

POLITECNICO DI TORINO

Collegio di Architettura

**Corso di Laurea Magistrale
in Architettura per il Progetto Sostenibile**

Tesi di Laurea Magistrale

**Riqualificazione edilizia e sistemi
prefabbricati a secco: un progetto per il
quartiere E27 a Torino**



Relatore

prof. Valentino Manni

Correlatore

prof. Gustavo Ambrosini

Candidato

Potenza Arianna Maria

Ringraziamenti

Un particolare ringraziamento va al prof. Valentino Manni per aver accettato l'incarico di relatore di questa tesi e per il supporto tecnico fornitomi. Desidero inoltre ringraziare il prof. Gustavo Ambrosini, per i consigli e l'aiuto ricevuto durante lo sviluppo del progetto di tesi.

Un grande ringraziamento va alla mia mamma Anna e al mio papà Mimino che, con il loro dolce ed instancabile sostegno, sia morale che economico, mi hanno permesso di arrivare fin qui, contribuendo alla mia formazione personale. Inoltre volevo ringraziare i miei fratelli Michi, Sebi e Squili, per essermi stati sempre accanto, anche quando ero insopportabile. Grazie a tutta la mia famiglia, ed in particolare alla nonna Lucia e alla zia Rosi.

Un ringraziamento speciale va a Carlo, per non aver mai smesso di credere in me e per avermi sostenuta sempre, anche nei momenti peggiori. Sei stato sempre al mio fianco.

Ci tengo a ringraziare Paola, Peppino ed Antonella che, anche se lontani, mi sono sempre stati accanto con il loro incoraggiamento e non hanno mai smesso di credere in me.

Grazie alla mia amica Tina, ed infine, non per importanza, a tutti i miei amici del Borsellino, ed in particolare Michele, Nardu, Mous, AntonioJ, Mck, Francesca, Cesare, Seraff e Pietro, con cui ho condiviso tutto, gioie e dolori, vittorie e sconfitte, briscole e viveri. Grazie ragazzi, siete stati fondamentali, sempre.

Indice

Introduzione	1
1. Emergenza abitativa della città contemporanea	5
1.1. <i>Emergenza abitativa in ambito europeo</i>	5
1.2. <i>Condizione abitativa in Italia</i>	6
1.3. <i>Un focus sulla città di Torino</i>	8
2. Verso un'Europa efficiente nell'impiego di risorse	15
2.1. <i>Patrimonio edilizio europeo</i>	15
2.2. <i>Risorsa suolo e dispersione urbana</i>	17
2.3. <i>La densificazione in risposta alla dispersione urbana</i>	19
2.4. <i>Intervenire sul costruito</i>	20
3. L'addizione come opportunità di densificazione	22
3.1. <i>L'addizione</i>	22
3.2. <i>Modelli addizionali</i>	23
3.3. <i>Addizione in copertura</i>	25
3.4. <i>Addizione in facciata</i>	26
4. Lo stato dell'arte	28
5. Prefabbricazione	47
5.1. <i>Prefabbricazione e flessibilità</i>	47
5.2. <i>Cenni storici sul tema della prefabbricazione</i>	48
5.3. <i>Prefabbricazione oggi</i>	52
5.4. <i>Il tema delle architetture minime prefabbricate come risposta alle odierne esigenze</i>	54
6. Caso studio	74
6.1. <i>Selezione del caso studio nella città di Torino</i>	74
6.2. <i>Inquadramento Territoriale</i>	76
6.3. <i>Il complesso edilizio in Via Pietro Cossa</i>	78
6.4. <i>Distribuzione interna degli edifici</i>	82
6.5. <i>Il sistema costruttivo degli edifici in via Pietro Cossa</i>	83
6.5.1. <i>Partizioni verticali ed orizzontali</i>	83
6.5.2. <i>I vani scala</i>	84
6.5.3. <i>Gli impianti</i>	84
6.6. <i>I punti di criticità</i>	84

6.6.1.	<i>Discomfort energetico degli ambienti interni.....</i>	84
6.6.2.	<i>Discomfort ambientale degli ambienti interni.....</i>	85
6.6.3.	<i>Degrado architettonico.....</i>	86
6.6.4.	<i>Inadeguatezza degli alloggi.....</i>	88
7.	Strategie adottate nel progetto di riqualificazione edilizia e di proposta incrementale.....	89
7.1.	<i>Miglioramento delle prestazioni energetiche e delle qualità estetiche dell'edificio esistente.....</i>	89
7.2.	<i>Riqualificazione degli spazi sottoutilizzati.....</i>	90
7.3.	<i>Incremento del numero di alloggi.....</i>	90
7.3.1.	<i>Stima dei possibili utenti.....</i>	91
7.3.2.	<i>Numero e tipologia di alloggi previsti.....</i>	91
7.3.3.	<i>Distribuzione interna degli alloggi.....</i>	93
7.3.4.	<i>Cubatura residua disponibile.....</i>	95
7.4.	<i>Sistema costruttivo selezionato.....</i>	96
7.5.	<i>Utilizzo di una sottostruttura in carpenteria metallica.....</i>	99
8.	Il progetto.....	101
8.1.	<i>Il progetto della sopraelevazione.....</i>	102
8.1.1.	<i>Schema distributivo.....</i>	104
8.1.2.	<i>Spazi esterni e percorsi verticali.....</i>	107
8.1.3.	<i>Sistema costruttivo.....</i>	108
8.1.4.	<i>Aggregazione degli alloggi.....</i>	109
8.1.5.	<i>Allegati</i>	
8.2.	<i>Il sistema Tes per la riqualificazione delle facciate.....</i>	111
8.2.1.	<i>Progettazione dei pannelli prefabbricati.....</i>	112
8.2.2.	<i>Miglioramento del comfort ambientale interno.....</i>	114
8.2.3.	<i>Miglioramento delle qualità architettoniche.....</i>	116
8.2.4.	<i>Allegati</i>	
9.	Approfondimento tecnologico	119
9.1.	<i>Il sistema a telaio Platform Frame</i>	119
9.1.1.	<i>Allegati</i>	

Introduzione

Lo scenario

Il disagio abitativo rappresenta una delle principali problematiche della città contemporanea: la crisi economica e la sempre più inadeguata offerta abitativa rendono complicato l'accesso al bene primario dell'abitazione ad una consistente fetta di popolazione. Questo scenario di forte disagio è accompagnato dal radicale cambiamento degli stili di vita della società: l'affermarsi di "nuove categorie" sociali mette in crisi molti dei modelli insediativi elaborati nel panorama architettonico del '900, richiedendo una visione progettuale più attenta alle nuove dinamiche sociali. Il crescente disagio abitativo all'interno della città contemporanea è da attribuire, infatti, all'inadeguatezza dello stock residenziale esistente che, molto spesso, è in disaccordo con gli odierni bisogni sociali: il problema della casa che accomuna le "nuove" categorie sociali dimostra come si sta aprendo un divario tra distribuzione spaziale degli alloggi presenti sul mercato e gli innumerevoli stili di vita odierni. Abbracciare le attuali esigenze implica la necessità di sperimentare nuovi modelli dell'abitare meno tradizionalisti, con assetti spaziali più aperti ai differenti bisogni della società contemporanea. In tale contesto le città cambiano il loro volto: si assiste ad un movimento centrifugo della popolazione verso le periferie, alla ricerca di soluzioni più accessibili economicamente, causando un'espansione incontrollata della città verso i suoi margini. La consapevolezza che il territorio è una risorsa limitata porta inevitabilmente a cercare una via alternativa al fenomeno della città diffusa, come ad esempio il riutilizzo di edifici dismessi o sottoutilizzati, ma anche tramite l'intercettazione ed il riuso di spazi residuali come opportunità di riciclo della città.

Obiettivo della tesi

È nel contesto fin qui esposto che ci si pone l'obiettivo di affrontare il tema dell'incremento volumetrico della città consolidata. Tale *modus operandi* viene imputato, in sede di tale ricerca, come una possibile soluzione alle problematiche della città contemporanea, ovvero su come essa possa costituire un modo per rispondere alla carente offerta del mercato immobiliare ed ancora, su come possa rappresentare una strategia entro la quale operare per auspicare ad un migliore utilizzo delle risorse. Dopo una breve trattazione sulle diverse tipologie di intervento dello stock edilizio esistente, si è posto maggior riguardo nei confronti della strategia dell'addizione, vista come occasione per creare spazi altamente performanti, considerando le superfici di architetture già consolidate come suoli sui quali

intervenire, al fine di aumentare la disponibilità di unità abitative a costo contenuto all'interno del tessuto urbano. La fase di indagine dello stato dell'arte è stata condotta su alcuni casi europei, che interessano edifici residenziali, coinvolti in processi progettuali di ampliamento volumetrico; tale indagine descrive problematicità e potenzialità di ogni caso studio preso in considerazione, differenziato per tipologia strutturale, strategia del processo costruttivo e relazioni che sussistono tra addizione stessa, organismo edilizio ospite e contesto urbano in cui esso si inserisce. L'analisi svolta è orientata alla definizione di un repertorio di buone pratiche, ovvero soluzioni tipologiche, tecnologiche e strutturali incrementali per la trasformazione di sistemi abitativi. L'indagine rimarca l'obiettivo prioritario della ricerca, ovvero una riqualificazione architettonica e tecnologica del patrimonio edilizio consolidato tramite un incremento della proposta abitativa, ponendo maggiore attenzione nei confronti delle operazioni che coinvolgono le coperture delle nostre città, luoghi imputati come potenziali suoli edificabili. Dall'indagine sullo stato dell'arte sono emersi alcuni punti chiave che provano a rimarcare la propensione alla trasformazione incrementale dello stock edilizio disponibile sul territorio, sia pubblico che privato, nel tentativo di fornire uno strumento di analisi capace di cogliere limiti, criticità, ma anche potenzialità trasformative di ogni singolo caso analizzato.

In seguito all'analisi svolta sul panorama immobiliare nazionale e alla trattazione delle possibili strategie di intervento sul patrimonio edilizio, si è scelto di indagare sulle potenzialità offerte dal patrimonio edilizio residenziale del capoluogo piemontese. Guardando alla città di Torino, nasce spontaneo porre attenzione ai cosiddetti luoghi della "marginalità", e di come essi possano liberare il proprio potenziale inespresso, non sfruttato a causa di una noncuranza posta nei loro confronti. Risultano sempre più frequenti i casi di cattiva gestione della risorsa immobiliare nello scenario torinese, soprattutto nelle opere pubbliche, spesso lasciate in mano al tempo, che ne altera la loro integrità e di come sempre più spesso esse siano ben distanti dalle caratteristiche prestazionali imposte agli edifici di nuova edificazione. Il lavoro svolto si concentra su tali scenari, ed in particolare su un complesso di edifici di edilizia pubblica sovvenzionata nell'area Nord-Ovest della città di Torino, che già a primo sguardo, appare esigente di un intervento di riqualificazione. Non distaccando mai l'attenzione dall'obiettivo nativo della ricerca, che prende in riferimento come suolo edificabile il "pieno" della città per esaudire un incremento di superficie abitativa, si pone riguardo alla valorizzazione di quella parte di patrimonio edilizio a cui, ad oggi, non viene dedicata la giusta attenzione.

La scelta del caso studio è ricaduta su un complesso residenziale degli anni '90 gestito dall'ATC, Agenzia Territoriale per la Casa della Provincia di Torino, situata in via Pietro Cossa. A seguito di un'analisi effettuata sul costruito, la ricerca prosegue definendo i punti salienti della strategia adottata allo scopo di incrementare la superficie abitativa dell'area in esame e di valorizzare l'edificato esistente, tramite la risoluzione dei fattori di criticità: il complesso edilizio risulta poco performante dal punto di vista energetico ed esigente di un intervento per il miglioramento della sua immagine architettonica. A partire dalla definizione della strategia di intervento è stata sviluppata la proposta progettuale: la soluzione prevede la realizzazione di nuovi alloggi sulla copertura degli edifici del

complesso, con metodi costruttivi di prefabbricazione leggera in legno, ritenendo quest'ultimo il materiale più idoneo a questo tipo di intervento. Il progetto focalizza l'attenzione sull'addizione in copertura e sulla riqualificazione delle facciate esistenti, nonché sulle relative modalità di realizzazione in termini tecnologici: argomento principe di questa fase progettuale è infatti l'utilizzo del sistema costruttivo in legno *platform-frame* e la relativa progettazione dei nodi costruttivi più congrui all'intervento della sopraelevazione e del sistema di retrofit dell'edificio esistente. Ogni nodo costruttivo è stato definito graficamente a differenti livelli di dettaglio, dimostrando come il progetto della durabilità del legno in architettura derivi dall'adozione di adeguati accorgimenti progettuali.

Struttura dell'elaborato

La tesi è strutturata nel seguente modo:

- **Capitolo 1:** all'interno di questo capitolo vengono illustrate le principali cause dell'emergenza abitativa della città contemporanea, dapprima in ambito europeo, e successivamente in territorio nazionale, prestando maggior attenzione alla città di Torino, oggetto del progetto di ricerca
- **Capitolo 2:** il capitolo affronta il tema del corretto utilizzo delle risorse, alle quali ci si riferisce nell'accezione di riutilizzo e valorizzazione del patrimonio edilizio esistente, incentivando, in tal modo, una riduzione dell'utilizzo della risorsa suolo
- **Capitolo 3:** in questo capitolo viene discusso il tema dell'incremento volumetrico della città consolidata, imputato come una possibile soluzione alla carente offerta del mercato immobiliare e come possibile strategia entro la quale operare per auspicare ad un utilizzo corretto di risorse
- **Capitolo 4:** il capitolo contiene la fase di indagine dello stato dell'arte condotta su alcuni casi europei che interessano edifici residenziali, coinvolti in processi di incremento volumetrico, con l'obiettivo di definire un repertorio di buone pratiche incrementali per la trasformazione di sistemi abitativi
- **Capitolo 5:** il capitolo si pone l'obiettivo di affrontare il tema dell'architettura prefabbricata e di come essa possa offrire una modalità operativa per la realizzazione di sistemi edilizi altamente performanti dal costo contenuto, legato all'elevato grado di standardizzazione degli elementi che la compongono
- **Capitolo 6:** il capitolo descrive le motivazioni alla base della scelta del caso studio, dimostrando come i luoghi definiti della "marginalità" abbiano un potenziale inespresso, e di come, grazie ad un rinnovamento, essi possano dar vita a luoghi di elevata qualità architettonica
- **Capitolo 7:** il capitolo definisce i punti salienti della strategia adottata, volta ad incrementare la superficie abitativa dell'area in esame e a valorizzarne l'edificato esistente tramite la risoluzione dei fattori di criticità

- **Capitolo 8:** tale capitolo ha lo scopo di descrivere le scelte progettuali adottate per il progetto di sopraelevazione e di retrofit energetico del complesso edilizio esistente
- **Capitolo 9:** il capitolo illustra brevemente le peculiarità che contraddistinguono il sistema costruttivo selezionato per l'intervento, riportando i nodi costruttivi definiti per il progetto della sopraelevazione

Capitolo 1

Emergenza abitativa della città contemporanea

All'interno di questo capitolo vengono illustrate le principali cause dell'emergenza abitativa che ha colpito una grande fetta della popolazione negli ultimi anni, dapprima in ambito europeo, successivamente in territorio nazionale ed infine nel capoluogo piemontese, luogo oggetto del progetto di ricerca. Il protrarsi della crisi ha condotto ad una significativa tensione del mercato immobiliare, ed inoltre il difficile problema della casa che accomuna le "nuove" categorie sociali attesta come si sta aprendo un enorme distacco tra assetto spaziale degli alloggi disponibili sul territorio e gli innumerevoli stili di vita che caratterizzano la città contemporanea.

