

EDILIZIA

ANGELO BERTOLAZZI

GLI ISOLANTI TERMICI (1920-1940)

**Tecniche e materiali
nella costruzione italiana**



FRANCOANGELI

Informazioni per il lettore

Questo file PDF è una versione gratuita di sole 20 pagine ed è leggibile con



La versione completa dell'e-book (a pagamento) è leggibile con Adobe Digital Editions. Per tutte le informazioni sulle condizioni dei nostri e-book (con quali dispositivi leggerli e quali funzioni sono consentite) consulta [cliccando qui](#) le nostre F.A.Q.



EDILIZIA/Studi

I lettori che desiderano informarsi sui libri e le riviste da noi pubblicati possono consultare il nostro sito Internet www.francoangeli.it e iscriversi nella home page al servizio “Informatemi” per ricevere via e-mail le segnalazioni delle novità.

ANGELO BERTOLAZZI

GLI ISOLANTI

TERMICI (1920-1940)

**Tecniche e materiali
nella costruzione italiana**

FRANCOANGELI

Ringraziamenti

Tra quanti hanno favorito a vario titolo la realizzazione di questo lavoro, la mia più sincera gratitudine va a Giorgio Croatto e Umberto Turrini per aver stimolato la pubblicazione e a Riccardo Gulli per aver accettato il non facile compito di presentare il lavoro svolto.

Un grazie anche a Giorgio Garau, con cui ho discusso spesso i numerosi aspetti della costruzione e dell'industria degli anni '20 e '30, e al personale della Biblioteca Centrale di Ingegneria dell'Università di Padova, per l'assistenza fornitami nello spoglio delle numerose riviste che sono state lo strumento principale di questa ricerca. Un particolare grazie anche ad Antonio Poidomani della casa editrice FrancoAngeli per il supporto professionale e l'eccellente lavoro editoriale.

A Federica, Sofia e Giorgio

*In copertina: immagine del cantiere di una casa economica in Magnesilite
costruita presso la ditta Rossi di Milano, 1932
(tratta da *La Costruzione razionale della casa* di E.A. Griffini, 1933).*

Copyright © 2017 by FrancoAngeli s.r.l., Milano, Italy.

L'opera, comprese tutte le sue parti, è tutelata dalla legge sul diritto d'autore. L'Utente nel momento in cui effettua il download dell'opera accetta tutte le condizioni della licenza d'uso dell'opera previste e comunicate sul sito www.francoangeli.it.

Indice

| | | |
|---|---|-----|
| Per una storia della Costruzione Moderna <i>di Riccardo Gulli</i> | » | 7 |
| Introduzione | » | 11 |
| 1. Origine e sviluppo dei materiali coibenti in Italia | » | 15 |
| 2. I materiali | » | 99 |
| 3. Le tecniche | » | 143 |
| Conclusioni | » | 199 |
| Bibliografia | » | 203 |

Per una storia della Costruzione Moderna

di *Riccardo Gulli*

Nella presentazione che Sergio Poretti scrisse, nel lontano 1995, per il testo “Bovedas Tabicadas. Architettura e costruzione” si legge: «Questo bel lavoro sulle bovedas tabicadas costituisce uno dei pochi contributi specifici ad una storia delle costruzioni. Tale collocazione indica l’originalità e il carattere sperimentale dello studio. La storia delle costruzioni, infatti, non è una disciplina codificata, dotata di un proprio corpus omogeneo di teorie e metodi»¹.

In quegli anni infatti aveva preso avvio un filone di ricerca, guidato dallo stesso Poretti, che a partire dal primo lavoro fondativo del 1990, “Progetti e costruzione dei palazzi delle poste a Roma, 1933-35”, definisce il profilo di un nuovo indirizzo di studi volti a superare le più ampie sintesi con cui si è da tempo formata una storia delle tecniche costruttive o dei materiali, per affrontare il mondo eterogeneo delle applicazioni reali di tali tecniche, in un determinato luogo, in un dato termine temporale. Il carattere idiografico dell’indagine restituisce esiti parziali, ma puntuali, come parti costituenti di un più generale processo di ricostruzione storiografica, con l’obiettivo di colmare quella parte non scritta della storia dell’architettura che è identificabile nella sua storia materiale.

