



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

FACOLTÀ DI INGEGNERIA

Corso di Laurea Triennale in Ingegneria Edile

**IL SOLAIO IN LATERO-CEMENTO:
INDAGINE SUI PRIMI ESEMPI PRESENTI NELLA
PROVINCIA DI ANCONA**

**REINFORCED CONCRETE AND HOLLOW TILES MIXED
FLOOR: A RESEARCH ABOUT EARLY
CASES IN ANCONA**

Relatore:

Prof. Enrico Quagliarini

Tesi di Laurea di:

Federica Ameli

A.A. 2018/2019

Indice

Capitolo 1. Il solaio in latero-cemento

1.1. Definizione di solaio misto	7
1.2. Descrizione degli elementi che lo compongono	9
1.3. Tipologie strutturali note	12
1.3.1 Solaio realizzato in opera.....	13
1.3.2 Solaio a travetti.....	15
1.3.3 Solaio a pannelli prefabbricati.....	19
1.3.4 Solaio a lastra.....	20

Capitolo 2. Il boom edilizio degli anni '60

2.1. Principali motivazioni.....	22
2.2. L'impiego in larga scala dei solai misti.....	23

Capitolo 3. I primi solai latero-cementizi nella provincia di Ancona

3.1. Il patrimonio storico degli archivi di stato.....	25
3.2. La scelta degli studi tecnici della famiglia Beer	27
3.2.1 Corrado Beer.....	29

Capitolo 4. I primi solai misti negli edifici in muratura

4.1. Fabbricato colonico Tito Castellucci	32
4.2. Palazzo Giorgetti.....	34
4.3. Ampliamento casa Nicolini	36
4.4. Casa proprietà Ing. Marchetti	38
4.5. Casa colonica Vettori-Allisio.....	40

Capitolo 5. I primi solai misti nelle strutture intelaiate

5.1. L'abitazione Mercanti-Ulisse	42
5.2. L'aeroporto di Falconara	43
5.3. La nuova sede dei magazzini e degli uffici Eternit di Ancona	46

Capitolo 6. Discussione e conclusioni

6.1 Discussione	49
6.2 Conclusioni	50

Bibliografia	51
---------------------------	----

Sitografia	52
-------------------------	----

Ringraziamenti	53
-----------------------------	----

*La perseveranza è ciò che rende
l'impossibile possibile,
il possibile probabile, e il probabile certo.*

Introduzione

Il presente elaborato ha come oggetto di studio una delle tipologie strutturali maggiormente diffuse nel patrimonio edilizio italiano: il solaio in latero-cemento.

Come prima cosa è stata data una definizione di solaio in laterocemento, anche attraverso la descrizione degli elementi che lo compongono; successivamente l'attenzione si è spostata sulla presentazione delle varie tipologie di solai misti conosciuti fino ad oggi.

La parte centrale di questo elaborato si occupa dell'indagine archivistica condotta per portare alla luce i primi esempi di solai in latero-cemento utilizzati nella provincia di Ancona. Pertanto, l'obiettivo di questa tesi di laurea è quello di analizzare e elaborare i dati ricavati dall'Archivio di Stato del capoluogo di regione durante il periodo di tirocinio, al fine di ottenere dei risultati su cui discutere. Gli elementi ottenuti rappresenteranno alcuni dei primi esempi di strutture caratterizzati da questa nuova tipologia di solaio. La scelta dell'argomento è stata dettata dall'interesse suscitato dal corso di "Recupero e conservazione degli edifici" e dalla possibilità, attraverso indagini dirette (carotaggi, prove in laboratorio, ...) o indirette (ricerca bibliografica) di riuscire a collocare un edificio storico nel tempo e di conseguenza essere in grado di risalire alla sua storia. Nello specifico, in questo caso, si è scelto di avvalersi di informazioni cartacee e quindi di non ricondursi ad un'analisi diretta, in quanto non sono presenti casi di studio da classificare nel tempo e su cui successivamente intervenire, ma sono questi stessi esempi pratici i protagonisti da ricercare per dimostrare la loro composizione strutturale.

Nel trattare tale argomento bisogna specificare che i solai latero-cementizi approdano nel mondo dell'edilizia nel 1900. Precedentemente, infatti, il problema di riempire lo spazio compreso fra due muri era risolto impiegando strutture a volta, solai in legno o in acciaio con tavelle. Nel primo caso venivano utilizzati materiali capaci di resistere a compressione, sfruttando il principio dell'arco; le strutture lignee, invece, sono costituite da un'orditura

principale di travi con funzione portante ed una secondaria caratterizzata da travetti. Le ultime sono composte da travi metalliche poste ad interasse usualmente non superiore ad 1 metro con interposti tavelloni in laterizio o volterrane ad arco. L'avvento del calcestruzzo armato amplia ulteriormente la gamma delle possibilità per la realizzazione degli orizzontamenti. Il resto è storia recente che vede l'evoluzione delle tipologie di solaio mediante l'utilizzo di tecniche di precompressione dei travetti, tecniche di post-tensione sui solai a piastra gettati completamente in c.a., solai in c.a. con alleggerimenti vari, solai prefabbricati per grandi luci ⁽⁹⁾.

L'analisi è stata condotta dividendo le informazioni in due categorie: le strutture in muratura portante e le strutture intelaiate. Dopo una lunga ed attenta ricerca si è scelto di prendere in considerazione un totale di 8 casi progettuali, 5 relativi alla prima categoria e 3 per la seconda. I criteri di limitazione sono stati soprattutto gli estremi cronologici, i quali dovevano obbligatoriamente rimanere in un arco temporale stabilito (1900-1950) e la documentazione necessaria per comprendere le caratteristiche della struttura. Perciò sono stati esclusi tutti i fascicoli riguardanti casi di studio successivi al 1950 e quelli contenenti informazioni scarse o non appropriate al fine della ricerca.

⁽⁹⁾ Fonte: GIULIANO GENNARI, *Recupero e Consolidamento dei solai*, Maggioli Editore, 2019

CAPITOLO 1: IL SOLAIO IN LATEROCEMENTO

1.1 DEFINIZIONE DI SOLAIO MISTO

Si intendono come solai le strutture bidimensionali piane caricate ortogonalmente al proprio piano, con prevalente comportamento resistente monodirezionale⁽¹⁾.

I solai di tipo misto, detti anche solai in latero-cemento, sono ottenuti inserendo nella struttura file di laterizi forati di vario tipo alternati con travetti in c.a. collegati superiormente da una soletta in calcestruzzo.

Rispetto a quelli del tipo monolitico, ovvero costituiti interamente da calcestruzzo pieno presentano i seguenti vantaggi:

- Maggiore leggerezza dovuta alla sostituzione di parte del calcestruzzo con laterizi forati di peso specifico assai minore;
- Maggior coibenza termica e acustica dovuta all'aria contenuta negli elementi di cotto forato;
- Notevole economia derivante dal minore impiego di ferro, per la riduzione del peso proprio, e di legname per le casseforme.

La resistenza è affidata ai travetti ed alla soletta superiore.

A questa tipologia costruttiva sono richiesti due importanti requisiti, uno strutturale ed uno funzionale e di sicurezza. Il primo riguarda il sostegno dei pesi proprio (strutturali, non strutturali e di esercizio) e la sufficiente rigidità nel piano in modo da ridistribuire le azioni orizzontali del sisma agli elementi verticali e assicurare un comportamento globale uniforme. Il secondo, invece, esamina la limitata deformabilità (compatibile con le condizioni di esercizio del solaio e degli elementi costruttivi ed impiantistici ad esso collegati), il buon isolamento termico ed acustico e la sufficiente resistenza al fuoco⁽⁶⁾.

⁽¹⁾ Fonte: ANTONIO CASALINI, *Doradus 5 – Solai in laterocemento*, Dario Flaccovio Editore, 1999.

⁽⁶⁾ Fonte: ACHILLE PETRIGNANI, *Tecnologie dell'architettura*, Serie Görlich - Istituto geografico De Agostini, 1992

A livello di staticità è possibile inserire i forati in un solaio monolitico senza alterarne le capacità di resistenza ⁽³⁾ in quanto, considerando il solaio come una trave inflessa a sezione rettangolare (Figura 1a), nelle sezioni mediane sollecitate da momenti positivi la parte di sopra dell'asse neutro è sollecitata a compressione e la parte inferiore a trazione. In questa parte inferiore solo i ferri hanno funzione resistente, mentre il calcestruzzo, non resistente a trazione, serve solo per collegare i ferri tesi inferiori con il calcestruzzo compresso superiore. È quindi possibile, in questa zona al di sotto dell'asse neutro, raggruppare i ferri di armatura ed eliminare il calcestruzzo inerte e pesante realizzando un solaio a nervature e solette che mostrerebbe le nervature all'intradosso (Figura 1b). I forati di pignatte riempiono gli spazi tra le nervature consentendo la formazione di un intradosso in laterizio continuo, piano e facilmente intonacabile (Figura 1c) ⁽⁸⁾.

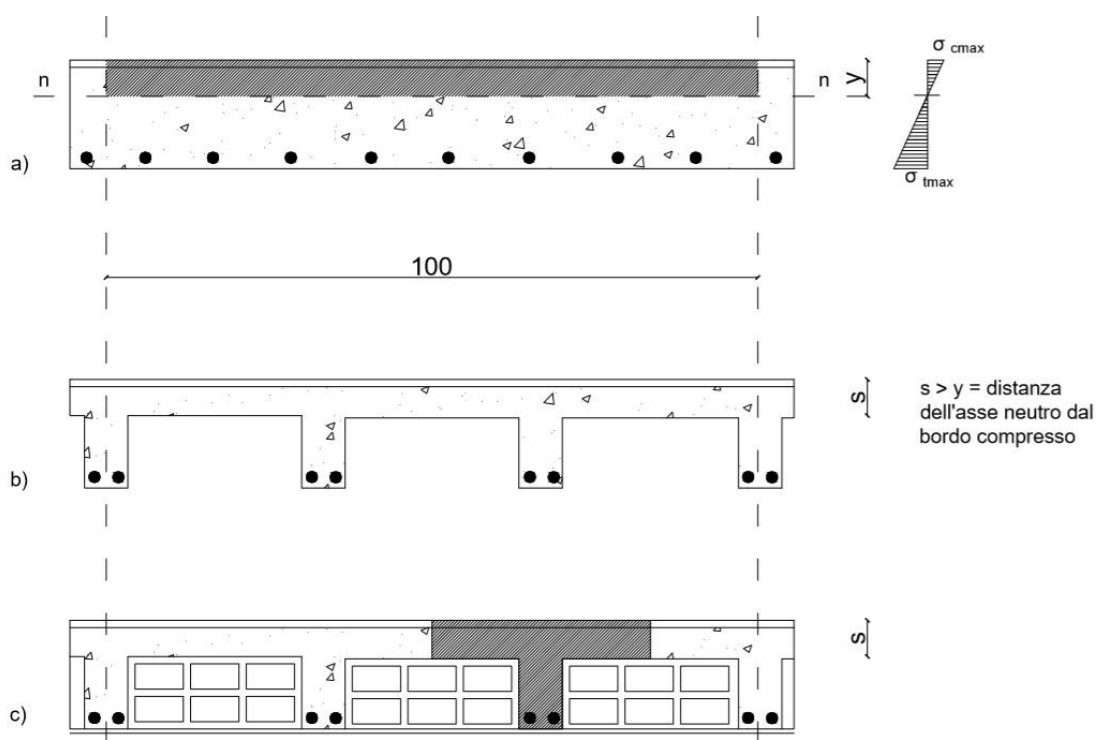


Figura 1 – Sezione di un solaio (fonte: (8) - Caleca, Architettura tecnica)

⁽⁸⁾ Fonte: CALECA LUIGI, *Architettura Tecnica*, Dario Flaccovio Editore, 1994

1.2 DESCRIZIONE DEGLI ELEMENTI CHE LO COMPONGONO

I solai in latero-cemento rappresentano la quasi totalità delle strutture piane orizzontali adoperate sul territorio nazionale. Da un archivio online contenente vecchi allegati Biblus, (consultato in data 27 gennaio 2020) risulta possibile classificarli come strutture miste ottenute dall'assemblaggio di due tipi di materiale che hanno fra loro buona affinità: il cemento armato, con funzioni prevalentemente resistive-strutturali; il laterizio, con funzioni prevalentemente di alleggerimento. Quest'ultimo viene usato per delimitare, con le sue pareti, i canali all'interno dei quali viene disposta l'armatura di acciaio e che, successivamente, vengono riempiti di calcestruzzo. Tali canali, a calcestruzzo indurito, rappresentano le nervature resistenti dell'intera struttura. La funzione resistiva può essere assunta in parte anche dal laterizio che, per l'occasione, presenterà particolari requisiti e forme.

Nel caso di solai parzialmente o totalmente prefabbricati, l'armatura è contenuta all'interno dei componenti prefabbricati.

Per quanto riguarda le dimensioni, un blocco è largo generalmente 50 cm (la larghezza massima dei blocchi è limitata a 52 cm per tutte le tipologie), lungo 20-25 cm, alto 20 cm, con un peso medio di 17 Kg ⁽²⁾.

La norma UNI 9730 del 1990 *Blocchi in laterizio per solai* classifica i blocchi, tenendo presenti le modalità di impiego, secondo due criteri:

- modalità di posa in opera;
- funzione statica.

Con il primo criterio si individuano tre possibili tipi di blocchi in laterizio:

- tipo 1: blocchi destinati ai solai da casserare e gettare in opera;
- tipo 2: blocchi destinati al confezionamento dei pannelli;
- tipo 3: blocchi destinati a solai realizzati con travetti prefabbricati.

⁽²⁾Fonte: AA. VV., *Manuale del costruttore edile e del geometra – Manuali Cremonese*, 1949.

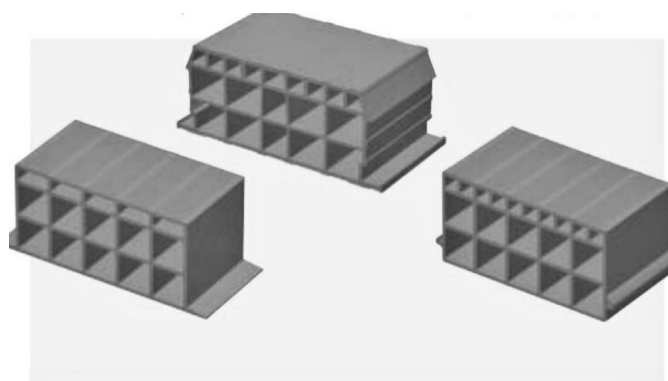


Figura 2 – Esempi di blocchi di laterizi (fonte: La corretta esecuzione dei solai in laterizio, archivio Biblus online)

Con il secondo criterio si individuano due categorie a seconda della funzione statica esplicata dal blocco nel solaio ⁽⁴⁾:

- categoria a): blocchi aventi funzioni principali di alleggerimento;
- categoria b): blocchi aventi funzione statica in collaborazione con il conglomerato.

La differenza consiste esclusivamente nella geometria: il blocco di categoria b) deve avere la cosiddetta zona rinforzata, ovvero la parte superiore, per uno spessore non inferiore a 1/5 dell'altezza nel caso di solai alti fino a 25 cm, e per almeno 5 cm per quelli di maggiore altezza. Inoltre, deve essere caratterizzato da una percentuale di foratura non superiore al 50%.

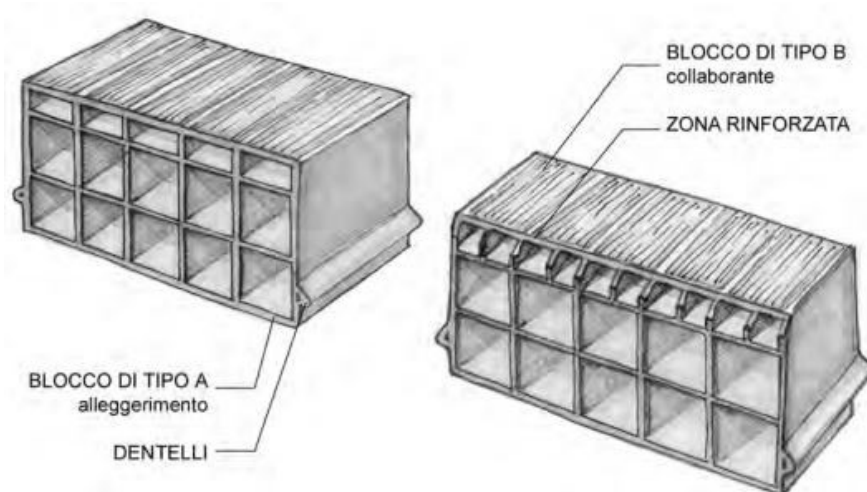


Figura 3 – Blocchi di tipo A e B (fonte: La corretta esecuzione dei solai in laterizio, archivio Biblus online)

⁽⁴⁾ Fonte: UMBERTO ALASIA, MAURIZIO PUGNO, *Manuale di costruzioni*, Società Editrice Internazionale – Torino, 2012

Le caratteristiche dei blocchi in laterizio per solaio sono fissate, in modo cogente, dai decreti attuativi emanati dal Ministero dei Lavori Pubblici. Uno dei principali a cui si fa riferimento è il decreto del 9 gennaio 1996, il quale stabilisce numerosi requisiti di tali blocchi. Essi devono essere caratterizzati da un disegno semplice, con setti rettilinei e allineati, soprattutto in direzione orizzontale. Il decreto ribadisce il concetto indicando anche che il rapporto fra lo spessore e la lunghezza dei setti deve essere il più possibile costante. Questo significa che il disegno, oltre che semplice, deve essere ben equilibrato, con fori di dimensioni non troppo dissimili fra loro. È fissata la percentuale di foratura, ossia il rapporto tra l'area totale dei fori e l'area della sezione del blocco, mediante la formula:

$$\frac{F}{A} \leq 0,6 + 0,625 h \leq 75\%$$

dove h è l'altezza del blocco espressa in metri.