1.1. Emergenza abitativa in ambito europeo

Nell'anno 2015, The Housing Europe, Federazione europea delle abitazioni pubbliche, cooperative e sociali, ha presentato un rapporto intitolato "The State of Housing in the EU 2015", mettendo in evidenza la condizione di emergenza abitativa che versa sul continente europeo. Tale rapporto illustra come lo scenario abitativo sia rimasto complessivamente instabile a distanza di sei anni dalla condizione di massima crisi dell'anno 2009, mostrando un aumento, a partire da questa data, del numero di famiglie senza una dimora¹. Le condizioni della fascia più vulnerabile continuano a peggiorare ed il fenomeno dell'esclusione sociale diventa sempre più intenso. L'aumento dei costi abitativi colpisce in maniera più gravosa soggetti quali giovani, disoccupati e lavoratori con salari troppo bassi, immigrati, nuclei monogenitoriali, persone con disabilità ed anziani. L'accessibilità agli alloggi a prezzi moderati è considerato uno dei fattori fondamentali per prevenire e combattere l'esclusione sociale nell'UE e rappresenta uno degli obiettivi della nuova Agenda 2020². Dal 2009 ad oggi, la crisi ha generato un collasso del mercato immobiliare, colpendo in maniera negativa i redditi dei cittadini. In molti Stati, infatti, gli affitti privati risultano troppo alti e l'acquisto di un immobile è divenuto inaccessibile a molti. Complessivamente, circa il 12% delle famiglie europee spendono più del 40% del proprio reddito disponibile nell'alloggio, risultando dunque sovraccaricate dal costo

¹ Fonte: <http://www.housingeurope.eu>

² L'Agenda 2020 (Europe 2020) definisce la strategia di crescita della EU per il prossimo decennio, per il raggiungimento di un'economia "smart, sustainable and inclusive". L'Unione europea ha fissato 5 obiettivi concreti da raggiungere entro il 2020 relativamente a: occupazione, innovazione, istruzione, inclusione sociale, clima/energia. (Fonte: CECODHAS Housing Europe's Observatory, Alloggio sociale europeo 2012. Gli ingranaggi del settore, Bruxelles, 2012.)

dell'abitazione³. Tutto ciò rende l'obiettivo "casa" sempre più inaccessibile ad una grande fetta di popolazione: il rapporto mette in luce l'aumento delle richieste di alloggi popolari da parte di famiglie a medio-basso reddito incapaci di affrontare la spesa d'acquisto o d'affitto di un immobile, con oltre 2,5 milioni di famiglie considerate in emergenza abitativa. La gravosità dell'emergenza abitativa è dimostrata dall'aumento del numero di senza tetto ed inoltre, in molti Paesi europei, quali Italia, Regno Unito, Francia e Irlanda, vi è la presenza di un numero troppo esiguo di alloggi popolari in grado di soddisfare la sempre più crescente richiesta.

1.2. Condizione abitativa in Italia

Nello scenario nazionale la questione abitativa ha assunto nuove centralità rispetto al passato. In primo luogo, il cambiamento della domanda abitativa in Italia è da valutarsi in funzione del mutamento dei nuclei familiari: dal 2001 al 2015 si nota un aumento di questi ultimi di circa il 18%, ma allo stesso tempo essi hanno dimensioni minori rispetto al passato. Inoltre, la situazione è quella di un esubero del numero di abitazioni rispetto alla domanda, con un rapporto, nel 2011, di 117 abitazioni ogni 100 famiglie⁴. Questo è riconducibile anche al fatto che, a partire dagli anni Sessanta, si è assistito ad una crescita edilizia incontrollata, che ha condotto verso la realizzazione di sterminate aree residenziali, soprattutto nelle zone periferiche delle città. Tuttavia, ad oggi, la questione del fabbisogno abitativo in Italia ha portato verso una produzione edilizia non più di tipo quantitativo, bensì qualitativo. Il dato relativo allo stock edilizio non occupato assume grande rilevanza in quanto, secondo i dati ISTAT, la quota di immobili non occupati, nel 2011, ammonterebbe a circa il 17% sul totale di abitazioni disponibili⁵.

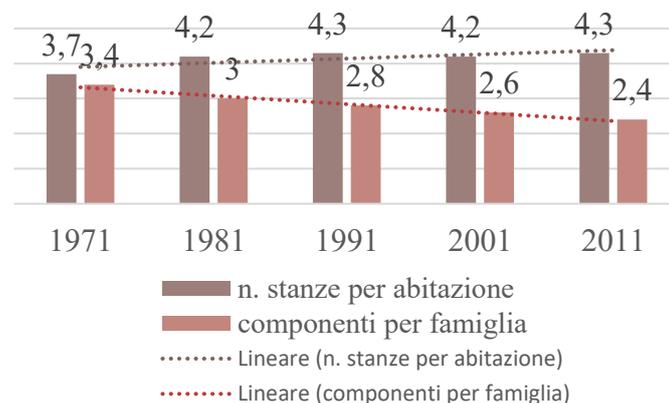


Grafico 1.1. Andamento del numero di stanze per abitazioni occupate e quello di componenti per famiglia dal 1971 al 2011: Elaborazione dati ISTAT

³ CECODHAS Housing Europe's Observatory, Alloggio sociale europeo 2012. Gli ingranaggi del settore, Bruxelles, 2012.

⁴ Si passa da 21,8 milioni di famiglie nel 2001 a 25,8 milioni nell'anno 2015. Fonte: ISTAT.

⁵ Laura Fregolent, Rossana Torri, *L'Italia senza casa: Bisogni emergenti e politiche per l'abitare, Studi urbani e regionali*, Milano, Franco Angeli, 2018

Questo è da ricondursi, oltre ai problemi di inaccessibilità degli alloggi da parte di molte famiglie italiane, anche al fatto che la superficie abitativa richiesta risulta ridotta rispetto al passato⁶. Se negli anni '70, a seguito del boom economico, il miglioramento delle condizioni abitative in Italia è stato tradotto nella crescita della dimensione delle abitazioni per sopperire il problema di sovraffollamento, oggi si è arrivati a registrare una dimensione media degli alloggi, in termini di stanze, di 4,3, sproporzionata rispetto alla dimensione media delle famiglie, che è scesa a 2,4 componenti (grafico 2.1). Questo calo rispecchia il crescere delle famiglie unipersonali, passate da circa il 20% al 30% del totale delle famiglie, ed una riduzione delle famiglie di cinque o più componenti, passate dall'8,4 al 5,4%. Questa forte rastremazione dei nuclei familiari in Italia è dovuta a profonde trasformazioni demografiche e sociali che hanno investito il nostro Paese come, ad esempio, il progressivo invecchiamento della popolazione, ma anche l'aumento delle separazioni e dei divorzi, e l'arrivo di cittadini stranieri che inizialmente vivono soli. Questi ultimi rappresentano una quota consistente della domanda abitativa e l'accesso all'abitazione rappresenta la forma più importante per l'inserimento degli stessi all'interno della società⁷. Secondo i dati ISTAT, circa il 20% delle famiglie italiane è composta da single, nuclei monogenitoriali, coppie che coabitano, anziani rimasti soli. Inoltre, la problematica abitativa nel nostro Paese si rapporta con la sempre più crescente difficoltà da parte delle famiglie a sostenere le spese relative all'abitazione, sia con riferimento ai canoni d'affitto, sia in relazione alle spese d'acquisto di un immobile⁸. Nell'anno 2012, circa il 10% delle famiglie italiane ha evidenziato un'incidenza di tali spese superiore al 30% sul reddito disponibile⁹. Il progressivo impoverimento dei nuclei familiari, insieme all'incremento dell'incidenza dei costi legati agli immobili sul reddito dei cittadini, conduce verso una situazione di emergenza abitativa. La condizione di disagio viene inoltre espressa in funzione delle condizioni in cui vertono le stesse abitazioni ed alla capacità delle stesse di essere in grado di garantire o meno il soddisfacimento delle esigenze dell'utenza: sono molte le famiglie che vivono in alloggi inadeguati ed in condizione di forte degrado.

Il protrarsi della crisi ha condotto ad una significativa tensione del mercato immobiliare, che non riesce ad esaudire i bisogni di quella fascia di popolazione con reddito troppo basso per avvicinarsi al mercato edilizio¹⁰, ma anche troppo alto per accedere all'edilizia

⁶ Secondo un'indagine campionaria (condotta da Immobiliare.it) tra il 2007 e il 2013 si calcola una riduzione del 10% della superficie richiesta per l'abitazione.

⁷ Laura Fregolent, Rossana Torri, *L'Italia senza casa: Bisogni emergenti e politiche per l'abitare, Studi urbani e regionali, Milano, Franco Angeli, 2018*

⁸ *Dal 1998 al 2007 i prezzi delle abitazioni sono cresciuti del 100% e quelli degli affitti del 70%, mentre il reddito medio delle famiglie ha avuto, nello stesso periodo, un incremento del 20%: fonte Nomisma*

⁹ Fonte: Banca d'Italia 2014.

¹⁰ *“La spesa sostenuta dalle famiglie italiane per accedere al mercato degli affitti, a canoni di mercato, varia infatti sensibilmente tra città e città, così come in misura diversa, su scala territoriale, il costo dell'affitto si modifica nel tempo allargando le condizioni di disagio abitativo nelle realtà urbane di maggiore dimensione. Secondo i dati di Nomisma il costo medio mensile nel 2007 per accedere alla locazione di una casa di 90 mq è a Roma di 1.523 euro (+84,8% rispetto al 2000), a Milano di 1.252 euro (+51,2%) e in media nelle altre 11 aree metropolitane di 805 euro (+46,4%). “(fonte: Nomisma, per conto del Ministero delle*

residenziale pubblica¹¹. L'assenza di un'offerta abitativa accessibile ha un impatto penalizzante sullo sviluppo e sulla crescita del Paese, rappresentando, difatti, un vero e proprio freno in ambito lavorativo, in quanto ostacola la mobilità dei giovani sul territorio e conseguentemente, ne rallenta i tempi di uscita dalle famiglie di origine¹². La questione abitativa rispecchia il volto delle città: a causa dell'impossibilità di accedere agli immobili, si avverte un movimento centrifugo della popolazione verso i comuni limitrofi alle grandi città, o verso le periferie delle stesse con il conseguente incremento del fenomeno della città diffusa.

1.3. Un focus sulla città di Torino

A fronte di quanto già detto, risulta necessario, al fine di perseguire gli obiettivi di tale ricerca, indagare sulle dinamiche demografiche ed immobiliari che caratterizzano il capoluogo piemontese.

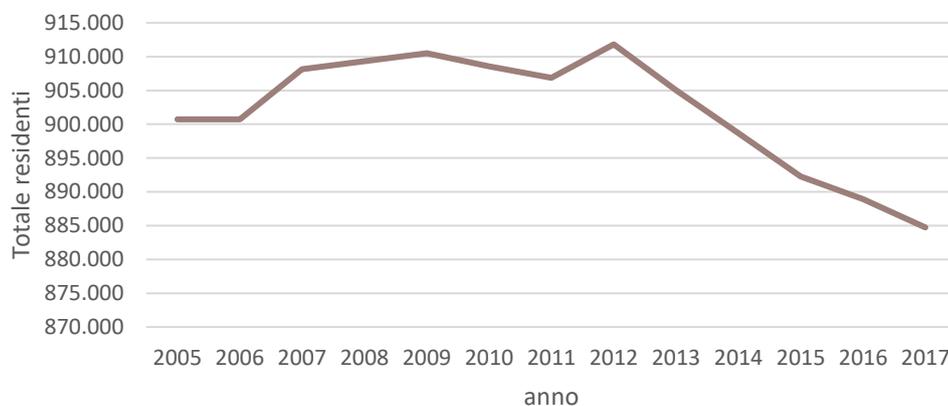


Grafico 1.2 Variazione demografica popolazione residente nel comune di Torino al 31/12 di ogni anno, dal 2005 al 2016.
Fonte: Istat

Come si può desumere dal grafico 1.2. si assiste ad un decremento della popolazione residente: si passa infatti da 911.800 abitanti nel 2012 ad 884.700 nel 2017, in lieve diminuzione di 4.180 unità rispetto al 2016 (-0,5%)¹³. Per quanto concerne la distribuzione della stessa popolazione, come illustrato in figura 1.1, essa risulta maggiormente concentrata nella parte occidentale della città. L'area più popolosa risulta la Circoscrizione 2, con circa 136.800 abitanti nel 2017.

Infrastrutture - Direzione generale per l'edilizia residenziale e le politiche urbane e abitative, Rapporto sulla condizione abitativa in Italia, settembre 2007.)

¹¹ Per quanto concerne quest'ultima, poiché la produzione media di nuovi alloggi popolari risulta ferma a 6.000 alloggi annui, circa 650.000 famiglie hanno fatto richiesta di una casa popolare senza potervi accedere.

¹² In Italia circa il 66% di giovani compresi tra 18 e 34 anni non riescono a rendersi autonomi dalle famiglie d'origine. Fonte: Rapporto sulla condizione abitativa in Italia. Fattori di disagio e strategie di intervento, settembre 2007.

¹³ Analisi dei processi demografici. XIV Rapporto Anno 2017.

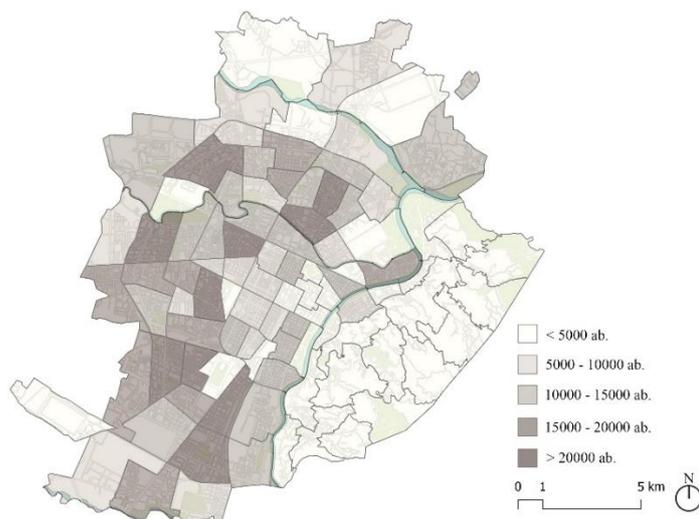


Figura 1.1 Popolazione residente nel comune di Torino suddivisa per Zone statistiche nell'anno 2016. Elaborazione dati statistici da fonte: <http://www.comune.torino.it/geoportale.htm>

In funzione dell'analisi fin qui esposta, sono stati inoltre presi in considerazione i movimenti migratori che caratterizzano la città di Torino. Dai dati esaminati ne deriva che il numero di emigrazioni verso diverse aree di destinazione, come ad esempio altre provincie del Piemonte, altre regioni italiane o Paesi esteri, risulta maggiore del numero di immigrazioni provenienti dagli stessi luoghi, con un saldo migratorio negativo del -9,2% (25.509 persone in uscita contro 23.169 in entrata).

