rete comunale.

L'impianto di riscaldamento non presenta particolari casistiche in questo ambito territoriale, pertanto non si approfondirà ulteriormente la descrizione.

2. Gradi di integrazione/alterazione

Considerando che un impianto di climatizzazione invernale ormai esiste nella quasi totalità delle abitazioni, è necessario sfruttare il più possibile le tracce e i punti di collocamento della rete e delle unità terminali preesistenti, in caso di nuovo intervento di sostituzione.

Laddove, tuttavia, esistono ancora unità terminali in ghisa, sarebbe opportuno conservarle, magari spostandole di collocazione in funzione dell'utilità, per non perdere tracce di una testimonianza impiantistica risalente anche solo ai primi del novecento.

Sicuramente l'implementazione con radianti elettrici è meno invasiva, perché richiede il solo allestimento di una presa di corrente, ma va valutata attentamente l'efficacia in funzione del consumo.

3. Patologie energetiche

Nell'edilizia storica, uno dei problemi più importanti dell'impianto di riscaldamento, è connesso al collocamento delle unità terminali che, per ragioni di uso degli spazi,

UNI/TS 11300-1:2008

- 7.1. Individuazione del sistema edificio-impianto
- 10. Durata della stagione di riscaldamento e raffreddamento
- 13. Apporti termici interni

UNI/TS 11300-2:2008

- 5. Fabbisogno di energia termica utile
- 6. Criteri, metodi e finalità di calcolo

vengono spesso collocati nelle nicchie sotto il bancale della finestra. In queste zone, il muro esterno è di ridotte dimensioni e determina importanti dispersioni termiche, rendendo, in parte, poco efficace il sistema.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

La sostituzione delle vecchie caldaie, con nuove caldaie a condensazione o con altri sistemi quali le pompe di calore, è senza dubbio l'operazione più corretta per ridurre rapidamente i costi di consumo, senza alterare l'intero impianto.

Quindi si può valutare la sostituzione delle unità terminali, quando non siano riconducibili a soluzioni ormai storicizzate, con unità più performanti sotto il profilo del consumo e della resa.

Quando un vano non sia raggiunto o raggiungibile dalla rete di riscaldamento ad acqua, per non alterare eccessivamente le strutture e le finiture del vano, può valutarsi la possibilità di inserire sistemi differenti di riscaldamento, di tipo puntuale, quali, ad esempio:

- una stufa a pellet o a combustibile biologico;
- uno split system di climatizzazione estate/inverno del tipo UNICO, in grado di avere una sola unità, tutta interna, con semplici bocchette verso l'esterno;
- un sistema radiante elettrico per vani scarsamente utilizzati, come i bagni.

B.c.2. IMPIANTO PER LA CLIMATIZZAZIONE ESTIVA

Climatizzazione | operazione di regolazione della temperatura e del tasso di umidità all'interno di un ambiente, per mezzo di apposite apparecchiature.

1. Descrizione

L'impianto di climatizzazione estiva, negli edifici residenziali, consiste in un "condizionatore autonomo", come comunemente denominato, ovvero in un sistema splyt (split system) posizionato in uno o più ambienti senza progettazione né impiantistica, né architettonica, al pari di un qualunque altro elettrodomestico, nonostante l'uso intensivo ed il forte impatto architettonico.

L'impianto più utilizzato è costituito da una macchina esterna ed una unità interna, lo splyt. Non manca poi l'impiego di macchine totalmente interne, mobili, che necessitano di una sola bocchetta verso l'esterno. In ristrutturazioni più complete, si prevede, diversamente, la predisposizione di una macchina in esterno, con la possibilità di collegare unità terminali interne a rete, per i diversi ambienti. Molte altre casistiche potrebbero essere affrontate ed individuate quali soluzioni ottimali per una implementazione impiantistica in edifici pre-industriali.

Negli interventi più recenti si stanno anche diffondendo soluzioni di ridotte dimensioni, con elemento solo interno, del tipo UNICUM, per le quali è necessario praticare sulla facciata esterna due soli fori, di entrata ed uscita, senza alterare l'esterno con macchine a vista.

2. Gradi di integrazione/alterazione

I sistemi descritti sono invasivi più che altro da un punto di vista visivo, per la dimensione sia dello splyt interno che dell'unità esterna la quale, seppure collocata nelle facciate più nascoste dell'edificio o in copertura, deturpa la lettura dell'edificio.

A seconda del tipo di impianto, possono rendersi necessari passaggi di cavi tra i vani, fino all'unità di generazione esterna, il cui percorso deve essere valutato in relazione ai livelli di finitura degli ambienti.

3. Patologie energetiche

La climatizzazione estiva prevede un intenso consumo di elettricità, soprattutto se mal gestita e o erroneamente distribuita nei vani. Un condizionatore posto in una sala, che non sia confinabile, porta ad una dispersione del raffrescamento nel resto della casa, senza raggiungere i risultati sperati.

UNI/TS 11300-1:2008

7.1. Individuazione del sistema edificio-impianto

10. Durata della stagione di riscaldamento e raffrescamento

13. Apporti termici interni

A sinistra, esempio di inserimento di condizionatore esterno su facciata principale.

Al centro e a destra, esempi di utilizzo del sistema di condizionamento completamente interno, con le due bocchette di captazione ed emissione dell'aria, sulla facciata.

4. Tipologie di intervento di miglioramento dell'efficienza energetica

In un contesto di edilizia pre-industriale andrebbe, innanzi tutto, disincentivato l'uso di tali impianti, cercando di sfruttare al meglio le risorse proprie dell'edificio, come descritto negli altri fattori.

Tuttavia, quando le condizioni dell'edificio e soprattutto l'uso di vani svantaggiati (come i sottotetti), non possono garantire condizioni di vita adeguate ai moderni standard, l'inserimento di climatizzatori estivi va preferito nella soluzione meno invasiva, con macchine tutte interne e con semplici fori di uscita in esterno.



7.3. Fattori d'uso (C)

In quest'ultimo paragrafo sono stati classificati e descritti ulteriori fattori che influenzano il comportamento energetico dell'edificio e che sono da relazionarsi ai modi d'uso dello stesso.

Nell'analisi dei precedenti fattori, più di natura costruttiva, si è più volte posto l'accento sulla necessità di comprendere e prevedere le modalità di gestione dei diversi spazi e dei componenti edilizi, per ottenere la massima efficienza, anche sfruttando le risorse naturali offerte dall'edificio.

In particolare si ritiene che sussistano due aspetti dell'uso che siano da tenere in conto e rivalutare decisamente nell'abitare un edificio pre-industriale: la corretta valutazione della *destinazione d'uso* e le modalità di *gestione dell'edificio*.

7.3.1. Destinazioni d'uso (C.a)

Gli edifici di un centro storico, soprattutto quelli collocati lungo le arterie più centrali, sono soggetti ad una pluri-stratificazione degli usi, un po' come avveniva già in epoca antica. La casa a schiera è il prototipo di struttura edilizia con usi promiscui, il commerciale o artigianale al piano terra e la residenza ai superiori. Ma anche la casa a corte, è connotata dallo sviluppo di corpi edilizi con destinazioni differenti, che poi tendono a sovrapporsi nei successivi raddoppi o a scindersi completamente.

In una condizione di tipo aggregativo, come quella presente nel centro storico di Ferrara, i condizionamenti reciproci dovuti alle destinazioni d'uso non riguardano solo la singola unità edilizia, ma anche quelle immediatamente adiacenti, separate dai soli muri perimetrali.

Le diverse destinazioni d'uso qui descritte, corrispondono a quelle più frequentemente rintracciabili nell'edilizia pre-industriale di base, ma possono presentarsene anche altre, più specialistiche.

I rapporti di natura energetica, che tali condizioni d'uso possono determinare nelle relazioni tra unità immobiliari adiacenti, sono connessi soprattutto agli aspetti di climatizzazione e, quindi, alle eventuali dispersioni termiche tra le parti. Ogni tipologia d'uso comporta differenti modalità di climatizzazione, a causa del tempo di esposizione, del periodo di esercizio e della temperatura raggiunta, condizioni che possono favorire o meno la stabilità termica delle unità adiacenti.

I fattori d'uso connessi alla categoria *destinazioni d'uso* sono:

- C.a.1) Residenziale
- C.a.2) Commerciale
- C.a.3) Terziario
- C.a.4) Usi saltuari.

C.a.1. RESIDENZIALE

UNI/TS 11300-1:2008

6.4. Dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio

15.1. Fattori di utilizzazione

15.2. Intermittenza e attenuazione

L'uso residenziale è quello prevalente nell'edificato tradizionale di Ferrara. Tradizionalmente si sviluppava solo ai piani superiori, escludendo il piano terreno, destinato ad ingresso e servizi. Con lo sfruttamento immobiliare cui si è andati incontro negli ultimi decenni e ancora di più negli ultimi anni, si è assistito ad un aumento della densità abitativa entro le stesse unità edilizie di un tempo, andando a recuperare i piani terra, ove possibile, e i sottotetti.

La climatizzazione nella residenza è stata progressivamente resa autonoma, quindi, allo stato attuale, ogni unità immobiliare dispone di una caldaia e di una rete di unità terminali gestite personalmente. Questo è in parte in contrasto con i più recenti indirizzi normativi, ma risulta anche di difficile fattibilità un recupero dell'unità centralizzata, senza un intervento complessivo sull'edificio.

Gli orari di climatizzazione sono strettamente connessi al singolo individuo, si può tuttavia considerare che una famiglia media segua fasce di uso della casa piuttosto omogenee, ovvero la mattina, talvolta a pranzo, e nel pomeriggio/sera, in linea con gli orari di impiego di un lavoratore dipendente o di un libero professionista.

In media si può ritenere che molte abitazioni siano dotate di impianto di controllo della temperatura e che, quindi, attivino la caldaia automaticamente nel momento in cui la temperatura scenda sotto una soglia di temperatura troppo fredda. Quest'ultimo fattore può costituire una risorsa nell'edificio pre-industriale, perché il riscaldamento della muratura esterna è così lento nella prime fasi di accensione che andrebbe evitato di scendere al di sotto di una temperatura minima di 16/17° C, per non dovere poi consumare troppo, nel ciclo successivo di riscaldamento.

La presenza di altre unità destinate a residenza in uno stesso comparto favorisce una sorta di effetto stabilizzante tra le parti, evitando le dispersioni termiche nelle zone di confine. Diversamente, una residenza a contatto con ambienti di servizio, o comunque non climatizzati, può generare dispersioni termiche anche importanti.

C.a.2. COMMERCIALE

La destinazione commerciale è in prevalenza ospitata al piano terra, salvo alcune zone centrali ad elevata concentrazione di attività di vendita al pubblico, che possono presentare doppi volumi soppalcati o mezzanini adibiti a deposito.

Tale attività prevede un tempo d'uso complementare a quello residenziale medio, con un impatto energetico sicuramente superiore, sia per il riscaldamento normalmente molto elevato, sia per l'apporto energetico dovuto all'illuminazione.

Tale riscaldamento in realtà può essere interpretato come un beneficio, almeno per l'unità immediatamente superiore, perché favorisce il mantenimento di temperature medie ed evita le dispersioni termiche verso il basso.

Ma l'esercizio commerciale, ancora di più dell'abitazione, presenta elevati costi di climatizzazione estiva, raggiungendo spesso differenziali termici molto elevati con l'esterno. Tale raffrescamento non ha una immediata ricaduta sugli ambienti adiacenti o superiori.

Nel quadro complessivo del comportamento dell'edificio, la presenza di un negozio comporta sprechi dovuti soprattutto alle vetrine, ampie superfici vetrate, spesso realizzate con materiali con trasmittanza elevata, soggette a continui cicli di apertura.

UNI/TS 11300-1:2008

6.4. Dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio

15.1. Fattori di utilizzazione

15.2. Intermittenza e attenuazione



Scorci di via Mazzini, dove si ha una compresenza molto importante di quote di commerciale, terziario e residenza.

C.a.3. TERZIARIO

UNI/TS 11300-1:2008

6.4. Dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio

15.1. Fattori di utilizzazione

15.2. Intermittenza e attenuazione

Il terziario può essere assimilato alla residenza, per quanto riguarda i livelli di climatizzazione raggiunti, anche perché gli spazi sono tendenzialmente assimilabili a quelli di una unità abitativa.

Tuttavia è diversa la fascia oraria, di tipo lavorativo, quindi nella parte centrale della giornata.

In caso di unità adiacenti a destinazione residenziale, si attiva il fenomeno compensativo, seppure con regimi più limitati, illustrato per il commerciale.

Rispetto all'esercizio commerciale non si hanno, di norma, le vetrine, quindi la presenza di ponti termici evidenti è simile a quella della residenza.



C.a.4. USI SALTUARI

Nell'analisi di un complesso edilizio con funzioni stratificate, merita porre un'ultima attenzione a quegli ambienti, singoli vani o intere unità immobiliari, che non sono climatizzate stabilmente nell'arco di tutto l'anno. Tale condizione può essere determinata dal mancato uso, dall'abbandono, o dalla presenza di destinazioni d'uso di servizio (magazzini, cantine, soffitte) che non richiedono la climatizzazione.

Tali ambienti, posti a contatto con vani climatizzati, soprattutto riscaldati in inverno, possono determinare dispersioni termiche, aumentando la superficie dell'involucro dell'unità adiacente, da considerarsi esterna.

UNI/TS 11300-1:2008

6.4. Dati relativi alle modalità di occupazione e di utilizzo dell'edificio

15.1. Fattori di utilizzazione

15.2. Intermittenza e attenuazione

7.3.2. Gestione dell'edificio (C.b.)

In quest'ultima famiglia di fattori, rientrano i comportamenti dell'utenza che possono determinare uno sfruttamento positivo delle risorse proprie dell'edificio pre-industriale o indurre uno spreco di energia, perché mal distribuita.