In pratica i blocchi da solaio possono avere al massimo la percentuale di foratura riportata in tabella 1.

Altezza del blocco (cm)	Foratura (%)
12	67,5
14	68,5
16	70,0
18	71,2
20	72,5
22	73,7
24	75,0
26 e oltre	75,0

Tabella 1 (fonte: *La corretta esecuzione dei solai in laterizio*, archivio Biblus online)

Le pareti orizzontali compresse devono avere spessore non minore di 8 mm; le pareti perimetrali devono avere anch'esse spessore non inferiore a 8mm, mentre i setti non devono avere spessore minore di 7 mm.

Le intersezioni fra i setti e fra i setti e le pareti devono essere raccordate con un raggio di

curvatura maggiore di 3 mm. (Fig. 4)

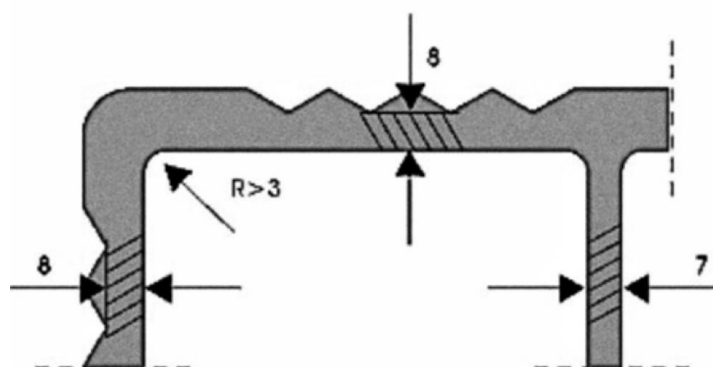


Figura 4 – Requisiti geometrici dei blocchi (fonte: La corretta esecuzione dei solai in laterizio, archivio Biblus online)

Le caratteristiche della materia prima, ovvero le caratteristiche fisiche del “cotto”, sono definite dal coefficiente di dilatazione termica lineare α , che deve essere maggiore di $6 \times 10^{-6} \text{ } ^\circ\text{C}^{-1}$, e dalla dilatazione all’umidità, che non può superare il valore di 4×10^{-4} (0,4 mm/m). Questi vincoli hanno lo scopo di assicurare la compatibilità del laterizio con il calcestruzzo, in modo che in esercizio, variando la temperatura o l’umidità, il comportamento della struttura sia il più possibile omogeneo.

Sempre legato alle caratteristiche della materia prima (ma anche al disegno del blocco), è il valore del modulo elastico, fissato per legge a un massimo di 25 kN/mm^2 , allo scopo di garantire al blocco una deformabilità sufficiente ad assorbire le variazioni dimensionali indotte da sollecitazioni sia meccaniche che termiche senza subire danneggiamenti.

1.3 TIPOLOGIE STRUTTURALI NOTE

Il processo di evoluzione subito dal laterizio, insieme alla sua morfologia, è stato determinante per migliorare sia le qualità del solaio sia le operazioni realizzative in cantiere. In definitiva, attualmente si possono individuare diverse tipologie di solaio in latero-cemento caratterizzate sia dalle diverse modalità di esecuzione sia dal processo di evoluzione che questo solaio ha subito nel corso degli anni ⁽⁵⁾:

- Solaio realizzato in opera;
- Solaio a travetti; con travetti in latero-cemento e blocchi interposti, con travetti a traliccio e blocchi interposti, con travetti in calcestruzzo precompresso e blocchi interposti;
- Solaio a pannelli prefabbricati: in cemento armato normale, in cemento armato precompresso
- Solaio a lastra: in cemento armato normale con elementi di alleggerimento in laterizio, in cemento armato precompresso.

1.3.1 SOLAIO REALIZZATO IN OPERA ⁽⁵⁾

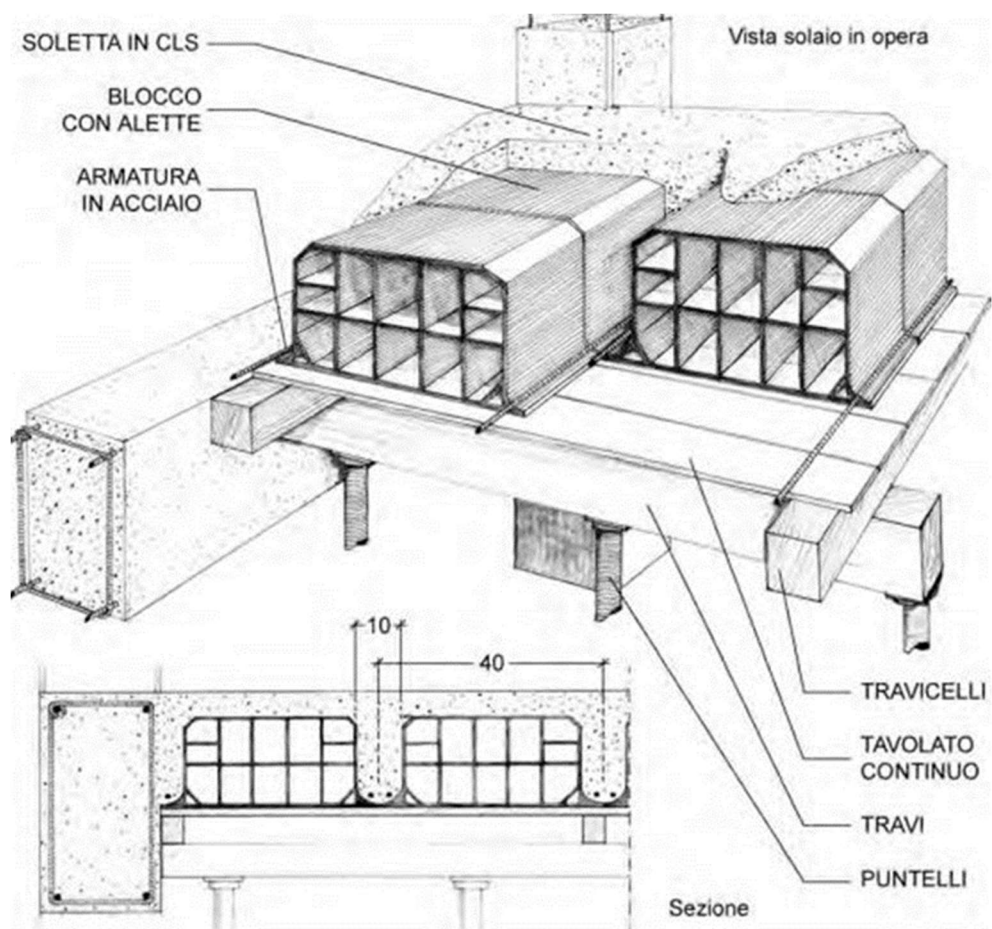


Figura 5 – Solaio realizzato in opera (fonte: *La corretta esecuzione dei solai in laterizio*, archivio Biblus online)

⁽⁵⁾Fonte: KOENIG G. K., *Tecnologia delle Costruzioni*, LeMonnier, 1989

Si tratta di una delle prime tipologie di solaio in latero-cemento. Esso è formato da due o più file di mattoni forati comuni, a 4 o 6 fori, separati da sottili nervature di cemento armato. La richiesta di un tavolato continuo di appoggio come carpenteria, ha fatto sì che questa tipologia di solaio venisse quasi completamente abbandonata, anche a causa dell'elevato costo della manodopera.

La struttura, infatti, durante le fasi di montaggio dei componenti e di getto del calcestruzzo, deve essere supportata da un impalcato (cassero) che interessa tutta la luce da coprire. Questo è caratterizzato da un tavolato piano che consente la posa e l'allineamento delle pignatte per file parallele, secondo la direzione di orditura delle nervature resistenti. Una serie di travicelli perpendicolari alla direzione delle tavole ne reggono l'orditura posti ad un interasse di 70-100 cm, secondo il peso del solaio che si deve realizzare. Ortogonalmente alla direzione dei travicelli vengono disposte delle travi di idonea sezione sorrette, a loro volta, da puntelli. L'impalcato, durante la fase di preparazione del solaio, risulta pedonabile grazie alla resistenza meccanica dei laterizi.

Completato l'impalcato si procede alla posa dei blocchi e alla collocazione delle nervature portanti. Il laterizio, con le sue pareti, delimita i canali all'interno dei quali viene disposta l'armatura d'acciaio, opportunamente dimensionata e sagomata; importante sarà anche distanziarla dal fondo in modo da assicurare un idoneo copriferro.

Questa tipologia di solaio oggi è utilizzata quando la pianta del fabbricato presenta forti irregolarità o quando, per mancanza di spazio o di mezzi di sollevamento, non è possibile impiegare travetti o pannelli prefabbricati.

1.3.2 SOLAIO A TRAVETTI ⁽⁵⁾⁻⁽⁷⁾

Rispetto ai solai da gettarsi in opera, richiedono la presenza di una struttura provvisoria di sostegno limitata (rompitratta) in quanto, per la loro realizzazione, si sono introdotti degli elementi-trave lineari prefabbricati (travetti) autoportanti su luci piccole per le fasi di posa e di getto, nei quali vengono già inserite in stabilimento le armature.

Di questi elementi-trave se ne sono studiati di vario tipo:

- Travetti costituiti da elementi in laterizio provvisti di apposite cavità necessarie ad alloggiare sia i ferri di armatura sia gettate di malta di cemento (oggi meno impiegati rispetto al passato, anzi quasi caduti in disuso);
- Travetti tralicciati in laterocemento ad armatura lenta;
- Travetti in cemento armato precompresso.

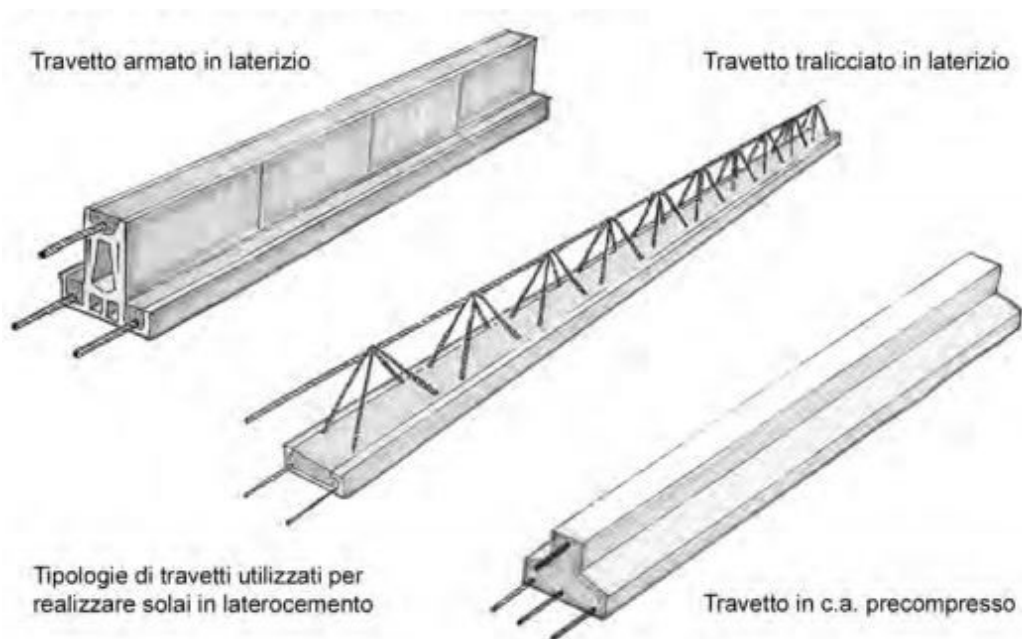


Figura 6 – Tipologie di travetti (fonte: *La corretta esecuzione dei solai in laterizio*, archivio Biblus online)

La struttura portante di questo solaio è realizzata dai travetti mentre l'alleggerimento è

⁽⁵⁾ Fonte: KOENIG G. K., *Tecnologia delle Costruzioni*, LeMonnier, 1989

⁽⁷⁾ Fonte: POLITECNICO DI MILANO, *Indagine sperimentale sul consolidamento di solai a travetti armati tipo SAP*, pubblicazione a cura LECA

costituito da blocchi in laterizio dotati di speciali dispositivi laterali di appoggio (dentelli) proprio per essere posizionati sui travetti.

Dopo aver completato il puntellamento si dispongono i travetti adoperando due blocchi alle testate come distanziatori. Una volta posati tutti i travetti si procede alla posa dei blocchi.

Il getto del calcestruzzo di completamento verrà effettuato dopo che tutta la preparazione dell'impalcato è stata ultimata. Il risultato finale sarà la formazione di una serie di "canalette" aventi come fondo il travetto prefabbricato e come sponde le pareti dei blocchi. All'interno verrà effettuato il getto del calcestruzzo che formerà la nervatura. Le teste dei travetti vengono poggiate su una tavola, posta di piatto lungo il bordo della trave, arretrando il blocco rispetto al bordo, si individua una zona, avente come fondo la tavola di bordo, che potrà essere riempita completamente di calcestruzzo a formare la fascia piena molto importante per le azioni di taglio.

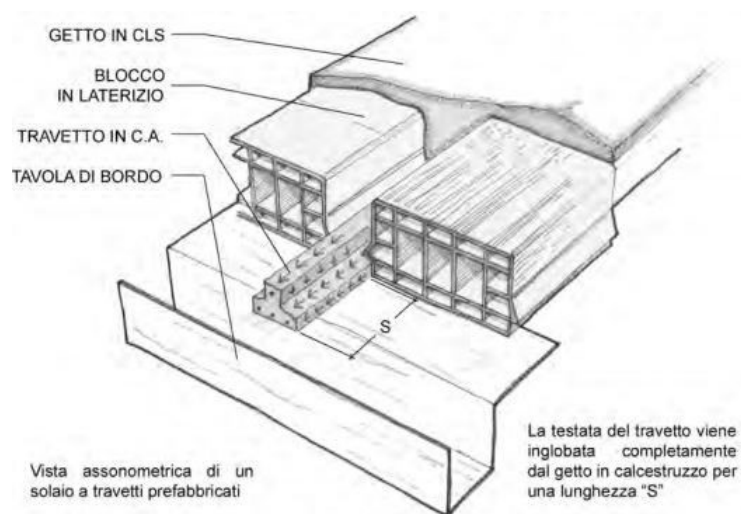


Figura 7 – Arretramento pignatte per fascia piena (fonte: La corretta esecuzione dei solai in laterizio, archivio Biblus online)

Per quanto concerne i travetti, i primi ad essere entrati in commercio sono stati quelli tralicciati. Essi costituiti da un fondello in laterizio rasato con calcestruzzo alto 4 cm e largo 12, nel quale è annegata la base di una struttura metallica formata da tre ferri longitudinali, due inferiori e uno superiore. I collegamenti tra le barre di base e il corrente superiore sono costituiti da staffe di piccolo diametro (generalmente $\varnothing 5$), che formano dei triangoli chiusi

nel senso longitudinale e triangoli privi di lato di base in senso trasversale. I tralicci sono eseguiti con barre in acciaio ad alto limite di snervamento unite mediante elettrosaldatura, che conferiscono notevole rigidità ai travetti. Il corrente superiore del traliccio presenta una sezione maggiore rispetto a quella dei due correnti inferiori.