I capisaldi di questa linea prendono forma nel settore disciplinare delle tecnologie costruttive, in primis dell’Architettura Tecnica, per lungo tempo materia di formazione dell’Ingegneria civile e poi riferimento centrale nella strutturazione dei corsi di Ingegneria Edile ed Edile-Architettura.

Il lavoro di Angelo Bertolazzi trova dunque qui la sua naturale collocazione, come contributo offerto alla ricerca nel campo della Storia della Costruzione in Italia ed anche del più esteso campo internazionale della Construction History. Un dominio di ricerca che, come riferito dallo stesso Poretti nell’incipit sopra richiamato, risulta ancora privo di una sua identificazione

¹ Gulli R., Mochi G., *Bovedas Tabicadas. Architettura e costruzione*, EdilStampa, Roma, 1995.

disciplinare e che proprio in ragione di tale mancanza impone una precisa codificazione degli statuti che ne legittimino la valenza scientifica, attraverso la ratifica dei paradigmi culturali, delle metodologie di indagine e degli esiti conseguiti.

Seguendo tale assunto, due si credono essere i principali canali su cui intradare l'indagine: da un lato quello finalizzato alla lettura di un'opera per riconoscere le determinanti che correlano le istanze costruttive a quelle che ne decretano il giudizio di valore sul piano figurativo e del linguaggio architettonico; dall'altro quello sull'evoluzione storica dei modi di costruire, le tecniche e i materiali, nel rapporto posto con il luogo fisico e la dimensione temporale in cui sono collocate.

La ricerca condotta sul tema degli isolanti termici nel più ampio contesto della cultura tecnica del primo Novecento in Italia si iscrive in questa seconda linea di indagine. Ciò significa, in prima istanza, orientare l'interesse verso l'analisi critica delle ricadute applicative della Tecnica, in un determinato tempo, in uno specifico contesto. Un processo conoscitivo che si articola su più percorsi, ma che conserva la stessa matrice fondativa rappresentata dalle fonti documentali: i manuali, gli archivi dei produttori, gli opuscoli pubblicitari contenuti nelle riviste tecniche del tempo, le informazioni acquisite dai documenti cantiere presenti in alcuni esempi di edifici analizzati, i report dei test sperimentali prodotti dai laboratori di prova.

Se in questo dunque è possibile riconoscere il dominio entro cui albergano i presupposti teorici a fondamento della validità scientifica dell'indagine, meno evidenti sembrano essere le ricadute operative di tali studi. Ma apparentemente, perché proprio nello spazio neutro delle pratiche edilizie si celano spesso le risposte che oggi informano le scelte tecniche che a vario livello interessano gli interventi sul patrimonio costruito, con specifica attenzione per la parte soggetta a tutela. Non solo.

L'evoluzione dei modi di costruire è correlato alle dinamiche che seguono lo sviluppo sociale ed economico di un paese, con riflessi dettati anche dagli indirizzi politici. Il primo Novecento rappresenta, sotto questa prospettiva, un caso esemplare perché segna un discrimine netto tra due epoche e due concezioni. La costruzione muraria cede progressivamente la scena a quella intelaiata e prefabbricata; la dimensione artigianale del lavoro si adatta alle logiche dell'innovazione aprendosi alla produzione industrializzata di elementi e componenti. I laboratori diventano il luogo della sperimentazione, emblema del progresso tecnologico. Un processo però non lineare, segmentato e polarizzato nelle specificità delle diverse realtà nazionali. La vicenda italiana tra le due guerre è espressione di questa specificità. La forte carica innovativa che connota la prima fase del nuovo corso politico si arresta gra-

dualmente nelle strette maglie tessute dalle imposizioni autarchiche. L'innovazione in edilizia segue la stessa parabola, generando uno scollamento tra gli avanzamenti conseguiti dalla ricerca su materiali e componenti e la loro reale applicazione nel circuito produttivo e nella pratica di cantiere, se non come vicende sperimentali.