Le osservazioni molto sintetiche, che seguono, vanno lette nel quadro di un diario di buone pratiche, in parte già espresse in occasione della descrizione dei diversi fattori già presentati.

I fattori d'uso connessi alla *gestione dell'edificio* sono:

C.b.1) Climatizzazione

C.b.2) Ventilazione

C.b.3) Controllo automatizzato – Domotica.

C.b.1. CLIMATIZZAZIONE

Si è visto che la climatizzazione, tanto quella invernale, quanto quella estiva, costituiscono il momento di maggiore consumo dell'edificio, per via della combustione di risorse utili alla loro attività.

La città di Ferrara, pur essendo collocata in un'area geografica caratterizzata da clima temperato, presenta differenze termiche tra estate ed inverno molto rilevanti, anche a causa della forte umidità che enfatizza il valore negativo della temperatura percepita.

Una corretta gestione degli elementi della casa, tecnici o impiantistici che siano, può di per sé portare ad una riduzione dei consumi, configurando ogni intervento sull'involucro come un miglioramento ulteriore da percorrere solo in caso di reale compatibilità con i caratteri dell'edificio.

Inverno

In questa stagione, è fondamentale mantenere una climatizzazione il più possibile costante, con adeguato controllo delle temperature minime, per potere sfruttare l'inerzia termica della muratura e non dovere, ad ogni ciclo di attivazione della caldaia, riscaldare tanto il vano quanto la muratura che lo circonda.

Inoltre, negli edifici favoriti da un buon orientamento solare, bisogna favorire l'irraggiamento sui vetri dei serramenti, aprendo i sistemi di schermatura esterni durante le ore di massima esposizione.

Queste schermature vanno poi chiuse nelle ore fredde, per migliorare l'isolamento della finestra, così come vanno tenuti chiusi gli scuri interni, ove esistenti, per ridurre le dispersioni termiche dal vetro.

Allo stesso modo, in caso di unità abitativa composta da ambienti con rilevanti differenze dimensionali, vanno tenute chiuse le porte di comunicazione interna, per rendere più efficiente il riscaldamento dei vani più piccoli.

Estate

In regime estivo, onde ridurre l'utilizzo di sistemi meccanici di raffrescamento, è opportuno sfruttare al massimo le risorse di mitigazione dell'irraggiamento solare offerte dall'edificio.

In particolare è necessario agire, oltre che sulla ventilazione (illustrata a seguire), sul controllo dei sistemi di schermatura esterni.

La persiana e la tenda vanno chiuse durante il periodo di insolazione diretta, per ridurre l'accumulo di calore attraverso i vetri. In particolare, tenendo chiuse le finestre dopo la prima apertura mattutina, si conserva all'interno dell'ambiente la temperatura più fresca, sfruttando anche la naturale inerzia termica delle murature.

Allo stesso modo, se si necessita di luce, senza chiudere le persiane, possono contribuire, seppure in modo diverso, le tende interne in base alle caratteristiche filtranti proprie del tessuto scelto.

UNI/TS 11300-1:2008

13. Apporti termici interni

C.b.2. VENTILAZIONE

UNI/TS 11300-1:2008

12. Ventilazione

Una corretta ventilazione, oltre a garantire un rinnovo dell'aria interna, utile ai fini della salubrità ambientale, può contribuire a mitigare, soprattutto in estate, gli effetti negativi dell'innalzamento della temperatura.

Allo stesso tempo, adottare fasce di orario corrette di ventilazione, in funzione del contesto ambientale e dell'attività o meno della climatizzazione interna, contribuisce a ridurre gli sprechi energetici.

Inverno

La ventilazione, in periodo invernale, rappresenta un momento di forte spreco energetico, ma è utile, tanto sul piano igienico, quanto ai fini di una riduzione dell'umidità relativa e di condensa che si possono determinare se non sono presenti infiltrazioni di aria dagli infissi.

L'atteggiamento più corretto sarebbe quello di aprire le finestre nei momenti più caldi della giornata, ponendo attenzione a che la climatizzazione sia disattivata, per poi riattivarla solo successivamente all'avvenuto ciclo di ventilazione.

Estate

Nel periodo estivo, soprattutto in zone climatiche come quelle ferraresi, caratterizzate da un caldo umido molto persistente e quasi privo di circolazione d'aria, è importante garantire cicli di ventilazione che sfruttino al meglio i momenti meno caldi della giornata. Tali accorgimenti, per potere rendere al meglio, devono essere esattamente calibrati con l'uso dei sistemi di schermatura dal sole prima descritti. Per una corretta ventilazione, sarebbe sempre opportuno garantire un'apertura contemporanea dei serramenti posti su lati diversi della casa, così da attivare correnti che rendano più rapida l'operazione.

L'apertura delle finestre va attuata al mattino presto, per poi serrare tutte le finestre e i sistemi di schermatura esterna fino alla sera. In tal modo, si conserva il più a lungo possibile la nuova temperatura interna. Alla sera, con il tramonto, si potranno riaprire le finestre. Non si esclude la possibilità di mantenere aperte o socchiuse le finestre durante la notte, anche sfruttando le persiane quale sistema di chiusura esterna.

Alla sera, prima che il sole tramonti, se l'ingresso è in comunicazione con corpi scala o androni è possibile aprire il serramento per sfruttare il fresco proveniente da questi corpi interni, normalmente più freschi perché circoscritti dall'interno edificio e non irraggiati dal sole.

La scala o un piccolo pozzo luce interno, possono servire anche per evacuare il calore in eccesso, sfruttando l'effetto camino indotto dalla loro altezza e dalle differenze di pressione che vi si determinano.

C.b.3. Controllo automatizzato - Domotica

Con questo fattore si entra in un capitolo molto complesso e innovativo dell'implementazione tecnologica, ancora scarsamente applicato nell'edilizia pre-industriale, ma che potrebbe tradursi, in alcuni casi, in una soluzione percorribile per contribuire alla gestione delle risorse proprie di tali immobili.

Senza qui scendere nei dettagli delle diverse soluzioni possibili, si vuole solo indirizzare verso le possibili integrazioni dei sistemi di controllo automatizzato in un contesto di tipo pre-industriale.

Stante la sempre minore presenza in casa dei proprietari, a causa del lavoro o del tempo libero passato in altri luoghi, diventa difficile attuare quei meccanismi gestionali descritti nei paragrafi precedenti. Pertanto, quando l'intervento sull'edificio assume caratteri rilevanti di integrazione, può valutarsi l'implementazione di sistemi di controllo automatico che gestiscano almeno gli impianti di climatizzazione negli orari più opportuni, per un più efficiente sfruttamento delle risorse.

Così come, ad esempio, può essere gestita automaticamente l'eventuale presenza di bocchette di aerazione, diversamente collocate nell'abitazione, che favoriscano un ricircolo naturale dell'aria negli orari più opportuni.

Tali implementazioni impiantistiche, vanno sempre calibrate e verificate in funzione dell'impatto che possono avere sulle strutture e sulle finiture caratterizzanti l'edificio.

note al capitolo 7

¹ Per la definizione e descrizione delle singole famiglie si rimanda ai paragrafi che seguono.

² Al di sotto del nome è stata inserita una definizione generica tratta dai lemmi del dizionario: *Architettura*, le garzantine, Garzanti, Milano, 2004.

ⁱⁱⁱ In realtà anche nella stagione estiva l'accumulo termico presenta una utilità, per garantire il trasferimento di calore all'interno del vano, quando si abbassa nuovamente la temperatura durante le ore notturne. Tuttavia, con le condizioni climatiche afose di Ferrara, il differenziale termico notturno non è così rilevante da richiedere una cessione di calore dalla muratura ai vani interni. L'esigenza primaria è quella di garantire un buono sfasamento nella fase di riscaldamento della muratura, consentendo di sfruttare i benefici dell'inerzia termica del muro esterno.

⁴ Ai fini degli intenti di questa ricerca, vengono trattati solo i corpi scala di tipo condominiale, perché le scale collocate entro ambienti abitativi riscaldati non presentano un interesse dal punto di vista del comportamento energetico dell'unità immobiliare.

⁵ A differenza dell'edilizia industriale, dove lo sfasamento termico è molto rapido e non consente di gestire la temperatura bassa raggiunta di notte, conservandone i benefici lungo l'arco della giornata, l'edificio pre-industriale, dotato di maggiore inerzia termica, conserva meglio la temperatura e con una leggera circolazione di aria, può espellere il calore e l'umidità in eccesso.

⁶ Per un approfondimento sulle tipologie di cornicioni in cotto presenti a Ferrara, e sulla catalogazione proposta da Righini agli inizi del XX secolo, si cfr. E. Righini, *Quel che resta di Ferrara antica*, Ferrara, 1911-1912, 4 voll.

⁷ Per una più ampia descrizione dei sistemi impiantistici nell'edilizia storica, si rimanda ai seguenti testi: Fabbri K., *Conservazione e impianti. Per un approfondimento della conservazione della componente impiantistica nel patrimonio esistente*, relatore: prof. arch. Marco Dezzi Bardeschi, correlatori: prof. arch. Christian Campanella, prof. Arch. Giuliano Dall'Ò, tesi di laurea, Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, A.A. 1997/98. Dall'Ò G., Fabbri K., "Evoluzione storica degli impianti nell'architettura", in *Gli impianti nell'architettura*, a cura di Giuliano Dall'Ò, UTET, Torino, 2000. Fiorani D., "Quadro storico degli impianti antichi e loro riconoscimento per la conservazione e il recupero", in *Restauro architettonico e impianti*, diretto da Giovanni Carbonara, vol. 1, UTET, Torino, 2001, pp.151-284.



PARTE IV
STRUMENTI OPERATIVI

Quest'ultima sezione presenta i risultati finali della ricerca che, in linea con gli obiettivi di partenza, comportano il tentativo di chiarire il concetto di miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia pre-industriale di base, in termini di approccio e di condivisione degli obiettivi e della terminologia.

Il primo capitolo contiene le due proposte di integrazione normativa che si sono delineate per cercare di correggere alcune lacune rilevate nella DAL 156/2008 e nelle sue modalità di applicazione.

Affinché tutto il sistema proposto funzioni, è necessario intervenire sulla norma stessa, modificando alcuni articoli, al fine di rendere cogente lo strumento di pianificazione che si è sviluppato, e, quindi, proporre alla Regione l'adozione di linee guida da redigere a cura dei comuni.

Il primo passo consiste nella modifica dell'art. 3.6 e dell'art 4.4 della DAL 156/2008, da elaborare in accordo con il settore energia della Regione Emilia Romagna, così da inserire anche l'edilizia pre-industriale tra gli immobili esclusi dall'applicazione della normativa, e per stimolare i comuni ad aggiornare il proprio Regolamento Urbanistico ed Edilizio con uno strumento in grado di gestire gli interventi, in campo energetico, su questo patrimonio edilizio. L'esclusione dall'applicazione dei requisiti minimi, infatti, non significa che alcuni interventi di miglioramento non possano o non debbano essere fatti, solo che devono seguire percorsi di formulazioni diversi, dall'edilizia industrializzata.

Il secondo passo consiste nell'elaborazione di una proposta di Atto di Coordinamento Tecnico, ai sensi della Legge Regionale 20/2000, da elaborare in accordo con il settore pianificazione della Regione Emilia Romagna, che offra ai comuni gli indirizzi per la redazione di "Linee guida per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia storica", utili alla gestione di tali interventi e alla chiarificazione di come si possano identificare le «alterazioni inaccettabili ai caratteri o aspetti» previste dalla DAL 156/2008. Uno strumento che ricalchi sostanzialmente i contenuti espressi con i precedenti capitoli 6 e 7, nel caso specifico di Ferrara.

Infine, nell'ultimo capitolo, viene previsto un ulteriore strumento, anche integrabile al documento precedente, costituito da un glossario comparativo che illustra i termini fondamentali presenti nella tesi, attraverso le definizioni, ove esistenti, attribuibili alla disciplina della Tecnologia dell'Architettura, del Restauro e della Legislazione e Normativa italiane.

CAPITOLO 8.

PROPOSTE DI INTEGRAZIONI E MODIFICHE ALLA NORMATIVA DELLA REGIONE EMILIA ROMAGNA

8.1. Proposta di integrazioni e modifiche alla Delibera dell'Assemblea Legislativa n. 156/2008 della regione Emilia Romagna

La necessità di promuovere una riduzione dei consumi energetici, attraverso interventi di miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia esistente, non può prescindere dalla tutela e conservazione dei caratteri propri di quelle espressioni materiali della cultura architettonica, aventi valore di civiltà.

Entro il più vasto insieme dell'edilizia esistente, tale esigenza riguarda, in particolare modo, l'edilizia pre-industriale, costituente il prodotto di un processo edilizio che si caratterizza per l'interazione di fasi, operazioni e operatori frutto di una prassi non codificata, raramente pianificata, antecedente all'industrializzazione dei componenti e dell'organizzazione del processo edilizio industrializzato. Fasi e operazioni che non possono più essere riprodotte e, pertanto, vanno tutelate e conservate.

Tali edifici di norma ricadono entro le categorie di edifici di valore storico architettonico e quelli di pregio storico-culturale e testimoniale, individuati nella strumentazione urbanistica comunale, ai sensi dell'art. A-9, commi 1 e 2 dell'Allegato alla Legge Regionale 24 marzo 2000, n. 20 e ss.mm.ii. (di seguito «L.R. 20/2000»).