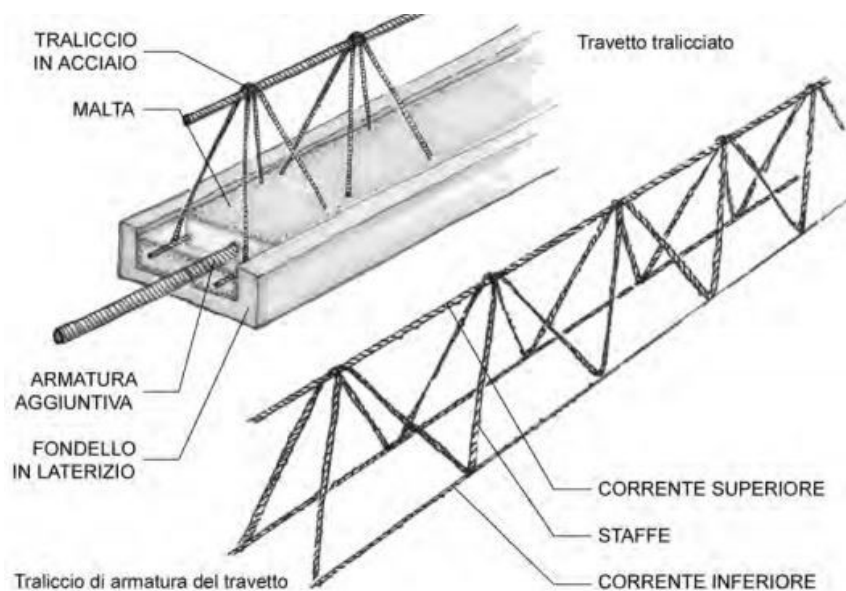


Figura 8 – Travetti a traliccio (fonte: La corretta esecuzione dei solai in laterizio, archivio Biblus online)

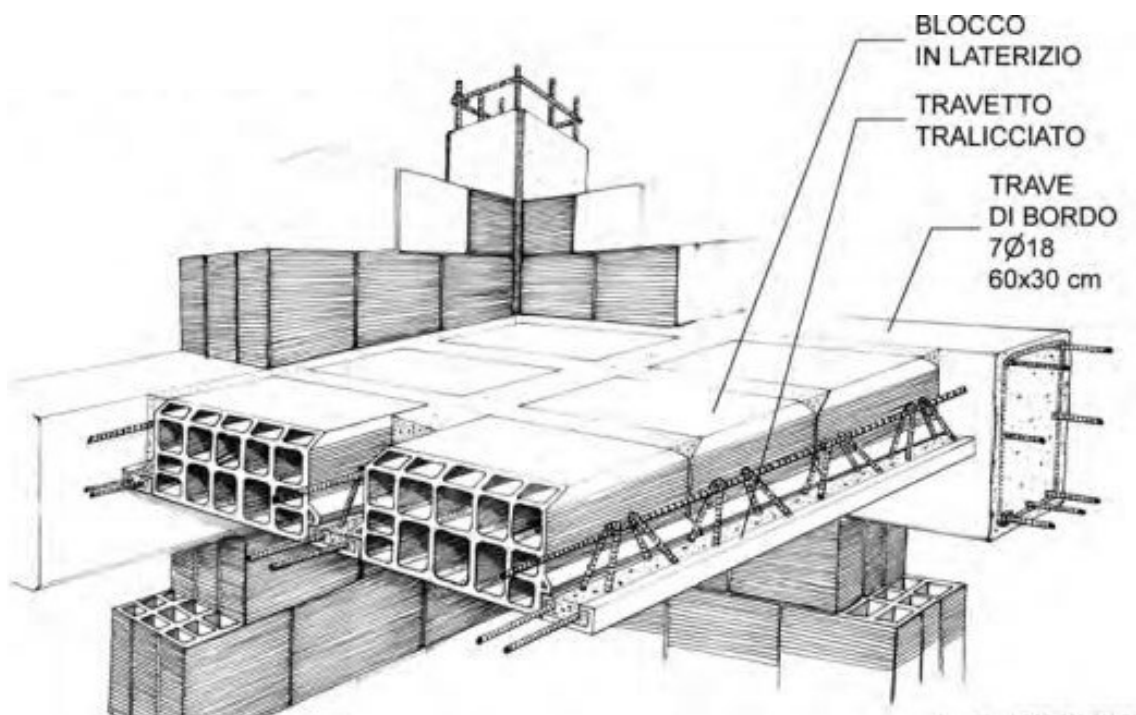


Figura 9 – Solaio a travetti tralicciati (fonte: La corretta esecuzione dei solai in laterizio, archivio Biblus online)

I travetti in cemento armato precompresso giungono sul mercato successivamente (circa negli anni 50) apportando dei vantaggi. Infatti, in questo caso, non è più necessario disporre un impalcato che sorregga sia la struttura sia il getto di calcestruzzo, visto che il travetto possiede oltre a sufficienti caratteristiche di resistenza, anche la funzione di costituire il fondo della nervatura e l'appoggio per i blocchi. Basterà, durante la posa del travetto, puntellarlo con rompitratta in maniera tale che il peso del solaio sia distribuito in tutta la sezione.

All'interno del travetto è contenuta tutta l'armatura (trefoli) necessaria ad assorbire i momenti passivi. L'acciaio usato per questo travetto è di tipo armonico (altissima resistenza) mentre il diametro dei cavi è molto piccolo. I travetti in cemento armato precompresso hanno la sezione a forma di "T" rovesciata con anima a coda di rondine.

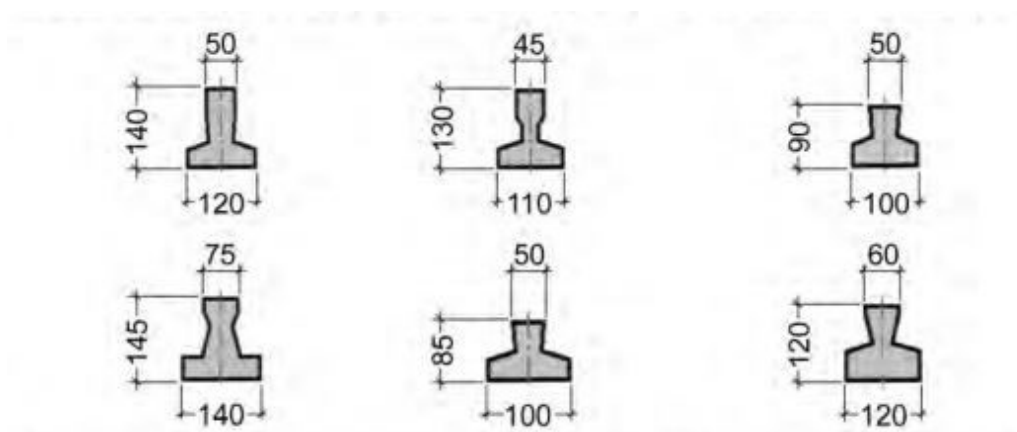


Figura 10 – Particolare di travetti prefabbricati (fonte: *La corretta esecuzione dei solai in laterizio*, archivio Biblus online)

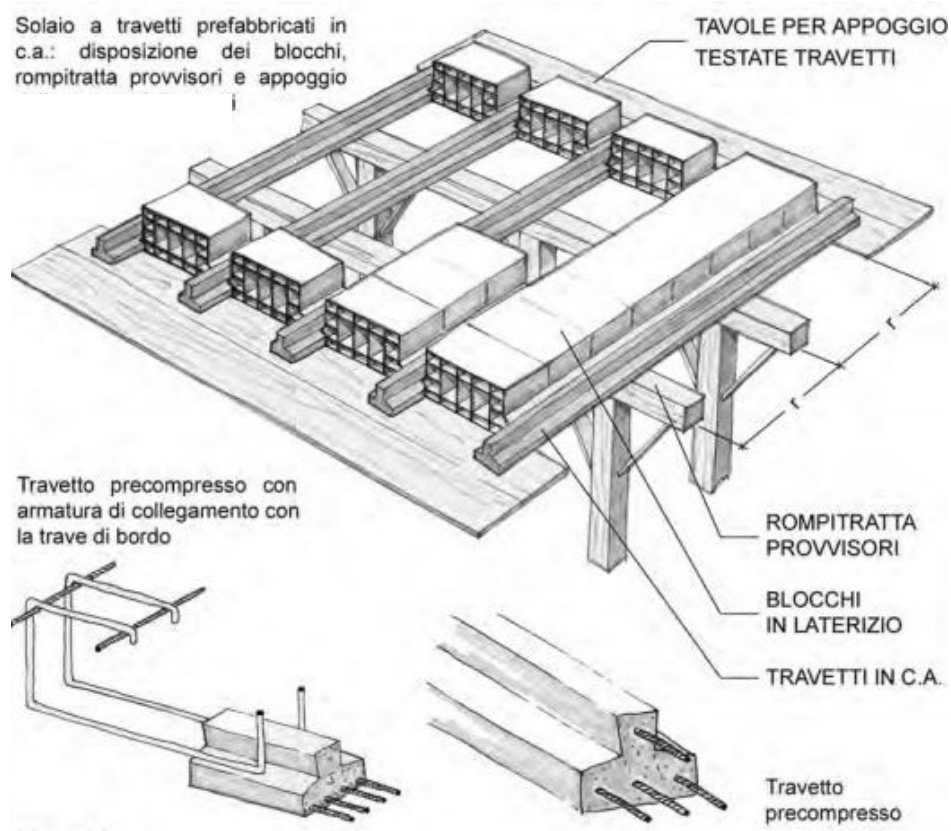


Figura 11 – Solaio a travetti prefabbricati (fonte: *La corretta esecuzione dei solai in laterizio*, archivio Biblus online)

1.3.3 SOLAIO A PANNELLI PREFABBRICATI ⁽⁵⁾

Particolari tipi di blocchi in laterizio (simili alle volterrane) permettono la realizzazione di pannelli armati prefabbricati. Questi, insieme a quelli a lastra, rappresentano l'industrializzazione del solaio tradizionale. Porzioni di solaio strutturalmente finito, il cui trasporto e la cui posa in opera si sono resi possibili con il diffondersi nei cantieri di mezzi di sollevamento. L'assemblaggio dei blocchi viene fatto in cantieri centralizzati, quasi tutti attrezzati per impianti semiautomatici, nei quali i pannelli vengono confezionati su pianali metallici. I pannelli preconfezionati, ad armatura lenta o precompressa, hanno modulo pari a uno, due, tre o più blocchi. La larghezza usuale dei blocchi è di 40 o 50 cm, oppure, rispettivamente 100 o 150 cm.

⁽⁵⁾ Fonte: KOENIG G. K., *Tecnologia delle Costruzioni*, LeMonnier, 1989

L'armatura metallica superiore è costituita da una barra di acciaio per ogni filare di blocchi, per un totale, per pannello, di due o tre ferri di piccolo diametro che trovano alloggio in una scanalatura superiore, appositamente prevista nel centro di ogni blocco.

L'armatura metallica inferiore è formata da due barre di acciaio per ogni filare di blocchi, disposte in basso ai lati dei blocchi stessi negli appositi alloggiamenti, le quali costituiscono l'armatura delle nervature che si formano a seguito dell'accostamento delle file di blocchi.

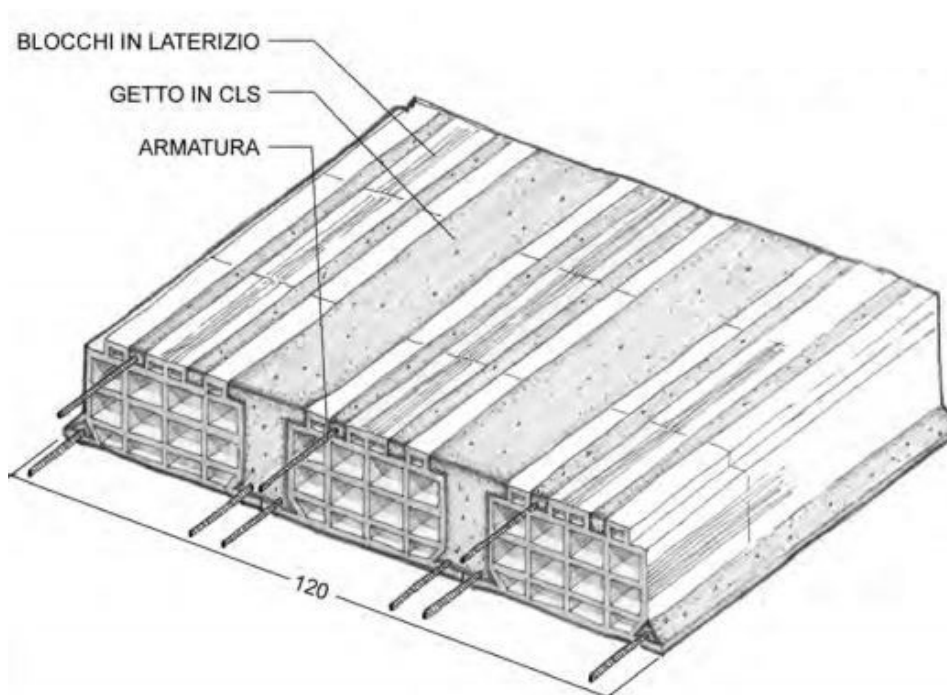


Figura 12 – Solaio a pannelli prefabbricati (fonte: *La corretta esecuzione dei solai in laterizio*, archivio Biblus online)

1.3.4 SOLAIO A LASTRA (TRLICCIATA O NERVATA) ⁽⁵⁾

La struttura del solaio di questo tipo è costituita da lastre in calcestruzzo armato aventi uno spessore non minore di 4 cm, una larghezza normalmente di 1,20 m (o il doppio) e una lunghezza corrispondente alla luce da coprire, gettate in stabilimento su piani metallici in modo da ottenere un intradosso piano e liscio.

⁽⁵⁾Fonte: KOENIG G. K., *Tecnologia delle Costruzioni*, LeMonnier, 1989

Le lastre possono essere ad armatura lenta o in cemento armato precompresso. Nel caso di armatura lenta, ogni lastra viene irrigidita da tralicci metallici di acciaio disposti nella direzione della sua lunghezza e su di essa vengono poi posati elementi di alleggerimento in laterizio. Per una lunghezza di 1,20 m i tralicci di solito sono tre (due agli estremi e uno al centro), o più raramente due, in modo da dividere la lastra in tre parti (due laterali uguali tra loro e una doppia al centro). I tralicci sono posizionati a interasse massimo di 60 cm. E creano uno spazio per il getto delle nervature di 10.-12 cm, che viene integrato dalla soletta di 4 cm. Le lastre in c.a.p. sono, invece, dotate di nervature di risalto (n. 4), anch'esse per l'intera lunghezza, che formano appoggio per i blocchi in laterizio.

Sulla lastra vengono posati, con varie modalità, blocchi di alleggerimento in laterizio, aventi anche il compito di delimitare le nervature in calcestruzzo nelle quali troveranno posto i tralicci metallici.

Date le dimensioni, questo tipo di solaio prefabbricato, viene movimentato con mezzi meccanici, e la posa in opera avviene direttamente sull'impalcato.

Uno dei vantaggi del solaio a lastra è la capacità di essere adattato facilmente alle diverse necessità progettuali.

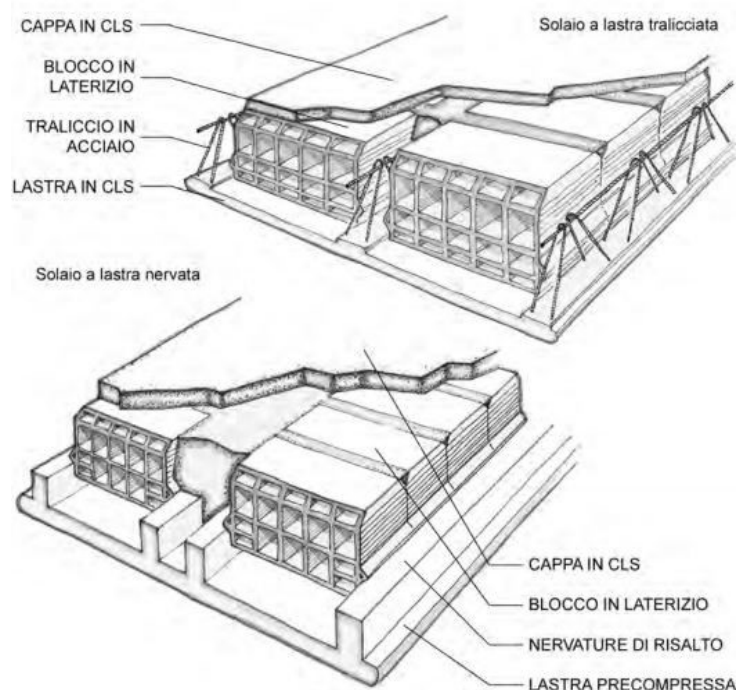


Figura 13 – Solaio a lastra (fonte: La corretta esecuzione dei solai in laterizio, archivio Biblus online)

CAPITOLO 2: IL BOOM EDILIZIO DEGLI ANNI '60

I solai realizzati con cemento armato e laterizio comparvero nello stesso periodo in cui l'industria del laterizio iniziò a produrre componenti recanti rapporto di foratura concesso dalla lavorazione, vale a dire dall'essiccamento e dalla cottura dell'argilla miscelata con opportuni inerti quali ad esempio alcuni tipi di sabbia ⁽¹⁾.