Il lavoro di indagine storiografica consente di ripercorrere e riannodare i fili di queste vicende disperse nella memoria perché figlie di un sapere che è espressione della cronaca edilizia, celata dagli esiti ultimi, quelli dell'opera costruita. Una storia forse per questo meno accattivante di quella letteraria sui "significati" dell'espressione figurativa dell'opera, ma forse più utile per comprenderne la "ragione".

Come ad esempio comprendere il modo in cui il significato di Moderno (e Modernità) assuma una connotazione molto differente se declinato come aggettivazione dell'architettura o della costruzione. L'Architettura Moderna, congelata nella sua dimensione temporale, è chiaramente identificabile dalla grammatica figurativa di cui è portatrice. La storia dell'architettura ne ha legittimato l'esistenza, codificandone l'accezione. Il termine 'Costruzione Moderna' è invece ancora privo di una sua chiara identificazione semantica, non essendo espressione di uno statuto teorico, ma di una pratica. Una osservazione legittima ma al contempo parziale, perché quella pratica è comunque espressione di un sapere che viene legittimato proprio attraverso l'elaborazione di teorie e metodi, di cui il cantiere è solo un ultimo tassello.

Conseguentemente il termine 'Costruzione Moderna' trova una sua legittimazione nell'essere espressione di "una circostanziata esperienza dell'architettura del Novecento in cui, a parte le diverse intonazioni figurative e i possibili rimandi al linguaggio del razionalismo d'oltralpe, sia possibile riconoscere l'adesione verso il 'nuovo', ovvero la tendenza espressa a formulare nuove soluzioni progettuali attraverso l'impiego di tecnologie moderne, in primis il cemento armato. Secondo questa accezione, una selezione gerarchica delle opere in ragione della relativa rilevanza dei significati architettonici, appare non determinante o almeno non istitutiva della tesi qui formulata"².

Questo lavoro è dunque un contributo alla scrittura di questa Storia.

2 Gulli R., *Materiali per un cantiere di ricerca sulla Storia della Costruzione*, in Mochi G., Predari G., *La costruzione moderna a Bologna: 1875-1915*, Bruno Mondadori, Milano, 2012, p. 6.

Introduzione

Il libro analizza lo sviluppo e l'evoluzione dei materiali coibenti negli anni '20 e '30, con particolare riferimento a quelli impiegati in Italia, in termini di prodotti, di tecniche costruttive e di posa in opera. L'obiettivo della ricerca è stato quello di delineare l'orizzonte tecnologico della costruzione italiana degli anni tra le due guerre, entro il quale sono state individuate le tappe principali di tale sviluppo, evidenziando alcuni edifici che già all'epoca erano stati ritenuti significativi¹. Gli strumenti principali per condurre l'analisi sono stati la manualistica e la pubblicistica tecnica dell'epoca, che hanno consentito una lettura trasversale del periodo preso in esame e definendone le coordinate tecniche, culturali e materiali, entro le quali si sono sviluppate i materiali coibenti termici e le pratiche costruttive per la loro posa in opera.

La scarsa attenzione mostrata dalle ricerche sulla costruzione moderna ai materiali coibenti, e all'involucro edilizio in generale, rispetto alla struttura, metallica e in calcestruzzo armato, ha anch'essa le proprie radici nell'impostazione culturale e metodologica ereditata dalla storiografia del Movimento Moderno². La preferenza data alla struttura intelaiata nella definizione formale e spaziale dell'architettura moderna, e la possibilità di individuare figure di 'pionieri' attorno alle quali si è sviluppata la sua storia, hanno messo in secondo piano il ruolo degli altri elementi della costruzione, che pure sono stati altrettanto importanti nella definizione del mito stesso della Modernità.