Tuttavia, rispetto all'applicazione della Delibera dell'Assemblea Legislativa n. 156/2008 della Regione Emilia Romagna (di seguito «DAL 156/2008»), si rileva l'esigenza di chiarirne il contenuto dell'art.3.6, lett. a), riguardo all'esclusione di alcune categorie di edifici «nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe una alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto, con particolare riferimento ai caratteri storici, artistici», caratteri e aspetti che non sono stati esplicitati o definiti, particolarmente per gli edifici pre-industriali, compromettendo gravemente la loro conservazione, in caso di intervento di manutenzione, di restauro o di ristrutturazione;

Considerando che il riferimento della normativa ai soli caratteri storico artistici di un edificio non può ritenersi comprensivo della complessità di aspetti compositivi e materiali che contraddistinguono i tessuti urbani dei centri storici, si ritiene di dovere introdurre nella normativa anche gli aspetti tipologici e costruttivi, quali elementi da tutelare, sempre inquadrati nella definizione di edilizia pre-industriale.

La L.R. 20/2000 prevede, all'art. 29, la disciplina del Regolamento Urbanistico ed Edilizio (di seguito R.U.E.) riguardo a «a) la trasformazione negli ambiti consolidati e nel territorio rurale; b) gli interventi diffusi sul patrimonio edilizio esistente sia nel

centro storico sia negli ambiti da riqualificare», e che quindi possono essere previsti, entro tale strumento comunale, allegati in grado di disciplinare anche l'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica. Tale strumento può sintetizzarsi in "Linee guida per l'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia pre-industriale" (di seguito «"Linee guida"») che sia in grado di approfondire la conoscenza attenta delle specificità edilizie di un dato contesto ambientale, quello comunale, preliminarmente all'intervento, per potere chiarire il significato di alterazione del carattere o aspetto, come espresso dal succitato art. 3,6, lett. a) della D.A.L. 156/2008, oltre che di fornire indicazioni operative utili all'individuazione degli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica compatibili con tali caratteri o aspetti.

Si rileva inoltre, l'opportunità di introdurre ulteriori definizioni nell'allegato 1 della parte seconda della Dal 156/2008, come modificata dalla Delibera della Giunta Regionale del 20 settembre 2010, n. 1362 (di seguito «DGR 1362/2010»), relativamente all'edificio di valore storico architettonico e l'edificio di pregio storico-culturale e testimoniale, ai quali si aggiunge, per ovvie esigenze, quello di edificio pre-industriale.

Modifica all'art. 3.6, lett. a) della DAL 156/2008

Con le due integrazioni proposte, si intende ampliare l'ambito di esclusione, previsto dalla DAL 156/2008, anche a quegli edifici che presentano i caratteri propri dell'edilizia pre-industriale, ma che non sono stati puntualmente identificati quali beni culturali o paesaggistici, ai sensi del D. Lgs. 42/2004, o quali edifici da tutelare nella pianificazione urbanistica comunale, ai sensi della L. R. 20/2000.

Precisando che anche tra gli edifici di cui sopra ve ne sono molti che possono essere definiti di tipo pre-industriale, tale estensione serve a tutela di quegli immobili che non abbiano ancora ottenuto un riconoscimento di questa loro caratteristica, per deficienza degli organi statali di tutela territorialmente competenti o dei comuni.

Si aggiungono, inoltre, alla fine del periodo, altri due caratteri o aspetti che, insieme a quelli storici ed artistici, si ritengono fondamentali nella valutazione delle alterazioni inaccettabili: i caratteri tipologici e costruttivi. Questo perché tali aspetti costitutivi dell'edificio, da un punto di vista processuale e formativo, non sempre sono considerati di valore storico o artistico, venendo ignorati da molti strumenti di pianificazione.

	DAL 156/2008 Versione vigente	DAL 156/2008 Proposta di modifica
Articolo 3.6, lett. a)	a) gli edifici ricadenti nell'ambito della disciplina della parte seconda e dell'art. 136, comma 1, lettere b) e c) del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (di seguito «D.Lgs. 42/2004») recante il codice dei beni culturali e del paesaggio, nonché quelli di valore storico architettonico e gli edifici di pregio storico-culturale e testimoniale, individuati dalla pianificazione urbanistica ai sensi dell'art. A-9, commi 1 e 2 dell'Allegato alla Legge Regionale 20/2000, nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe un'alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto, con particolare riferimento ai caratteri storici, artistici;	a) gli edifici ricadenti nell'ambito della disciplina della parte seconda e dell'art. 136, comma 1, lettere b) e c) del decreto legislativo 22 gennaio 2004, n. 42 (di seguito «D.Lgs. 42/2004») recante il codice dei beni culturali e del paesaggio, nonché quelli di valore storico architettonico e gli edifici di pregio storico-culturale e testimoniale, individuati dalla pianificazione urbanistica ai sensi dell'art. A-9, commi 1 e 2 dell'Allegato alla Legge Regionale 20/2000, inclusi gli edifici pre-industriali , nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe un'alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto, con particolare riferimento ai caratteri storici, artistici, tipologici e costruttivi ;

Modifica all'art. 4.4. della DAL 156/2008

In questo articolo, che stabilisce i doveri dei comuni in relazione all'aggiornamento dei propri strumenti tecnici, con particolare riferimento al Piano Strutturale di Coordinamento (PSC) e al Regolamento Urbanistico ed Edilizio (RUE), si è aggiunto un intero periodo finale.

Con tale integrazione si prevede di obbligare i comuni ad implementare i propri strumenti urbanistici, in questo caso il RUE, con un allegato definito "Linee guida per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia pre-industriale". Tale nuovo allegato al RUE intende offrire gli strumenti di valutazione dei livelli di alterabilità degli edifici con caratteri pre-industriali, in riferimento al miglioramento dell'efficienza energetica, con anche indicazioni operative per le principali famiglie di intervento compatibili.

Una guida alla redazione di tale allegato, che definisca in modo condiviso forma e contenuti, si prevede che vada proposta all'Assemblea Legislativa Regionale con apposito Atto di Coordinamento Tecnico, per cui si rimanda al successivo capitolo 8.2.

	DAL 156/2008 Versione vigente	DAL 156/2008 Proposta di modifica
Articolo 4.4	<p>4.4) i requisiti minimi definiti con il presente atto sostituiscono i requisiti cogenti di cui alla delibera della Giunta Regionale n. 268/2000, con riferimento alla famiglia 6 "Risparmio energetico", in conformità a quanto previsto dall'art. 34, comma 2, della L.R. 31/2002. I comuni, nell'ambito dell'attività di elaborazione degli strumenti di pianificazione POC, PSC e RUE, sono tenuti a recepire i valori dei requisiti minimi energetici, di cui agli allegati 2 e 3 del presente atto, o sue successive modifiche.</p>	<p>4.4) i requisiti minimi definiti con il presente atto sostituiscono i requisiti cogenti di cui alla delibera della Giunta Regionale n. 268/2000, con riferimento alla famiglia 6 "Risparmio energetico", in conformità a quanto previsto dall'art. 34, comma 2, della L.R. 31/2002. I comuni, nell'ambito dell'attività di elaborazione degli strumenti di pianificazione POC, PSC e RUE, sono tenuti a recepire i valori dei requisiti minimi energetici, di cui agli allegati 2 e 3 del presente atto, o sue successive modifiche. Al fine di potere gestire gli interventi di miglioramento dell'efficienza energetica dell'edificio pre-industriale, ricadente tra gli edifici di cui all'art. 3.6, lett. a), i Comuni sono tenuti ad integrare i rispettivi Regolamenti Urbanistici ed Edilizi con "Linee guida per il miglioramento dell'efficienza energetica dell'edilizia pre-industriale", elaborate secondo i principi e le indicazioni fornite dalla Regione con apposito atto di coordinamento tecnico.</p>

Integrazione all'allegato 1 della parte seconda, di cui al DGR 1362/2010

Quest'ultima proposta è dettata dalla necessità di introdurre alcune definizioni mancanti nell'allegato 1 della parte seconda della DAL 156/2008 (così come riformato dal DGR 1362/2010).

Infatti, pur essendo presente la definizione di "edificio di nuova costruzione" mancano quelle relative alle due categorie di edifici tutelati nel PSC e nel RUE, "edificio di valore storico architettonico" ed "edificio di pregio storico-culturale e testimoniale", ai sensi dell'art. A-9, commi 1 e 2 dell'Allegato alla L. 20/2000.

In conclusione, quale sotto categoria di queste due famiglie di edifici tutelati ai sensi della L. 20/2000, si ritiene opportuno, stante le modifiche di cui sopra all'art. 3.6 lett. a) e all'art. 4.4., di introdurre la definizione di "edificio pre-industriale".

D.G.R. 1362/2010**Integrazioni alle definizioni dell'Allegato 1**

<p>dopo "Edificio di nuova costruzione"</p>	<p>Edificio di valore storico architettonico: edifici esistenti, appartenenti al sistema degli insediamenti storici, di cui all'art. A-9, comma 1, dell'Allegato della Legge Regionale n. 20/2000.</p> <p>Edificio di pregio storico-culturale e testimoniale: edifici esistenti, appartenenti al sistema degli insediamenti storici, di cui all'art. A-9, comma 2, dell'Allegato della Legge Regionale n. 20/2000.</p> <p>Edificio pre-industriale: edificio costruito a seguito di un processo edilizio caratterizzato da fasi, operazioni ed operatori appartenenti ad una prassi non codificata, antecedente all'industrializzazione del processo edilizio stesso; a titolo d'esempio le costruzioni realizzate prima del 1945.</p>
---	--

8.2. Proposta di Atto di Coordinamento Tecnico per la redazione delle “Linee Guida comunali per il miglioramento dell’efficienza energetica dell’edilizia pre-industriale”

Affinché i contenuti della proposta di integrazione degli articoli 3.6 e 4.4 della DAL 156/2008, espressi nel paragrafo precedente, trovino piena e concreta attuazione nella prassi operativa, si rende necessario implementare i contenuti della strumentazione urbanistica comunale.

La L. 20/2000 e ss.mm.ii. prevede che i comuni si dotino di un Piano Strutturale e di Coordinamento (PSC) in grado di definire le strategie di gestione del territorio e di un Regolamento Urbano ed Edilizio (RUE) che detti le norme tecniche di attuazione del piano. Il RUE, in particolare, oltre alla disciplina generale delle tipologie e delle modalità attuative degli interventi di trasformazione e delle destinazioni d’uso, può prevedere la strutturazione di allegati tecnici che vadano ad integrare le categorie di intervento (le quali rispettano sempre la L. 457/78) con altri documenti in grado di meglio chiarire alcuni aspetti specifici del territorio in esame o delle tipologie edilizie ivi presenti, comprese le modalità di intervento per casi particolari.

In tal senso si ritiene che la proposta qui elaborata, vada a costituire un possibile allegato al RUE in grado di descrivere i livelli di alterabilità dei caratteri o aspetti storici, artistici, costruttivi e tipologici degli immobili pre-industriali e fornire indicazioni operative per l’approccio da attuare nell’intervento.

La Regione Emilia Romagna ed in particolare il servizio pianificazione territoriale, in accordo con il servizio energia, al fine di coordinare i singoli comuni nella redazione di tale strumento, può prevedere la previsione di un Atto di Coordinamento Tecnico (ai sensi dell’articolo 16 della L.20/2000) in grado di delineare sinteticamente i contenuti fondamentali delle “Linee Guida per il miglioramento dell’efficienza energetica dell’edilizia pre-industriale”.

Indicazioni per la redazione delle “Linee Guida comunali per il miglioramento dell’efficienza energetica dell’edilizia pre-industriale”

Sommario

1. Natura e finalità del documento
3. Ambito di applicazione
2. Definizioni terminologiche essenziali
4. Il concetto di alterazione del carattere o aspetto
5. Contenuti delle Linee Guida
 - 5.1. Approccio alla conoscenza dell'edificio pre-industriale di base
 - 5.1.1. Processo di formazione dell'organismo urbano
 - 5.1.2. Processo di sviluppo dell'edificio pre-industriale di base
 - 5.1.3. Composizione architettonica e caratteri costruttivi dell'edilizia pre-industriale
 - 5.2. Fattori determinanti il comportamento energetico dell'edilizia pre-industriale di base
 - 5.2.1. Struttura descrittiva dei singoli fattori
 - 5.2.2. Fattori geometrici e costruttivi
 - 5.2.3. Fattori tecnico-impiantistici
 - 5.2.4. Fattori d'uso
 - 5.3. Bibliografia essenziale per la conoscenza dell'edificio pre-industriale

1. Natura e finalità del documento

Il presente atto di coordinamento contiene gli indirizzi per la redazione di “linee guida per il miglioramento dell’efficienza energetica dell’edilizia pre-industriale” da parte dei comuni, all’interno della disciplina dei rispettivi Regolamenti Urbanistici ed Edilizi.

Si ritiene che l’edilizia pre-industriale, facente parte o meno delle categorie tutelate nella strumentazione urbanistica, in base all’art. A-9 dell’Allegato alla Legge Regionale n. 20/2000, meriti una particolare tutela nei confronti degli interventi di riqualificazione energetica e che vadano individuati chiaramente i limiti di alterazione accettabile ai caratteri o aspetti di tali edifici.

Il documento delinea, quindi, finalità e contenuti di tale strumento, che deve contribuire ad una corretta gestione della trasformazione edilizia entro i tessuti storici consolidati caratterizzati da edilizia di tipo tradizionale.

Tali indirizzi possono anche essere modificati in relazione alle specificità rilevate sul territorio di competenza, ma non alterate nelle finalità e nei principi generali.