Il loro utilizzo, però, divenne molto comune nel secondo dopoguerra e successivamente dagli anni '60.

2.1 PRINCIPALI MOTIVAZIONI

Quando si parla di boom edilizio in Italia ci si riferisce a quello avvenuto negli anni sessanta, in stretto rapporto al più generale boom economico degli anni 1958–1963 che vide una grande e inaspettata, nelle sue proporzioni, espansione dell'economia Italiana.

Secondo quanto riportato da Wikipedia, una delle maggiori enciclopedie online, consultata in data 1 Febbraio 2020, il patrimonio edilizio in Italia aumentò vertiginosamente nel dopoguerra. Nel 1951 erano stati costruiti 10,7 milioni di abitazioni che erano quasi raddoppiate nel 1991 raggiungendo la cifra di 19,7 milioni di unità. (Fonte Censis).

I motivi specifici di tale sviluppo sono essenzialmente da individuarsi:

- La diversa distribuzione geografica della popolazione: tra gli anni cinquanta e gli anni sessanta più di 10 milioni di italiani si spostarono dal Mezzogiorno e dalle regioni del Triveneto verso le aree più ricche e industrializzate del paese, dalle zone povere a quelle ricche, dall'agricoltura all'industria.
- La rapida crescita demografica legata alle migliorate condizioni economiche e sociali.

⁽¹⁾Fonte: ANTONIO CASALINI, *Doradus 5 – Solai in laterocemento*, Dario Flaccovio Editore, 1999.

- L'aumento del reddito per abitante che raddoppiò quasi, passando da 577 dollari USA nel 1952 a 970 nel 1963; nel frattempo la disoccupazione era scesa sotto la soglia, definita economicamente “frizionale”, del 3% nel 1962, dato che corrispondeva in pratica al raggiungimento della piena occupazione.
- I bassi tassi d'interesse che consentirono a molti l'accesso al credito ed ai mutui fondiari ed edilizi.
- L'edilizia economica e popolare denominata INA-Casa, che ebbe con tutti i suoi limiti, una funzione di traino al progredire del settore delle costruzioni e delle cooperative edili.

2.2 L'IMPIEGO IN LARGA SCALA DEI SOLAI MISTI

Stando a quanto riportato nel sito web dell'azienda bolognese LaterCompound (ultimo accesso 1° febbraio 2020), è proprio tra fine '800 ed inizio '900 che si definisce in maniera scientifica la tecnologia del calcestruzzo armato, la quale modificherà completamente il modo di progettare grazie alle caratteristiche proprie, quali la resistenza a compressione e a flessione, nonché la possibilità di essere modellato in svariate fogge. Fu subito chiaro come il peso specifico molto elevato di questo prodotto lo rendesse poco indicato per la realizzazione di solette piene mentre il laterizio, fino a quel momento utilizzato in modo del tutto scollegato dall'orditura portante, poteva finalmente fungere da alleggerimento.

Pur risalendo al 1911 le prime realizzazioni di solai misti latero-cementizi, fu solo dopo la metà degli anni '20 che il contributo determinante di lungimiranti imprenditori del settore portò questa tecnica ad essere utilizzata su larga scala.

Negli anni '30 furono brevettati diversi sistemi di prefabbricazione che utilizzavano elementi forati in laterizio assemblati “in linea” solidarizzati da tondini in acciaio e malta cementizia all'interno di apposite scanalature. Si realizzavano così travetti laterizi che era possibile affiancare lasciando lo spazio per la nervatura da gettare successivamente in opera.

Nel dopoguerra e soprattutto negli anni '60, come spiegato nel paragrafo precedente, questa nuova tipologia costruttiva divenne sempre più frequente, fino a sostituire quasi completamente le tecniche antecedenti.

Quindi, grazie a questo periodo particolarmente florido per l'edilizia, l'Italia divenne uno scenario molto ricco dal punto di vista dell'industria delle costruzioni. Inoltre, c'è da aggiungere che tutti i fabbricati erano oramai caratterizzati da questa tecnologia costruttiva in continua evoluzione.

Appartengono a quegli anni, successivamente soprannominati "di speculazione edilizia" soprattutto edifici residenziali per dipendenti pubblici, case per mutilati, edilizia privata, anche se è bene non generalizzare considerando tale incremento costruttivo uguale in tutta l'Italia. In ogni regione, infatti, e in ogni città, il boom edilizio ha avuto un impatto differente e di conseguenza anche l'impiego dei solai latero-cementizi ha avuto un successo differente.

Perciò lo scopo dei prossimi capitoli sarà proprio quello di indagare e scovare quali sono stati i primi casi di applicazione di solai misti nelle Marche, in particolare nella provincia di Ancona al fine di capire se essi sono stati impiegati precedentemente in strutture intelaiate o in strutture in muratura, in edifici pubblici o privati.

CAPITOLO 3:

I PRIMI SOLAI LATERO-CEMENTIZI NELLA PROVINCIA DI ANCONA

3.1 IL PATRIMONIO STORICO DEGLI ARCHIVI DI STATO

Con lo scopo di individuare nel territorio anconetano i primi esempi di solaio misto è stato necessario ragionare prima di tutto su una strategia di azione che riguardasse lo strumento di ricerca che si sarebbe scelto.

La necessità principale era quella di poter consultare vecchi progetti risalenti agli anni 1900-1950 circa.

Le soluzioni potevano essere diverse:

- consultare studi privati di ingegneri e architetti;
- consultare il genio civile (un organo statale periferico, con compito di controllo, monitoraggio e sovrintendenza sulle opere pubbliche, a livello periferico e locale);
- consultare gli archivi di Stato.

Dapprima si è cercato all'interno degli studi privati, nei quali i risultati erano certamente esatti nella forma, ma non nei contenuti. Il materiale da essi conservato, così come quello attualmente presente presso il genio civile, infatti, è caratterizzato da piante, sezioni, prospetti e particolari costruttivi, ma l'arco temporale della raccolta non è conforme a quello dello studio che si sta svolgendo. Inoltre, riguardo i progetti del genio civile, trattandosi di un ente pubblico, all'interno del proprio archivio è presente soprattutto materiale riguardante strutture idrauliche, strade, ponti e acquedotti.

Ecco che, allora, si è scelto di condurre l'indagine all'Archivio di Stato di Ancona.

L'Archivio di Stato è un archivio le cui competenze consistono nella conservazione e sorveglianza del patrimonio archivistico e documentario di proprietà della Repubblica Italiana e nella sua accessibilità alla pubblica e gratuita consultazione. (Wikipedia, febbraio

2020).

L'Archivio di Stato di Ancona conserva, tutela e valorizza circa diciassette chilometri lineari di materiale documentario. L'istituto, in esecuzione della normativa vigente, conserva la documentazione storica prodotta dagli uffici statali compresi nel territorio provinciale, nonché archivi di enti pubblici e archivi privati ritenuti di notevole interesse storico.

Questo patrimonio archivistico costituisce una fonte di primaria importanza per la storia del territorio della città e dell'attuale provincia di Ancona a partire dai secoli dell'antico regime fino ai giorni nostri. Si segnalano in particolare l'Archivio storico del Comune di Ancona, depositato nel 1971, quelli di varie magistrature del Governo pontificio, nonché gli archivi degli uffici periferici dello Stato unitario (come la Prefettura e la Questura, il Tribunale e la Corte d'Appello di Ancona). Di particolare interesse sono inoltre gli archivi notarili della Provincia di Ancona.

Gli ultimi versamenti in ordine cronologico, da parte del Tribunale di Ancona e dell'ASUR, hanno riguardato, rispettivamente, la documentazione dello stato civile (atti di nascita, matrimonio e morte) dell'intera provincia a partire dal 1866 fino alla metà circa del '900, e la documentazione dell'Ospedale psichiatrico provinciale di Ancona, di particolare importanza e di forte suggestione per intraprendere studi di carattere medico-sanitario, statistico e sociale.

Particolare menzione meritano alcuni degli archivi di persona conservati, fra i quali quelli degli ingegneri e architetti che hanno operato nel territorio (Giacomo Beer, Cesari Augusto, Goffredo Papi, Eusebio Petetti, Amos Gentiloni Luchetti, Luigi Garlatti Venturini), e di personalità politiche rilevanti per la storia di Ancona e, come nei casi di Giovanni Conti e Oddo Marinelli, anche per la vita politica e istituzionale nazionale. (Dati estrapolati dal sito internet dell'archivio di Stato di Ancona, consultato in data 30 gennaio 2020).

Proprio perché la documentazione depositata spesso deriva dagli enti statali quali il comune o lo stesso genio civile, si è stabilito di prendere in esame esclusivamente i dati dell'archivio di stato inerenti alla ricerca, sia per forma per contenuto.

3.2. LA SCELTA DEGLI STUDI TECNICI DELLA FAMIGLIA BEER

Il patrimonio documentario dell'archivio di Stato della provincia di Ancona è suddiviso in archivi di enti, archivi notarili e archivi di famiglia o persona. Sono questi ultimi ad essere stati consultati durante la ricerca bibliografica. (sito web dell'archivio di Stato di Ancona, ultimo accesso 30 gennaio 2020).

Attualmente nell'archivio sono inventariati circa trenta raccolte appartenenti a differenti stirpi anconetane e risalenti ad un arco di tempo vastissimo. La maggior parte di esse è conservata nell'archivio privato e quindi non facilmente accessibile al pubblico. Un altro criterio di esclusione è stato il contenuto di alcune documentazioni. Difatti, non sono stati consultate le raccolte riguardanti ambiti al di fuori dall'argomento di studio (es. giurisprudenza, medicina, ...). Inizialmente la scelta si è quindi ristretta a nove archivi; dei quali, sei appartengono ad architetti e solamente tre ad ingegneri. Una seconda cernita è stata eseguita sulla base della precedente scoperta; alcuni tra gli archivi degli architetti sono stati consultati, come ad esempio quello dell'architetto Eusebio Petetti e dell'architetto Luigi Garlatti Venturini, ma il materiale ricavato non è stato ritenuto utile ai fini della ricerca intrapresa.

La consultazione si è quindi ristretta solamente a tre archivi: quello dell'ingegner Claudio Salmoni, quello dell'ingegner Augusto Cesari e quello degli studi tecnici Beer.

Seppur all'interno di tutti e tre gli archivi fossero presenti disegni strutturali, computi metrici, elenco delle lavorazioni utili a dimostrare l'utilizzo del latero-cemento nei loro progetti, l'ingegner Cesari, come l'ingegner Salmoni, non sono entrati a far parte dello studio in quanto l'uno ha operato maggiormente al Cairo (quindi fuori dalla zona di analisi) e l'altro

ha concentrato la sua attività in un periodo successivo a quello di indagine.

I progetti appartenenti agli studi tecnici della famiglia Beer sono risultati i più appropriati per la ricerca, non solo per il lungo arco temporale di raccolta (grazie alle tre generazioni di ingegneri), ma anche per il genere di dati conservati, adatti ad una facile lettura e comprensione.

Il fondo è costituito dalla documentazione dello Studio tecnico Giacomo Beer (1895 - sec. XX, prima metà, fascc. 1165) contenente anche pratiche personali, dello Studio tecnico Corrado Beer (1925-1972, 1168 tra fascc. ed elaborati progettuali), dello Studio tecnico Corrado Beer e Paolo Beer (1960-1975, 94 fascc. ed elaborati progettuali). Presente anche un fascicolo di atti di Leopoldo Beer in qualità di direttore della sede anconetana dell'Istituto italiano di credito marittimo e presidente della società Anonima Legno Ferro Ancona (ALFA) per gli anni 1905-1926.

Il complesso fu dichiarato di interesse storico particolarmente importante il 22 dicembre 2006 dalla Soprintendenza archivistica per le Marche e depositato, per volontà della famiglia, presso l'Archivio di Stato di Ancona nel 2011. Un secondo deposito, relativo a 70 lucidi, è stato effettuato dalla Soprintendenza archivistica e bibliografica dell'Umbria e delle Marche nel 2017. Durante la Seconda guerra mondiale si sono verificate, però, dispersioni di parte del materiale archivistico prodotto da Giacomo Beer. (archivio di Stato di Ancona, ricerca online in data 30 gennaio 2020).

Dei tre ingegneri che hanno contribuito ad arricchire il patrimonio edilizio anconetano, durante la ricerca, si è tenuto conto soprattutto delle opere di Corrado Beer (e successivamente di suo figlio Paolo), il secondogenito della stirpe. Tale scelta è stata intrapresa confrontando gli estremi cronologici degli ingegneri con quelli dell'indagine da portare a termine:

- Giacomo Beer: ingegnere, politico per il periodo 1900-1949;
- Corrado Beer: ingegnere per il periodo 1925-1972;

➤ Paolo Beer: ingegnere dal 1959.

3.2.1 CORRADO BEER

Laureatosi nel 1925 in Ingegneria presso l'Università di Napoli, iniziò la professione al fianco del padre Giacomo. Dal 1968 al 1972 fu presidente dell'Ordine degli ingegneri e nel 1972 divenne consigliere del Consiglio nazionale degli ingegneri. Negli anni Settanta fu rappresentante dell'Associazione nazionale ingegneri architetti italiani (ANIAI) e fu membro di diverse commissioni pubbliche e private in campo urbanistico. A partire dal dopoguerra svolse un'intensa attività professionale, realizzando una ventina di fabbricati (residenziali e pubblici) ogni anno. (prima redazione: SIAS (Sistema Informativo degli Archivi di Stato), 16/01/2012; revisione: Galeazzi Pamela, 14/06/2018).

Corrado Beer, nei lavori svolti nei primi anni di carriera al fianco di suo padre Giacomo, utilizza principalmente solai lignei (misti a cordoli perimetrali di cemento armato) oppure con travi in acciaio e laterizi, sebbene proprio in quel periodo, cominciavano ad affermarsi i brevetti in laterocemento.

Tra i documenti conservati nell'archivio della famiglia si è scoperta la busta 135, pratica 640/948, contenente esclusivamente dépliant di industrie o di nuove tecnologie di solai latero-cementizi, prova del fatto che l'ingegnere intorno agli anni '30 iniziò la sua personale attività di formazione riguardo l'argomento, attività che successivamente lo condusse ad utilizzare il latero-cemento nei progetti di costruzione e ristrutturazione del suo studio presentati nei capitoli seguenti.

All'interno della documentazione, oltre alle brochure con la datazione cronologica, anche numerosi appunti dello stesso ingegnere, modelli di calcolo e di analisi dei carichi, prontuari per il dimensionamento delle armature, certificati di prove di laboratorio eseguite su provini. (Figure 14 e 15).



Figura 14 – Dépliant pubblicitari riguardanti il solaio, estremi cronologici di pubblicazione 1930-1940
(fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 135, pratica 640/948)



Figura 15 – Estratti di analisi dei carichi, lavorazioni, tabelle delle armature
(fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 135, pratica 640/948)

CAPITOLO 4:

I PRIMI SOLAI MISTI

NEGLI EDIFICI IN MURATURA ⁽¹⁰⁾

La muratura è la tecnica costruttiva più antica e diffusa, assieme a quella delle costruzioni in legno.

La parola “muratura” indica tecniche assai diverse per tipo e forma dei materiali e per modalità costruttive.

L’edificio a muratura portante deve essere concepito come una struttura tridimensionale. I sistemi resistenti di pareti di muratura, gli orizzontamenti e le fondazioni devono essere collegati tra di loro in modo da resistere alle azioni verticali e orizzontali.

Ai fini di un adeguato comportamento statico e dinamico dell’edificio, tutte le pareti devono assolvere, per quanto possibile, sia la funzione portante che di controventamento.