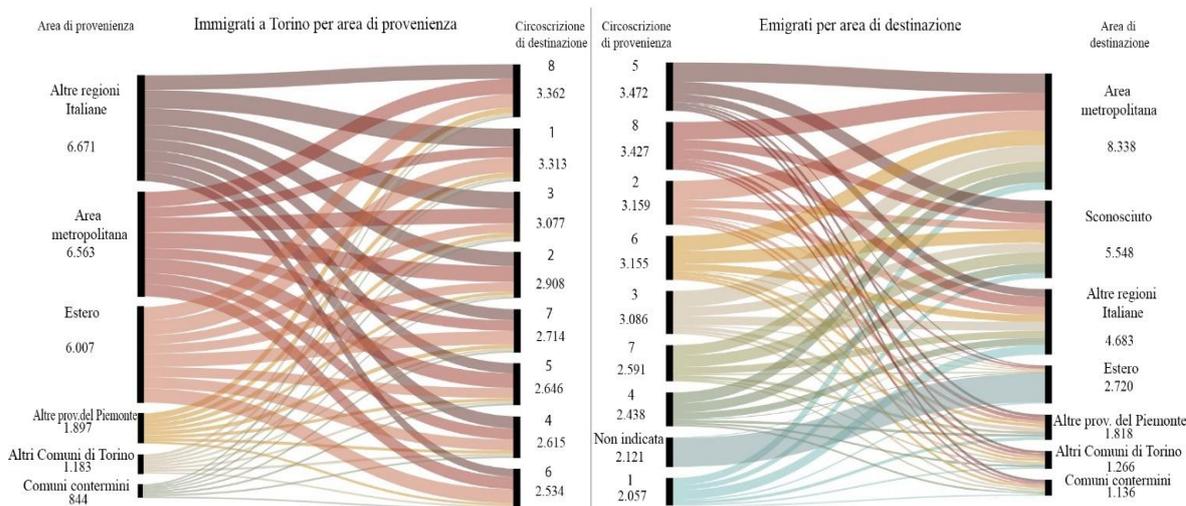


Grafico 1.3 Comparazione tra numero di immigrati a Torino per area di provenienza ed emigrati verso diverse aree di destinazione. Elaborazione dati da fonte: Annuale statistico della città di Torino, cap. 3 - Demografia (<http://www.comune.torino.it/>),

Dai dati ricavati dell'Annuario statistico della città di Torino dell'anno 2016 (grafico 1.3), risulta che per tutte le circoscrizioni il flusso migratorio in uscita è maggiore rispetto a quello in entrata; in particolare, si evince come l'esodo maggiore sia registrato all'interno della Circoscrizione 5 (-4,7%) e della Circoscrizione 6 (-24,5%). È inoltre importante sottolineare che l'area maggiormente scelta come destinazione è proprio quella dell'area metropolitana di Torino, a dimostrazione di come, a causa dell'entità dei costi degli

immobili, a seguito analizzati, si avverte un movimento centrifugo degli abitanti verso i comuni confinanti, con un notevole incremento della dispersione urbana.

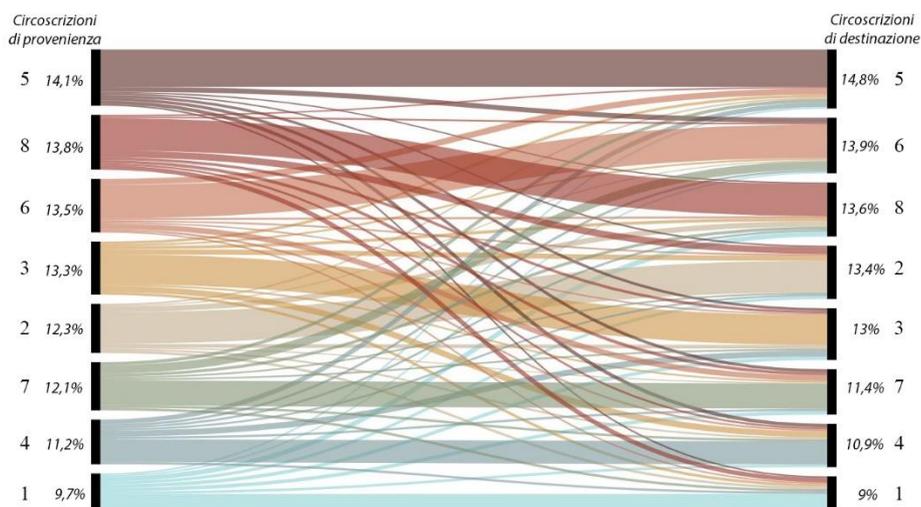


Grafico 1.4 Movimenti Intracircoscrizionali. Elaborazione dati da fonte: Annuale statistico della città di Torino, cap. 3 - Demografia (<http://www.comune.torino.it>), anno 2016

Un'analisi analoga è stata condotta in riferimento ai movimenti intracircoscrizionali, secondo cui, come mostrato nel grafico 1.4., i flussi emigratori sono maggiormente concentrati nelle aree delle Circoscrizioni 5, 8 e 6, con perdite maggiori nelle Circoscrizioni 7 e 4. Per quanto riguarda i movimenti in entrata, le aree dove si riscontra un flusso positivo sono i quartieri di Santa Rita e Mirafiori Nord (Circoscrizione 2), Borgo Vittoria, Madonna di Campagna, Vallette (Circoscrizione 5). Tali movimenti sono riconducibili, oltre alla propensione stessa degli abitanti di cambiare quartiere per motivi lavorativi o per motivi legati alle caratteristiche delle stesse circoscrizioni, anche ai prezzi delle stesse aree prese in considerazione.

Nell'ultimo decennio si è verificata una polarizzazione del mercato immobiliare, che porta una diminuzione del numero di compravendite all'interno della città di Torino: se nel 2006 la quotazione degli alloggi nella zona più costosa era pari a 2,6 volte quella registrata nell'area con valori inferiori, nel 2018 il rapporto è salito a 4,1¹⁴. Dalla figura 1.2. si nota infatti come le microzone censuarie in cui il valore di mercato risulta minore sono quelle di Rebaudengo (1.136 €/mq), Madonna di Campagna (1.211 €/mq), Carducci (1.399 €/mq) e Lingotto (1.438 €/mq). Nel capoluogo i prezzi medi più elevati si registrano in centro, soprattutto nella zona compresa tra piazza Castello e Borgo Nuovo, nell'area pedonale della Crocetta e lungo il fiume Po. Tuttavia, nonostante un mercato dell'abitazione più accessibile rispetto alle altre città d'Italia, a partire dalla crisi del 2008 la quota di famiglie che a Torino hanno subito uno sfratto è aumentata in maniera considerevole, raggiungendo una percentuale di +284% tra il 2007 ed il 2014. Rispetto a tale aspetto, è necessario tenere in considerazione la situazione economica in cui versano attualmente le famiglie che, pur non versando in condizioni di povertà, risultano impossibilitate ad accedere al mercato immobiliare. Questo è dovuto da un aumento della spesa media mensile relativa

¹⁴ *Recuperare la rotta 2017 - DICOTTESIMO RAPPORTO ROTA SU TORINO: fonte: <https://www.rapporto-rota.it/rapporti-su-torino/2017-recuperare-la-rotta.html>*

all'abitazione. Negli ultimi vent'anni tali spese hanno registrato un aumento dell'11%, costituendo circa un terzo del totale delle spese familiari del 2016, raggiungendo il 31,5% del totale.

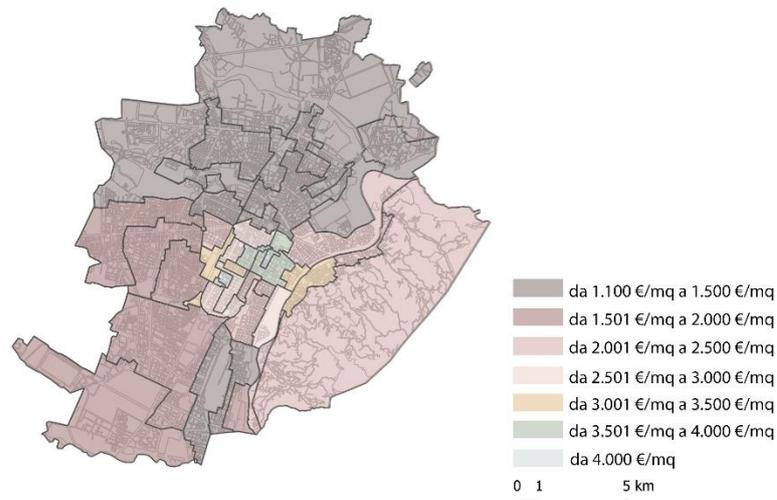


Figura 1.2 Valori medi immobiliari di mercato del segmento residenziale riferiti al I semestre 2018 forniti da OICT.

Seppur la crisi del mercato immobiliare abbia condotto verso un abbassamento dei prezzi di vendita delle abitazioni, le locazioni hanno mantenuto un'elevata incidenza sul reddito familiare. A fare i conti con tale situazione di impossibilità di accedere al bene primario della casa sono sicuramente gli anziani, i single, i giovani, i nuclei monogenitoriali con figli a carico e le persone separate. Nel capoluogo, l'emergenza abitativa è concentrata in buona parte della periferia settentrionale, con picchi di criticità registrati nell'area tra Borgo Dora, Aurora e Barriera di Milano, ma è presente anche in altre zone, come a Cenisia, San Paolo, Mirafiori sud¹⁵.

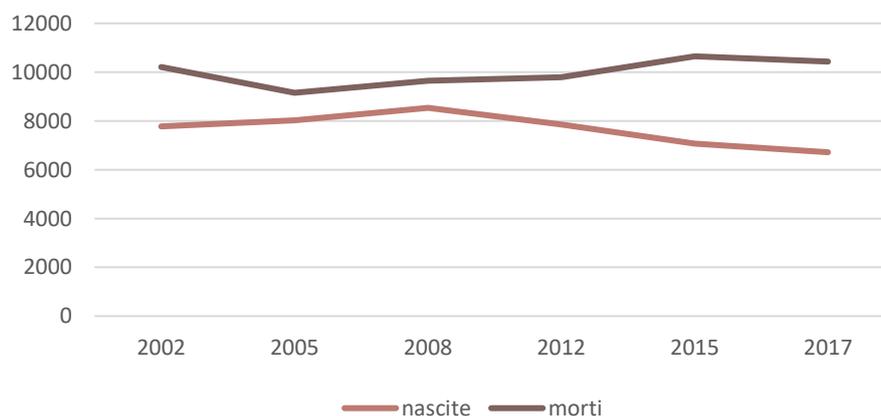


Grafico 1.5 Movimento naturale della popolazione del Comune di Torino - Elaborazione dati ISTAT

La situazione di decremento demografico registrato all'interno della città di Torino è inoltre dovuta ad un mutamento della struttura sociale, caratterizzata dall'aumento della divergenza tra nascite e morti registrate nel Comune, dalla progressiva crescita della popolazione over

¹⁵ *Recuperare la rotta 2017 - DICIOTTESIMO RAPPORTO ROTA SU TORINO: fonte: <https://www.rapporto-rotta.it/rapporti-su-torino/2017-recuperare-la-rotta.html>*

65 e dall'attenuarsi dell'apporto di immigrazione straniera all'interno della città. Tali fenomeni conducono inevitabilmente ad un cambiamento delle esigenze abitative. Per quanto riguarda la differenza fra nascite e morti (grafico 1.5), essa si conferma negativa, testimoniando così la decrescita demografica in atto da quasi un decennio. Se nell'anno 2008 si sono registrate 8.500 nascite nel comune di Torino, in aumento rispetto al 2002, nel 2017 esse risultano circa 6.700; al contrario, il numero di morti registrate rimane relativamente costante con una media di 9.900 morti all'anno. Per quanto riguarda la componente straniera residente nella città, essa ha registrato una leggera flessione quantitativa negli ultimi anni, rappresentando meno del 15% dell'intera popolazione nel 2016, con poco più di 132.700 stranieri, rispetto ai 142.190 del 2012. In valore assoluto, l'area nella quale i cittadini stranieri sono maggiormente presenti è, anche nel 2017, la Circoscrizione 6 (Barriera di Milano, Falchera, Regio Parco) con 24.700 persone, pari al 23% della popolazione totale, contro una media cittadina del 15%. Essa è seguita in ordine crescente dalle Circoscrizioni 8, 7 e 5. Inoltre, come accennato in precedenza, nel corso degli anni, il continuo aumento della sopravvivenza nelle età più avanzate e il costante calo delle nascite hanno reso l'Italia uno dei paesi più vecchi al mondo.

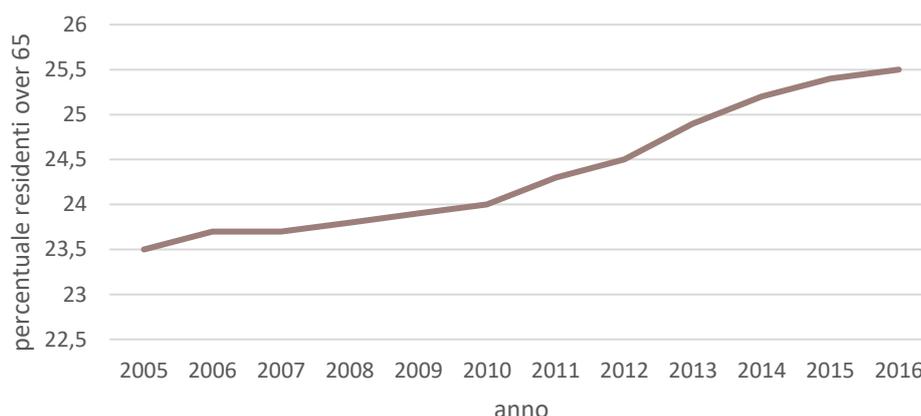


Grafico 1.6 Percentuale di residenti over 65 nel Comune di Torino al 31/12 di ogni anno, dal 2005 al 2016. Fonte: Istat

Come mostrato nel grafico 1.6. a Torino l'incidenza delle persone over 65 è cresciuta da quasi il 17% dell'anno 1991 al 24,8% del 2012, sino ad arrivare al 25,5% dell'intera popolazione residente. Un altro fattore rilevante nel cambiamento della domanda abitativa è legato alla struttura delle famiglie: viene infatti a verificarsi un continuo incremento del numero di nuclei familiari e della contestuale riduzione della loro dimensione. Negli ultimi anni, la dimensione media delle famiglie nel capoluogo piemontese, così come nel resto d'Italia, è diminuito a seguito di una combinazione di effetti come a esempio la riduzione del numero di matrimoni, l'aumento al tempo stesso del numero di divorzi e la riduzione del numero di figli all'interno delle famiglie. Nel 2017 risultano registrati poco più di 447.600 nuclei familiari (figura 1.3), con circa 200 nuclei familiari in meno rispetto all'anno 2016.