2. Ambito di applicazione

Tale documento costituisce una proposta di emanazione di un Atto di Coordinamento Tecnico, ai sensi dell’art. 16, comma 2 della Legge Regionale n. 20/2000, in attuazione delle previsioni della Delibera dell’Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna n. 156/2008 e ss.mm.ii. (DAL 156/2008), di cui agli articoli:

- 3.6, lett.a) che prevede l’esclusione dal rispetto dei contenuti della DAL stessa per gli immobili «di valore storico architettonico e gli edifici di pregio storico-culturale e testimoniale, individuati dalla pianificazione urbanistica ai sensi dell’art. A-9, commi 1 e 2 dell’Allegato alla Legge Regionale 20/2000, inclusi gli edifici pre-industriali, nei casi in cui il rispetto delle prescrizioni implicherebbe un’alterazione inaccettabile del loro carattere o aspetto, con particolare riferimento ai caratteri storici, artistici, tipologici e costruttivi»¹;
- 4.4 che prevede, da parte dei comuni, l’integrazione dei rispetti Regolamenti Urbanistici ed edilizi di un allegato, definito “Linee guida per il miglioramento dell’efficienza energetica dell’edilizia pre-industriale”, in grado di gestire gli interventi di cui al precedente articolo 3.6, lett.a)².

3. Definizioni terminologiche essenziali

Ai fini della comprensioni del presente documento di indirizzo alla redazione delle “linee guida”, si ritiene utile fornire alcune definizioni essenziali, da implementare con ogni altro termine possa ritenersi funzionale alla comprensione dell’edilizia pre-industriale di uno specifico territorio, quali, ad esempio, i termini locali, sia a livello urbano che edilizio.

Aggregato edilizio. Parti di organismi urbani, formati a seguito di un processo edilizio complesso, costituiti da insiemi di edifici, tra di loro strutturalmente connessi.

Edilizia pre-industriale. Il prodotto di un processo edilizio che si caratterizza per l'interazione di fasi, operazioni ed operatori frutto di una prassi non codificata, raramente pianificata, antecedente all'industrializzazione dei componenti e dell'organizzazione del processo edilizio industrializzato.

Edilizia di base. L'edilizia di base è destinata alla residenza, di uno o più nuclei familiari, ed è condizionata da tipi di base sviluppatasi in un lento processo tipologico durante il quale si consolidano modelli spaziali e tecniche costruttive che diventano costitutivi della coscienza spontanea di un dato ambito territoriale. Carattere principale dell'edilizia di base è la scarsa incidenza di personalizzazione del prodotto per via della sostanziale correlazione tra esistenza e casa.

Miglioramento dell'efficienza energetica. Adozione di soluzioni tecniche (architettoniche, impiantistiche e gestionali) progettate sulla base della conoscenza diretta della fabbrica e volte ad incrementare (quanto più è possibile) il valore dell'efficienza energetica di un edificio, nel rispetto del valore storico, culturale ed artistico del bene.

Organismo edilizio. Insieme strutturato di elementi spaziali e di elementi tecnici, interni ed esterni, pertinenti all'edificio, caratterizzati dalle loro funzioni e dalle loro relazioni reciproche.

Organismo urbano. Concetto, tipo base condizionante il nucleo urbano elementare che evidenzia la complementarità delle componenti strutturali di ciascun nucleo urbano, siano esse i percorsi, gli aggregati, gli edifici e le polarità.

Processo edilizio pre-industriale. Sequenza costruttiva, a carattere prevalentemente spontaneo, che si caratterizza per una ridotta specializzazione degli operatori coinvolti ed una minore gerarchizzazione delle fasi di ideazione e realizzazione. Un processo che vede protagonista l'operatività pratica del cantiere, spesso autoprodotta, con una decisionalità nelle scelte tecniche (materiali, sistemi costruttivi e organizzazione delle fasi) frutto di un'esperienza empirica, tramandata oralmente all'interno delle diverse maestranze, e dove la lavorazione della materia prima e la sua trasformazione in elemento costruttivo avviene prevalentemente nell'ambito del cantiere medesimo, se non per determinate forniture.

Processo tipologico. Globale susseguirsi di tipi edilizi nel tempo in una stessa area culturale (mutazione diacronica) o in più aree culturali nello stesso intorno temporale (mutazione diatopiche) coordinate da un divenire reciproco.

Tipo edilizio. Il tipo può avere una formulazione "critica", desunta mediante un'analisi a posteriori: ma deve ineluttabilmente la sua esistenza all'essere "sintesi a priori", "concetto". Ossia esiste nella mente dell'artefici prima di realizzare una casa, e non è una prefigurazione di uno o pochi aspetti che saranno assunti dal prodotto costruito, ma di tutti insieme: è un vero e proprio organismo, invertebrato l'intera realtà della casa prima che questa esista fisicamente.

4. Il concetto di alterazione del carattere o aspetto

Per alterazione del carattere o aspetto si intende l'azione di demolizione, rimozione, aggiunta o modifica di parti dell'organismo edilizio che abbiano una valenza o costituiscano una testimonianza di tipo storico, artistico, tipologico e costruttivo, con particolare riferimento al suo rapporto processuale con il resto dell'organismo urbano, ed in particolare con gli altri edifici che con esso costituiscono un aggregato edilizio. L'alterazione si concretizza nel momento in cui non si conosce approfonditamente l'edificio, le sue componenti e i ruoli che esse rivestono rispetto all'intero e si fa scaturire il progetto di restauro dall'applicazione acritica di standard e riferimenti manualistici, non appositamente mediati.

5. Contenuti delle Linee Guida

5.1. Approccio alla conoscenza dell'edificio pre-industriale di base

La Linee Guida devono prevedere un chiaro approccio conoscitivo, in grado di illustrare, con la maggiore esaustività possibile, i molteplici aspetti che caratterizzano un edificio pre-industriale.

Una descrizione che non deve interessare l'edificio solo come organismo individuo, quanto le sue relazioni con le altre parti dell'organismo urbano.

In tal senso, le Linee Guida devono contenere una serie di descrizioni che, partendo dalla scala urbana, riescano ad approfondire i processi formativi strutturali della città, quindi gli sviluppi dell'edilizia pre-industriale nelle sue diverse caratteristiche e forme, anche con l'ausilio di una lettura morfo-tipologica.

Infine, si deve passare a descrivere gli aspetti compositivi e costruttivi fondanti l'edilizia locale.

5.2. Fattori determinanti il comportamento energetico dell'edilizia pre-industriale di base

Le relazioni tra energia ed immobile devono essere approfondite attraverso la descrizione dei fattori che partecipano alla determinazione del comportamento energetico di un organismo edilizio.

Tali fattori, delineati secondo le categorie e le sottocategorie che seguono, devono contenere una descrizione dell'aspetto o carattere, un'analisi delle patologie dal punto di vista energetico, una chiara esposizione dei limiti di alterazione accettabili, ed una indicazione sulle possibili tipologie di intervento ammissibili.

I fattori che devono essere presi in considerazione nell'analisi dell'edificio sono:

Fattori geometrico-costruttivi; costituiscono un aspetto di grande rilevanza nella configurazione dell'edificio e nella caratterizzazione del comportamento energetico relativo. In particolare, tali caratteri attengono, da un lato ad aspetti di natura costruttiva, che sono d'altro canto quelli prevalentemente presi in considerazione nell'intervento di miglioramento delle prestazioni, dall'altro ad aspetti connessi alla forma dell'immobile e alle sue relazioni morfologiche con le strutture adiacenti.

Questi si dividono a loro volta in fattori relativi a:

Sistema aggregato - descrivono aspetti salienti dovuti alla morfologia dell'aggregato e dell'edificio, nelle sue componenti geometriche e distributive (orientamento solare, compattezza volumetrica, androne, corpo scala, loggiato/portico, balcone, terrazza, vano sottotetto, cortile, pozzo luce);

Sistema costruttivo - descrivono aspetti salienti della struttura e delle parti tecnologiche dell'edificio, più prettamente da un punto di vista costruttivo (parete perimetrale, parete divisoria, solaio a terra, solaio interpiano, soffitto, copertura).

Fattori tecnico-impiantistici; non si tratta più di elementi essenziali dal punto di vista compositivi e costruttivo, né di elementi tecnici prodotti e allestiti totalmente in cantiere, quanto di elementi che possono essere prodotti fuori dal cantiere, che rispondono a requisiti e prestazioni già di tipo industriale o proto-industriale e che,

aspetto fondamentale, sono allestiti per garantire all'edificio determinate prestazioni dal punto di vista ambientale.

Essi si dividono in tre sotto categorie, relative a:

Opere finite - parti dell'edificio che per quanto artigianali e formate in cantiere, son da considerarsi alla stregua di una sistema impiantistico, atte a mitigare le condizioni al contorno dell'edificio (portone, serramento e infisso, persiana, sportello, avvolgibile, scuro interno, tenda esterna o interna);

Proto-impianti - sono i primi impianti che compaiono nell'edilizia pre-industriale e che non presentano ancora i caratteri dell'industrializzazione (camino, stufa, forno e dispositivi per la cottura dei cibi);

Impianti industrializzati - corrispondono ai veri e propri impianti contemporanei di climatizzazione, sia invernale che estiva.

Fattori d'uso, influenzano il comportamento energetico dell'edificio e sono da relazionarsi ai modi d'uso dello stesso.

Si dividono in due sottocategorie relative a:

Destinazioni d'uso - in particolare a come ambienti a destinazioni d'uso differenti possono condizionarsi reciprocamente (residenziale, commerciale, terziario, vani ad uso saltuario);

Gestione dell'edificio - tali fattori si riferiscono alle modalità di gestione, all'esistenza di tempi e modi per attivare determinati elementi dell'edificio per meglio sfruttare le potenzialità energetiche dell'ambiente e dell'edificio stesso (climatizzazione, ventilazione, domotica)

5.3. Bibliografia essenziale per la conoscenza dell'edificio pre-industriale

Va, infine, prevista una bibliografia essenziale, relativa alle pubblicazioni a carattere generale sull'edilizia pre-industriale che abbiano costituito riferimento per la redazione delle linee guida, così come alla letteratura locale che descriva l'edificio o i caratteri costruttivi tipici della zona.

Rientrano in questa bibliografia i riferimenti normativi nazionali e regionali, relativamente alla tutela dell'edilizia storica (anche dei Beni Culturali) e all'efficienza energetica.

note al capitolo 8

¹ Si ricorda che tale previsione non esiste allo stato attuale, ma è stata prevista nella proposta di integrazione formulata nel precedente paragrafo 8.1.

² Idem.

CAPITOLO 9.

GLOSSARIO COMPARATIVO

Il seguente glossario non ha la pretesa di coprire esaustivamente tutta la terminologia relativa ai settori disciplinari interessati dall'intervento di miglioramento dell'efficienza energetica, quanto quella di puntualizzare solo alcune definizioni, centrali nell'ambito della ricerca, che assumo particolari significati entro determinati contesti.

In particolare, si è tentato di offrire uno strumento comparativo, nell'ambito del medesimo termine, tra le definizioni afferenti a diversi settori disciplinari che interagiscono con il tema dell'intervento sul costruito:

- *Normativa*, ovvero le definizioni contenute nella legislazione o negli strumenti attuativi, che afferiscono prevalentemente alla disciplina Termotecnica;
- *Restauro*, che è l'ambito principale entro cui si pone la ricerca, per il quale molte definizioni non sono state riscontrate in modo univoco e, pertanto, sono state proposte citazioni ritenute fondamentali, o definizioni formulate dall'autore;
- *Tecnologia dell'architettura*, materia caratterizzante il dottorato di ricerca e disciplina di continuo confronto per il restauro, nello specifico caso di tale ricerca. Tali definizioni derivano dalla norme UNI sull'edilizia, che costituiscono il riferimento fondamentale della disciplina;
- *Varie*, in questa famiglia sono state inserite le definizioni comuni offerte dal dizionario Devoto Oli, insieme ad altre definizioni non chiaramente riconducibili alle famiglie precedenti.

Adeguamento

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	L'istituzione o il raggiungimento di un conveniente rapporto di parità o proporzionalità ed anche di funzionalità. [Devoto Oli, 2010]

Aggregato edilizio

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	«parti di organismi urbani; appunto ciò che, con il termine più generico possibile indicante un insieme di edifici, chiamiamo aggregato» [Caniggia, Maffei, 1979 (rist. 2008)]
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	<i>Aggregato</i> : complesso di persone o cose associate o unite insieme [Devoto Oli, 2010]

Attestato di Certificazione Energetica

<i>Normativa</i>	Documento rilasciato da un soggetto accreditato, comprendente i dati relativi all'efficienza energetica propri dell'edificio e degli impianti, i valori vigenti a norma di legge e valori di riferimento o classi prestazionali che consentono ai cittadini di valutare e confrontare la prestazione energetica dell'edificio. L'attestato è corredato da suggerimenti in merito agli interventi più significativi ed economicamente convenienti per il miglioramento della predetta prestazione, in conformità allo schema di cui in allegato 7. [DGR 1362/2010, all.1, ma anche in D.Lgs. 192/2005 e ss.mm.ii.] <i>Energy performance certificate</i> means a certificate recognised by a Member State or by a legal person designated by it, which indicates the energy performance of a building or building unit, calculated according to a methodology adopted in accordance with Article 3. [Directive 2010/31/EU]
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Attestato di Qualificazione Energetica

<i>Normativa</i>	<p>Documento redatto da tecnici abilitati, in riferimento ai propri ambiti di competenza e asseverato dal direttore dei lavori, attestante la conformità delle opere realizzate al progetto ed alle norme di riferimento vigenti. L'attestato di qualificazione energetica può essere utilizzato ai fini della certificazione energetica degli edifici, come precisato al punto 7.9 – parte prima e nell'Allegato 8.</p> <p>[DGR 1362/2010, all.1, anche in D.Lgs 192/2005 e ss.mm.ii.]</p>
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Classe energetica / Classe di prestazione energetica

<i>Normativa</i>	<p>Intervallo convenzionale delimitato da soglie di riferimento volto a rappresentare sinteticamente la prestazione energetica di un edificio sulla base di predefiniti indicatori di prestazione energetica.</p> <p>Le classi energetiche possono essere differenti a seconda della prestazione che attestano: climatizzazione invernale, estiva, produzione di acqua calda sanitaria, ventilazione, illuminazione e produzione di energia da fonte rinnovabile. Può venire utilizzato un indicatore a valutazione complessiva delle prestazioni.</p> <p>La classe energetica è contrassegnata da lettere da G ad A per efficienza energetica crescente. Possono coesistere maggiori specificazioni per esempio con il ricorso alla classe A+ e A++.</p> <p>[DGR 1362/2010, all.1]</p> <p><i>Energy class</i>: easy to understand metric (e.g. A to G) for indicating the energy performance of a building.</p> <p>[UNI EN 15217, p.t 3.3.]</p>
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Comportamento energetico

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	Termine generico per indicare gli scambi ed apporti energetici di un edificio in relazione con le variabili microclimatiche, la presenza di persone, la conservazione di materiali o cose, le variazioni climatiche esterne, ecc., sia nella sua generalità che nei singoli elementi componenti.