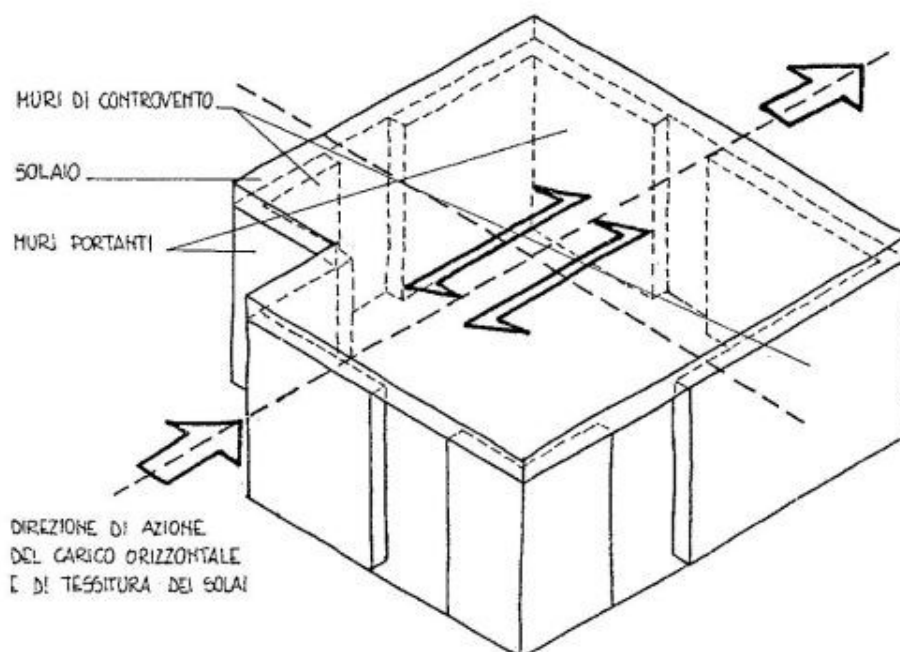


Figura 16 – Muratura portante (fonte: ordine degli ingegneri di Bergamo, esempio di progettazione di edifici in muratura portante. Confronto tra diversi approcci di analisi)

⁽¹⁰⁾ Fonte: CAPOZUCCA ROBERTO, *Teoria e tecnica delle Strutture in Muratura*, Pitagora Editore Bologna, 2019

4.1 FABBRICATO COLONICO TITO CASTELLUCCI (busta 112, pratica 372)

Il primo esempio di cui si è tenuto in considerazione per questa categoria di edifici è un immobile sito nel comune di Sassoferrato (AN) di proprietà del geometra Tito Castellucci. Già proprietario di un fondo rustico della estensione di 25,42 ettari, egli chiedeva, tra il 1939 e il 1942, la possibilità di costruire un secondo centro colonico comprendente fabbricato colonico, sili da foraggio, fienile, forno, ovile, pollaio e concimaia.

All'interno della pratica 372, busta 112, consultando il computo metrico (Figura 17) si sono ricavate le informazioni necessarie alla ricerca:

- Muratura di elevazione in pietrame e malte idrauliche;
- Solai in laterizio con travi gettate fuori opera.

Riporto		4942 50	
Quantità come allo scavo m.c.		119 25 90 00	10732 50
4	Muratura di elevazione in pietrame e malta idraulica misura vuoto per pieno		
	a) Piano terreno	2 18.30 0.50 3.20	58 56
		4 9.50 0.50 3.20	60.80
	b) Primo piano	2 18.30 0.40 2.80	40.80
		4 9.70 0.40 2.80	43.44
	1/2 x	4 9.70 0.40 2.30	17.35
	m.c.	221.82 160 00	35460 00
5	Solai in laterizio con travi gettate fuori opera	m.q.18.3010.50	192 15 70 00 19450 00
6	Travi rompitratta e cordoli		

Figura 17 – Estratto del computo metrico del fabbricato colonico Tito Castellucci (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 112, pratica 372)

Con il primo dato si è dimostrato che si tratta di una strutta in muratura portante, dal secondo si evince, invece, la tipologia di chiusura orizzontale utilizzata, che era proprio quella che ci si aspettava di trovare dalla ricerca.

Queste informazioni possono essere ottenute anche soltanto dalla documentazione di progetto riguardante i disegni; dalle planimetrie si notano i setti portanti tipici della muratura, dalle sezioni, in particolare dalla sezione A-B si intercetta una chiusura orizzontale piana, permettendo così di eliminare la possibilità di costruzioni di volte o voltine. Inoltre, non sono presenti travi di legno, motivo di esclusione di un possibile solaio in legno.

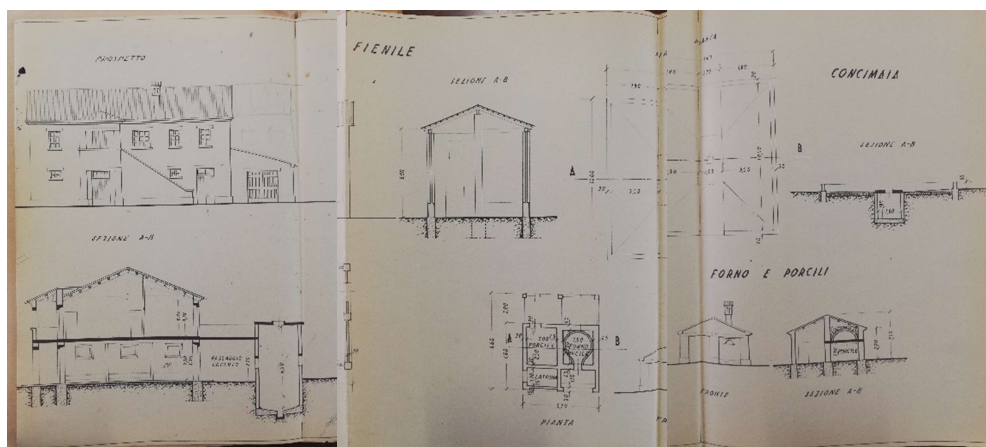
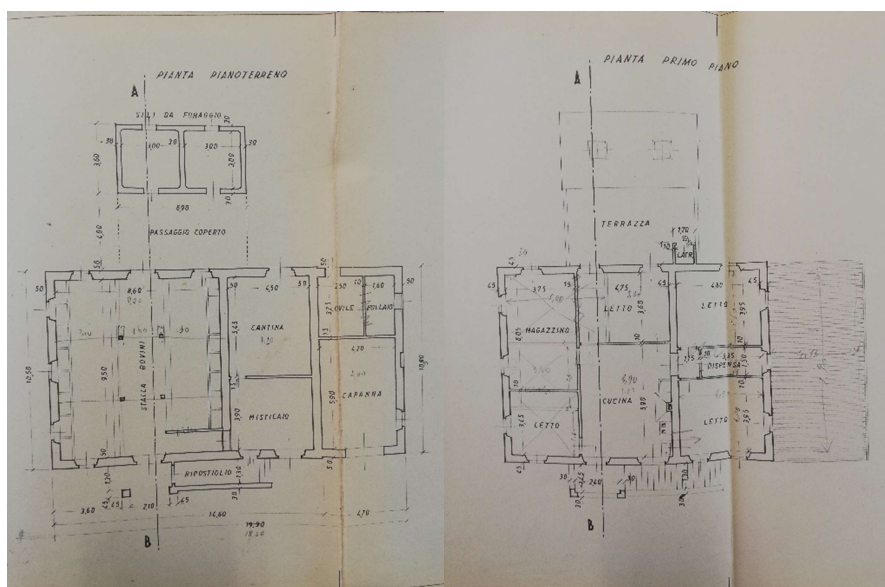


Figura 18 – Piante, prospetti e sezioni del progetto (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 112, pratica 372)

4.2 PALAZZO GIORGETTI (busta 124, pratica 509/946)

Di seguito è riportato il caso di studio di un condominio locato in Via Podesti n. 8, Ancona rinvenuto nella busta 124, pratica 509/946).

Il progetto dell'ingegner Beer, risalente al 1947, era stato richiesto per lavori urgenti di demolizione e rafforzamento di muri pericolanti del fabbricato. In questo caso, le indicazioni utili per la classificazione della tipologia costruttiva di solaio e strutturale sono state ottenute da differenti documenti.

Nella relazione viene descritto lo stabile a livello di dimensioni e di materiali che lo costituiscono: si tratta di un edificio composto da un piano terreno e da cinque piani a solaio, con murature di conveniente spessore in laterizio e mala bastarda, solai in travi di legno e tetto in tegole curve su armato pure di legno.

Il piano terra risulta adibito a negozi, mentre i piani superiori contengono appartamenti di civile abitazione in numero di due per piano, in totale quindi si tratta di n. 10 appartamenti.

Nella primavera del 1944 a seguito di azione aerea, varie bombe dirompenti hanno colpito in pieno l'edificio, provocando la totale demolizione del lato Sud, in corrispondenza dell'intera fila di ambienti situati da quella parte, la quasi totale distruzione del tetto, quella di molti solai, la caduta di soffitti, muri in foglio, ecc., lesioni varie ed importanti alle murature di ogni genere, il parziale crollo della scala, ecc.

Come conseguenza di tutto ciò, si è optato per il rifacimento di solai di tipo misto, come dimostrato dal computo metrico (Figura 19). Per quanto riguarda la struttura dell'edificio, nelle planimetrie (Figura 20) e nello stesso computo metrico è rappresentata una muratura portante.

CONDOMINIO VIA PODESTI, 8
 PROPRIETA' GIORGETTI
 CONTABILITA', NUOVA COSTRUZIONE SU CORSO STAMIRA
 1° STATO D' AVANZAMENTO

1	Calcestruzzo per cemento armato					
	trave	1.00 x 0.28 x 0.77	0.22			
		14.80 x 0.28 x 0.77	<u>3.19</u>			
			mc. 4.41	7500	25.575	
2	Muratura di mattoni forati					
		4.29 x 0.27 x 3.32	3.846			
		3.90 x 0.27 x 2.65	<u>2.790</u>			
			mc. 6.636	7500	49.770	
3	Calcestruzzo per c.a.					
	pilastrini					
		4 x 2.64 x 0.30 x 0.29	0.919			
		2.64 x 0.40 x 0.29	0.306			
		2.64 x 0.45 x 0.29	0.345			
	cordoli	1.00 x 0.29 x 0.32	0.093			
		14.80 x 0.29 x 0.32	1.373			
		4.29 x 0.27 x 0.32	0.371			
	parte alta	4.85 x 0.29 x 0.27	0.380			
	incasso a muro					
		15.60 x 0.10 x 0.20	<u>0.312</u>			
			mc. 4.099	7500	30.742,50	
4	Solaio in c.a. e laterizio					
		$\frac{0.45 \times 4.29}{2} \times \frac{10.73 \times 9.95}{2}$	24.61			
		$\frac{4.29 \times 6.09}{2} \times \frac{4.60 \times 4.48}{2}$	<u>23.66</u>			
			mc. 48.27	2800	134.596	
						240.683,50

Figura 19 – Estratto del computo metrico della proprietà Giorgetti (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 124, pratica 509/946)

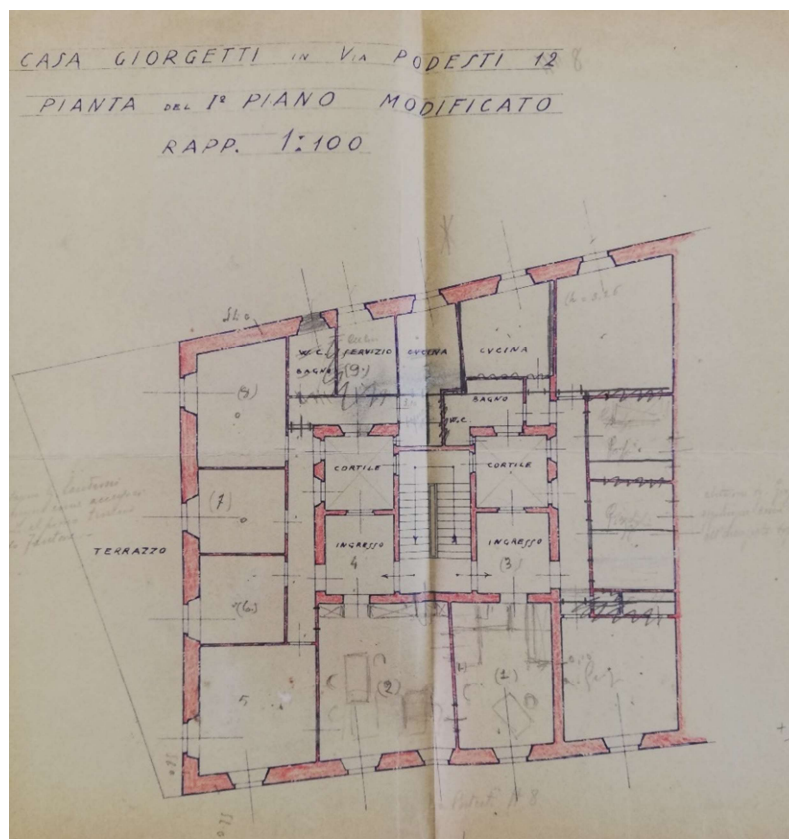


Figura 20 – Planimetria di un piano tipo (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 124, pratica 509/946)

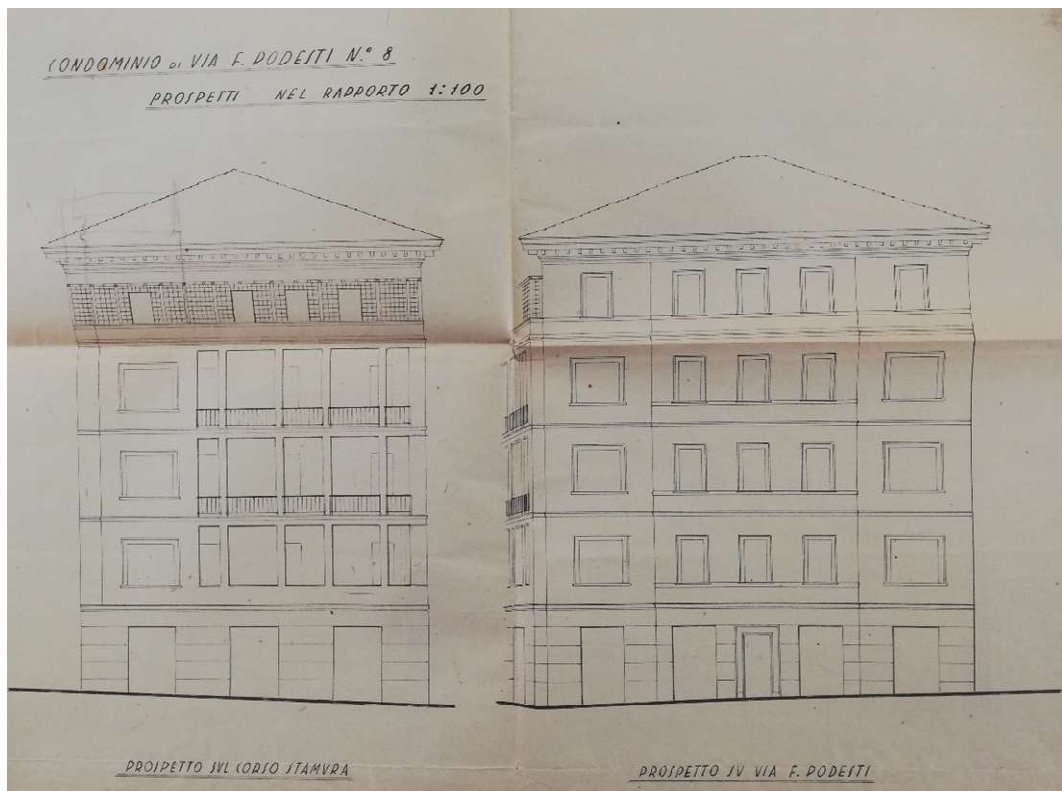


Figura 21 – Prospetti (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 124, pratica 509/946)

4.3 AMPLIAMENTO CASA NICOLINI (busta 135, pratica 637/948)

L'ampliamento del fabbricato colonico di proprietà di Nicolini Riccardo, situato in Contrada Barcaglione, Torrette di Ancona è un progetto che l'ingegner Corrado Beer ha intrapreso nel settembre del 1948.

Si prevedeva una costruzione in muratura di laterizi dello spessore di 40 cm, oppure l'utilizzo di blocchi cementizi compressi in sostituzione dei comuni mattoni, con la possibilità in questo ultimo caso di riduzione del prezzo.

Le indicazioni riguardo la tecnica costruttiva del solaio e delle elevazioni si trovano sia nel computo metrico, sia nell'elenco delle lavorazioni di seguito riportati (Figura 22 e figura 23), dati ottenuti dalla busta 135, pratica 637/948.