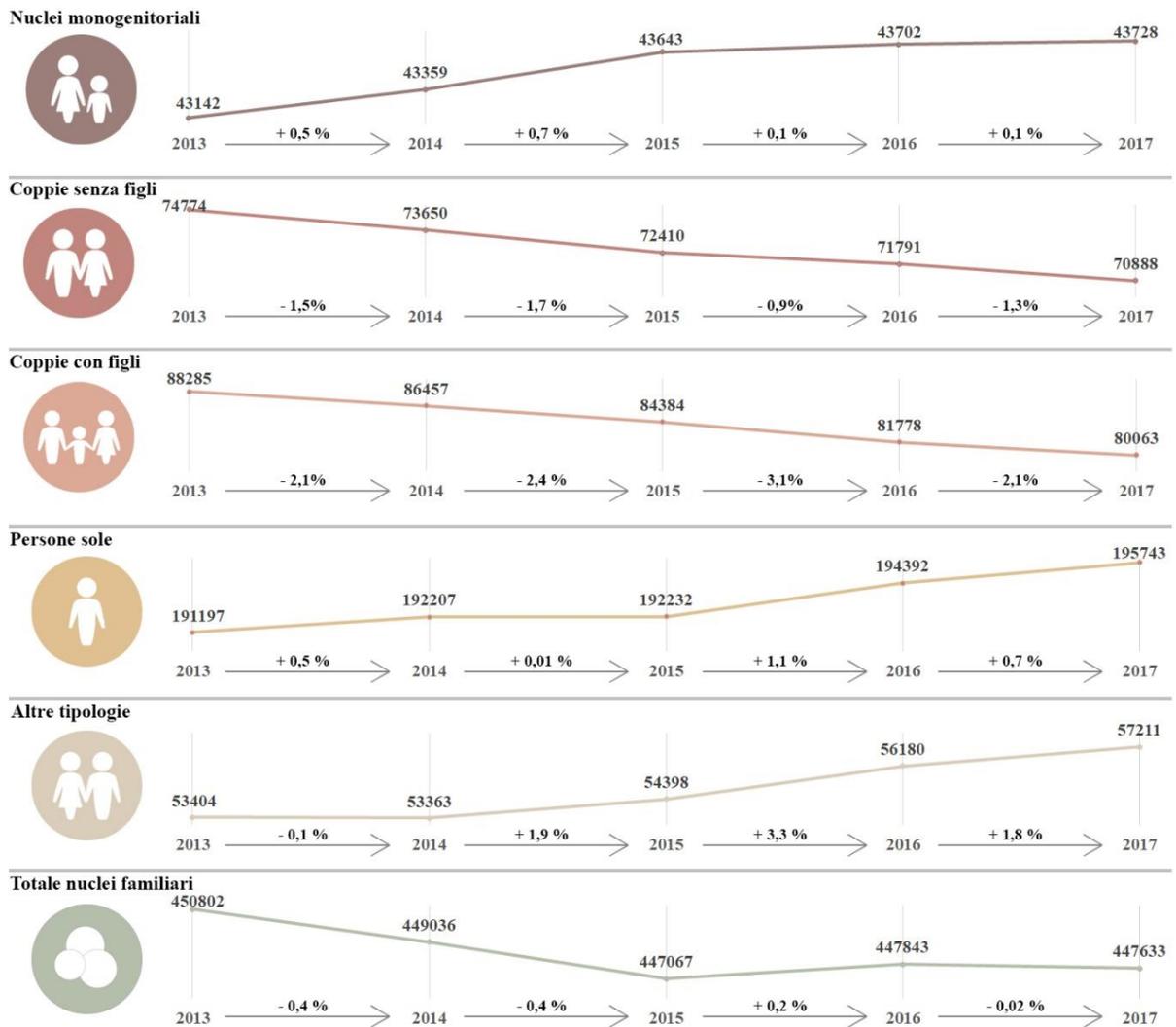


Figura 1.3 Composizione e tipologia dei nuclei familiari. Elaborazione dati: Analisi processi demografici - Osservatorio condizione abitativa XIV Rapporto – Anno 2017

Le persone che vivono sole sono in aumento rispetto all'anno precedente (+0,7%), rappresentando circa il 22,1% del totale dei residenti. Continuano a diminuire le coppie con figli, con una percentuale di diminuzione, rispetto al 2013, del -9,3% e quelle senza figli del -5,2%, sempre rispetto al 2013. Al contrario, sono in lieve aumento i nuclei monogenitoriali dell'1,4%, che rappresentano ad oggi circa il 9,8% del totale. Oltre alla distinzione per composizione e tipologia di nuclei familiari, si è cercato di delineare la loro distribuzione all'interno delle differenti Circoscrizioni, differenziando i nuclei familiari per il numero di componenti. Come si può notare dalla figura 1.4, in tutte le Circoscrizioni risulta maggiore la percentuale di nuclei unipersonali, che rappresenta circa il 44% del totale dei nuclei familiari. Di essi, la più alta concentrazione risiede all'interno delle Circoscrizioni 8, 3, 2 e 1. Per i nuclei abitativi composti da 2 persone, la Circoscrizione con maggiore percentuale di residenti è la 2, seguita dalla 8 e la 3. Per nuclei familiari con almeno un figlio, la Circoscrizione 2 risulta la più popolosa. Come conseguenza di tale fenomeno, si registra il

divario tra popolazione e patrimonio abitativo: quest'ultimo, dal punto di vista dimensionale e tipologico, appare sempre più distante rispetto all'evoluzione della famiglia¹⁶.

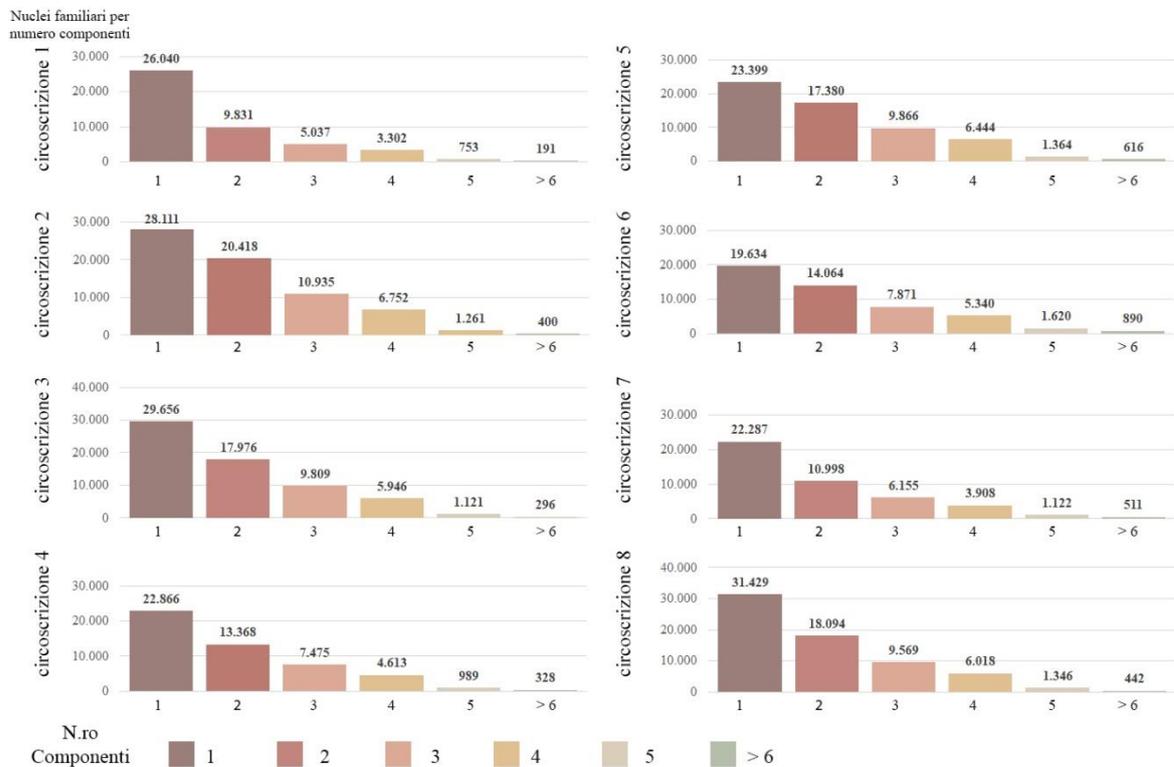


Figura 1.4 Nuclei per numero componenti e circoscrizione di residenza. Elaborazione dati: Analisi processi demografici.- Osservatorio condizione abitativa XIV Rapporto – Anno 2017

16

http://www.cittametropolitana.torino.it/cms/risorse/territorio/dwd/ofa/pdf/report/report_osservatorio_2014.pdf

Capitolo 2

Verso un'Europa efficiente nell'impiego di risorse

Il seguente capitolo affronta il tema del corretto utilizzo delle risorse, alle quali ci si riferisce nell'accezione di riutilizzo e valorizzazione del patrimonio edilizio già disponibile sul territorio europeo, incentivando, in tal modo, una riduzione dell'utilizzo della risorsa suolo. Nella prima parte è stato esaminato uno studio condotto dal *Buildings Performance Institute Europe*, che mira a rendere trasparente la comprensione del patrimonio immobiliare disponibile sul territorio europeo, rimarcando una sempre più crescente presa di coscienza di un corretto uso di risorse. In seguito, è stato altresì affrontato il tema della dispersione urbana e di come essa possa essere ovviata mediante nuove linee guida, dove la valorizzazione del tessuto esistente diviene il punto centrale dal quale partire.

2.1. Patrimonio edilizio europeo

L'edificio riveste un ruolo fondamentale nella vita di ogni individuo, ma è anche una delle principali cause del consumo di risorse. Lo stock edilizio esistente nei paesi membri dell'Unione Europea comporta oltre il 40% del consumo totale di energia, di cui il residenziale contribuisce per il 63% del totale consumo nel settore edilizio. Di conseguenza, un aumento delle prestazioni energetiche degli edifici potrebbe rappresentare uno strumento importante negli sforzi per alleviare la dipendenza dalle importazioni energetiche dell'UE. *“Il miglioramento della costruzione e dell'uso degli edifici nell'UE avrebbe ripercussioni sul 42% del consumo finale di energia, sul 35% circa delle nostre emissioni di gas serra e su oltre il 50% dei materiali estratti; consentirebbe inoltre di risparmiare fino al 30% di acqua”*¹⁷. Per questo motivo, la Commissione Europea ha ritenuto di primaria importanza l'obiettivo di ridurre i livelli di emissione di biossido di carbonio del 20% entro l'anno 2020, rispetto ai livelli raggiunti nel 1990 (considerato anno base), di ricavare il 20% del fabbisogno di energia da fonti rinnovabili e di aumentare del 20% l'efficienza energetica degli edifici¹⁸. Per contribuire all'adempimento di tali obiettivi, provando a mitigare il cambiamento climatico, la BPIE (Buildings Performance Institute Europe) ha contribuito nel 2011, tramite un'importante ricerca, a migliorare la comprensione del patrimonio

¹⁷ Commissione Europea, *“Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego di risorse”*, Bruxelles, 20/09/2011.

¹⁸ Commissione Europea, *“Tabella di marcia verso un'Europa efficiente nell'impiego di risorse”*, Bruxelles, 20/09/2011.

edilizio europeo sviluppando un quadro complessivo del patrimonio edilizio esistente, delineandone politiche e programmi di riferimento.

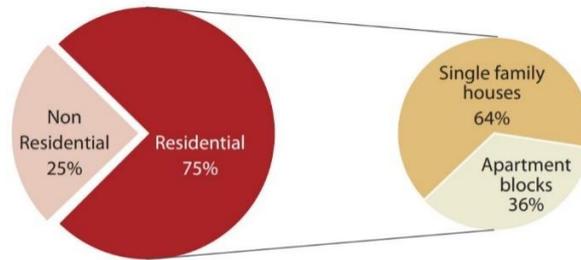


Grafico 2.1: Superficie residenziale/ non residenziale. Fonte: BPIE survey

Come si può notare nel grafico 2.1, un'analisi di questi dati indica che la tipologia edilizia prevalente nel suddetto stock è quella residenziale, rappresentante il 75% dell'intero volume edificato, di cui il 64% della superficie dell'edificio è associata a case unifamiliari e il 36% ad appartamenti o case plurifamiliari¹⁹.

La BPIE fornisce, inoltre, i dati relativi al periodo di edificazione di tali costruzioni (grafico 2.2). È importante sottolineare come le tecniche di costruzione, fortemente legate al periodo di realizzazione degli stessi edifici, hanno una grande influenza sulla prestazione energetica finale degli stessi. Nel settore residenziale, l'età di un edificio è, infatti, fortemente correlata al livello di consumo di energia.

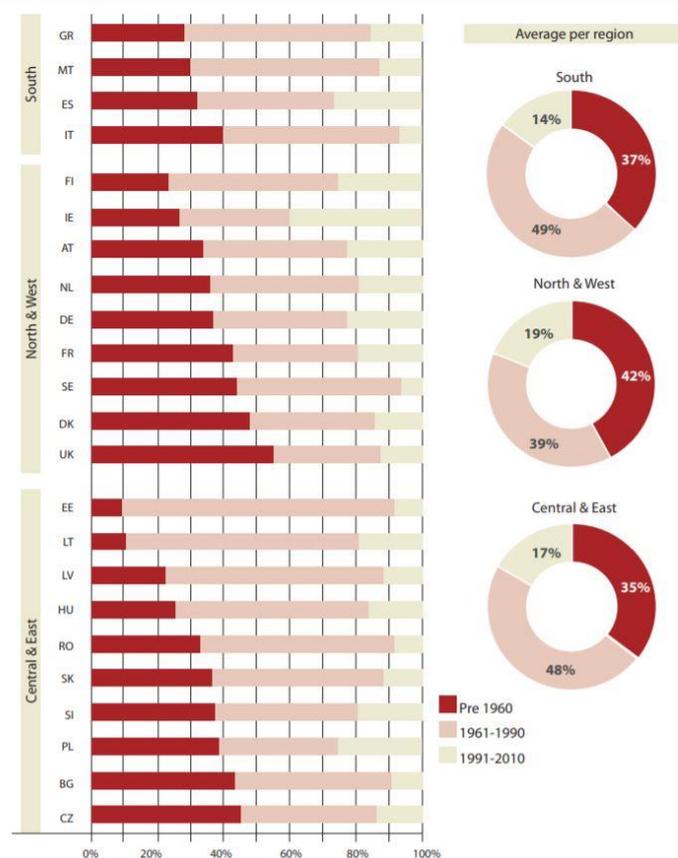


Grafico 2.2. Superficie residenziale suddivisa per fascia d'età e Paese. Fonte: BPIE Survey

¹⁹ Fonte: BPIE Survey. http://bpie.eu/wpcontent/uploads/2015/10/HR_EU_B_under_microscope_study.pdf

La ricerca ha catalogato tali costruzioni in diverse fasce d'età (periodi cronologici specifici) per ciascun Paese, individuando tre macro-categorie: “old” quelli edificati fino al 1960, “modern” quelli costruiti dal 1961 al 1990, “recent” dal 1991 al 2010. Da una lettura del grafico 3.2, si ravvisa come la maggior parte degli edifici abbia un'età superiore ai 50 anni. È intuitivo capire che, come pocanzi accennato, la parte più antica del patrimonio edilizio contribuisce notevolmente all'alto consumo di risorse energetiche nel settore edilizio, poiché tali costruzioni, presentano basse prestazioni energetiche. E' inoltre rilevante rimarcare come, in funzione del periodo di edificazione, dal dopoguerra ad oggi, si siano susseguite differenti topologie di domanda abitativa; in primo luogo, nell'immediato dopoguerra, in seguito al boom economico, vi è stata una domanda di tipo quantitativo, che ha trascurato le esigenze di tipo energetico; a partire dagli anni Sessanta si è sviluppata una domanda più attenta rispetto alla precedente, di tipo qualitativo, tuttavia ben lontana dalle nuove esigenze energetiche. È solo dagli anni Settanta che ci si avvicina maggiormente alle problematiche di sostenibilità. Come si desume dai risultati elaborati dal BPIE, date le caratteristiche dello stock edilizio, spesso insoddisfacenti, la riqualificazione degli stessi potrebbe ovviare al problema del consumo di suolo e favorire il contenimento dello spreco di risorse energetiche.