Conservazione

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	La conservazione è contestualmente finalità e principio fondamentale del restauro, nell'intendimento di mantenere in essere le condizioni di fruizione libera dell'opera d'arte, a beneficio delle generazioni future.
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Cultura materiale

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	Termine comunemente utilizzato per sottolineare il ruolo dell'architettura in quanto espressione matericamente visibile ed interpretabile di una data realtà ed area culturale. [http://www.pbmstoria.it/dizionari/storiografia/lemmi/103.htm]
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	Espressione di uso relativamente recente in antropologia culturale con la quale si indicano tutti gli aspetti "visibili" di una cultura, quali i manufatti urbani, gli utensili della vita quotidiana e delle attività produttive. (...) Il termine è usato spesso non correttamente, specie dagli storici e dai folcloristi stessi, in quanto si tende a identificare nella cultura materiale la <i>cultura tout court</i> . In quanto quest'ultima si presenta come una fenomenologia stratificata, e cioè dal particolare al generale o dal materiale all'astratto, una padronanza effettiva di essa richiede la conoscenza di tutti i livelli. [DGR 1362/2010, all.1]

Diagnosi energetica

<i>Normativa</i>	<p>Procedura sistematica volta a fornire un'adeguata conoscenza del profilo di consumo energetico di un edificio o gruppo di edifici, di una attività e/o impianto industriale o di servizi pubblici o privati, ad individuare e quantificare le opportunità di risparmio energetico sotto il profilo costi-benefici e riferire in merito ai risultati.</p> <p>[DGR 1362/2010, all.1, anche in D.Lgs. 115/2008]</p>
<i>Restauro</i>	<p><i>Diagnostica:</i> La diagnostica, applicata al restauro architettonico, costituisce quell'insieme di prove ed indagini, di norma preliminari al progetto definitivo ed esecutivo, che consentono di approfondire la conoscenza della preesistenza e del suo stato di conservazione. Frutto di un'attenta e specifica attività progettuale, esse vanno dal rilievo, nelle sue diverse sfaccettature, alle indagini, prove e controlli, sia <i>in situ</i> che in laboratorio.</p>
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	<p><i>Diagnostica:</i> insieme delle attività finalizzate alla conoscenza dello stato e delle condizioni di funzionamento di un bene e delle sue parti.</p> <p>[UNI 10147: 2003, 8.3]</p>
<i>Varie</i>	-

Edilizia pre-industriale

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	<p>L'edificio pre-industriale è il prodotto di un processo edilizio che si caratterizza per l'interazione di fasi, operazioni ed operatori frutto di una prassi non codificata, raramente pianificata, antecedente all'industrializzazione dei componenti e dell'organizzazione del processo edilizio contemporaneo (o meglio industrializzato).</p>
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Edilizia di base

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	<p>L'edilizia di base è destinata alla residenza, di uno o più nuclei familiari, ed è condizionata da tipi di base sviluppati in un lento processo tipologico durante il quale si consolidano modelli spaziali e tecniche costruttive che diventano costitutivi della coscienza spontanea di un dato ambito territoriale. Carattere principale dell'edilizia di base è la scarsa incidenza di personalizzazione del prodotto per via della sostanziale correlazione tra esistenza e casa.</p>

<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Efficienza energetica

► Cfr: Prestazione energetica

<i>Normativa</i>	<p>Il rapporto tra i risultati in termini di rendimento, servizi, merci o energia, da intendersi come prestazione fornita, e l'immissione di energia.</p> <p>[DLgs 115/2008, art. 2, co.1, lett.b)]</p>
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Energia

<i>Normativa</i>	<p>Qualsiasi forma di energia commercialmente disponibile, inclusi elettricità, gas naturale, compreso il gas naturale liquefatto, gas di petrolio liquefatto, qualsiasi combustibile da riscaldamento o raffreddamento, compresi il teleriscaldamento e il teleraffreddamento, carbone e lignite, torba, carburante per autotrazione, ad esclusione del carburante per l'aviazione e di quello per uso marina, e la biomassa quale definita nella direttiva 2001/77/CE del Parlamento europeo e del Consiglio, del 27 settembre 2001, recepita con il decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387, sulla promozione dell'energia elettrica prodotta da fonti energetiche rinnovabili nel mercato interno dell'elettricità.</p> <p>[DLgs 115/2008, art. 2, co.1, lett.a)]</p>
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	<p>(<i>in fisica</i>) Attitudine a compiere lavoro che un corpo o un sistema possiede in conseguenza di determinate caratteristiche, o che cede o acquista al cambiare di queste. Se posseduta da un sistema può essere dovuta al movimento, alla posizione, all'azione tra correnti elettriche, al passaggio di queste, alle forze che uniscono particelle subatomiche; se ceduta o acquistata può essere legata alla agitazione termica, a reazioni chimiche o nucleari, a radiazioni elettromagnetiche, a suono. [dal greco <i>enérgeia</i>].</p> <p>[Devoto Oli, 2010]</p>

Energia da fonti rinnovabili

<i>Normativa</i>	<p>Energia proveniente da fonti rinnovabili non fossili, vale a dire energia eolica, solare, aerotermica, geotermica, idrotermica e oceanica, idraulica, biomassa, gas di discarica, gas residuati dai processi di depurazione e biogas; in particolare, si intende per:</p> <p>-energia aerotermica: l'energia accumulata nell' aria ambiente sotto forma di calore;</p> <p>-energia geotermica: energia immagazzinata sotto forma di calore sotto la crosta terrestre;</p> <p>-energia idrotermica: l'energia immagazzinata nelle acque superficiali sotto forma di calore;</p> <p>-biomassa: la frazione biodegradabile dei prodotti, rifiuti e residui di origine biologica provenienti dall'agricoltura (comprendente sostanze vegetali e animali), dalla silvicoltura e dalle industrie connesse, comprese la pesca e l'acquacoltura, nonché la parte biodegradabile dei rifiuti industriali e urbani.</p> <p>[DGR 1362/2010, all.1, primo capoverso derivato dalla Direttiva 2009/29/CE]</p>
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Energia primaria

<i>Normativa</i>	<p>Energia che non è soggetta a nessun processo di conversione o trasformazione.</p> <p>[DGR 1362/2010, all.1]</p> <p><i>Primary energy</i>: energy that has not been subjected to any conversion or transformation process.</p> <p>NOTE 1 Primary energy includes non-renewable energy and renewable energy. If both are taken into account it can be called total primary energy.</p> <p>NOTE 2 For a building, it is the energy used to produce the energy delivered to the building. It is calculated from the delivered and exported amounts of energy carriers, using conversion factors.</p> <p>[UNI EN 15217:2007, p.to 3.3]</p>
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Esigenza prestazionale (edilizia)

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	<p><i>Esigenza</i>: ciò che di necessità si richiede per il corretto svolgimento di un'attività dell'utente o di una funzione tecnologica.</p> <p><i>Prestazione edilizia</i>: comportamento reale dell'organismo edilizio e/o delle sue parti nelle effettive condizioni d'uso e di sollecitazione. Le prestazioni edilizie vengono normalmente classificate in:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) Prestazioni ambientali; b) Prestazioni tecnologiche <p>[UNI 10838:1999, 2.7 e 2.12]</p>
<i>Varie</i>	-

LCA (Life Cycle Assessment)

<i>Normativa</i>	<p><i>Life Cycle</i>: consecutive and interlinked stages of a product system, from raw material acquisition or generation from natural resources to final disposal.</p> <p><i>Life Cycle Assessment</i>: compilation and evaluation of the inputs, outputs and the potential environmental impacts of a product system throughout its life cycle.</p> <p>[UNI EN ISO 14040:2006, p.ti 3.2. e 3.3.]</p>
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Livello ottimale in funzione dei costi

<i>Normativa</i>	<p>Livello di prestazione energetica che comporta il costo più basso durante il ciclo di vita economico stimato, dove:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) il costo più basso è determinato tenendo conto dei costi di investimento legati all'energia, dei costi di manutenzione e di funzionamento (compresi i costi e i risparmi energetici, la tipologia edilizia interessata e gli utili derivanti dalla produzione di energia), se del caso, e degli eventuali costi di smaltimento; eIT L 153/18 Gazzetta ufficiale dell'Unione europea 18.6.2010 b) il ciclo di vita economico stimato è determinato da ciascuno Stato membro. Esso si riferisce al ciclo di vita economico stimato rimanente di un edificio nel caso in cui siano stabiliti requisiti di prestazione energetica per l'edificio nel suo complesso oppure al ciclo di vita economico stimato di un elemento edilizio nel caso in cui siano stabiliti
------------------	---

	requisiti di prestazione energetica per gli elementi edilizi. Il livello ottimale in funzione dei costi si situa all'interno della scala di livelli di prestazione in cui l'analisi costi-benefici calcolata sul ciclo di vita economico è positiva. [Direttiva 2010/31/UE art. 2, co. 14]
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Manutenzione edilizia (ordinaria, straordinaria)

<i>Normativa</i>	(Interventi di) <i>manutenzione ordinaria</i> , quelli che riguardano le opere di riparazione, rinnovamento e sostituzione delle finiture degli edifici e quelle necessarie ad integrare o mantenere in efficienza gli impianti tecnologici esistenti. (Interventi di) <i>manutenzione straordinaria</i> , le opere e le modifiche necessarie per rinnovare e sostituire parti anche strutturali degli edifici, nonché per realizzare ed integrare i servizi igienicosanitari e tecnologici, sempre che non alterino i volumi e le superfici delle singole unità immobiliari e non comportino modifiche delle destinazioni di uso. [L. 457/78, art. 31, lett. a) e b)]
<i>Restauro</i>	L'insieme degli atti programmaticamente ricorrenti rivolta a mantenere le cose di interesse culturale in condizioni ottimali di integrità e funzionalità, specialmente dopo che abbiano subito interventi eccezionali di conservazione e/o restauro [Carta CNR, 1987, 2]
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	Combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative ed organizzative, incluse le attività analitiche, condotte durante il ciclo di vita utile degli organismi edilizi e dei loro elementi tecnici, finalizzate a mantenerli o riportarli al livello delle prestazioni corrispondenti ai requisiti iniziali. [UNI 10914_1: 2001, 4.1.3]
<i>Varie</i>	Il complesso delle operazioni necessarie a conservare la conveniente funzionalità ed efficienza. [dal latino medievale <i>manutentĭo -ōnis</i>] [Devoto Oli, 2010]

Miglioramento (intervento di)

<i>Normativa</i>	<i>L'intervento di miglioramento è citato nell'ultimo capoverso dell'art. 11.1. dell'allegato 2) dell'Ordinanza P.C.M. n. 3431 del 3 maggio 2005 (Norme tecniche per il progetto, la valutazione e l'adeguamento sismico degli edifici).</i>
<i>Restauro</i>	Progetto che si fonda su di un approfondita conoscenza dell'edificio, realizzando soltanto quelle scelte progettuali che, pur dando opportune garanzie di riuscita, siano rispettose del contesto entro cui vanno a collocarsi.
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	<i>Improvement: Combination of all technical, administrative and managerial actions to change one or more functions or fan item. note: an improvement may also be introduced to prevent misuse in operation ad to avoid failures.</i> [UNI EN 13306:2010]
<i>Varie</i>	Il conferimento o l'acquisizione di una modificazione vantaggiosa o favorevole. [Devoto Oli, 2010]

Miglioramento dell'efficienza energetica

<i>Normativa</i>	Un incremento dell'efficienza degli usi finali dell'energia, risultante da cambiamenti tecnologici, comportamentali o economici. [Dlgs 115/2008 art.2]
<i>Restauro</i>	Adozione di soluzioni (gestionali, funzionali) e/o tecniche (architettoniche, impiantistiche e gestionali) elaborate sulla base della conoscenza diretta della fabbrica e volte ad incrementare (quanto più è possibile) il valore dell'efficienza energetica di un edificio, nel rispetto del valore storico, culturale ed artistico del bene.
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Organismo edilizio

► Tipo edilizio)

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	Una aggregazione, secondo principi costruttivi spontanei o critici, di elementi costruttivi individuali e peculiari, quindi non ripetibili né intercambiabili, aventi ruoli, posizioni, forme e funzioni opponibili e complementari rispetto a quelli degli altri elementi.
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	Insieme strutturato di elementi spaziali e di elementi tecnici, interni ed esterni, pertinenti all'edificio, caratterizzati dalle loro funzioni e dalle loro relazioni reciproche. [UNI 10838:1999, p.to 2.11]