1 Il presente lavoro prosegue l'indagine sull'evoluzione tecnologica dell'involucro, iniziata con lo studio dedicato al rivestimento lapideo esposto nel precedente volume *Modernismi Litici 1920-1940. Il rivestimento in pietra nell'Architettura Moderna*.

2 L'impostazione metodologica di Giedion e della primissima storiografia dell'architettura era fondata – secondo le teorie di Wölfflin – sull'analisi dei fatti salienti e dei personaggi significativi quali tappe di un processo considerato inevitabile. Lampugnani V. M., *Una storia della storia dell'Architettura del XX secolo*, «Rassegna», 25 (1986), p. 18.

Tale impostazione ha facilitato l'approfondimento degli aspetti strutturali dell'edificio e della loro genesi, piuttosto di quelle parti ritenute di completamento o di finitura, come il tamponamento e il rivestimento. Questi due componenti rientrano invece a pieno titolo nella nuova concezione della costruzione, dove ad una classificazione fondata sui materiali e sugli elementi costruttivi ad essi collegati, si sostituì una scomposizione in base alla funzione delle diverse parti dell'edificio.

La struttura e l'involucro svolsero infatti un ruolo ugualmente importante nell'assolvimento delle nuove funzioni della costruzione, e determinante nella definizione formale dell'edificio, e in genere dell'immagine consolidata della Modernità³.

Nel primo capitolo sono state delineate le tappe principali – spesso non riconosciute o messe in secondo piano dalla storiografia ufficiale del Moderno – che hanno condotto all'affermazione dei materiali coibenti, individuandone i protagonisti ed alcuni edifici significativi, analizzati alla luce anche della cultura architettonica dell'epoca e dei condizionamenti della politica.

Spesso non è stato adeguatamente sottolineato, ad esempio, il ruolo e i risultati ottenuti da ingegneri civili ed industriali sul calcolo della conducibilità dei materiali da costruzione, sulla loro industrializzazione e sulle tecniche di posa in opera. Il laboratorio di questo progresso 'silenzioso' furono i cantieri dei grandi impianti frigoriferi italiani degli anni '20, dove vennero messe a punto le tecniche e i materiali, nonché il concetto stesso di isolamento termico, successivamente applicati all'edilizia residenziale nel corso del decennio successivo.

Allo stesso tempo l'episodio, molto conosciuto dal punto di vista della storia dell'architettura, rappresentato dalla mostra dell'Abitazione alla V Triennale di Milano del 1933, non è stato sufficientemente analizzato quale laboratorio per la costruzione moderna, in particolare dei nuovi materiali coibenti e delle tecniche innovative ad essi collegati.

Un altro ambito – poco conosciuto dal punto di vista tecnico – ma che si dimostrò fondamentale fu l'attività edilizia nelle colonie italiane in terra d'Africa. Qui vi fu la possibilità di sperimentare materiali e tecniche costruttive nazionali in condizioni geografiche e logistiche differenti, che aprirono l'indagine scientifica sul rapporto clima-edificio, dal punto di vista del comfort interno in relazione alle differenti condizioni climatiche delle colonie africane.

³ La centralità del rivestimento nella definizione dei caratteri formali e costruttivi della Modernità è stata l'oggetto della precedente ricerca svolta dall'Autore sul rivestimento lapideo sottile. Bertolazzi A., *Modernismi Litici 1920-1940. Il rivestimento in pietra nell'Architettura Moderna*, FrancoAngeli, Milano, 2015, pp. 13-14.