STUDIO TECNICO
Dott. Ing. CORRADO BEER
VIA CASTELFIDARDO 4
ANCONA

BREFOTROPIO DI ANCONA

AMPLIAMENTO FABBRICATO COLONICO NICOLINI RICCARDO
CONTRADA BARCAGLIONE

COMPUTO METRICO E PREVENTIVO DI SPESA-----
=====

1)	Scavo di sbancamento 11,00 x 6,00 x 0,20	mc.	13,20	300	3.960
2)	Scavo di fondazione compreso il trasporto di terra (10,42 x 0,60 x 1,20)+ +(4,41 x 0,60 x 1,20 x 2)	mc.	13,85	300	4.155
3)	Calcestruzzo per fondazione	mc.	13,85	3600	49.860
4)	Muratura in mattoni (10,25 x 0,43 x 9,20) + + (4,50 x 0,43 x 3,20 x 2) + + (4,50 x 2,00 x 0,30 x 2 x 1/2)+ +(10,25 x 0,30 x 0,30)	mc.	30,25	6500	196.625
5)	Solaio con laterizi armati per un sovraccarico di 200 Kg/cmq. 4,50 x 9,40	mq.	42,30	700	71.910
6)	Calcestruzzo per cordoli compreso il ferro 2(10,25+4,50) x 0,20 x 0,43	mc.	2,45	8000	19.600
					376.110

Figura 22 – Computo metrico (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 135, pratica 637/948)

N°	INDICAZIONE DEI LAVORI <i>Sigra Fatto Patriquani Urbani</i>	M. l.	DIMENSIONI			Cassa	PRODOTTO		IMPORNO		Osservazioni
			largh.	prof.	Altezza		Quantità No. metri	Pezzi No. metri	Prezzo No. metri	TOTALE	
	Preventivo lavori Offerta prezzi casa colonica, tipo brico										
1	Scavo fondazioni aiutate unica mt.		13,70	5,0	1,20		mc	11,82	4800		4728
2	Calcestruzzo per fondazione		13,70	5,0	1,20		mc	11,82	4800		53190
3	Mattoni parte lunga		10,50	4,1	3,15		mc	13,56	6500		88140
4	Mattoni parte corta		4,60	4,1	3,15		mc	7,53			48945
5	Mattoni parte corta		4,60	4,1	3,15		mc	7,53			48945
6	Solaio con laterizi da cent. 12 in cemento armato		9,68	4,60	quad. 12		mq	44,52	2000		102492
7	Calcestruzzo per cordoli		9,68	4,60	quad. 12		mq	44,52	5000		22260
8	Calcestruzzo per cordoli		9,68	4,60	quad. 12		mq	55,00	2600		143000
9	Calcestruzzo per cordoli		9,68	4,60	quad. 12		mq	44,52	7500		33390
10	Armiatura in cemento armato	ml	3,98	quad. 8	70		ml	11,67	1900		19839
11	Intonaci interni compresa una tubata 3,35x6,50		9,68	quad. 8	3,15		mq	66,73	2300		15349
12	Intonaci esterni compresa una tubata 3,35x6,50		10,50	quad. 8	3,15		mq	72,57	2300		16938
13	Finestra della stalla cp. 5 con luce regolare								2500		12500
14	Porta stalla doppia con luce regolare								10000		100000
15	Intonaci soffitti della stalla						mq	44,52	2000		8900
Pura visione del capitolato, siamo disposti ad eseguire lavori per la somma di lire 626953											626953
<i>Gambò Emanuele e Gambò Dante</i>											

Figura 23 – Elenco delle lavorazioni (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 135, pratica 637/948)

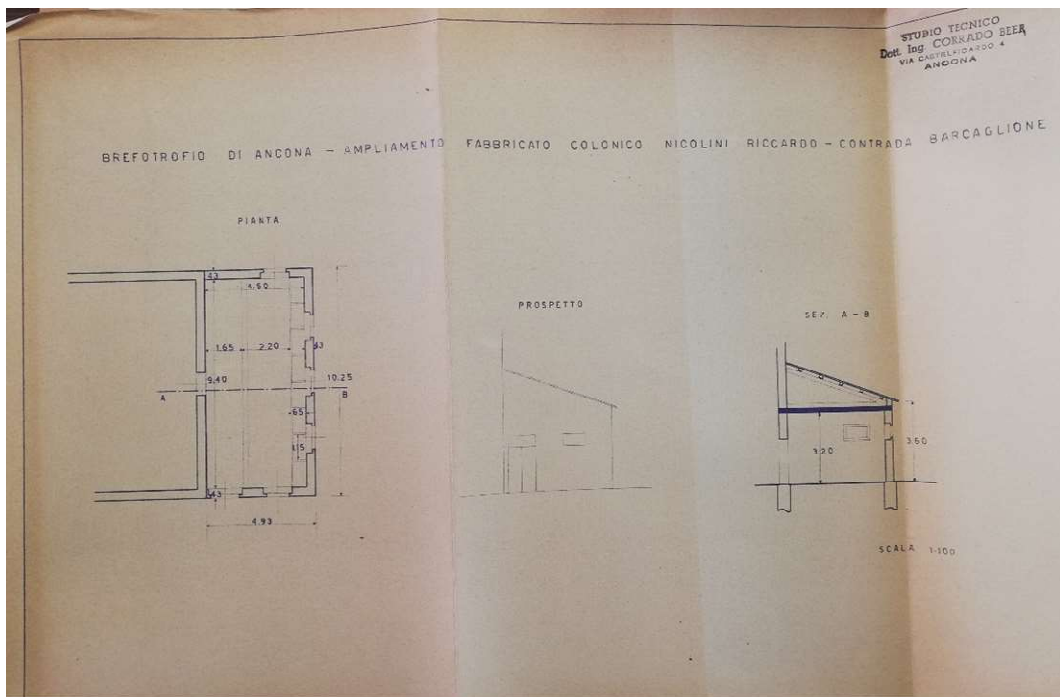


Figura 24 – Disegni di progetto (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 135, pratica 637/948)

4.4 CASA PROPRIETA' ING. MARCHETTI (busta 124, pratica 501)



Figura 25 – Fotografia dell'edificio (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 124, pratica 501)

La proprietà dell'ingegner Marchetti posta in un angolo di Ancona, tra via Carducci e via Magenta, nell'aprile del 1949 è stata soggetta a ricostruzione.

Dal progetto dell'ingegner Corrado Beer, conservato nella busta 124, numero di fascicolo 501/946, era stata prevista la demolizione di alcune murature, la demolizione e il rifacimento

dei solai lignei sostituiti da quelli a volterrane e da quelli in cemento armato e laterizi, la demolizione della scala e la demolizione e rispettiva ricostruzione di parte della muratura del cortile.

I dati di interesse sono segnalati nelle immagini seguenti (Figura 26):

- Solaio in laterizi e cemento armato;
- Muratura di elevazione con laterizi di recupero.

N. d'ordine	LAVORI E PROVVISI	FATTORI			Unità di misura	PRODOTTI	
		N parti simili	Lunghezza	Larghezza		Altezza	Negativi
24-4	9	1	10,30	1,200	mq		52,32
			4,80	1,200			5,76
			1,20	1,200			1,44
			8,10	1,200			9,72
						71,24	
24-4	10	1	0,80	0,20	mq		0,16
			0,20	0,20			0,04
						0,20	
24-4	11	1	0,20	0,20	mq		0,04
25-4	10	1	0,20	0,20	mq		0,04
			0,20	0,20			0,04
						0,08	
22-5	13	1	1,30	1,10	mq		1,43
			1,10	1,20			1,32
			1,30	1,20	mq		1,56
							3,31
22-5	14	1	3,90	3,60	mq		13,68

Figura 26 – Elenco delle lavorazioni (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 124, pratica 501)

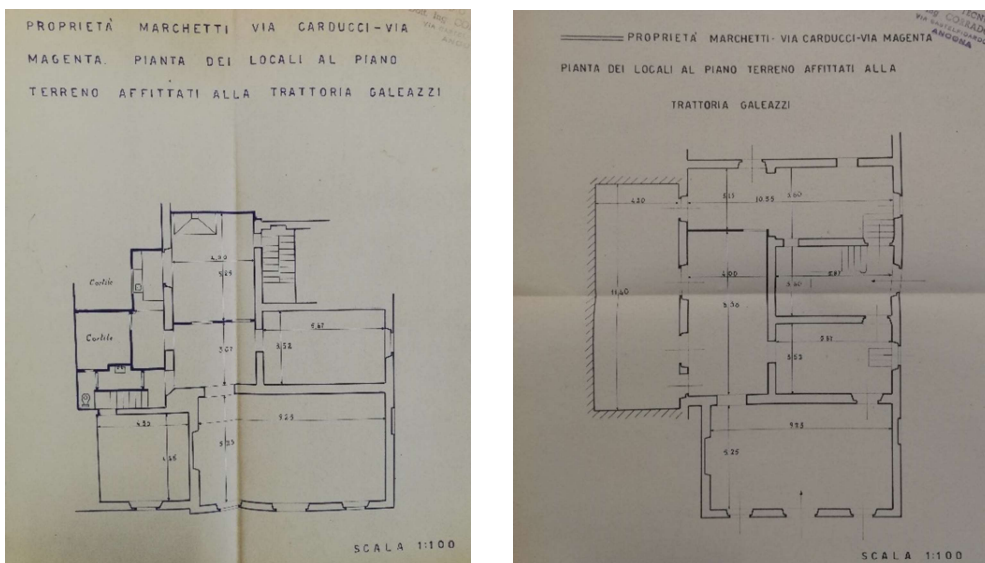


Figura 27 – Planimetria (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 124, pratica 501)

All'interno dello stesso fascicolo sono state rinvenute anche alcune brochure pubblicitarie di ditte del territorio limitrofo specializzate nella produzione di laterizi (Figura 28).

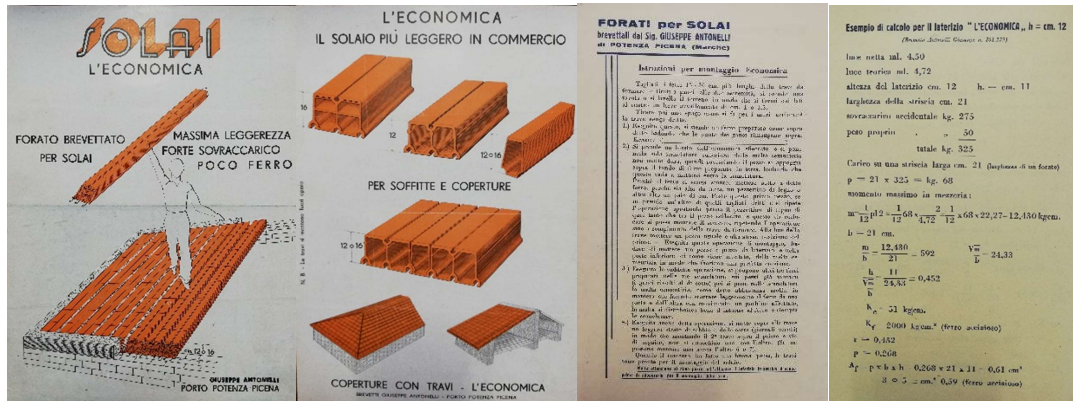


Figura 28 – Brochure pubblicitarie (Porto Potenza Picena) (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 124, pratica 501)

4.5 CASA COLONICA VETTORI-ALLISIO (busta 112, pratica 374)

L'ultimo esempio per quanto riguarda le strutture in muratura portante è la casa colonica di proprietà dei signori Vettori e Allisio. Si tratta di un podere di 6 ettari, nel quale, nel 1942, era stato richiesto all'ingegnere di progettare una casa rurale con servizi annessi. Esso si trova nella frazione di Falconara Marittima, comune di Ancona.

Anche in questo caso, dall'esame della busta 112, pratica 374, sono risultati rilevanti l'elenco delle lavorazioni e i disegni di progetto per il conseguimento delle informazioni ricercate.

INDICAZIONE delle opere e dei lavori	Quantità	Prezzo	Importo
2) Calcestruzzo di fondazione con q.li 2,5 di calce idraulica per mc. 0,400 di sabbia e 0,800 di ghiaia. Quantità come allo scavo	mc. 78 53 180	00 1177 95	
3) Muratura di elevazione in laterizi nuovi e malta cementizia al piano terreno			
2 x (13,00 x 0,45 x 3,20) =	37 44		
3 x (7,10 x 0,45 x 3,20) =	30 67		
5 x (0,45 x 0,45 x 3,20) =	3 24		
b) primo piano			
2 x (13,00 x 0,30 x 2,90) =	22 62		
3 x (7,40 x 0,30 x 2,90) =	19 31		
3 1/2 x (7,40 x 0,30 x 1,80) =	5 99		
5 x (0,30 x 0,30 x 2,90) =	1 30		
3 x (0,30 x 0,30 x 1,80) =	0 48		
c) timpani scala (5,00 x 0,30 x 0,50) =	0 75		
(7,40 x 0,30 x 0,50) =	0 11		
a riportare	121 91	350 00	42668 50
			56626 00
- 2 -			
4) Solai misti in cemento armato e laterizi (13,00 x 2,00) =	04 00	100 00	10400 00
5) Calcestruzzo di cemento armato per travi rompitratta stalle 2 x (7,10 x 0,40 x 0,40) =	mc. 2 24	400 00	906 00
6) Ferro tondo per detti travi (2,27 x 100) =	kg. 227	5 00	1135 00
7) colonnini di ghisa per sostegno rompitratta stalle (2 x kg. 110) =	kg. 220 00	5 00	1100 00
8) Muratura ad una testa a) divisorio miticoio cantina (3,65 x 3,20) =	11 08		
b) divisorio magazzino (7,40 x 2,90) =	21 46		
1/2 x (7,40 x 1,80) =	6 66		

Figura 29 – Elenco delle lavorazioni (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 112, pratica 374)

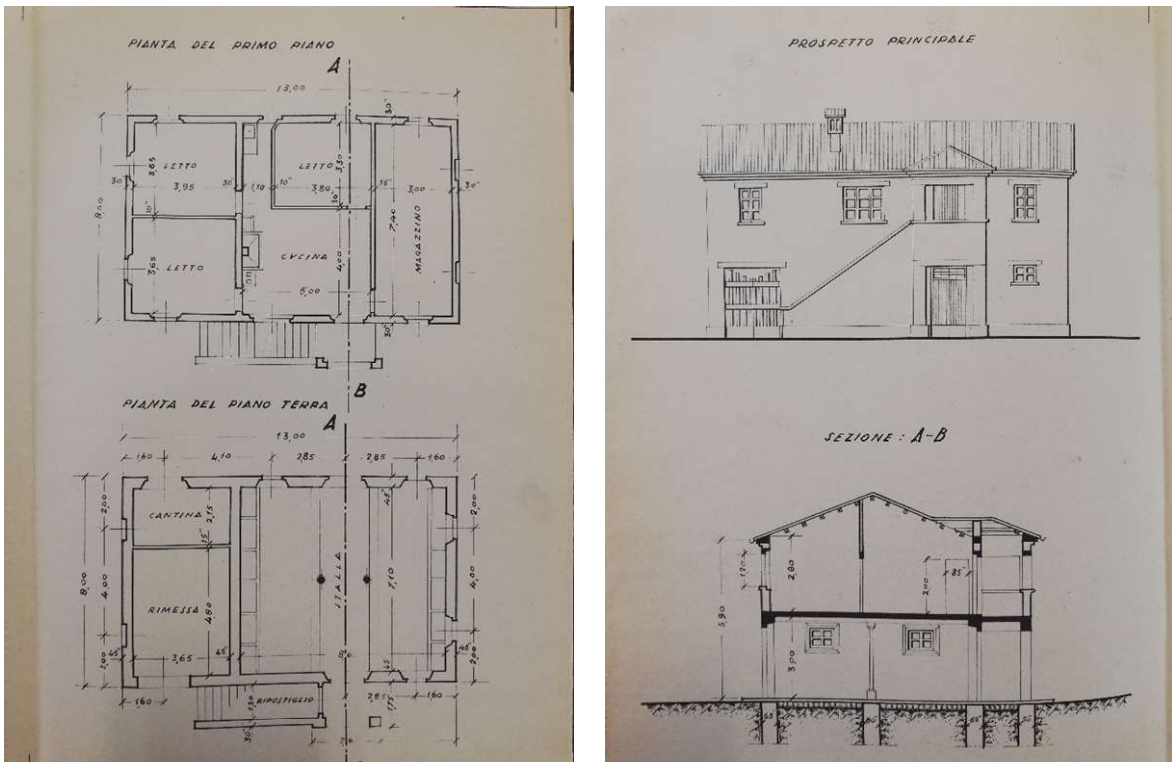


Figura 30 – Disegni di progetto: piante, sezione e prospetto (fonte: *archivio di Stato di Ancona, busta 112, pratica 374*)

Il progetto del fabbricato dei servizi non è stato riportato in quanto la soluzione scelta prevedeva un ambiente su un unico piano, perciò non sono presenti solai di interpiano da analizzare.

CAPITOLO 5:

I PRIMI SOLAI MISTI

NELLE STRUTTURE INTELAIATE

Le strutture intelaiate sono costituite da elementi orizzontali e verticali che hanno il compito di sopportare il peso dell'edificio e di scaricarlo nel suolo (Wikipedia, telaio (edilizia), accesso 3 febbraio 2020). Tali elementi sono costituiti dal cosiddetto cemento armato, un insieme di calcestruzzo e armature di acciaio. L'obiettivo è sfruttare la collaborazione statica dei due materiali, dotati di caratteristiche complementari. Il calcestruzzo dotato di una notevole resistenza alla compressione e l'acciaio dotato di un'ottima resistenza alla trazione. Completano gli edifici in cemento armato le tamponature, ovvero le pareti esterne dell'edificio e i tramezzi, le pareti divisorie interne, realizzate generalmente in mattoni forati o blocchi. Le tamponature e i tramezzi non hanno nessun compito ai fini statici, dando così la possibilità di modificare liberamente le suddivisioni interne o le aperture verso l'esterno di un fabbricato, senza comprometterne la staticità. Infine, abbiamo i solai che rappresentano le chiusure orizzontali dell'edificio: pavimento e soffitto. (domueseco, professionisti nel settore edilizio, 3 febbraio 2020).