<i>Varie</i>	<p><i>Organismo.</i> Ente strutturato in corrispondenza di esigenze tecniche o funzionali specifiche.</p> <p><i>Organo.</i> (fig.) Parte definita, nell'ambito di un complesso, da ragioni di struttura, funzionalità, efficienza.</p> <p>[Devoto Oli, 2010]</p>
--------------	--

Organismo urbano

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	<p>Concetto, tipo base condizionante il nucleo urbano elementare che evidenzia la complementarità delle componenti strutturali di ciascun nucleo urbano, siano esse i percorsi, gli aggregati, gli edifici e le polarità.</p>
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	<p><i>Organismo.</i> Ente strutturato in corrispondenza di esigenze tecniche o funzionali specifiche.</p> <p><i>Organo.</i> (fig.) Parte definita, nell'ambito di un complesso, da ragioni di struttura, funzionalità, efficienza.</p> <p>[Devoto Oli, 2010]</p>

Prestazione energetica (efficienza energetica ovvero rendimento) di un edificio

<i>Normativa</i>	<p>Quantità annua di energia effettivamente consumata o che si prevede possa essere necessaria per soddisfare i vari bisogni connessi ad un uso standard dell'edificio, compresi la climatizzazione invernale e estiva, la preparazione dell'acqua calda per usi igienici sanitari, la ventilazione e l'illuminazione. Tale quantità viene espressa da uno o più descrittori che tengono conto della coibentazione, delle caratteristiche tecniche e di installazione, della progettazione e della posizione in relazione agli aspetti climatici, dell'esposizione al sole e dell'influenza delle strutture adiacenti, dell'esistenza di sistemi di trasformazione propria di energia e degli altri fattori, compreso il clima degli ambienti interni, che influenzano il fabbisogno energetico.</p> <p>[DGR 1362/2010, all.1]</p>
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Processo edilizio (industriale)

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	Sequenza di fasi e operazioni gerarchicamente strutturate, dove una pluralità di operatori diversamente qualificati e specializzati interagisce al fine di condurre al corretto assemblaggio degli elementi costruttivi che non sono più prodotti o lavorati in cantiere, ma forniti a conclusione di un processo produttivo industriale indipendente.
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	Sequenza di fasi che portano dal rilevamento delle esigenze della committenza-utenza di un bene edilizio al loro soddisfacimento attraverso la progettazione, la produzione, la costruzione e la gestione del bene stesso. [UNI 10838:1999, 2.13]
<i>Varie</i>	Sequenza di operazioni finalizzate alla realizzazione di un manufatto. (...) consiste nella messa insieme di elementi materiali, come le pietre, il legno, i mattoni e di elementi immateriali, come l'intelligenza, il lavoro, la fatica. [Sinopoli N., 2002]

Processo edilizio di nuova costruzione

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	Sequenza relativa alla realizzazione di beni edilizi non ancora esistenti. Consiste nella sequenza organizzata di fasi che portano dal rilevamento delle esigenze della committenza/utenza, al loro soddisfacimento attraverso la programmazione, la progettazione, la produzione di un nuovo bene edilizio e comprende la programmazione della gestione. [UNI 10914_1:2001, 3.3]
<i>Varie</i>	-

Processo edilizio sul costruito

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	Processo edilizio relativo agli interventi che riguardano beni edilizi già esistenti. Consiste nella sequenza organizzata di fasi che portano dall'accertamento delle esigenze della committenza/utenza, delle prestazioni residue e di altri valori del bene e giungono al loro soddisfacimento tramite la programmazione, la progettazione e l'esecuzione di lavori fino alla definizione del nuovo programma di gestione. [UNI 10914_1:2001, 3.4]
<i>Varie</i>	-

“Processo edilizio” pre-industriale

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	Sequenza costruttiva, a carattere prevalentemente spontaneo, che si caratterizza per una ridotta specializzazione degli operatori coinvolti ed una minore gerarchizzazione delle fasi ideazione/realizzazione. Un processo che vede protagonista l'operatività pratica del cantiere, spesso autoprodotta, con una decisionalità nelle scelte tecniche (materiali, sistemi costruttivi e organizzazione delle fasi) frutto di un'esperienza empirica, tramandata oralmente all'interno delle diverse maestranze, e dove la lavorazione della materia prima e la sua trasformazione in elemento costruttivo avviene prevalentemente nell'ambito del cantiere medesimo, se non per determinate forniture.
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Processo tipologico

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	Globale susseguirsi di tipi <edilizi> nel tempo in una stessa area culturale (mutazione diacronica) o in più aree culturali nello stesso intorno temporale (mutazione diatopiche) coordinate da un divenire reciproco. [Caniggia G., Maffei G.L., <i>Edilizia di base</i> , 1979]
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Qualità ambientale

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	Insieme delle prestazioni ambientali degli elementi spaziali di un organismo edilizio. [UNI 10838:1999, 3.3]
<i>Varie</i>	-

► Prestazione energetica)

Rendimento energetico di un edificio

Recupero

<i>Normativa</i>	<p>Gli interventi di recupero del patrimonio edilizio esistente sono così definiti:</p> <ul style="list-style-type: none"> a) interventi di manutenzione ordinaria (...); b) interventi di manutenzione straordinaria (...); c) interventi di restauro e di risanamento conservativo (...); d) interventi di ristrutturazione edilizia (...); e) interventi di ristrutturazione urbanistica (...); <p>Le definizioni del presente articolo prevalgono sulle disposizioni degli strumenti urbanistici generali e dei regolamenti edilizi. Restano ferme le disposizioni e le competenze previste dalle leggi 1° giugno 1939, n. 1089, e 29 giugno 1939, n. 1497, e successive modificazioni ed integrazioni.</p> <p style="text-align: right;">[L. 457/78, art. 31]</p>
<i>Restauro</i>	<p>Rendere idonei alle necessità del nostro tempo oggetti nati per soddisfare bisogni diversi o resi completamente o parzialmente inutilizzabili dalle condizioni di degrado.</p> <p style="text-align: right;">[Miarelli Mariani, 1987]</p>
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	<p>Combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative ed organizzative, incluse le attività analitiche, che intervengono sul costruito, finalizzate a mantenere o aumentare le prestazioni residue del bene.</p> <p style="text-align: right;">[UNI 10914_1:2001, p.to 4.1.5]</p>
<i>Varie</i>	<p>Riacquisto della possibilità di quanto temporaneamente perduto, asportato o alienato o di quanto precedentemente privato della sua funzionalità</p> <p style="text-align: right;">[Devoto Oli, 2010]</p>

Recupero energetico

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	(usato per definire la riqualificazione energetica che appare evidentemente più corretta in relazione al concetto di "modifica delle prestazioni originarie per farle corrispondere ai nuovi requisiti")
<i>Varie</i>	Termine utilizzato quando si ri-utilizzano gli "scarti" di un processo energetico per ridurre il fabbisogno di energia in ingresso, per esempio si ha il "recupero energetico" negli impianti industriali, oppure negli impianti di climatizzazione (gli scambiatori di calore attuano un recupero energetico).

Restauro

<i>Normativa</i>	<p>(Serie di interventi) rivolti a conservare l'organismo edilizio e ad assicurarne la funzionalità mediante un insieme sistematico di opere che, nel rispetto degli elementi tipologici, formali e strutturali dell'organismo stesso, ne consentano destinazioni d'uso con essi compatibili. Tali interventi comprendono il consolidamento, il ripristino e il rinnovo degli elementi costitutivi dell'edificio, l'inserimento degli elementi accessori e degli impianti richiesti dalle esigenze dell'uso, l'eliminazione degli elementi estranei all'organismo edilizio.</p> <p>[L. 457/78, art. 31, lett. c)]</p>
<i>Restauro</i>	<p>Per restauro si intende l'intervento diretto sul bene attraverso un complesso di operazioni finalizzate all'integrità materiale ed al recupero del bene medesimo, alla protezione ed alla trasmissione dei suoi valori culturali.</p> <p>[D.Lgs. 42/2004, art. 29, co. 4]</p>
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	<p>Combinazione di tutte le azioni tecniche, amministrative ed organizzative, incluse le attività analitiche, che intervengono sul costruito tutelato, finalizzate a mantenere le informazioni contenute nell'edificio e nelle sue parti, l'integrità materiale e ad assicurarne la conservazione e la protezione dei suoi valori culturali.</p> <p>Nota: Per costruito tutelato si intende quanto sottoposto alle indicazioni dal testo unico o leggi similari emesse dallo Stato, dalle Regioni e da altre Pubbliche Amministrazioni, e/o leggi ambientali.</p> <p>[UNI 10914_1:2001, p.to 4.1.6]</p>
<i>Varie</i>	<p>Operazione tecnica intesa a reintegrare i particolari, compromessi o deteriorati, o ad assicurare la conservazione di un'opera d'arte o di oggetti considerati artistici o di pregio.</p> <p>[Devoto Oli, 2010]</p>

► Riqualficazione energetica)

Retrofit energetico

Riqualficazione energetica

<i>Normativa</i>	<p>Citata per la prima volta nella Legge Finanziaria 2007, n. 296/2006, art. 1, co. 344: "Detrazioni spese sostenute per la riqualficazione energetica degli edifici". Purché si raggiungano un fabbisogno di energia primaria annuo per la climatizzazione invernale inferiore di almeno il 20 per cento rispetto ai valori riportati nell'allegato C, numero 1), tabella 1., annesso al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192.</p> <p>[L. 296/2006, Finanziaria 2007, art. 1, co. 344]</p>
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	<p>Riqualficazione edilizia. Combinazione di tutte le azioni tecniche, incluse le attività analitiche, condotte sugli organismi edilizi ed i loro</p>

elementi tecnici, finalizzate a modificare le prestazioni per farle corrispondere ai nuovi requisiti richiesti.

[UNI 10914_1:2001, p.to 4.1.4]

Varie

Le operazioni, tecnologiche e gestionali, atte al conferimento di una nuova (prima inesistente) o superiore (prima inadeguata) qualità prestazionale alle costruzioni esistenti dal punto di vista dell'efficienza energetica, volte cioè alla razionalizzazione dei flussi energetici che intercorrono tra sistema edificio (involucro e impianti) ed ambiente esterno.

[Wikipedia]

Risparmio energetico

► Recupero energetico)

Normativa

-

Restauro

-

Tecnologia dell'architettura

-

Varie

Sotto il nome di risparmio energetico vanno diverse tecniche adatte a ridurre i consumi d'energia necessaria allo svolgimento delle varie attività umane. Il risparmio può essere ottenuto sia modificando i processi in modo che ci siano meno sprechi, sia utilizzando tecnologie in grado di trasformare l'energia da una forma all'altra in modo più efficiente, sia ricorrendo all'auto- produzione

[Wikipedia]

Ristrutturazione

Normativa

Interventi di ristrutturazione edilizia, quelli rivolti a trasformare gli organismi edilizi mediante un insieme sistematico di opere che possono portare ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente. Tali interventi comprendono il ripristino o la sostituzione di alcuni elementi costitutivi dell'edificio, la eliminazione, la modifica e l'inserimento di nuovi elementi ed impianti.

[L. 457/78, art. 31, let. d)]

Restauro

-

Tecnologia dell'architettura

-

Varie

-

Ristrutturazione importante

<i>Normativa</i>	Ristrutturazione di un edificio quando: a) il costo complessivo della ristrutturazione per quanto riguarda l'involucro dell'edificio o i sistemi tecnici per l'edilizia supera il 25 % del valore dell'edificio, escluso il valore del terreno sul quale questo è situato; oppure b) la ristrutturazione riguarda più del 25 % della superficie dell'involucro dell'edificio. [Direttiva 2010/31/UE, art. 2, co.10]
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Sostenibilità ambientale

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	La dimensione ambientale dello Sviluppo sostenibile, cerca di garantire la conservazione delle condizioni che hanno consentito e consentono alla vita di perpetuarsi in definitivamente nel tempo (a cominciare dalla vita umana), controllando gli effetti negativi delle attività antropiche sul capitale bio-ecologico minacciato dalla utilizzazione ad un tasso superiore alla capacità di rinnovo/rigenerazione.

Sviluppo sostenibile

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	-
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	Sviluppo che soddisfa i bisogni del presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di soddisfare i propri bisogni. [Commissione Brundtland, 1987]

Testimonianza avente valore di civiltà

<i>Normativa</i>	<p>Sono beni culturali le cose immobili e mobili che, ai sensi degli articoli 10 e 11, presentano interesse artistico, storico, archeologico, etnoantropologico, archivistico e bibliografico e le altre cose individuate dalla legge o in base alla legge quali <i>testimonianze aventi valore di civiltà</i>.</p> <p>[D.Lgs42/2004, art. 2, co. 2]</p>
<i>Restauro</i>	<p>DICHIARAZIONE I <i>Patrimonio culturale della Nazione</i></p> <p>Appartengono al patrimonio culturale della Nazione tutti i beni aventi riferimento alla storia della civiltà. Sono assoggettati alla legge i beni di interesse archeologico, storico, artistico, ambientale e paesistico, archivistico e librario, ed ogni altro bene che costituisca <i>testimonianza materiale avente valore di civiltà</i>.</p> <p>[Atti della Commissione Franceschini, 1967]</p>
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-

Tipo edilizio

► Organismo edilizio)

<i>Normativa</i>	-
<i>Restauro</i>	<p>Il tipo può avere una formulazione "critica", desunta mediante un'analisi <i>a posteriori</i>: ma deve ineluttabilmente la sua esistenza all'essere "sintesi a priori", "concetto". Ossia esiste nella mente dell'artefici prima di realizzare una casa, e non è una prefigurazione di uno o pochi aspetti che saranno assunti dal prodotto costruito, ma di tutti insieme: è un vero e proprio organismo, invertebrante l'intera realtà della casa prima che questa esista fisicamente.</p> <p>[Caniggia C., Maffei G.L., <i>Edilizia di base</i>, 1979]</p>
<i>Tecnologia dell'architettura</i>	-
<i>Varie</i>	-



BIBLIOGRAFIA

A. Tematiche generali sulla sostenibilità ambientale, la bioarchitettura e l'efficienza energetica

Olgay Victor, *Progettare con il clima: Un approccio bioclimatico al miglioramento architettonico*, Franco Muzzio & C. editore, Padova 1981.