Il secondo capitolo analizza i principali prodotti comparsi sul mercato italiano a partire dai primi anni '20 nell'ambito dell'industria frigorifera e diffusisi poi nell'edilizia residenziale. La ricerca ha evidenziato sia le principali proprietà meccaniche e fisiche, sia i cicli produttivi che condizionarono la posa in opera e la loro fortuna commerciale.

L'attenzione è stata posta a tutti i principali materiali presenti sul mercato nazionale, da quelli con brevetto straniero e licenza di produzione nazionale, a quelli direttamente importati dall'estero, fino ai prodotti sviluppati dall'industria italiana⁴. La presenza e la fortuna commerciale degli isolanti nella costruzione italiana fu, come altri materiali, fortemente condizionata dalla politica del regime fascista nel corso degli anni '30, in particolare dopo la guerra d'Etiopia e la conseguente politica autarchica.

Il terzo capitolo è dedicato invece alle tecniche di posa in opera dei materiali, sia quelli di origine vegetale in pannelli, che quelli cementizi a blocchi. L'analisi della manualistica e della pubblicistica tecnica edita dalle stesse ditte produttrici ha evidenziato l'eterogeneità delle soluzioni costruttive proposte per l'isolamento termico ed acustico, che andavano dalle tradizionali murature portanti alle nuove strutture a telaio, dai solai lignei a quelli in latero-cemento, fino a soluzioni speciali studiate e brevettate dalle stesse ditte produttrici di isolanti.

Lo strumento privilegiato per questa indagine è stato, come precedentemente anticipato, la manualistica italiana, in particolare quella degli anni '30⁵. I manuali hanno consentito infatti di ricostruire la logica progettuale 'funzionale' che sta alla base della costruzione moderna, oltre che avere una prima panoramica sui materiali, sui prodotti e sulle tecniche costruttive e di posa in opera nazionali ed estere. L'approfondimento specifico di questi aspetti è stato condotto poi sulla pubblicistica tecnica e sulle brochure tecnico-commerciali delle ditte produttrici di materiali coibenti, in particolare per quanto riguarda le soluzioni tecnologiche proposte a partire dalla metà degli anni '30.

Le riviste italiane, che negli anni '20 e '30 sono state il principale veicolo di scambio di idee e di informazione tecnica, hanno rappresentato un

4 Per la ricerca sono state fondamentali le rubriche e i cataloghi dei prodotti pubblicati periodicamente sulle riviste italiane del settore, da cui sono state ricavate numerose informazioni sui materiali coibenti nel mercato nazionale delle costruzioni.

5 Per avere un quadro completo l'indagine ha coinvolto anche la manualistica fino agli anni '50, nella quale è stato possibile recuperare il filo di un discorso tecnico e progettuale, interrotto ma non abbandonato dalla guerra. Spesso si è trattato di nuove edizioni di volumi pubblicati prima della guerra, come nel caso della *Costruzione razionale della casa* di Griffini, oppure nuove opere come il *Manuale dell'Architetto* di Ridolfi, che facevano il punto sulle tecniche costruttive dell'epoca, aprendo anche nuove prospettive.

altro strumento insostituibile per la ricerca. Sulle loro pagine infatti è stato possibile ricostruire sia il vivace dibattito che ha consentito la formazione di culture progettuali e costruttive comuni, superando spesso i confini nazionali, sia le tappe dello sviluppo dei materiali coibenti, i protagonisti e gli edifici più significativi. Nel ruolo culturale e di aggiornamento tecnico hanno poi affiancato la manualistica, sintomo evidente della difficoltà di mantenere una visione tecnica sintetica, causata dall'imponente sviluppo industriale e dalla conseguente diversificazione dei materiali e delle tecniche, conseguenza più evidente dell'affermazione della Modernità.

1. *Origine e sviluppo dei materiali coibenti in Italia*

La comparsa e lo sviluppo dei materiali coibenti in Italia, insieme all'affermazione del calcestruzzo armato, è stata una delle tappe del processo di modernizzazione del settore delle costruzioni e il risultato dello sviluppo industriale del Paese, che, iniziato con un certo ritardo rispetto alle altre nazioni europee, si svolse seguendo un percorso autonomo, determinato dalle particolari condizioni sociali, economiche ed industriali italiane¹.