Spesso può essere previsto un sistema di controventamento del telaio per conferirgli maggiore rigidità in particolare nei confronti delle forze orizzontali (come la spinta del vento o le azioni sismiche).

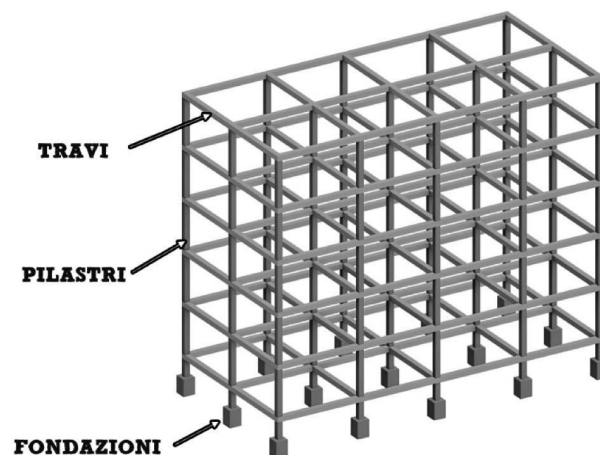


Figura 31 – Struttura intelaiata (fonte: sito ufficiale dell'ordine degli ingegneri di Bergamo)

5.1 L'ABITAZIONE MERCANTI-ULISSE (busta 192, pratica 150)

Nel caso del fabbricato di proprietà della signora Erminia Ulisse, Corrado Beer è intervenuto come ingegnere incaricato della perizia nella quale veniva richiesto che i lavori di rifacimento fossero a carico dei Mercanti.

Nella perizia, contenuta nella busta 102 (matricola 150), risalente all'ottobre 1934, è descritto lo stato di conservazione del fabbricato, considerando anche i danni e le ristrutturazioni già eseguite a seguito del terremoto del 1930.

Questo esempio è il più remoto tra quelli presi in considerazione.

All'interno del fascicolo è presente, oltre ai disegni di progetto, sia il computo metrico, sia l'elenco delle lavorazioni, utilizzato per dimostrare la tecnologia costruttiva della struttura e quella del solaio. (Figura 32).

N. d'ordine N. cartella all'elenco	INDICAZIONE LAVORI	lunghezza	larghezza	altezza	Quantità	Prezzo unitario	IMPORTO
	<i>Costo d'arricchimento dei lavori</i>						
1	Opera di stabilimento generale.	12,00	1,00	0,50	12,00	5,00	240,00
2	Opera di fondazione a servizio obliquo e calcitrante di cemento per volte fondazioni $1,00 \times 1,50 \times 0,50 \times 1,50 =$ $2,25$	ml.	1,50	0,60	0,50	40,35	5,00
		ml.	20	0,50	0,50	15,35	70,00
							4166,60
3	Solaio in cemento armato a) Solaio di base $2,00 \times 11,50 \times 1,50 \times 1,50 =$ ml. 38,25 $2,25 \times 5,00 =$ ml. 30,00 b) Solaio al primo piano ml. 57,50 + ml. 20 = ml. 77,50 c) Solaio di sommità ml. 57,50 d) Montanti 13	ml.	38,25	0,60	0,60	9,42	360,00
		ml.	20	0,50	0,50	3,60	7,05
		ml.	57,50	0,60	0,52	5,91	7,41
		ml.	13	0,20	0,20	7,41	5926,50
	<i>A. ripartire</i>						6541,10
							6541,10
	<i>Riparto</i>						
4	Opera in opera per il telaio in cemento armato ma 51,23 a tp. 110 al. ma =	tp.	3,765	20	1,50	56,42	95
5	Montatura di elevazioni in mattoni e mura cementizie e muratura per finitura compresa architettura, stornelli e para in opera di infissi $ml. 10,30 \times 6,10 \times 2,60 \times 3,20 \times 6,10 =$ $3,410,030$	l. 43	6,6	31	100,00	3426,58	
6	Obliquità in cemento armato e laterizi	ml.	10,30	0,40	6,5	32	210,56
		ml.	20	0,50	10,00	51,31	90
7	Tutto di coperture complete	12,50	9,50	110	35	33,00	3712,25
8	Canonica in legno alla finitura	ml.	4,2	50	15,00	622,50	
	<i>A. ripartire</i>						97701,91

Figura 32 – Elenco delle lavorazioni (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 192, pratica 150)

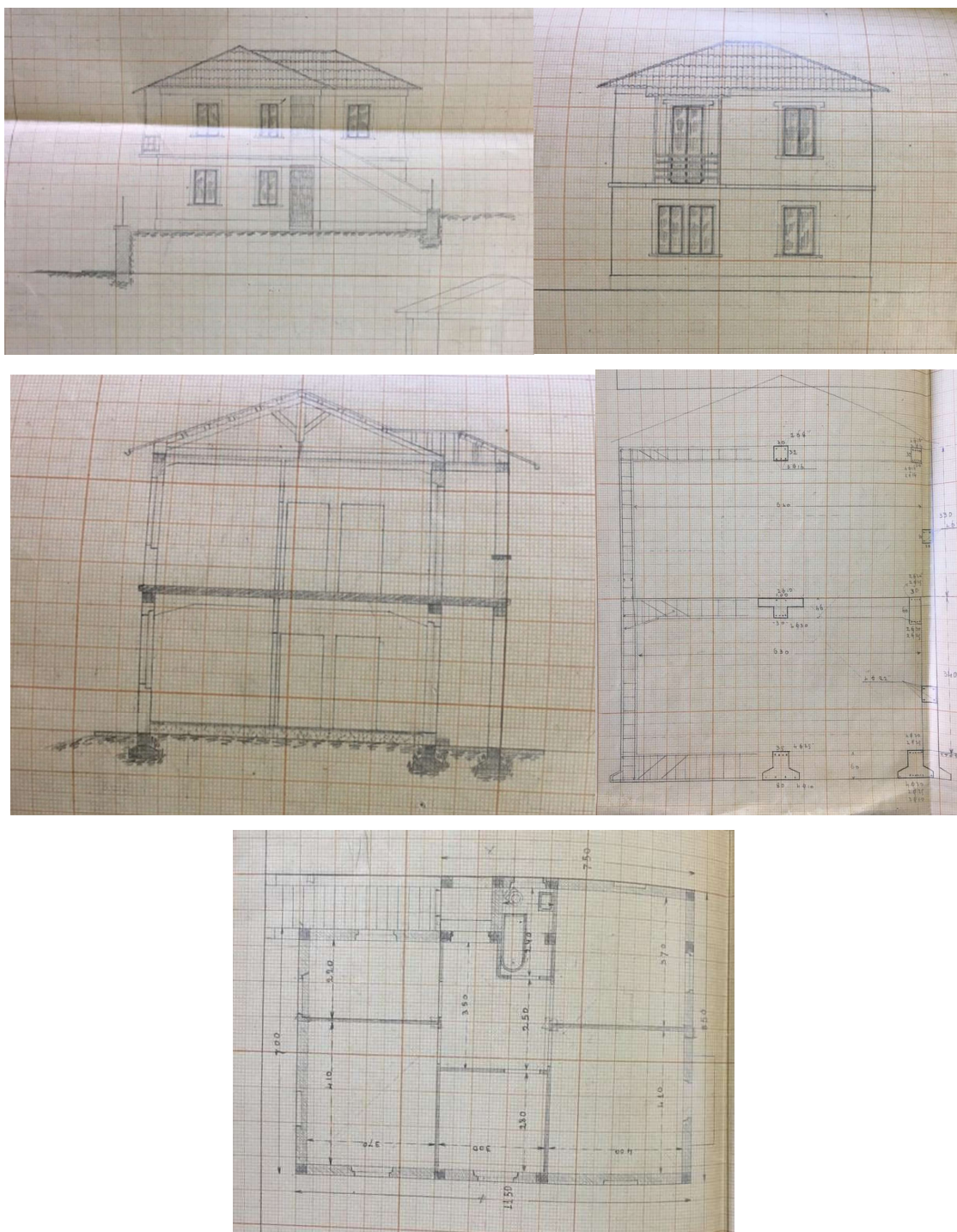


Figura 33 – Disegni di progetto: pianta, prospetti e sezioni (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 192, pratica 150)

5.2 L'AEROPORTO DI FALCONARA (busta 102, pratica 152)

Il progetto della stazione dei passeggeri nell'aeroporto di Falconara, risalente al 1934, è sicuramente uno degli esempi fondamentali e di maggior importanza per l'indagine che si sta svolgendo. I dati sono conservati all'interno della busta 102, nel fascicolo 152. Si tratta di uno degli ultimi progetti dell'ingegner Giacomo Beer, capostipite della famiglia ed uno

dei primi, invece, per suo figlio Corrado, in questo caso la dimostrazione che si stia trattando di una struttura intelaiata è data dal disegno e dalla pianta del telaio di base e anche dai calcoli strutturali eseguiti per ogni telaio (in figura 34 è riportato solamente un esempio di calcolo).

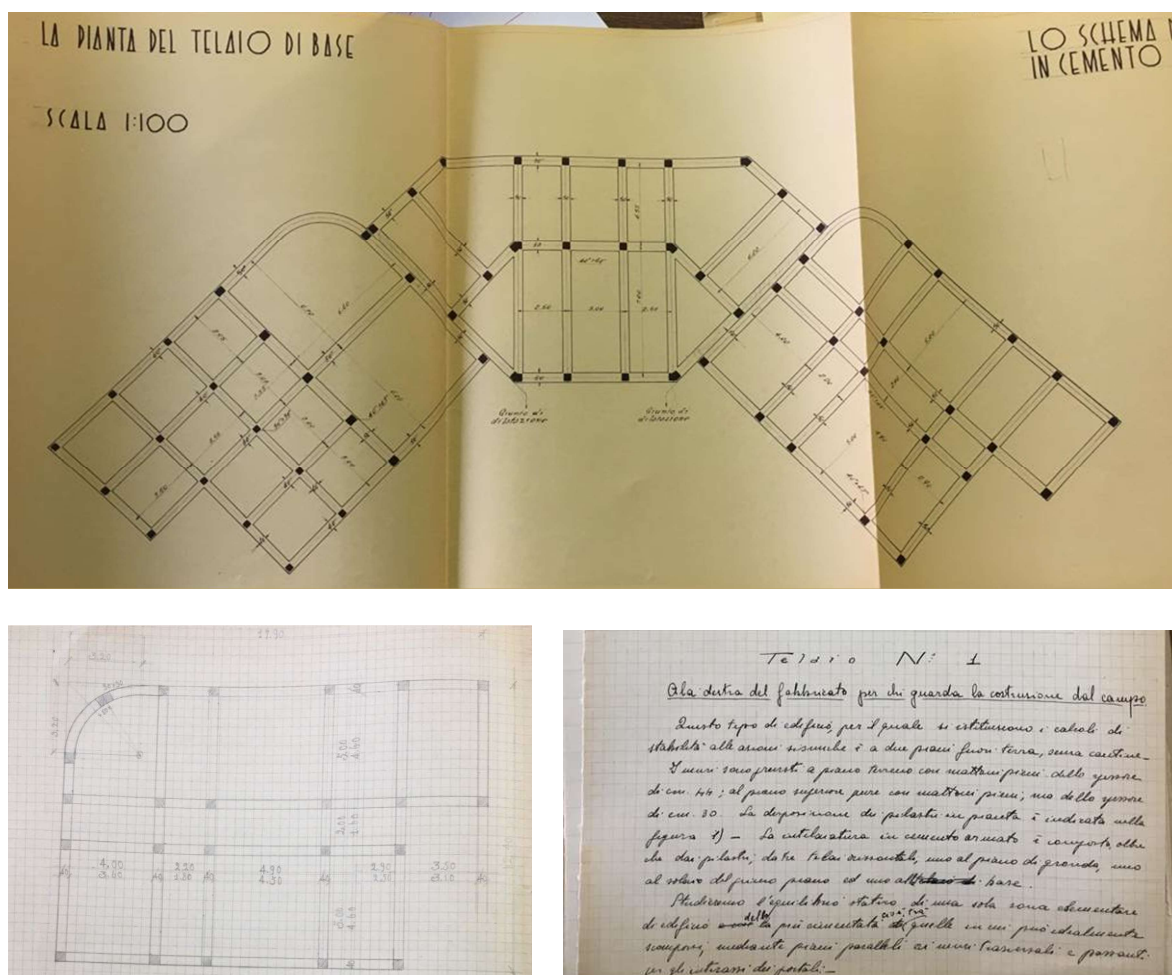


Figura 34 – Disegni e progettazione strutturale del telaio (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 102, pratica 152)

Lo scopo del calcolo richiesto all'ingegnere era la progettazione di una struttura asismica. Per il suddetto studio, il fabbricato fu considerato scomposto in tre strutture separate: l'ala di sinistra, quella centrale e quella di destra, con caratteristiche diverse. A tal proposito sono stati eseguiti tre tipologie di calcoli indipendenti tra loro. La fig. 35 riporta soprattutto informazioni su analisi dei carichi, calcoli di momenti flettenti e di spinte orizzontali conseguenza del sisma, oltre che il dimensionamento dei solai. Osservando l'analisi dei pesi

si è potuto supporre che si trattasse di solai in latero-cemento, ipotesi avallata dall'elenco delle lavorazioni, nel quale viene proprio ad essere descritta la tipologia di copertura orizzontale scelta.

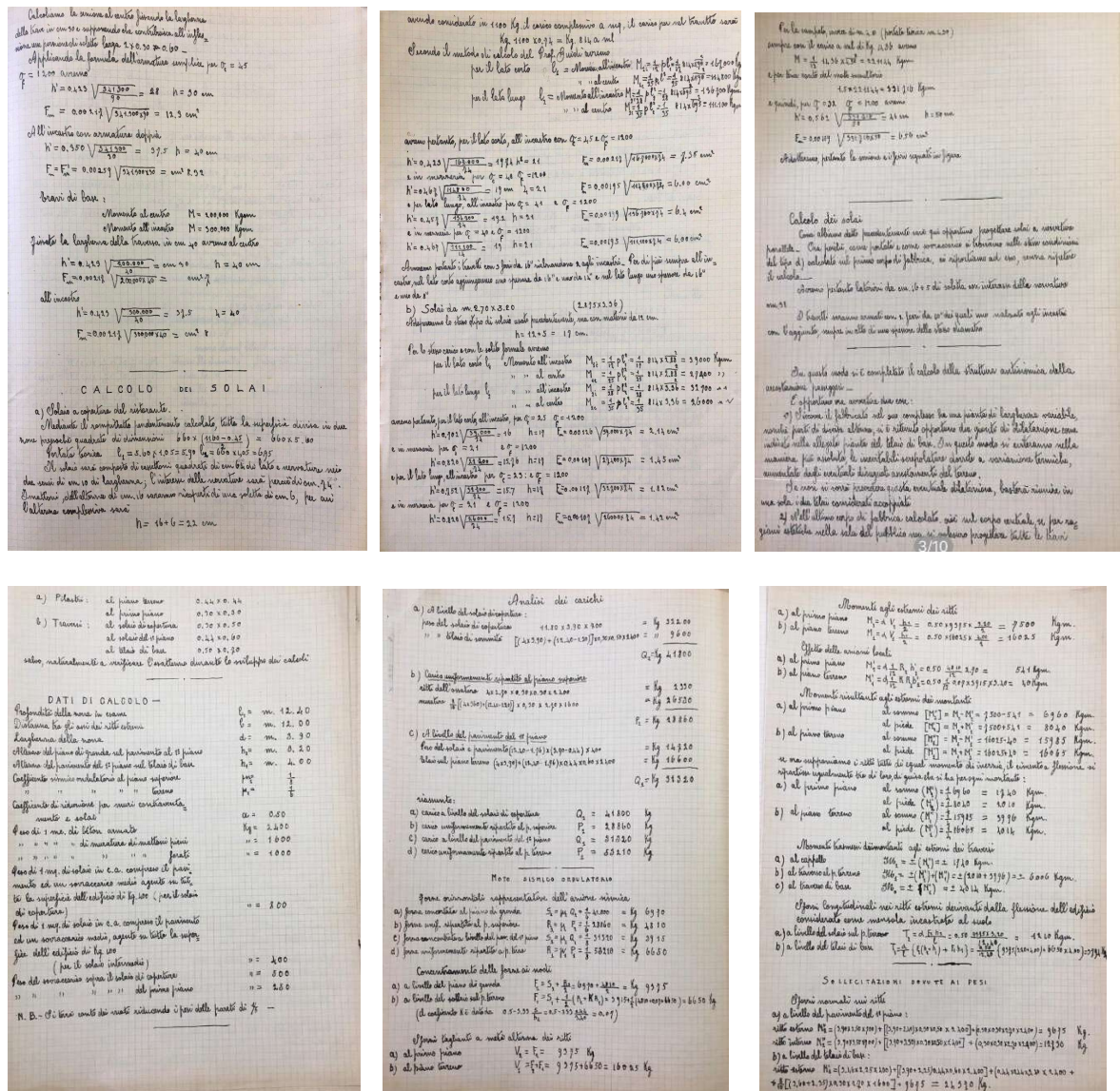


Figura 35 – Analisi dei carichi e calcoli strutturali (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 102, pratica 152)

5.3 LA NUOVA SEDE DEGLI UFFICI ETERNIT DI ANCONA (busta 123, pratica 491)

L'ultimo caso analizzato nella ricerca è quello risalente al 1940, scoperto nel fascicolo 491, all'interno della busta 123, e riguardante il progetto di sistemazione dei magazzini, degli uffici e dell'abitazione del magazzino della filiale "Eternit" di Ancona in località Palombella, in via Flaminia, completamente devastati dagli eventi bellici.