2.2. *Risorsa suolo e dispersione urbana*

Come accennato nel paragrafo precedente, nel dibattito Europeo è divenuto sempre più centrale il tema del corretto uso di risorse. Per molti anni il Continente europeo è stato interessato da una crescita incontrollata e da uno sviluppo basato sull'uso intensivo di risorse. La Commissione Europea ha pubblicato nell'anno 2006 un rapporto intitolato “*Urban Sprawl in Europe, the ignore challenge*” (EEA; 2006), che verte sull'importante tematica dello spreco di suolo. Tale fenomeno, ormai da decenni, è divenuto un problema ambientale e paesaggistico. “*Attualmente si sta assistendo ad un processo di trasformazione delle città che, negli ultimi anni, ha comportato un'esplosione vera e propria del costruito con un conseguente processo di densificazione del suolo libero e un inevitabile ampliamento dei confini delle città. Per contro, tale azione ha inevitabilmente portato ad un consumo di suolo non regolato né pianificato che ad oggi, a seguito dei nuovi dibattiti in termini di sostenibilità ambientale, sta dimostrando l'espansione delle città totalmente insostenibile*”²⁰. In Europa, attualmente, la domanda di suolo edificabile, all'interno delle città, è divenuta sempre più intensa, soprattutto in prossimità delle aree periferiche. In genere, tale richiesta è direttamente proporzionale all' aumento demografico, ma recentemente le città europee, soprattutto nell'ultimo decennio, sono cresciute in maniera spregiudicata di quasi l'80%, mentre la popolazione che risiede in tali città solo del 33%. “*Tra il 1999 e il 2009 sono stati realizzati 300 milioni di metri cubi/anno. Tra il 1990 e il 2005 sono stati trasformati circa 3,5 milioni di ettari*”²¹. La dilatazione dello spazio urbano

²⁰ Daniela Besana, *Spessore reversibile*.

²¹ Dati CRESME, 2010

altera il paesaggio, cambiando il territorio irreversibilmente, condizionando gli equilibri ambientali. *“Ogni qualvolta una porzione di suolo agricolo produttivo viene consumata, si innescano delle dinamiche di crisi dello spazio ecologico, del verde, dei suoli permeabili, di perdita di significato nelle porzioni di paesaggio rispetto agli ambienti urbani, di smarrimento di identità e significato tra le porzioni di territorio. Questo fenomeno incide notevolmente anche sui modelli insediativi con la diffusione, nel caso americano, di tipologie di abitazioni individuali e, nel caso europeo, nella realizzazione di complessi residenziali multipiano plurifamiliari, traduzione formale in architettura dell’idea di compattezza nelle logiche abitative. Il problema del consumo di suolo ha conseguenze di rilievo soprattutto sull’ambiente. La perdita di terreni agricoli e permeabili è un problema particolarmente dannoso per il territorio europeo”*²².

L’Europa è difatti uno dei continenti più urbanizzati al mondo: *“Nel periodo compreso tra il 1990 e il 2000, oltre 800.000 ettari di territorio europeo sono stati edificati: un’estensione pari a tre volte la superficie del Lussemburgo”*²³. Nel Rapporto la commissione mette in luce il legame tra il fenomeno della città diffusa e la deregolamentazione urbanistica, auspicando a modelli urbani compatti, e rimarcando, inoltre, il rischio che i nuovi stati membri dell’Unione Europea, ad oggi poco costruiti, possano registrare politiche di dispersione insediativa non dissimili a quelle presenti nella parte di Europa più urbanizzata. Locuzioni come *sprawl* urbano, città diffusa o dispersione urbana, sono sinonimi che descrivono un fenomeno che tende a plasmare drasticamente i nostri territori. L’eccessiva richiesta di suolo è dettata, come anticipato nel Capitolo 2, dal mutamento delle abitudini quotidiane e degli stili di vita: l’utilizzo sempre più sconsiderato dei mezzi di trasporto privato, l’implementazione della rete stradale e la richiesta di servizi dislocati in prossimità delle principali arterie di comunicazione sono tra le principali conseguenze della diffusione di tale fenomeno. Certo è che lo *sprawl* urbano porta alla rottura della dicotomia campagna-città e dei loro equilibri storici, creando scenari territoriali caratterizzati da uno sviluppo pressoché orizzontale: i differenti ambiti urbani, tra cui quello residenziale, si estendono su aree territoriali sempre più ampie, limitando conseguentemente le aree dedicate a verde urbano. La densità abitativa in tale contesto risulta essere prevalentemente bassa, a conseguenza della scelta di costruire edifici unifamiliari che, a causa della rapida urbanizzazione, vengono realizzati in riferimento ad uno o pochi modelli architettonici, procurando una sostanziale omogeneità nello scenario edilizio. Anche nel territorio italiano sono stati sottovalutati gli effetti che tale spreco di risorse comporta a lungo termine: oltre a situazioni di disequilibrio ambientale degli ecosistemi, sono accresciuti i rischi di inondazione dovuti all’eccessiva impermeabilizzazione del suolo, a causa della sottovalutazione di aspetti geologici ed ambientali. Il consumo di suolo in Italia continua a crescere in modo allarmante, anche se con un leggero rallentamento negli ultimi anni, come

²² *Tratto da: Antonio Spinelli, Build-On Aspetti di sostenibilità nell’intervento sul patrimonio edilizio. L’industrializzazione dei componenti edilizi in legno negli interventi di trasformazione del costruito, Politecnico di Torino, Dottorato di Ricerca in Architecture and Building Design, XXV ciclo*

²³ *Tratto da: Rigenerazione Urbana. ARCH 8 Luglio 2012*

confermano i dati relativi ai primi mesi del 2016. Come mostrato dai dati ISPRA, infatti, nel periodo compreso tra novembre 2015 e maggio 2016 le nuove coperture artificiali hanno intaccato altri 50 chilometri quadrati di territorio, con una velocità di trasformazione che supera i 3 metri quadrati di suolo al secondo. Secondo Legambiente la stima più attendibile è di 2.350.000 ettari di superficie urbanizzata. Una estensione pari a quasi l'8% del territorio nazionale e a circa 400 metri quadri per abitante. *“Negli ultimi 15 anni, il consumo di suolo è, infatti, cresciuto in modo abnorme e incontrollato e la realtà fisica dell'Italia è ormai composta da informi fenomeni insediativi: estese periferie diffuse, grappoli disordinati di sobborghi residenziali, blocchi commerciali connessi da arterie stradali”*²⁴. Dopo aver toccato anche gli 8 metri quadrati al secondo degli anni 2000, seppur con una velocità ridotta negli ultimi anni²⁵, tuttavia, il consumo di suolo continua a ricoprire aree naturali con cemento, contribuendo alla nascita dei cosiddetti “non luoghi”, periferie urbane ottenute dalla creazione di sterminati spazi di bassa qualità, nelle quali vi è la quasi completa assenza di un'identità architettonica.

2.3. *La densificazione in risposta alla dispersione urbana*

È nel contesto sopra descritto, nel quale diviene sempre più marcata la consapevolezza che il territorio costituisce una risorsa limitata da preservare, che trova spazio la strategia della densificazione del tessuto esistente. Tale pratica prevede il riutilizzo di aree abbandonate e di edifici dismessi, consentendo così di fronteggiare il fenomeno di espansione incontrollata della città verso i suoi margini. L'idea di città come “organismo in continua espansione” è messa in discussione. Ricucire, recuperare, riqualificare, riconvertire e riutilizzare divengono le nuove linee guida che disincentivano *“(…)uno sviluppo a ritroso delle città, un atteggiamento progettuale diverso da quello fino ad ora seguito, caratterizzato dal riempimento, fino alla saturazione, dello spazio disponibile (...)”*²⁶. L'obiettivo diviene quello di guardare non più ai confini della maglia urbanizzata, ma alle città, portando l'attenzione verso una ridefinizione degli spazi residuali. Risultano numerosi i vuoti urbani, scaturiti a seguito di demolizioni o all'abbandono di ex aree industriali. Per la pianificazione sostenibile di una città, che riduca al minimo lo sfruttamento di suolo, ma nello stesso tempo vada incontro all'esigenza di densificazione, l'uso delle coperture di edifici esistenti, dei luoghi di “scarto” e degli interstizi urbani come “nuovo suolo edificabile” figura una possibile strategia entro la quale poter intervenire. I benefici che questa pratica potrebbe apportare al benessere economico ed ambientale potrebbero essere, ad esempio, una

²⁴ *Tratto da: Antonio Spinelli, Build-On Aspetti di sostenibilità nell'intervento sul patrimonio edilizio. L'industrializzazione dei componenti edilizi in legno negli interventi di trasformazione del costruito, Politecnico di Torino, Dottorato di Ricerca in Architecture and Building Design, XXV ciclo*

²⁵ *Rapporto ISPRA. Consumo di suolo, dinamiche territoriali e servizi ecosistemici, Edizione 2017.*

²⁶ *Giuseppe Foti, Verso una cultura post-industriale, Lo scarto, il territorio e la riduzione. Giovanni Marucci, 2012. Costruire nel costruito. Architettura a volume zero. Milano: Di Baio Editore. Ackerman, J. S., 2003. Argomenti di architettura.*

riduzione dei costi implicati dalla mobilità, ed ancora, la conservazione e la salvaguardia delle aree rurali. Intervenire sull'esistente diviene anche opportunità per potenziare le prestazioni del manufatto edilizio: la progettazione in tal senso è indirizzata verso un accrescimento della qualità di un manufatto architettonico, al fine di conseguire gli elevati standard prestazionali imposti agli edifici di nuova edificazione.

La trasformazione degli edifici esistenti ha consentito, inoltre, il prolungamento della vita utile dei manufatti dall'elevato valore architettonico, interessati da cambiamenti di varia natura, sia essa tipologica, funzionale o morfologica, consentendone la loro conservazione nel tempo. Densificare porta all'accrescimento delle qualità del manufatto edilizio, facendo emergere l'esistente tramite la sua continuazione in qualcosa di nuovo, in quanto, la nuova "aggiunta", instaurando un dialogo con ciò che già esiste, ne sottolinea le peculiarità. Le città, infatti, sono un insieme di giustapposizioni e stratificazioni, che accrescono le qualità delle architetture nel tempo.

Costruire sul costruito è sempre stato il *modus operandi* delle generazioni succedutesi all'interno di una maglia urbana che raffigura le esigenze di un periodo storico. Intervenire sovrapponendo ed ampliando non è difatti una nuova strategia: le città sono nate su tessuti già esistenti, così come la maggior parte degli edifici sorge sulle fondamentazioni di edifici ancor precedenti. Il riuso e il reimpiego hanno costituito le modalità di operare dei progettisti in tutto il corso della storia. Sono molti gli edifici che, grazie a queste azioni, sono giunti fino a noi, proprio perché costantemente trasformati e riutilizzati nel tempo in funzione delle esigenze che dovevano incarnare in un determinato periodo storico.

La città cresce e si sviluppa per aggiunte e stratificazioni, acquisendo spessore grazie ad un riutilizzo dei suoi frammenti. Tale pratica costituisce occasione per utilizzare il costruito come suolo, favorendo la creazione di nuove volumetrie senza la necessità di intaccare quel territorio non ancora antropizzato, ricercando dunque la possibilità di costruire utilizzando come suolo "vuoto" il costruito, intervenendo non per estensione ma per densificazione.

2.4. *Intervenire sul costruito*

Come ampiamente discusso, le città sono sempre state oggetto di trasformazioni nel tempo, attuate secondo modalità differenti, delle volte indirizzate a saturare vuoti che le contraddistinguono, ed altre volte, invece, mirate a rimaneggiarne le parti esistenti. Il complesso processo evolutivo di una città è caratterizzato da uno sviluppo non lineare in cui le variabili esterne coinvolte, di varia entità e natura, possono interagire con le sue componenti fondamentali. L'inserimento di un nuovo edificio in una città, l'estensione dello stock edilizio esistente, le stratificazioni create per sovrapposizioni temporali, la demolizione totale o parziale degli edifici stessi e la loro ricostruzione, costituiscono alcuni dei probabili scenari di intervento che si possono verificare all'interno di una maglia urbana. Nel prossimo capitolo verrà esposto uno dei possibili scenari di intervento sul costruito, ovvero quello che prevede l'aggiunta di nuovi volumi ai corpi di fabbrica già esistenti. Con il termine "aggiunta" si denota una modalità trasformativa conseguita mediante una dilatazione dell'oggetto architettonico, con sviluppo esterno ad esso, che prevede il

superamento dei suoi limiti originali, e ne modifica inevitabilmente il dialogo con il contesto. L'addizione può avvenire secondo tre differenti modalità: la prima prevede un'estensione del progetto nativo come soluzione continuativa; la seconda, invece, può avvenire in tutto o in parte in maniera contrastante alla composizione originale; ed infine, la terza presuppone l'integrazione di nuovi elementi compositivi che rivestono l'architettura. Tali modalità possono essere svolte o per contrasto, tradotto nel linguaggio architettonico mediante differenze volumetriche, compositive e materiche, o secondo una logica di analogia formale, materica e compositiva, preliminarmente affrontata attraverso lo studio e la reinterpretazione delle proporzioni originali, che ne divengono il punto di partenza di tale trasformazione.

Capitolo 3

L'addizione come opportunità di densificazione

Il seguente capitolo si pone l'obiettivo di affrontare il tema dell'incremento volumetrico della città consolidata. Tale *modus operandi* viene imputato, in sede di tale ricerca, come una possibile soluzione alle problematiche affrontate nei precedenti capitoli, ovvero su come essa possa costituire un modo per rispondere alla carente offerta del mercato immobiliare ed ancora su come possa costituire una possibile strategia entro la quale operare per auspicare ad un utilizzo corretto di risorse. La trattazione del capitolo si conclude effettuando una distinzione delle differenti possibilità di addizione volumetrica, evidenziandone le principali peculiarità che le caratterizzano.

3.1. L'addizione

La metodologia additiva prevede l'innesto sugli edifici esistenti di nuove volumetrie contraddistinte da propria forma e geometria, considerando le superfici "libere" di tali architetture, quali coperture e facciate, come "nuovi terreni edificabili". Inoltre, l'architettura ospite acquisisce nuova identità, in quanto, con tale operazione, si innesca un processo di riqualificazione dello stock edilizio coinvolto.