Il caso dei materiali coibenti testimonia la dipendenza del settore delle costruzioni dalle altre attività industriali per quanto riguarda l'innovazione tecnologica. Se infatti il telaio in calcestruzzo armato si affermò grazie alla crescente domanda di infrastrutture produttive e commerciali, oltre alla scarsa produzione nazionale di leghe metalliche, i materiali coibenti si diffusero in un settore industriale molto distante, in quella che veniva chiamata l'industria 'del freddo', che si occupava della conservazione e lavorazione a bassa temperatura dei generi alimentari deperibili.

La sperimentazione in termini di calcolo di conducibilità dei materiali da costruzione, della loro industrializzazione e delle tecniche di posa in opera, messa a punto nei cantieri dei grandi impianti frigoriferi italiani degli anni '20 fu la base per l'applicazione all'edilizia residenziale dei concetti e delle tecniche della coibenza nel corso del decennio successivo.

L'importante sviluppo conosciuto dall'industria del freddo subito dopo la fine della Grande Guerra è riconducibile alla politica economica del Fascismo². Questo settore rappresentava infatti l'occasione per migliorare l'in-

1 Lo sviluppo del telaio in cemento armato, così come quello dei materiali coibenti – a blocchi e in pannelli – e del rivestimento lapideo, si mantenne all'interno della tradizione muraria italiana. Trivellini E., *Storia della tecnica edilizia in Italia dall'Unità ad oggi*, Alinea Editrice, Firenze, 1998, pp. 71-83; Poretti S., *Struttura e architettura nel modernismo italiano*, «Rassegna di Architettura e Urbanistica», 121-122 (2007), p. 11.

2 Nel primissimo dopoguerra l'industria delle costruzioni e l'attività edilizia conobbero una difficile ripresa, dovuta alle problematiche relative al blocco dell'attività edilizia durante

dustria agroalimentare che rivestiva un ruolo di primo piano, dal momento che l'Italia rimaneva ancora paese prevalentemente agricolo. L'investimento di capitali e risorse determinò il progresso dell'industria del freddo, dove gli aspetti strettamente legati alla fisica tecnica e quelli impiantistici si incontrarono con un settore delle costruzioni in profonda trasformazione in merito a tecniche, materiali e cicli produttivi.

Con il consolidamento del potere, la politica di modernizzazione promossa dal Fascismo aprì di fatto la strada all'industrializzazione dei diversi settori economici del Paese. Questo creò i presupposti per un rilancio del settore delle costruzioni che ebbe anche conseguenze positive per il suo sviluppo e la diffusione dei nuovi materiali, soprattutto nell'edilizia residenziale che costituiva la fetta maggiore del mercato. I risultati delle ricerche condotte all'estero a partire dagli anni '20 sulla qualità dell'abitare si diffusero anche in Italia, soprattutto grazie alla manualistica tecnica e alle riviste specializzate, sempre più attente a quanto accadeva nei paesi europei più avanzati nel settore residenziale, come Germania e Olanda³.

L'autosufficienza economica intrapresa dal regime quale risposta alla crisi mondiale del 1929 favorì poi l'affermazione di materiali coibenti prodotti in Italia prima su licenza straniera e successivamente di brevetti nazionali. In questa fase, caratterizzata dall'apertura verso le esperienze straniere e grazie anche all'adesione di architetti italiani al Movimento Moderno, anche in Italia si diffuse l'approccio 'funzionale' al progetto e una logica industriale del processo costruttivo, che determinò il nascere di una visione 'prestazionale' delle componenti dell'edificio moderno, il telaio con funzione portante e l'involucro, con funzione protettiva dell'ambiente interno⁴.