Fanno parte del fascicolo oltre che l'elenco delle lavorazioni, il computo metrico e i disegni di progetto anche il dimensionamento del solaio, con calcolo del momento flettente massimo agli appoggi e ulteriore calcolo dei pilastri. In fig. 36, dalla quale si sono ricavate le informazioni necessarie per classificare la struttura, è riportato solamente il computo metrico per la seconda abitazione. Si sono omessi gli altri esempi in quanto perfette riproduzioni della precedente.

Dati ottenuti:

- Struttura intelaiata;
- Solai in latero-cemento.

II ^a ABITAZIONE			
1) Calcestruzzo per opere in c.a.			
a) travi riempite			
4x3,17x0,30x0,30 =	mq. 6,602		
b) montanti			
12 x 3,17x0,30 x0,30 =	3,346		
c) cordole			
(5,17+20,40+5,22+21,20)x0,20x0,30	3,359		
d) soletta a sbalzo spessore app.			
10 x 1,30x0,12 =	1,560		
	mq. 14,869	4500,-	66.920,50
2) Ferro tondo per opere c.a. in media kg. 100 al mq. di calcestruzzo mq.14,869 x100	kg.1487	40,-	59.480,-
3) Solai in laterizi (2,20x3,20) 10,50+4x2,50x0,11 =	mq. 18,80	650,-	122.620,-
4) struttura di elevazione in laterizi (5,17+20,40+5,22+21,20)x0,20x0,30	mq. 22,071	3500,-	77.248,50
5) opere divisorie appari. (1 testa) (4,50+1,00+4,00)x2,30	mq. 13,75	500,-	68.750,-
6) divisorii in foglie [(5,20+5,20+4,00+(2,00x2,20))			

Figura 36 – Estratto del computo metrico (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 123, pratica 491)

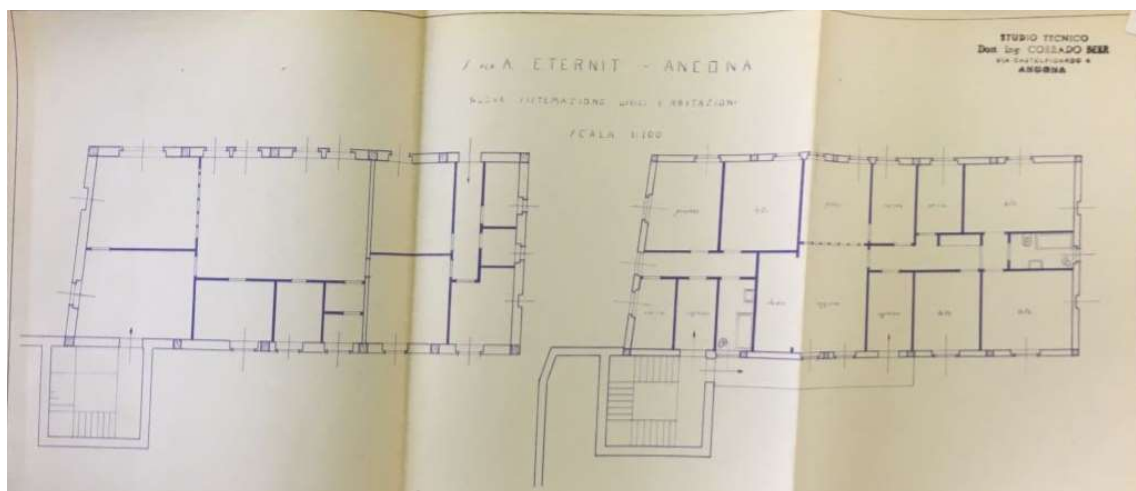


Figura 37 – Pianta sistemazioni uffici e abitazioni (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 123, pratica 491)

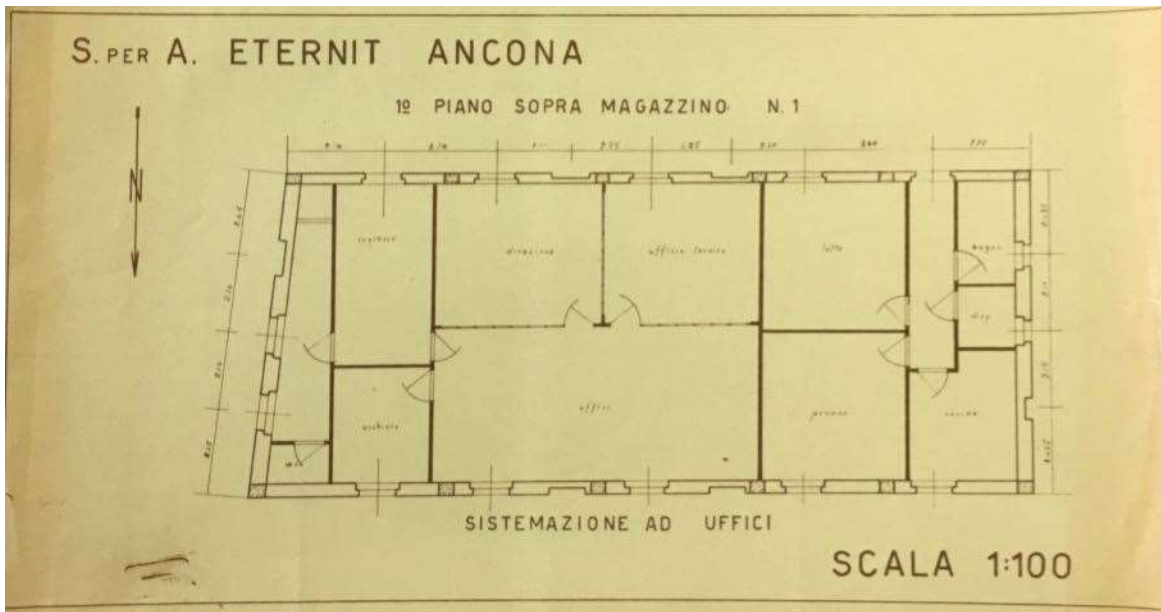


Figura 38 – Pianta piano sopra magazzino (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 123, pratica 491)

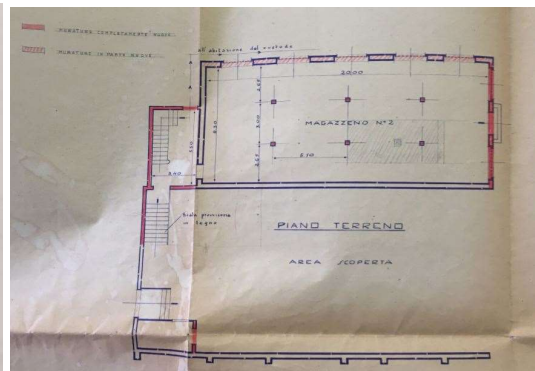
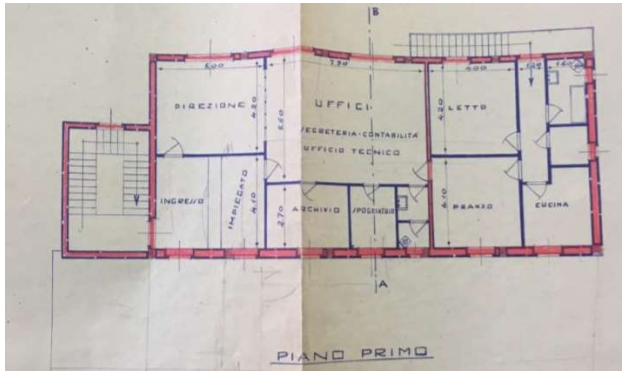


Figura 39 – Pianta terreno e piano primo (fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 123, pratica 491)

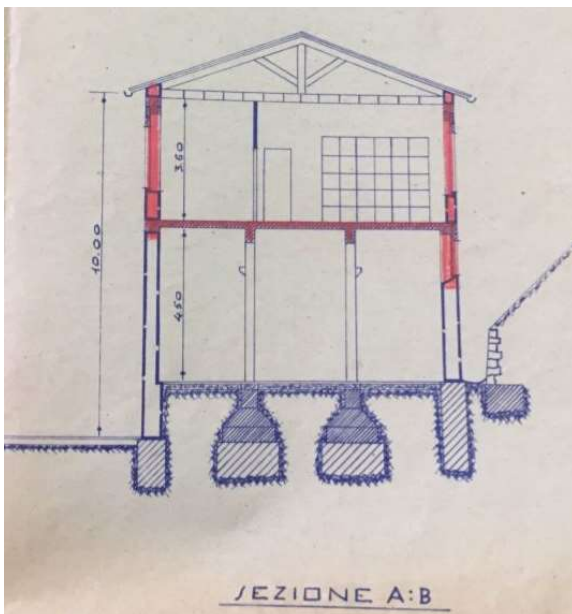


Figura 40 – Sezione A-B

INDICAZIONE Selle opere e dei lavori	Quantità	Prezzo	IMPORTO	
			Totale	Unità
Salario			500	Caricamento
			200	Caricamento
			700	Miglior
Momento max negativo $M_B = \frac{1}{8} \cdot 1^2 = \frac{1}{8} \cdot 700 \cdot 25 = 21875 \text{ Kg/cm}^2$				
b = 100				

Figura 41 – Calcolo momento flettente max negativo

(fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 123, pratica 491)

(fonte: archivio di Stato di Ancona, busta 123, pratica 491)

CAPITOLO 6: DISCUSSIONE E CONCLUSIONE

6.1 DISCUSSIONE

Quanto emerso dall'analisi archivistica offre una descrizione del processo di formazione e di integrazione della nuova tecnologia costruttiva del solaio in latero-cemento nelle strutture progettate dalla famiglia Beer. La valutazione dei risultati ottenuti dall'analisi dei dati raccolti concede alcune riflessioni.

- 1) La maggior parte dei nuovi edifici caratterizzati da solai in latero-cemento risalgono agli anni '40.
- 2) Strutture che presentano solai misti durante gli anni '30 sono per lo più ricostruzioni, rifacimenti, demolizioni e ricostruzione di parte del fabbricato.
- 3) Si sono riscontrati più casi di strutture in muratura portante piuttosto che intelaiate.
- 4) Fino agli anni '20 l'ingegner Giacomo Beer, durante la sua attività lavorativa, era solito costruire (o intervenire per riportare al loro corretto funzionamento) solai lignei o in acciaio e tavelle.
- 5) Dagli anni '50 in poi, il latero-cemento ha cominciato ad essere utilizzato in larga scala; all'inizio soprattutto in edificio di edilizia pubblica per poi diventare dagli 1960 la tipologia costruttiva più diffusa.

6.2 CONCLUSIONE

L'indagine condotta in questa tesi ha fatto emergere che i solai in latero cemento nascono già nei primi due decenni del '900, seppur ancora in fase sperimentale. Negli anni successivi questa tipologia costruttiva diventa sempre più diffusa fino a diventare a partire dagli anni '60 in poi la caratteristica principale dei nuovi edifici.

Nella provincia di Ancona, tenendo conto degli archivi della famiglia Beer si evince che, negli anni, i tre ingegneri erano già venuti in contatto con questa nuova tipologia di solaio già dagli anni '30. Nello stesso decennio, Corrado Beer, con l'intenzione di avvalersi di questa innovazione non solo per opere pubbliche (vedi stazione aeroporto Falconara) e di dimensioni ampie (come la sede Eternit), ma anche per quelle private di più piccola rilevanza, si stava documentando attraverso opuscoli pubblicitari di aziende produttrici di solai latero-cementizi.

In data precedente a questo periodo storico, l'attività della famiglia era ancora ancorata alla produzione edilizia mediante solai lignei o realizzati in acciaio e tavole.

Bibliografia

- 1) ANTONIO CASALINI, *Doradus 5 – Solai in laterocemento*, Dario Flaccovio Editore, 1999.
- 2) AA. VV., *Manuale del costruttore edile e del geometra – Manuali Cremonese*, 1949.
- 3) *Costruire in laterizio*, Rivista Edit. PEG spa, N. 60 novembre – dicembre 1997, anno 10.
- 4) UMBERTO ALASIA, MAURIZIO PUGNO, *Manuale di costruzioni*, Società Editrice Internazionale – Torino, 2012
- 5) KOENIG G. K., *Tecnologia delle Costruzioni*, LeMonnier, 1989
- 6) ACHILLE PETRIGNANI, *Tecnologie dell'architettura*, Serie Görlich - Istituto geografico De Agostini, 1992
- 7) POLITECNICO DI MILANO, *Indagine sperimentale sul consolidamento di solai a travetti armati tipo SAP*, pubblicazione a cura LECA
- 8) CALECA LUIGI, *Architettura Tecnica*, Dario Flaccovio Editore, 1994
- 9) GIULIANO GENNARI, *Recupero e Consolidamento dei solai*, Maggioli Editore, 2019
- 10) CAPOZUCCA ROBERTO, *Teoria e tecnica delle Strutture in Muratura*, Pitagora Editore Bologna, 2019

Sitografia

- 1) <https://www.latercompound.it/origini-nella-tradizione/>
- 2) http://www.esamedistatoarchitetti.com/1/upload/cap.6_solai_a_struttura_mista_ligh_t.pdf
- 3) infobuild.it/approfondimenti/evoluzione-dei-solai-misti/
- 4) <http://www.archiviodistatoancona.beniculturali.it/index.php?id=377>
- 5) <https://it.wikipedia.org/>
- 6) <http://www.ordineingegneri.bergamo.it/atti/sismica/009.pdf>
- 7) <http://www.ordineingegneri.bergamo.it/Novita/PANDINI/012.PDF>
- 8) <http://www.domuseco.it/edifici-in-cemento-armato-strutture-intelaiate/>,
- 9) [https://it.wikipedia.org/wiki/Telaio_\(edilizia\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Telaio_(edilizia))

Ringraziamenti

Desidero dedicare questo spazio del mio elaborato alle persone che hanno contribuito, con il loro instancabile supporto, alla realizzazione dello stesso.

In primis, un ringraziamento al mio relatore, il professor Quagliarini, per la sua pazienza, per i suoi indispensabili consigli e per le conoscenze trasmesse durante il percorso di stesura dell'elaborato.

Grazie ai miei compagni di avventura, trovarvi e condividere con voi questa esperienza universitaria è stata una fortuna.

Grazie Amyra e grazie Giulia, non delle semplici coinquiline, ma vere e proprie compagne di avventure. Grazie per i momenti stupidi in quella “strana” cucina, per le partite a carte dopo pranzo, ma soprattutto per avermi rasserenato nei momenti no e per essere riuscite a portare sempre una ventata di aria fresca nella mia vita.

Grazie ai miei amici di una vita. Grazie Luca per essere sempre così vero e diretto, ma allo stesso tempo così premuroso. Grazie Greta, per l'ottimismo e la positività che mi trasmetti, per cercare di farmi vedere sempre il bicchiere mezzo pieno e quella luce in fondo al tunnel.

Grazie Valentina perché sei il mio punto di riferimento quando brancolo nel buio, mai pronta a giudicare, ma l'unica capace di mettermi davanti ai miei limiti e ai miei errori.

Grazie Alessia, per la tua capacità di dire le parole giuste al momento giusto, quelle che sanno toccare l'anima, il cuore e la mente. Per essere così simile a me da non necessitare di troppe carinerie, ma riuscire ad essere presente anche nell'assenza.

Grazie Beatrice, o forse grazie a quel primo giorno di lezione in cui ci siamo ritrovate nella stessa aula. Da lì sei diventata una collega, una compagna di studi e di progetti (fino a notte fonda), una coinquilina dolcissima, ma soprattutto un'amica fidata.

Grazie Gloria, per essere ormai da quasi 15 anni al mio fianco in ogni momento della mia vita. Sei stata una spalla nelle situazioni difficili e gioia pura nei momenti di festa. Grazie per gli abbracci appiccicosi e per le risate che alleggeriscono il mio cuore.

In modo particolare ringrazio la mia famiglia. Grazie ai miei genitori per il loro sostegno, anche e soprattutto nei momenti negativi. Non avete mai smesso di credere in me e spero che oggi, finalmente, possiate mettere un po' da parte le preoccupazioni e vivere con me questa tanta attesa felicità.