Tale lavoro di tesi è orientato ad avvalorare l'ipotesi secondo cui tale modalità di intervento possa offrire occasione per ottenere abitazioni a costo contenuto anche in città, disincentivando l'utilizzo di suolo libero. Un'azione di questo tipo potrebbe garantire l'opportunità di accedere al bene dell'abitazione anche alle categorie sociali meno abbienti, offrendo un'opportunità di attuare un processo di riqualificazione, sia dell'architettura coinvolta, sia della porzione di area urbana considerata. Questa modalità di intervento può essere adoperata anche in contesti caratterizzati da forte disagio abitativo, mediante la realizzazione di nuclei abitativi rispondenti alla carente offerta del mercato residenziale, in zone ad ora poco accessibili a quella parte di popolazione costretta a spingersi in aree periferiche per ricercare soluzioni più accessibili. La pratica dell'addizione si raffronta con la scala urbana definendo una strategia dalla duplice valenza: se da una parte l'incremento volumetrico di un edificio già consolidato diviene occasione per evitare di intaccare il territorio non ancora edificato, dall'altra tale modalità operativa ostacola la crescita incontrollata della città, attraverso un piano mirato alla densificazione del tessuto urbano esistente²⁷. La possibilità di intervenire su un edificio offre occasione di adeguare il

²⁷ Gaspari J. (2011), *La "strategia dell'addizione" nei processi di riqualificazione energetica del costruito, Il Progetto Sostenibile, Recupero e conservazione tra innovazione e permanenza, n° 28, giugno 2011, EdicocmEdizioni.*

manufatto architettonico alle nuove esigenze abitative, ma anche di avviare un processo di rigenerazione del contesto urbano considerato: tale operazione comporta una riqualificazione energetica, funzionale e morfologica dello stesso e dell'intorno urbano, modificandone utenze e fruibilità degli spazi, e valorizzando al tempo stesso intere parti di città.

La nuova aggiunta deve essere mutevole rispecchiando l'attuale dinamismo della popolazione, che richiede spazi in grado di assorbire i sempre più mutevoli bisogni. Tuttavia, questa tipologia di intervento deve fare i conti con una limitata capacità statica residua di buona parte dello stock edilizio esistente. La tecnologia a secco, come possibile soluzione tecnologica risponderebbe da un lato al requisito della leggerezza strutturale, dall'altro garantirebbe una certa velocità di esecuzione, diminuendo le tempistiche di cantiere grazie alla possibilità di pre-assemblaggio in fabbrica di intere unità abitative o parte di esse. Essa garantirebbe, inoltre, una maggiore flessibilità per via dell'elevata adattabilità morfologica e materica, ed anche un certo grado di reversibilità, vista l'indipendenza geometrica e tecnologica dell'intervento dalla preesistenza. In seguito, si proveranno ad esaminare e definire alcuni modelli di intervento sul costruito, che si distinguono, in primo luogo, dalla loro localizzazione all'interno della struttura ospite, e successivamente dalla modalità di interazione con essa dal punto di vista strutturale, funzionale e morfologico.

3.2. Modelli addizionali

Come anticipato in precedenza, i modelli incrementali vengono differenziati in base ad alcune caratteristiche che li contraddistinguono, come, ad esempio, il loro posizionamento all'interno dell'architettura ospite, il dialogo che essi instaurano con la stessa ed i parametri geometrici che li caratterizzano²⁸. Jacopo Gaspari individua tre differenti modelli addizionali: in facciata, in copertura ed ai piedi della preesistenza (figura 3.1).



Figure 3.1 Alcuni modelli addizionali in copertura, in facciata ed ai piedi della preesistenza.

L'addizione ai piedi della preesistenza consiste nella realizzazione di un volume strutturalmente indipendente dall'edificio a cui si accosta, su uno o più lati del suo perimetro, che consente di alloggiare al proprio interno strutture impiantistiche di notevoli

²⁸ Gaspari J. (2011), *La "strategia dell'addizione" nei processi di riqualificazione energetica del costruito, Il Progetto Sostenibile, Recupero e conservazione tra innovazione e permanenza*, n° 28, giugno 2011, EdicocmEdizioni.

entità, ma anche di creare accessi indipendenti dall'edificio ospite, instaurando al contempo un rapporto con l'ambiente circostante.

L'addizione in facciata prevede la realizzazione di volumi su una o più superfici dell'involucro dell'edificio interessato, che ne dilatano lo spazio o ne determinano i nuovi collegamenti verticali.

Infine, l'addizione in copertura consiste nell'aggiunta di uno o più volumi posti sulla sommità dell'edificio, richiedendo inevitabilmente la riconfigurazione dei percorsi verticali.

Tali modelli offrono differenti opportunità di incremento volumetrico, conseguito mediante differenti modalità, stabilite in sede progettuale, che generano una pluralità di soluzioni.

Uno degli aspetti fondamentali dell'intervento incrementale è l'attenzione posta alla configurazione strutturale, poiché, da una corretta valutazione della capacità portante dell'edificio ospite, ne derivano differenti tipologie di assetto, come ad esempio strutture ad elementi puntuali o strutture continue, ed ancora, strutture appoggiate o a sbalzo, che determinano diverse configurazioni.

Per quanto concerne la realizzazione di nuove volumetrie che vanno a costituire nuove unità abitative, i potenziali modelli sono due: aggiunta in copertura ed in facciata. Quella invece realizzata ai piedi dell'edificio si presta meglio alla realizzazione di nuove unità atte ad ospitare attività commerciali ed uffici. Un'addizione di questo tipo appare limitante dal punto di vista energetico poiché non prevede un miglioramento della prestazione energetica del sistema di chiusura dell'oggetto edilizio esistente. Le principali opportunità legate a tale intervento sono la relativa semplicità esecutiva, in quanto esso non comporta significative interazioni con la struttura ospite e offre la possibilità di connessione con lo spazio pubblico; quest'ultimo aspetto potrebbe essere considerato però un punto di criticità, poiché l'intervento, in termini di densificazione, implica un consumo effettivo di suolo libero. Le addizioni in copertura ed in facciata possono consentire un'opportunità di densificazione che non prevede consumo di suolo, ma è legata a parametri urbanistici e a caratteristiche dell'intorno urbano. Per quanto riguarda l'addizione in copertura, questa può essere limitata dal vincolo di altezza della linea di gronda, che richiederebbe un eventuale arretramento del nuovo volume rispetto al filo della facciata. Mentre, l'addizione in facciata può essere condizionata dalle distanze rispetto agli edifici vicini. A differenza dell'intervento ai piedi dell'edificio, inoltre, in entrambi i casi è possibile implementare il comportamento energetico dell'edificio mediante il miglioramento della stratigrafia di chiusura in modo diffuso o puntuale, migliorando il bilancio energetico complessivo dell'edificio. Una volta stabiliti i limiti urbanistici entro i quali operare, prerogativa fondamentale di analisi riguarda l'assetto strutturale dell'edificio e la valutazione dei carichi derivanti dall'addizione. Nel caso di addizioni in facciata, ad esempio, si può optare per l'aggiunta di volumi che hanno una struttura con fondazioni proprie, che implicano la trasmissione dei carichi direttamente al livello suolo, senza gravare sulla struttura di fondazione preesistente, o per strutture a sbalzo, che quindi gravano direttamente sulla struttura ospite, purché essa sia in grado di supportare i nuovi carichi aggiunti.

3.3. *Addizione in copertura*

“Delle modalità operative e interpretative di intervento sull’esistente, l’aggiungere in verticale è quella più evidente, leggibile: al di sopra di un edificio esistente viene realizzato un nuovo volume che rivendica la sua presenza”²⁹

Questa modalità di trasformazione viene definita come *“rooftop architecture”*. L’utilizzo di tale “suolo” potrebbe rappresentare una possibile strategia di densificazione, grazie all’inserimento di nuove funzioni sulle coperture delle preesistenze, offrendo occasione per dare nuova vita alle coperture delle nostre città. Sovrapporre e sopraelevare possono sembrare due termini che indicano lo stesso modo di operare, ma che in realtà hanno delle accezioni differenti. Sovrapporre presuppone una modalità di intervento che denota l’azione di aggiungere qualcosa che sia diverso per forma, materiale e probabilmente funzione da quello che c’è sotto, che sia però dipendente staticamente da quest’ultimo. Sopraelevare, invece, vuol dire aumentare, nobilitare, far emergere qualcosa che è già presente, grazie alla sua continuazione in un qualcosa di nuovo³⁰. Due modalità di operare diverse ma integrate, in quanto, in entrambi i casi, “il sopra” deve conoscere ed interpretare la qualità di ciò che lo accoglie, ed “il sotto” deve sostenere il nuovo intervento.

Dal punto di vista strutturale è necessario eseguire opportune valutazioni, così da comprendere su quali elementi fare insistere il nuovo peso strutturale. Lo schema dell’addizione deve risultare coerente con il passo strutturale dell’edificio, così che i nuovi sforzi non vadano a modificare eccessivamente il comportamento della preesistente struttura. Visto che la sovrapposizione del volume aggiunto implica un supplemento di carico per la struttura, l’elemento aggiunto dovrà essere il più leggero possibile, soprattutto in un’ottica in cui si vogliono evitare interventi di consolidamento strutturale e ci si voglia affidare unicamente alla capacità statica residua della preesistenza. L’aumento del peso complessivo della struttura, infatti, è indice determinante per la fattibilità di progetto: è necessario adoperare una soluzione tecnologica leggera, tale da renderla meno impattante possibile dal punto di vista statico. La tecnologia a secco permette di combinare l’elevata capacità strutturale alla leggerezza fisica della costruzione. La prefabbricazione, per di più, diminuisce notevolmente i tempi di montaggio. L’intervento di addizione può essere talvolta puntuale così da gravare su porzioni limitate della struttura sottostante. Il volume aggiunto può anche corrispondere all’intero piano sottostante, gravando sull’intero solaio di copertura. In tal caso diviene indispensabile distribuire i carichi lungo le strutture

²⁹ Cit.: Alessi A. (2011), *Riguardare lo spazio*, in *Materialelegno 03, Lo spazio ritrovato*, Milano
fonte: <http://www.promolegno.com/materialelegno/03/>

³⁰ Alessi A. (2011), *Riguardare lo spazio*, in *Materialelegno 03, Lo spazio ritrovato*, Milano
fonte: <http://www.promolegno.com/materialelegno/03/>

perimetrali. Nell'addizione puntuale, invece, i volumi sono come appoggiati sulla copertura e la loro struttura si ancora alla preesistenza attraverso piastre metalliche o travi ancorate su cordoli di ripartizione, che distribuiscono i carichi alle strutture sottostanti. In questo caso si ha maggiore libertà di posizionamento dei nuovi volumi, poiché non è necessario seguire la maglia strutturale dell'edificio ospite.

3.4. *Addizione in facciata*

Recuperare gli edifici esistenti in un'ottica sostenibile significa assicurarne una variazione di destinazione d'uso nel tempo, che vada incontro al cambiamento delle necessità dei suoi abitanti. L'addizione sul corpo di un fabbricato esistente è una continua crescita dello stesso e può avvenire secondo differenti modi e forme lungo un arco temporale esteso, che implica la propensione dello stesso ad essere trasformato. Ampliare, estendere, accostare, dilatare, sono sinonimi che indicano questa modalità di agire sull'edificio, che ne esalta la sua presenza all'interno della maglia urbana. Esso può avvenire, come già anticipato, secondo diverse modalità, per differenza materica e strutturale, per continuità o contrasto, ma sempre nella piena coscienza delle potenzialità dell'oggetto architettonico a cui esso si accosta. Il concetto stesso di ampliamento implica una continuità con ciò che già esiste.

Per quanto riguarda la scelta strutturale, quella indipendente risulterebbe meno complessa, poiché il differente comportamento strutturale della nuova parte, sia in fase di esercizio, sia nel caso limite di sollecitazione sismica, dovrebbe essere assorbita da giunti appositi in grado di gestire spostamenti e deformazioni in maniera indipendente dalla preesistente struttura. Qualora invece l'addizione sia dipendente strutturalmente dall'edificio ospite, la fattibilità dell'intervento richiederebbe una capacità statica residua della preesistenza e una leggerezza del volume aggiuntivo, ed anche in questo caso, come per l'addizione in copertura, sarebbe preferibile valersi di sistemi costruttivi a secco che consentono di intervenire sulla struttura esistente senza un intervento di consolidamento. L'addizione in facciata può essere adoperata solo se l'edificio possiede un numero limitato di piani, altrimenti deve essere effettuata un'analisi dettagliata sullo stato della struttura esistente. La struttura esistente in questo caso assicura la stabilizzazione della nuova aggiunta (controventatura, stabilità al vento e al sisma), soprattutto se essa è realizzata in calcestruzzo armato o in muratura massiccia. Le addizioni sulla facciata possono essere realizzate con struttura indipendente dalla preesistenza, mediante una separazione strutturale che garantisce però una continuità degli spazi, oppure tramite l'accostamento volumi che dipendono strutturalmente dall'esistente. Inoltre, come nel caso dell'addizione in copertura, si possono avere due tipologie di aggiunta: puntuale o estesa. Nel caso l'addizione sia puntuale essa è in stretta relazione con una parte specifica del fabbricato, o di un alloggio in quanto lo estende, ed ogni volume è rappresentato sotto forma di "scatola" nettamente riconoscibile ed autonoma. Tale "scatola" grava sulla preesistenza ed è necessariamente un corpo a sbalzo. In questo caso, si preferisce con tale addizione estendere alloggi già esistenti piuttosto che crearne dei nuovi, poiché la dimensione delle suddette scatole risulterà

limitata. La fattibilità di un'aggiunta puntuale richiede quindi una certa leggerezza oltre che una capacità statica residua della preesistenza sufficiente. Poiché si tratta di corpi a dimensioni limitate, questi possono arrivare in cantiere precedentemente assemblati. L'aggiunta puntuale è in grado di movimentare una facciata esistente alterandone l'immagine, e di definire nuovi ambiti nello spazio pubblico, nuove aree d'ombra e luoghi di sosta, creando passaggi coperti. Nell'addizione estesa all'intera facciata, questa è ad essa adiacente e si trova ad occupare uno spazio non edificato con una superficie limitata, poiché i limiti urbanistici e la normativa impongono una espansione circoscritta e, a differenza di quella puntuale, essa permette di avere una struttura indipendente, configurando un organismo verticale che opera su più livelli. In quest'ultimo caso l'addizione risulta autonoma anche dal punto di vista distributivo, per cui permette di configurare un mix di destinazioni d'uso come alloggi, uffici e attività commerciali. Inoltre, l'estensione dell'intervento consente di dotare la superficie di sistemi di captazione solare che si estendono in facciata o in copertura, atti a migliorare le prestazioni dell'edificio ospite.