il periodo bellico e, successivamente, alla riconversione dell'apparato industriale nazionale dall'economia di guerra a quella di pace, che assorbiva la maggior parte delle risorse del paese. A queste si aggiunsero le incertezze politiche e sociali che caratterizzarono i primi anni del dopoguerra e che frenarono la ripresa economica del Paese. Il Fascismo, una volta preso il potere, ereditò questa situazione e mantenne i provvedimenti varati dai governi precedenti, che favorivano i settori industriali tradizionali (agroalimentare, tessile e cantieristico) e che puntavano a trasferire il progresso tecnologico ed industriale raggiunti durante la guerra al mercato civile.

3 Tracce delle esperienze teoriche e costruttive maturate nei cantieri delle *Siedlungen* tedesche e dei nuovi quartieri residenziali olandesi si possono trovare in diverse pubblicazioni dell'epoca, tra cui *L'Abitazione moderna popolare nell'Architettura contemporanea olandese* (1922) di Gaetano Minnucci e la *Costruzione razionale della casa* (1932) di Enrico A. Griffini, dove insieme agli aspetti sociali e tipologici venivano analizzate le tecniche costruttive in termini economici e prestazionali.

4 Villari L., *I nuovi materiali edili e la grande crisi*, «Casabella», 440-441 (1978), p. 123; Nicoloso P., *Mussolini architetto*, Einaudi, Torino, 2008, pp. 35-37.

L'indirizzo autarchico dato dal regime all'economia italiana a partire dal 1935 è alla base di un ritorno a soluzioni tecniche più tradizionali, nelle quali era ridotto al minimo l'impiego di materiali strategici, in particolare le leghe a base di ferro⁵.

Nonostante alla fase autarchica sia sempre stata data una connotazione negativa, legata alla svolta politica autoritaria del regime, dal punto di vista puramente tecnico corrisponde ad un momento particolarmente importante e proficuo per il progresso tecnologico e l'industria italiana. È infatti in questi anni, dal 1935 al 1943, che il dibattito architettonico italiano, pur tra le difficoltà politiche degli intellettuali, la crisi economica ed il consolidamento del regime in senso totalitario, fu costretto ad affrontare per la prima volta concetti quali standardizzazione, prefabbricazione ed unificazione quali strumenti per contenere i costi della produzione e della costruzione edile. Allo stesso tempo la chiusura ai mercati internazionali per l'approvvigionamento di materie prime stimolò un'intensa ricerca sui materiali, sfruttando al massimo le risorse nazionali⁶.

Parte di queste ricerche ebbero modo di essere applicate nell'edilizia sviluppata per le colonie italiane in terra d'Africa, dove vi fu l'occasione non solo di verificare le teorie urbane e architettoniche nazionali, ma anche di sperimentare materiali e tecniche costruttive nazionali, adattandole alle specifiche difficili condizioni geografiche e logistiche africane⁷.

1.1 Le prime applicazioni: l'industria del freddo (1900-1930)

La nascita dell'industria del freddo è il risultato dei progressi non solo della termodinamica applicata, ma anche dell'ingegneria meccanica e chimica, che consentirono di dare applicazioni pratiche alla teoria del calore. La realizzazione del ciclo frigorifero, benché teorizzata da Carnot, dovette attendere la for-

5 Sul rapporto tra politica, autarchia e sviluppo tecnologico in Italia: Cennamo M., *Autarchia e tecnologia nell'architettura razionale italiana*, Fratelli Fiorentino Editore, Napoli, 1988, pp. 93-115; Poretti S., *Modernismi e Autarchia*, in Ciucci G., Muratore G. (a cura di), *Storia dell'Architettura italiana. Il primo Novecento*, Electa, Milano, 2004, pp. 442-475; De Simone R., *Il Razionalismo e l'architettura italiana del primo Novecento*, Laterza, Bari, 2011, pp. 34-40 e pp. 171-173.