Pollione Marco Vitruvio, *De Architectura*, Edizioni Studio Tesi, Pordenone, 1990.

Francese Dora, *Architettura bioclimatica. Risparmio energetico e qualità della vita nelle costruzioni*, UTET, Torino, 1996.

Architettura Bioclimatica, a cura di Cettina Gallo, IN/ARCH, Roma, 1998.

Città sostenibile e sviluppo umano, a cura di Luigi Fusco Girard e Peter Nijkamp, Franco Angeli, Milano, 2000.

Rogers Richard, *Città per un piccolo pianeta*. Erid'A/Kappa: Roma, 2000.

Gallo Cettina, *La qualità energetica e ambientale nell'architettura sostenibile*, Il Sole 24Ore, Milano, 2000.

Energia, bellezza, partecipazione: la sfida della sostenibilità, valutazioni integrate tra conservazione e sviluppo, a cura di Luigi Fusco Girard e Peter Nijkamp, Franco Angeli, Milano, 2004.

B. Riqualificazione energetica

Falasca Carmine Carlo, *Dal clima alla tipologia edilizia: Note metodologiche per la progettazione*, Alinea editrice, Firenze, 1985.

D'Orazio Marco, "Risultanze di un'indagine sperimentale in funzione del risparmio energetico nei tetti ventilati", *Modulo*, n. 265. BE-MA editrice, ottobre, 2000, pp. 916-921.

Grassi Walter, Giampaolo Scatizzi, *Moderne soluzioni impiantistiche per il risparmio energetico*, Maggioli, Rimini, 2001.

Ministero dell'Ambiente, *Libro Bianco "Energia-Ambiente-Edificio": Dati, criticità e strategie per l'efficienza energetica del sistema edificio*, Ministero dell'Ambiente, [Roma?], 2004.

Architettura Energia: Un'indagine sul complesso rapporto tra la professione dell'architetto e la questione energetica, a cura di Maria Antonia Barucco, Dario Trabucco, Edicom Edizioni, Monfalcone, 2007.

Kristian Fabbri, Michele Conti. *Progettazione energetica dell'architettura. Il progetto: involucro-impianti, comfort e ambiente*, DEI, Roma, 2008.

Kristian Fabbri. *Prestazione energetica degli edifici. I metodi di calcolo secondo le norme UNI TS 11300*, DEI, Roma, 2009.

B.1. Edilizia esistente in genere

Sala Marco, *Recupero edilizio e bioclimatica*, Sistemi editoriali-Esselibri, Napoli, 2001.

Franco Giovanna, *Riqualificare l'edilizia contemporanea*, Franco Angeli, Milano, 2003.

Malignetti Lucia, *Recupero edilizio e sostenibilità*, IlSole24ore, Milano, 2004.

Principi Paolo et alii, *Valutazione energetico-ambientale di edifici di edilizia pubblica residenziale di diversa tipologia ed ubicazione*, Erebi grafiche, Ancona, 2006.

La certificazione energetica degli edifici esistenti: Leggi e norme di riferimento; metodologie, strumenti e modelli di calcolo; casi esemplificativi, a cura di Monica Cannaviello, Antonella Violano, Franco Angeli, Milano, 2007.

Le prestazioni energetiche degli edifici, a cura di Gianfranco Cellai, Giovanni Bazzini, Marco Gai, Maggioli, Rimini, 2007.

Di Nicola Mario, *La disciplina edilizia per il risparmio energetico degli edifici e per la realizzazione degli impianti fotovoltaici*, Maggioli, Rimini, 2007.

Rava Paolo, *Tecniche costruttive per l'efficienza energetica e la sostenibilità*, Maggioli editore, Rimini, 2007.

Trevisi Antonio Salvatore, Domenico Laforgia, Francesco Ruggiero, *Efficienza energetica in edilizia*, Maggioli, Rimini, 2007.

Giordano Luca, *Casa ermetica o traspirante?: Una guida al progetto di architettura energeticamente efficiente sostenibile e bioecologico*, Alinea editrice, Firenze, 2008.

Nuzzo Elisa, Tomasinsig Elisa, *Recupero ecoefficiente del costruito: Confronto tra soluzioni miglorative per pareti, coperture e solai*, Edicom Edizioni, Monfalcone, 2008.

Fabbi Kristian, *Diagnosi energetica degli edifici. Guida all'uso della strumentazione per il certificatore energetico*, DEI, Roma, 2009.

Rapporto SAIENERGIA 10. Il secondo rapporto su Energia e Costruzioni realizzato da Cresme per SAIENERGIA, SAIENERGIA, Bologna, 2010.

B.2. Edilizia pre-industriale (storica), di base e specialistica

Dollfus Jean, *Aspects de l'architecture populaire dans le monde*, Editions Albert Morance, Paris 1954

Davoli Pietromaria, *Architettura senza impianti, aspetti bioclimatici dell'architettura preindustriale*, Alinea, Firenze, 1993.

Fabbi Kristian, *Conservazione e impianti. Per un approfondimento della conservazione della componente impiantistica nel patrimonio esistente*, relatore: prof. Arch. Marco Dezzi Bardeschi, correlatori: prof. Arch. Christian Campanella, prof. Arch. Giuliano Dall'Ò, tesi di laurea, Politecnico di Milano, Facoltà di Architettura, A.A. 1997/98

Dall'Ò Giuliano, Fabbi Kristian, "Evoluzione storica degli impianti nell'architettura", in *Gli impianti nell'architettura*, a cura di Giuliano Dall'Ò, UTET, Torino, 2000.

Donald Fournier et alii. *Integrating Sustainable Design Principles into the Adaptive Reuse of Historical Properties*, DRAFT, Champaign. ERDC-CERL, December 2001.

Cetica P. Angelo, *L'architettura dei muri intelligenti: Esperienze di climatizzazione sostenibile nell'ottocento*, Pentecorboli, (s.l.), 2004.

Davoli Pietromaria, "E ora la riqualificazione energetica del costruito. Un intervento imprescindibile, complesso, allettante sul patrimonio edilizio variamente storicizzato". *L'ufficio tecnico*, 2007, n. 4, Maggioli, Sant'Arcangelo di Romagna, 2007: pp. 27-36.

Rava Paolo, "Efficienza energetica. Soluzioni pratiche nel recupero dell'edilizia storica". *Recupero e Conservazione*, 2007, Nov/Dic, n. 78, DeLettera, Milano, 2007, pp. 42/47.

Rodwell Dennis, *Conservation and Sustainability in Historic Cities*, Blackwell Publishing, (s.l.), 2007

Spanedda Francesco, *Energia e insediamento: Una ricerca interdisciplinare per l'applicazione di principi di efficienza energetica nei centri storici*, Franco Angeli, Milano, 2007.

Davoli Pietromaria, "Il senso della riqualificazione energetica del patrimonio architettonico tutelato, in un momento di recessione economica e di complessità normativa", in *L'ufficio tecnico*, 2009, n. 1, Maggioli, Sant'Arcangelo di Romagna, 2007, pp. 28-43.

Baker Paul, *Research into the thermal performance of traditional windows: timber sash windows*, English Heritage, 2009.

C. Restauro

C.1. Restauro, restauro urbano, teorie e metodi

Giovannoni Gustavo, *Vecchie città ed edilizia nuova*, Torino, 1931.

Muratori Saverio, "Il restauro dei monumenti", in *Relazione presentata al VII Congresso Nazionale di Storia dell'Architettura*, pp. 9-13, (s.l.), 1950.

Pane Roberto, *Città antiche, edilizia nuova*, Napoli, 1959.

Atti del Convegno sulla salvaguardia ed il risanamento dei centri storici - artistici, Gubbio 17-19 settembre, 1960.

Gurrieri Francesco, *Dal restauro dei monumenti al restauro del territorio*, Firenze, 1983.

Miarelli Mariani Gaetano, *Centri Storici: Note sul tema*, Roma, 1992.

Maretto Paolo, "Il problema dei centri storici", in *Bollettino del Centro Studi per la Storia dell'Architettura*, n. 38, Roma, 2000.

La Carta di Cracovia 2000: Principi per la conservazione e il restauro del patrimonio costruito, a cura di Giuseppe Cristinelli, Marsilio, Venezia, 2002.

AA.VV., *Che cos'è il restauro? Nove studiosi a confronto*, da una idea di B.P. Torsello, Marsilio Editori, Venezia, 2005.

C.2. Analisi del processo tipologico, teorie e metodi

Muratori Saverio, *Studi per una operante storia urbana di Venezia*, Roma, 1959.

Maretto Paolo, *L'edilizia gotica veneziana*, Roma, 1960.

Muratori Saverio, *Civiltà e territorio*, Roma, 1966.

Caniggia Gianfranco, *Strutture dello spazio antropico: Studi e note*, Alinea, Firenze, 1976.

Cataldi Giancarlo, *Per una scienza del territorio: Studi e note*, Firenze, 1977.

Caniggia Gianfranco, Maffei Gian Luigi, *Composizione architettonica e tipologia edilizia: 1. Lettura dell'edilizia di base*, Alinea, Firenze, 2008 (prima ed. Venezia, 1979).

Benedetti Sandro, "La cultura del Restauro nel "recupero" dei Centri Storici", in *Storia Architettura*, 1982, n. 1, Roma, pp. 89-104.

Benedetti Sandro, "La teoria tipologica ed il restauro dei centri storici", in *Storia Architettura*, 1988, n. 1-2, Roma, pp. 75-84.

Restauro urbano. Che fare?, in *Quasar*, n. 23, Firenze, 2000.

Per una storia del Restauro Urbano. Piani, strumenti e progetti per i centri storici, a cura di Giambruno Maria Cristina, CittàStudi edizioni, Novara, 2007.

C.3. Conoscenza e intervento sui materiali e sistemi costruttivi

Menicali Umberto, *I materiali dell'edilizia storica, tecnologia e impiego di materiali tradizionali*, La nuova italia scientifica, Roma, 1992.

Trattato di restauro architettonico, a cura di Giovanni Carbonara, voll. 1 e 2, UTET, Torino, 1996.

Restauro architettonico e impianti, diretto da Giovanni Carbonara, vol. 1, UTET, Torino, 2001.

C.4. Ferrara, temi urbani e architettonici

Righini E., *Quel che resta di Ferrara antica*, Ferrara, 1911-12, 4 voll.

Burckhardt Jacob, *La civiltà del Rinascimento in Italia*, (traduzione di Domenico Valbusa), Newton Compton editori, Roma, 2010.

Bocchi Francesca, "Note di storia urbanistica dell'Alto Medioevo", in *Atti e Memorie della Deputazione Provinciale ferrarese di Storia Patria*, XVII, Ferrara, 1974.

Cesari Carlo, Pastore Michele, Scannavini Roberto, *Il centro storico di Ferrara*, a cura di Pierluigi Cervellati, Rocco Franco Levi editore, Modena, 1976.

Ferrara spazi, orizzonti 1958: Convegno sull'edilizia artistica ferrarese, a cura di Renato Bazzoni e Paolo Ravenna, Vicenza, 1979.

Ferrara nel medioevo: topografia storica e archeologia urbana, a cura di Anna Maria Visser Travagli, Casalecchio di Reno, 1995.

Marzot Nicola, "Lettura dell'edilizia di base ferrarese. Il caso campione dell'ex ghetto ebraico", in Mario Zaffagnini, Alessandro Gaiani e Nicola Marzot, *Morfologia urbana e tipologia edilizia*, Bologna, 1995, pp. 237-322.

Città materia colore: Manutenzione e restauro delle facciate storiche di Ravenna, Faenza e Ferrara, a cura di Anna Maria Iannucci, Ravenna, 1996.

Fabbri Rita, "Studio e rilievo delle tecniche costruttive a Ferrara: murature, volte, solai, coperture", in *Il progetto di conservazione: linee metodologiche per le analisi preliminari, l'intervento, il controllo di efficacia*, a cura di Serena Pesenti, Firenze, 2001, pp. 259-275.

Ferrara Architettura II: Arte di costruire, a cura di Rita Fabbri, Ferrara, s.d. (2005).

Antichi mestieri della tradizione edilizia ferrarese: Terracotte, dipinti murali, a cura di Maurizio Zerbini, Rita Fabbri, Fabio Bevilacqua, Ferrara, 2006.

Di Francesco Carla, Rita Fabbri, Fabio Bevilacqua, *Atlante dell'architettura ferrarese, elementi costruttivi tradizionali*, Federico Motta, Milano, 2006.

Dalla Negra Riccardo, Rita Fabbri, Marco Stefani, Keoma Ambrogio, Annalisa Conforti e Marco Zuppiroli, "Ferrara: contributi per la storia urbana", in *Problematiche strutturali dell'edilizia storica in zona sismica*, a cura di Michele Bondanelli, contributi al seminario di studi *Idem*, Ferrara, 1-22 ottobre 2009, (s.l.), 2009, pp.103-158.

Dalla Negra Riccardo, Rita Fabbri, Marco Stefani, Keoma Ambrogio, Annalisa Conforti e Marco Zuppiroli, "Le ricerche sulla città di Ferrara finalizzate alla sua conservazione: prime ipotesi attorno alla nascita e all'evoluzione del Castrum Ferrariae", in *Competenze e strumenti per il patrimonio culturale. Il caso del territorio ferrarese*, a cura di Riccardo Dalla Negra ed alii, Corbo editore, Ferrara, 2010.