Capitolo 4

Lo stato dell'arte

La fase di indagine dello stato dell'arte è stata condotta su alcuni casi europei che interessano edifici residenziali, coinvolti in processi progettuali di incremento volumetrico. Tale indagine descrive problematicità e potenzialità di ogni caso studio preso in considerazione, differenziato per tipologia strutturale, processo costruttivo e relazioni che sussistono tra addizione, organismo edilizio ospite e contesto urbano in cui esso si inserisce. L'obiettivo dell'analisi è orientato alla definizione di un repertorio di buone pratiche incrementali per la trasformazione di sistemi abitativi. Ogni caso studio selezionato, sia che esso abbia permesso la creazione di nuovi alloggi, sia che sia stato pensato per aumentare la superficie abitativa già esistente, nasce dall'esigenza di andare incontro ai bisogni contemporanei descritti nei precedenti capitoli, reimpiegando spazi e superfici di edifici già consolidati, in un'ottica di densificazione. Tale selezione infatti, rimarca l'obiettivo prioritario di tale ricerca, ovvero quello di incentivare la riqualificazione architettonica, tecnologica e funzionale del patrimonio edilizio tramite incremento di proposta abitativa, ponendo sempre riguardo alle operazioni che coinvolgono le coperture e le facciate degli edifici esistenti, luoghi imputati, in tale sede, come possibili "nuovi suoli" edificabili. Dall'indagine sullo stato dell'arte sono emersi i punti chiave che provano a rimarcare la propensione dello stock edilizio, sia pubblico che privato, alla trasformazione incrementale nel tentativo di fornire, tramite una lettura critica, uno strumento di analisi capace di cogliere limiti, criticità, ma anche potenzialità trasformatrice di ogni singolo caso analizzato. Per ogni caso è stata proposta una scheda riassuntiva, nella quale i punti chiave emersi dall'analisi sono: scelte architettoniche effettuate, tipologia incrementale adoperata, struttura utilizzata, processo costruttivo adottato, reversibilità o meno dell'intervento, dimensioni dello stesso, costo dell'operazione e impatto sull'esistente e sul territorio. Alcune volte il progetto di ampliamento volumetrico esprime, già in fase progettuale, l'esplicita volontà di apportare migliorie in ambito sociale e territoriale, ma altre volte, invece, la conseguente rigenerazione urbana è indotta. Anche per quanto concerne le migliorie apportate a livello energetico, in determinati casi sono indirette, mentre in altri fanno parte di una specifica intenzione progettuale. Seppur a volte tali operazioni non portino dietro una vera e propria strategia, esse possono comunque rappresentare delle buone pratiche e fornire delle linee guida desunte dall'osservazione di accorgimenti tecnico-

costruttivi adottati, al fine di poter pensare ad una possibile applicabilità di tali operazioni su edifici per cui, ad oggi, risulta indispensabile un rinnovamento.

I parametri di indagine utilizzati sono stati:

- scelte progettuali apportate all'esistente che hanno conseguito dei miglioramenti sia all'oggetto edilizio esistente, sia al contesto urbano
 - integrazione di sistemi per l'approvvigionamento di energia rinnovabile
 - retrofit del sistema edilizio
 - riqualificazione dell'intorno urbano
- posizione e tipologia della proposta incrementale
 - addizione in facciata
 - addizione puntuale in copertura
 - addizione estesa in copertura
- schema strutturale adottato, ovvero il rapporto di interdipendenza strutturale che sussiste tra addizione e supporto
 - dipendente
 - indipendente
- tipologia d'intervento conseguita
 - incremento della metratura degli alloggi esistenti
 - creazione di nuovi alloggi
- tipologia strutturale dell'addizione
 - telaio
 - pannelli portanti
 - pannelli portanti intelaiati
- tipologia strutturale della preesistenza
 - telaio
 - muratura portante
 - pannelli portanti
- utilizzo di sistemi tecnologici che coinvolgono elementi assemblabili
 - capacità dell'oggetto edilizio di essere flessibile nel tempo in base alle esigenze dell'utenza (architettura reversibile)
- scelta del sistema costruttivo adottata
 - monodimensionale
 - bidimensionale
 - tridimensionale
- tipo di produzione e posa in opera degli elementi in cantiere
 - cantiere tradizionale
 - assemblaggio in loco di componenti finiti

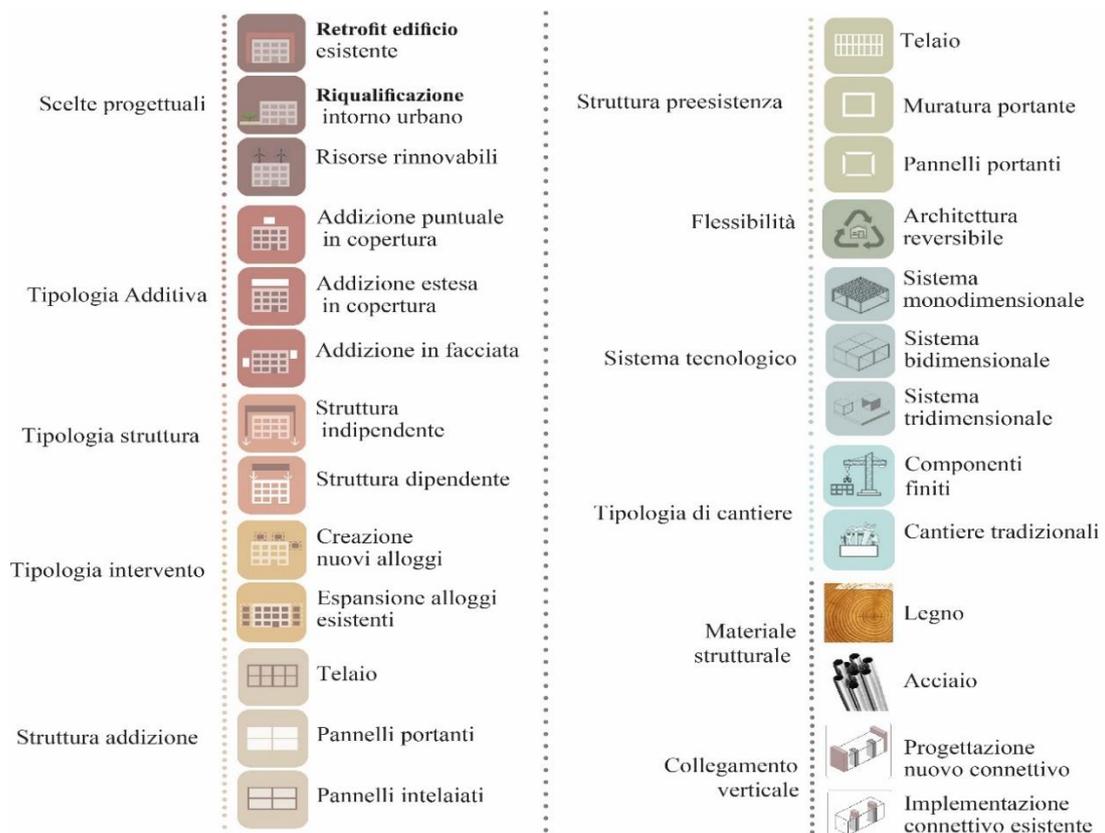
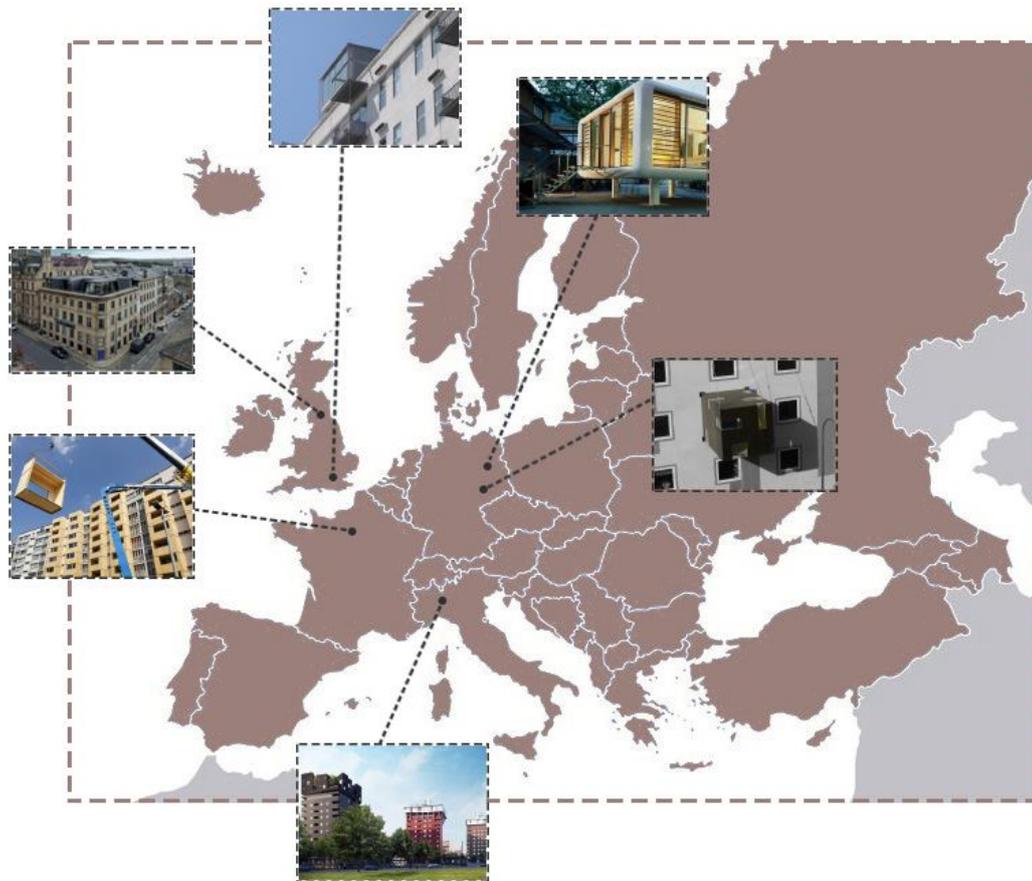


Figura 4.1. In alto casi studio analizzati, in basso abaco simbologia

Loft Cube, Berlino



Dati progetto

Studio architettonico	Studio Aisslinger
Committente	Privato
Anno	2002
Luogo	Berlino
Zona	Centrale
Metraglia aggiunta	52 m²
Destinazione d'uso	Residenziale
Numero abitanti	2
Costo al mq	1350 €/m²

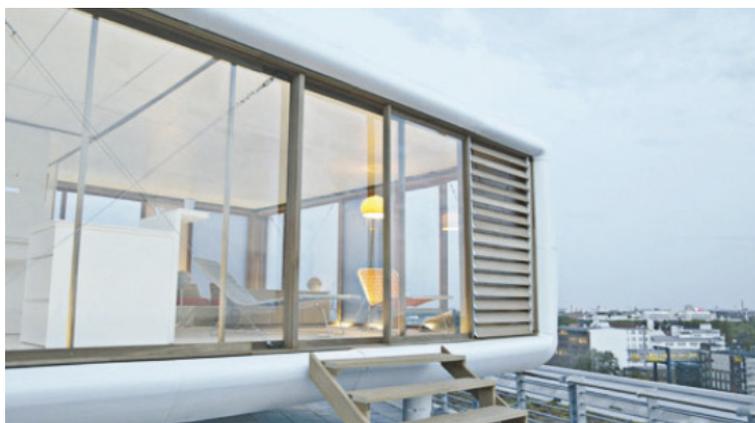


Descrizione del progetto

Loft Cube è la casa mobile progettata da Aisslinger, progetto vincitore del Compasso d'oro a Milano e del Design Prize in Germania. Pensata nel 2001, l'idea nasce dall'osservazione dei tetti di Berlino, luoghi il più delle volte sottoutilizzati, ma dalle grandi potenzialità. L'architetto ha immaginato una struttura in grado "appoggiarsi" sulle coperture della città in grado di offrire una soluzione alle odierne esigenze abitative di quei giovani con limitata disponibilità economica che, pendolari per ragioni lavorative, vivono la città per brevi periodi. Il modulo abitativo ha delle dimensioni standardizzate, pensato sia per una persona (39 mq), che per due persone (52 mq). L'obiettivo prioritario è quello di offrire spazi abitativi accessibili economicamente a chi non può permettersi una casa in centro città.

Specifiche tecniche

Il modulo abitativo è composto da un telaio in acciaio dalle dimensioni di 7,25x7,25 m, ed altezza di 2,5 m, ancorato a quattro pilastri tubolari agganciati a piastre metalliche, che hanno lo scopo di sollevare la cellula dal solaio della preesistente struttura di 1,2 m. Ciò richiede una valutazione della capacità statica della struttura esistente per l'appoggio dei 4 pilastri poiché l'attacco a terra è puntuale. Una scaletta permette l'accesso alla cellula. Sopra i pilastri tubolari è collocata la struttura lignea alla quale è ancorato il solaio di pavimentazione. Quattro pilastri angolari sorreggono la copertura. I componenti verticali e orizzontali sono elementi modulari prefabbricati e il loro assemblaggio consente variazioni componibili in base alle esigenze dell'utente. L'assemblaggio richiede brevi tempi di realizzazione ed è reversibile. Il Loft Cube può essere trasportato già assemblato. Gli arredi sono modulari e dividono la zona giorno dalla zona notte e dai servizi.



Vista del Loft Cube

Fonte: <http://www.loftcube.net/>



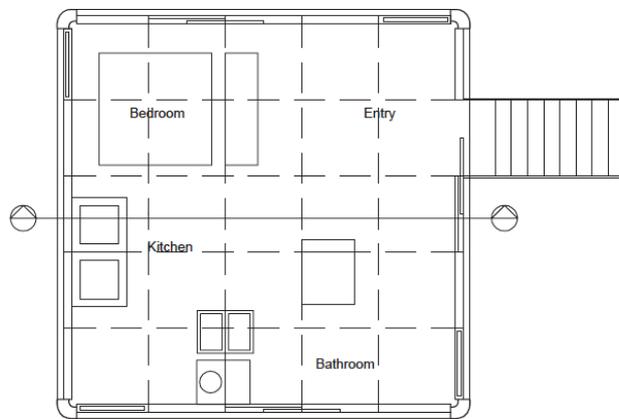
Costruzione e trasporto del modulo

Rapporto con la preesistenza dal punto di vista

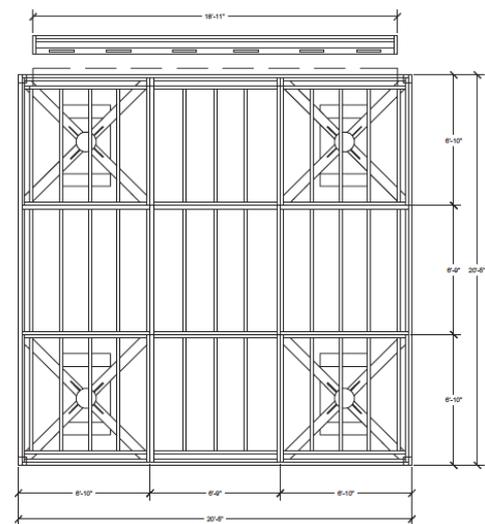
- morfologico e tipologico: unità indipendente e nettamente distinguibile dalla preesistenza
- funzionale: incremento del numero di abitazioni
- economico: incremento del valore monetario dell'edificio
- sociale: introduzione di nuove utenze

Rapporto con il contesto dal punto di vista

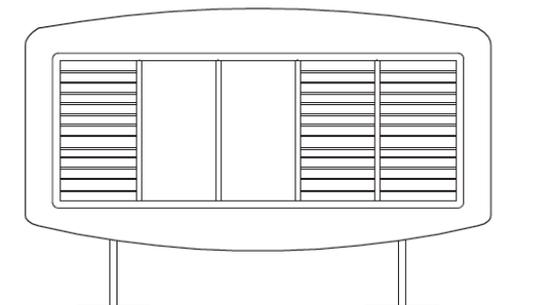
- morfologico: l'aggiunzione non si relaziona con il contesto in cui viene inserita
- economico/sociale: grazie all'introduzione di nuove utenze, aumenta il valore economico dell'area



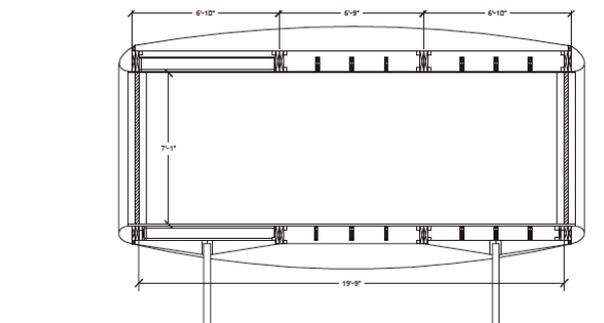
Pianta



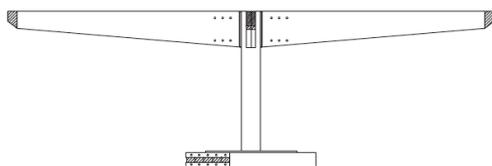
Pianta strutturale



Prospecto



Sezione



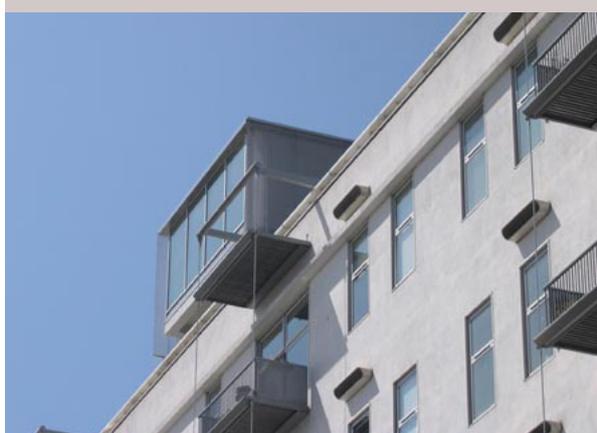
Dettaglio di fondazione



Viste interni Loft Cube

Fonte: <http://www.loftcube.net/>

Piper Rooftop, Londra



Dati progetto

Studio architettonico	Pierre d'Avoine
Committente	Privato
Anno	2003
Luogo	Londra
Zona	Centrale
Metratura aggiunta	85 m²
Destinazione d'uso	Residenziale
Numero abitanti	3
Costo al mq	n.d.