6 Cennamo M., *Autarchia e tecnologia nell'architettura razionale italiana*, op. cit, pp. 9-10;

7 La presenza di ambienti e di climi profondamente diversi tra loro e con quelli italiani impose una riflessione sulle tecniche e sui materiali da impiegarsi in paesi di differente cultura costruttiva. Allo stesso tempo rappresentava anche l'occasione per ampliare l'indagine scientifica sul rapporto clima-edificio, dal punto di vista del comfort interno in relazione alle differenti condizioni climatiche delle colonie africane.

mulazione di Kelvin a metà dell'Ottocento e, soprattutto il superamento delle difficoltà nel trovare un fluido con alto calore latente, capace di aumentare l'efficienza del ciclo frigorifero⁸. Un altro fattore che portò alla costruzione dei primi frigoriferi industriali ad alto rendimento fu la comparsa sul mercato – a partire dalla fine dell'Ottocento – dei motori elettrici, che consentì di avere macchine a compressione più efficienti e leggere, andando a sostituire in molti settori quelle a vapore.

La principale applicazione della tecnica del freddo fu la conservazione e la lavorazione dei generi alimentari (carni, latticini, frutta, ortaggi, birra). Lo sviluppo demografico e il fenomeno dell'inurbamento quale risultato della seconda rivoluzione industriale resero necessaria la trasformazione del ciclo produttivo e della distribuzione degli alimenti, passando da un'economia tradizionale del consumo diretto a quella industriale, fondata sullo stoccaggio e sul commercio⁹. Rapidamente sorsero nelle principali città italiane, europee ed americane, edifici specializzati per la lavorazione e la conservazione dei prodotti alimentari destinati sia al consumo locale che al commercio nazionale ed estero.

La necessità di avere impianti specializzati per la conservazione e il trattamento degli alimenti a basse temperature impose una ricerca interdisciplinare che coinvolse la distribuzione degli ambienti e la logistica, ma anche gli aspetti edilizi, dalle strutture ai materiali, che condussero ad un'intensa ricerca e sperimentazione a partire dagli ultimi decenni dell'Ottocento¹⁰.

L'industria frigorifera si sviluppò in Italia, come nel resto dell'Europa, a partire dai primissimi anni del Novecento con la costruzione delle prime fabbriche del ghiaccio, realizzate per i magazzini per le carni nei porti di Genova e Napoli.

8 La ricerca si indirizzò in un primo momento nella ricerca di fluidi sempre più efficienti: dopo i primi esperimenti condotti con acqua, anidride solforosa, anidride carbonica, agli inizi del Novecento si affermarono il protossido d'azoto (1912) e l'ammoniaca (1920), la cui tossicità e corrosività portò negli anni '30 allo studio di nuovi liquidi refrigeranti soprattutto per l'uso domestico. Sandfort J.F., *Heat Engines: Thermodynamics in Theory and Practice*, Doubleday & Company, Inc., Garden City, New York, 1962, pp. 25-26.

9 Franceschi G.B., Venturoli G., *Conservazione delle sostanze alimentari*, Hoepli, Milano, 1895, pp. 19-20; De Brevans J., *Les conserves alimentaires*, Ed. Librairie J.B. Baillièere et fils, Paris, 1906, p. 11.

10 Le tracce di questo progresso rapido quanto sconosciuto, si possono ripercorrere nella manualistica dell'epoca, che vide la pubblicazione di numerose opere riguardanti le tecniche di conservazione degli alimenti, le macchine frigorifere, le proprietà isolanti dei materiali e le tecniche costruttive per la loro posa in opera.



Figg. 1-2 – Il magazzino militare di la Spezia (1916-17), veduta prospettica del progetto (in alto) e veduta dell'interno dell'edificio in cantiere (in basso). Il frigorifero costituì uno dei primi esempi di edificio costruito interamente in calcestruzzo armato con rivestimenti interni in lastre di sughero a doppio strato da 12-16 cm.