D. Testi afferenti a tematiche diverse

Sinopoli Nicola, *La tecnologia Invisibile. Il processo di produzione dell'architettura e le sue regie*, Franco Angeli, 2002.

E. Attività normativa connessa al restauro ed alla riqualificazione

Caniggia Gianfranco, *La regolamentazione edilizia. Lettura degli aspetti concreti nella storia e nella pratica*, Tipografia Operaia Roma: Roma, s.d. (1963).

Le regioni italiane e la bioedilizia: Le esperienze e le proposte per una normativa in materia, Edicom Edizioni, Monfalcone, 2002.

Building Regulations and Historic Buildings. Balancing the needs for energy conservation with those of building conservation: an Interim Guidance Note on the application of Part L, English Heritage, 2004.

L'efficienza energetica nei regolamenti edilizi: Linee guida, Provincia di Milano, Milano, 2006.

Consigli di risparmio energetico per gli edifici esistenti, a cura di Michelantonio Rizzi, Provincia di Udine, Udine, 2006.

Linee guida per la valutazione e riduzione del rischio sismico del patrimonio culturale, a cura di Laura Moro. Ministero per i Beni e le Attività Culturali, Gangemi editore, Roma, 2006.

Energy conservation in traditional buildings, English Heritage: 2008.

Energy efficiency and historic buildings. Application of part L of the Building Regulations to historic and traditionally constructed buildings, English Heritage, 2010.

F. Normativa e norme tecniche

F.1. Direttive europee

Direttiva 2002/91/UE (16 dicembre 2002), *sul rendimento energetico nell'edilizia*

Direttiva 2010/30/UE (19 maggio 2010), *concernente l'indicazione del consumo di energia e di altre risorse dei prodotti connessi all'energia, mediante l'etichettatura ed informazioni uniformi relative ai prodotti (rifusione)*

Direttiva 2010/31/UE (19 maggio 2010), *sulla prestazione energetica nell'edilizia (rifusione)*

F.2. Legislazione nazionale

Legge 373/1976 (7.06.1976), *Norme per il contenimento del consumo energetico per usi termici negli edifici*.

Decreto del Presidente della Repubblica 1052/1977 (28.06.1977). *Decreto attuativo della Legge 373/1976*.

Legge 10/1991 (9.01.1991), *Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia*.

Decreto del Presidente della Repubblica 412/1993 (26.08.1993), *Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione e la manutenzione degli impianti degli edifici, ai fini del*

contenimento dei consumi di energia, in attuazione dell'art. 4, comma 4 della legge 9 gennaio 1991, n. 10 (versione revisionata a seguito del D.P.R. n. 551/1999)

Decreto Legislativo 42/2004 (22 gennaio 2004), Codice dei beni culturali e del paesaggio, ai sensi dell'articolo 10 legge 6luglio 2002, n. 137.

Decreto Ministeriale 27.07.2005, Norma concernente il regolamento d'attuazione della L. 9 gennaio 1991, n. 10 (articolo 4, commi 1 e 2), recante: «Norme per l'attuazione del Piano energetico nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia».

Decreto Legislativo 192/2005 (19.08.2005), Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia; come modificata ed integrata dal D.Lgs. 311/2006 (29.12.2006), Disposizioni correttive ed integrative al decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia. (e relativi Allegati)

Decreto Ministeriale 19.02.2007, (Legge finanziaria) Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387.

Decreto del Presidente della Repubblica 59/2009 (2.04.2009), Regolamento di attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettere a) e b), del decreto legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia.

Decreto Ministeriale 26.06.2009, Linee guida per la certificazione energetica degli edifici.

F.3. Legislazione regione Emilia Romagna

Legge Regionale 20/2000, Disciplina generale sulla tutela e l'uso del territorio, e ss.mm.ii.

Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna 2130/2007, Piano Energetico Regionale

Delibera dell'Assemblea Legislativa della Regione Emilia Romagna 156/2008, Atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici, (come modificata negli allegati dal Decreto della Giunta Regionale dell'Emilia Romagna 1362/2010)

F.4. UNI – Ente Nazionale Italiano di Unificazione

UNI 8290_1:1981. Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia.

UNI 9460:1989. Coperture discontinue. Codice di pratica per la progettazione e l'esecuzione di coperture discontinue con tegole di laterizio e cemento.

UNI 10914_1:2001, Edilizia - Qualificazione e controllo del progetto edilizio di interventi di nuova costruzione e di interventi sul costruito – Terminologia, Processo Edilizio.

UNI EN 13306:2003. Manutenzione, Terminologia. Aggiornata con UNI EN 13306:2010. Terminologia di manutenzione.

UNI 10147:2003. Termini aggiuntivi alla UNI EN 13306 e definizioni.

UNI 11150_1:2005. Qualificazione e controllo del progetto edilizio per gli interventi sul costruito. Parte 1: Criteri generali, terminologia e definizione del documento preliminare alla progettazione

UNI EN ISO 14040:2006. *Gestione ambientale - Valutazione del ciclo di vita - Principi e quadro di riferimento.*

UNI 10838:2009. *Terminologia riferita all'utenza, alle prestazioni, al processo edilizio e alla qualità edilizia*

G. Tesi di laurea (sul processo di sviluppo della città di Ferrara)

Zuppiroli Marco., *Ferrara: il sistema delle acque. Proposta di valorizzazione e recupero funzionale dell'ex serbatoio di Piazza XXIV Maggio*, relatore prof. arch. Rita Fabbri, correlatori prof. arch. Francesco Ceccarelli, dott. Gian Carlo Grillini, dott. Tullio Monini, dott.ssa Chiara Guarnieri, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2005-2006

Mattioli Valentina, Pezzi Gessica, *Le case a fondaco di via delle Volte a Ferrara: individuazione delle fasi costruttive attraverso l'analisi del processo tipologico ed esemplificazione delle linee-guida di restauro di un edificio posto tra via delle Volte e via Carlo Mayr*, relatori prof. arch. Riccardo Dalla Negra, prof. arch. Rita Fabbri, correlatore prof. arch. Nicola Marzot, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2006/2007

Angela Lusiani, Federica Zannini, *Il castrum Ferrariae: individuazione delle fasi evolutive attraverso l'analisi del processo tipologico ed esemplificazione delle linee-guida di restauro su un edificio posto tra via Porta San Pietro e via Fondobanchetto*, relatori prof. arch. Riccardo Dalla Negra, prof. arch. Rita Fabbri, correlatore prof. arch. Nicola Marzot, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2006-2007

Anna De Pascali, Federico Ferri, *Castrum Ferrariae: individuazione delle fasi evolutive attraverso l'analisi del processo tipologico ed esemplificazione delle linee-guida di restauro su un edificio a corte posto in via Belfiore*, relatori prof. arch. Riccardo Dalla Negra, prof. arch. Rita Fabbri, correlatore prof. arch. Nicola Marzot, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2006-2007

Enrico Arbizzani, Alessio Masotti, *Il vuoto urbano di via Cortevicchia: riaménagement del tessuto edilizio tramite l'analisi del processo tipologico del fundus S.Michele-S. Paolo*, relatori prof. arch. Riccardo Dalla Negra, prof. arch. Nicola Marzot, prof. arch. Rita Fabbri, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2007-2008

Benedetta Caglioti, Alessandra Gola, *Fenomenologia dello sviluppo antropico per il restauro del territorio*, relatori prof. arch. Rita Fabbri, prof. arch. Riccardo Dalla Negra, correlatore arch. Marco Zuppiroli, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2007-2008

Filippo Cinotti, Daria Rizzo, *Il castrum ferrariae: individuazione delle fasi evolutive attraverso l'analisi del processo tipologico ed esemplificazione delle linee-guida di restauro di Palazzo Panzacchi-Mayr in via Mayr a Ferrara*, relatori prof. arch. Riccardo Dalla Negra, prof. arch. Rita Fabbri, correlatore prof. arch. Nicola Marzot, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2007-2008

Grazia Crespi, Elisa Di Crescenzo, *Il castrum ferrariae: individuazione delle fasi evolutive attraverso l'analisi del processo tipologico ed esemplificazione delle linee-guida di restauro di Palazzo Pompili-Ariosti posto in via Fondobanchetto a Ferrara*, relatori prof. arch. Riccardo Dalla Negra, prof. arch. Rita Fabbri, correlatore prof. arch. Nicola Marzot, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2007-2008

Luca Gigli, Giorgio Zanelli, *Ferrara: la città lineare. Individuazione delle fasi evolutive attraverso l'analisi del processo tipologico ed esemplificazione delle linee-guida sulla casa paterna di Ludovico Ariosto, nell'antica contrada di S. Maria delle Bocche*, relatori prof. arch. Riccardo Dalla Negra, prof. arch. Rita Fabbri, correlatori arch. Keoma Ambrogio, arch. Marco Zuppiroli, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2007-2008

Rita Marchi Baraldi, Eleonora Rossetti, Ferrara: la città lineare. Individuazione delle fasi evolutive attraverso l'analisi del processo tipologico. Esempificazione delle linee-guida di restauro sulla Magna Domus ariostea nella contrada di Santa Maria delle Bocche, relatori prof. arch. Riccardo Dalla Negra, prof. arch. Rita Fabbri, correlatori arch. Keoma Ambrogio, arch. Marco Zuppiroli, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2007-2008

Susanna Agnelli, Letizia Budri, Il comparto di San Romano nella città lineare: individuazione delle fasi evolutive attraverso l'analisi del processo tipologico e riconsiderazione del vuoto urbano di Piazza P. Gobetti, relatori prof. arch. Riccardo Dalla Negra, prof. arch. Rita Fabbri, correlatori prof. arch. Nicola Marzot, arch. Marco Zuppiroli, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2008-2009

Paola Mazzotti, Isabella Poletto, Ferrara: la città lineare. Individuazione delle fasi evolutive attraverso l'analisi del processo tipologico. Restauro e nuova destinazione d'uso del complesso dell'ex Conservatorio di Sant'Agnesina, relatori prof. arch. Riccardo Dalla Negra, prof. arch. Rita Fabbri, correlatori prof. arch. Antonello Stella, prof. ing. Vincenzo Mallardo, arch. Marco Zuppiroli, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2008-2009

Mariangela Faro, Flavia Piscitelli, Ferrara: la città lineare. Individuazione delle fasi evolutive attraverso l'analisi del processo tipologico e definizione delle linee-guida per il restauro di un edificio a corte in via Mazzini, relatori prof. arch. Riccardo Dalla Negra, prof. arch. Rita Fabbri, correlatore arch. Marco Zuppiroli, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2008-2009.

Cavallari Angela, Duranti Alice, *Ferrara: il Borgo di Sotto. Individuazione delle fasi evolutive attraverso l'analisi del processo tipologico ed esemplificazione delle linee-guida di restauro del complesso religioso di Santa Maria in Vado.* Relatori prof. arch. Riccardo Dalla Negra, prof. arch. Rita Fabbri, correlatori: arch. Keoma Ambrogio, arch. Marco Zuppiroli, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2009/10.

Iommi Gabriella, Serravalle Irene, *Ferrara: il Borgo Nuovo. Individuazione delle fasi evolutive attraverso l'analisi del processo tipologico ed esemplificazione delle linee-guida di restauro di Palazzo Contrari-Pepoli.* Relatori prof. arch. Riccardo Dalla Negra, prof. arch. Rita Fabbri, correlatori: arch. Alessandro Ippoliti, arch. Keoma Ambrogio, arch. Marco Zuppiroli, Università degli Studi di Ferrara, Facoltà di Architettura, A.A. 2009/10.

H. Sitografia fondamentale

http://europa.eu/documentation/order-publications/index_it.htm

Portale dell'unione europea, utile per aggiornamenti vari sulle varie politiche europee e sugli aggiornamenti normativi. Da qui si possono raggiungere i portali specifici per le diverse tematiche di cui si occupa l'Europa, tra le quali l'energia.

<http://www.eco-efficiency.net/index.php?tag=home>

da questo sito si possono scaricare alcuni interventi del Congresso Nazionale sull'edilizia sostenibile di Torino, 2005 e 2007.

<http://www.nationaltrust.org/green/research.html>

Sito ufficiale del National Trust for Historic Preservation, connesso alla tematica della sostenibilità ambientale. Promuove lo scambio di informazioni sulle attività di restauro con finalità energetiche in edilizia storica e moderna.

Nello sviluppo di questo studio ho contratto numerosi debiti di riconoscenza che spero di potere sanare con i seguenti ringraziamenti alle persone che più di altre mi hanno aiutato.

Rita Fabbri per il sostegno e l'insegnamento sempre appassionato e per essersi ostinata, per la terza volta, nell'accompagnarmi in un nuovo percorso di ricerca.

Kristian Fabbri per la professionalità e la partecipazione emotiva con la quale ha risollevato decisamente le sorti di una ricerca.

Riccardo Dalla Negra per la stima e la fiducia con le quali mi ha sempre appoggiato, anche proponendomi la sfida di un tema di ricerca così poco esplorato nei nostri studi disciplinari.

Marco Zuppiroli per avere deciso, con il suo solito entusiasmo, di affiancarmi nello studio investendo la sua tesi di dottorato.

Gli amici tutti del Labo.R.A. per la loro sempre calorosa amicizia e professionalità.

Antonella Ranaldi per avermi concesso la possibilità di completare il percorso di dottorato, nonostante i miei nuovi impegni professionali.

La mia famiglia tutta per il supporto incondizionato anche in questa mia terza fase di studio.

Sergio per la tua presenza.