Descrizione del progetto

Il progetto, realizzato nel 2003 dell'architetto Pierre D'Avoine, si compone di due unità abitative, *Rooftop A* e *Rooftop B*, realizzate sulla copertura di un ex edificio industriale alto sei piani fuori terra. Tale edificio presentava sul tetto dei volumi ospitanti dei serbatoi. Per aumentarne la superficie, tali volumi sono stati tagliati e ad essi sono stati ancorati i moduli prefabbricati aggettanti. Ogni appartamento è costituito da una struttura ibrida, con la parte bassa costituita dalla preesistente struttura pesante, e quella alta invece realizzata con struttura leggera.

Specifiche tecniche

La preesistente struttura su cui sono stati inseriti i due moduli abitativi prefabbricati è caratterizzata da un telaio in cemento armato, con tamponamento in mattoni. I nuovi moduli, realizzati con un telaio in acciaio, sono stati pre-assemblati in fabbrica e montati in cantiere in pochi giorni. Il rivestimento esterno è composto da una rete metallica. I lati lunghi delle unità abitative presentano piccole aperture, mentre i lati corti presentano una facciata interamente vetrata.



Viste di moduli

In alto assemblaggio in fabbrica, in basso trasporto in cantiere

Fonte: <http://www.davoine.net/piper-penthouses>

Rapporto con la preesistenza dal punto di vista

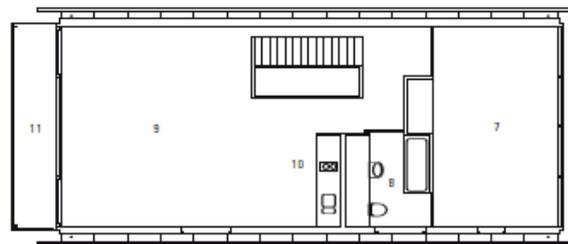
- morfologico e tipologico: unità indipendenti e nettamente distinguibili dalla preesistenza, ma ben integrate
- funzionale: incremento del numero di abitazioni;
- economico: incremento del valore monetario dell'edificio
- sociale: introduzione di nuove utenze

Rapporto con il contesto dal punto di vista

- morfologico: l'addizione si relaziona con il contesto, pur restando facilmente distinguibile
- economico/sociale: grazie all'introduzione di nuove utenze, aumenta il valore economico dell'area



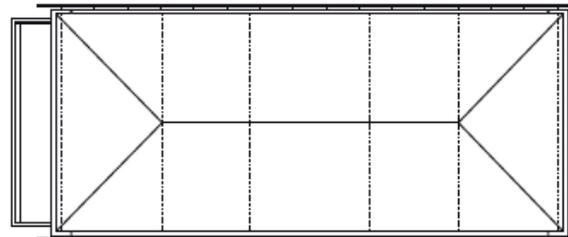
Rooftop B, Pianta collegamento esistente



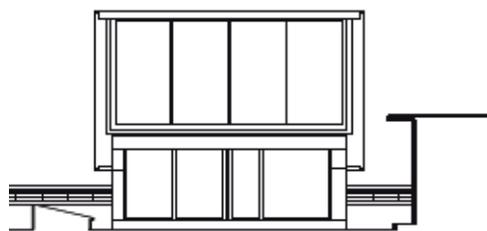
Rooftop B, Pianta piano secondo



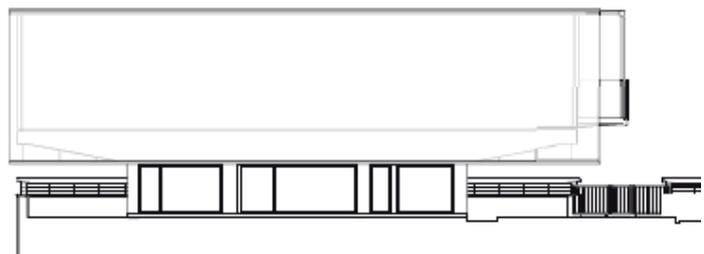
Rooftop B, Pianta piano primo



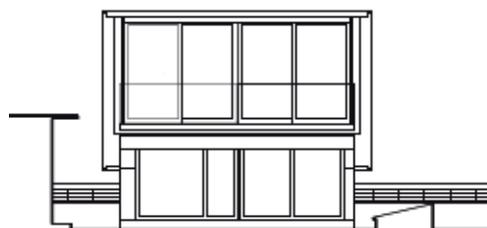
Rooftop B, Pianta copertura



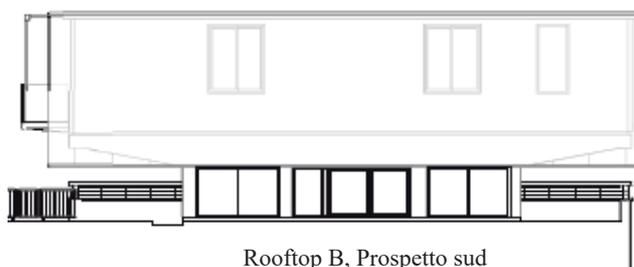
Rooftop B, Prospetto ovest



Rooftop B, Prospetto nord



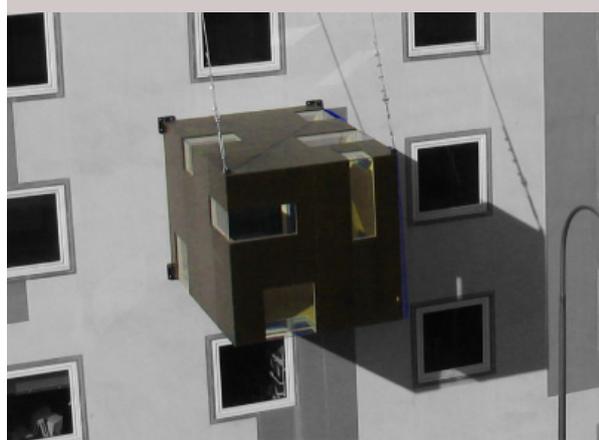
Rooftop B, Prospetto est



Rooftop B, Prospetto sud

Fonte: <http://www.davoine.net/piper-penthouses>

Rucksack House, Lipsia



Dati progetto

Studio architettonico	Stefan Eberstadt
Committente	Privato
Anno	2004
Luogo	Lipsia
Zona	Centrale
Metratura aggiunta	9 m²
Destinazione d'uso	Residenziale
Numero abitanti	1
Costo al mq	n.d.

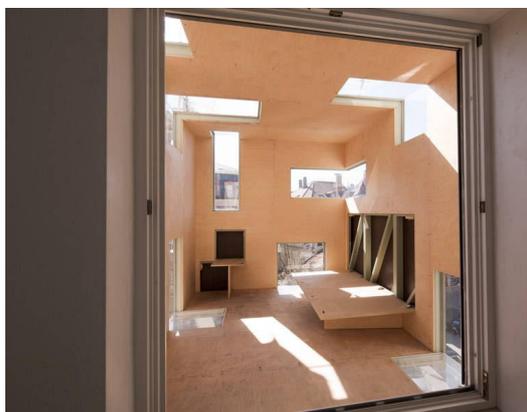


Descrizione del progetto

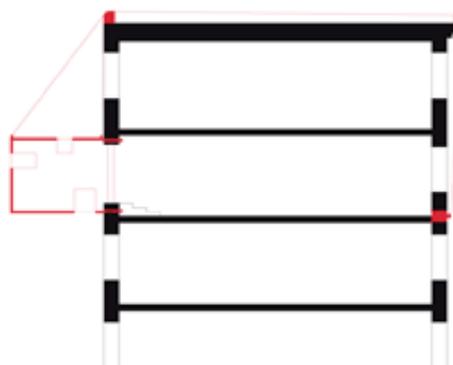
Rucksack House, progettata da Stefan Eberstadt, si propone come un'architettura parassita che, agganciata alle facciate delle preesistenze in corrispondenza di aperture che la collegano all'edificio ospite, incrementa la superficie utile dell'abitazione. È un cubo di 9 mq sospeso, agganciato all'ospite tramite cavi in acciaio, ancorati alla facciata o alla copertura. È sia spazio intimo, riservato all'appartamento, sia un modo per creare contatto con l'esterno grazie alle feritoie in plexiglass, sulle pareti e sul pavimento, che rompono la netta divisione tra spazio chiuso e spazio aperto. Il cubo è dotato di mobili a scomparsa, che rendono lo spazio interno flessibile. Fu progettato in occasione dell'esibizione "Xtreme Houses"; nel 2005 il modulo è stato spostato a Colonia, e successivamente ad Essen. Nel 2006, l'architettura è stata presentata alla Biennale di Architettura di Venezia, nel padiglione della Germania, all'interno della mostra "Convertible City".

Specifiche tecniche

Rucksack House è costituita da una struttura a gabbia d'acciaio, rivestita da pannelli di compensato di betulla sia internamente che esternamente. I pannelli esterni sono trattati con una resina impermeabilizzante. Nello strato interno ai pannelli, in corrispondenza delle feritoie, sono stati inseriti degli elementi in plexiglass, che garantiscono l'illuminazione naturale del modulo. Quest'ultimo è ancorato all'edificio ospite attraverso profilati metallici a contatto con la facciata dell'edificio in corrispondenza degli angoli. Dei cavi in acciaio, che sorreggono il modulo, sono stati fissati a loro volta alla copertura e alla facciata posteriore.



Vista interni modulo



Schema dell'aggancio all'edificio

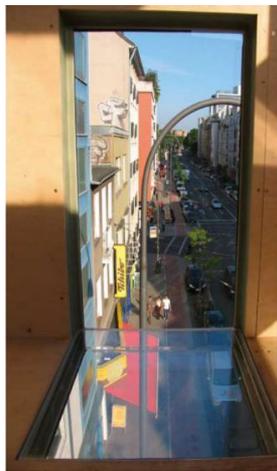
Fonte: http://www.convertiblecity.de/projekte_projekt02_en.html

Rapporto con la preesistenza dal punto di vista

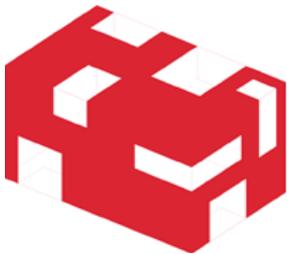
- morfologico e tipologico: unità indipendente e nettamente distinguibile dalla preesistenza, in quanto l'intervento movimentata la facciata
- funzionale: incremento volumetrico dell'abitazione
- economico: incremento del valore monetario dell'edificio

Rapporto con il contesto a livello:

- morfologico: l'addizione si relaziona con il contesto in cui viene inserita
- economico/sociale: l'intervento aumenta il valore economico dell'area, poiché diviene un polo attrattivo



Particolari delle feritoie in plexiglass



Da sinistra: schema volumetrico, trasporto in cantiere del modulo, particolare profilati d'acciaio per l'ancoraggio, posizione modulo.



Modulo relazionato con la preesistenza rispettivamente a Lipsia, Colonia ed Essen

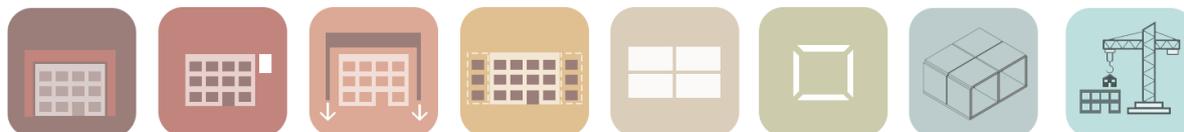
Fonte: http://www.convertiblecity.de/projekte_projekt02_en.html

Loggias Bondy, Parigi



Dati progetto

Studio architettonico	Virtuel Architecture
Committente	Pubblico
Anno	2009
Luogo	Parigi
Zona	Periferica
Metratura aggiunta	6 m² cad. (Tot. 960 m²)
Destinazione d'uso	Residenziale
Numero logge	160
Costo al mq	1300 €/m²



Descrizione del progetto

Il progetto prevedeva la creazione di 160 logge a ridosso di un edificio di edilizia residenziale pubblica degli anni Sessanta, caratterizzato da una struttura in pannelli prefabbricati in cemento, situato nella periferia di Parigi. L'obiettivo del progetto era quello sia di incrementare la superficie utile degli appartamenti, ma anche di isolare acusticamente l'edificio, poiché situato in corrispondenza di un'autostrada. L'intervento di addizione è stato realizzato sulla facciata soggetta a maggior inquinamento acustico in corrispondenza di già esistenti aperture che garantiscono l'accesso privato di ogni abitazione alla propria loggia-filtro, coniugando le esigenze tecniche alla possibilità di riqualificare la preesistenza.

Specifiche tecniche

La struttura dell'addizione è in pannelli X-LAM, pre-assemblati in fabbrica. Le logge, arrivate in cantiere già assemblate, sono state impilate con una gru mobile ed ancorate alla facciata tramite staffa metallica. Hanno una struttura indipendente dalla preesistenza, con proprio sistema di fondazione in cemento armato. I pannelli in X-LAM hanno un grande potere fonoisolante, incrementato ulteriormente dall'interposizione di feltri tra i pannelli e la facciata dell'edificio. L'intervento è ben distinguibile dalla preesistenza per via della differenza cromatica data dal legno lasciato a vista, trattato in superficie per garantirne la durabilità.



Struttura delle logge



Posizionamento delle logge in facciata

Fonte : <http://www.virtuel.fr/requalification-dune-cite-de-264-logements-en-4-immeubles>

Rapporto con la preesistenza dal punto di vista

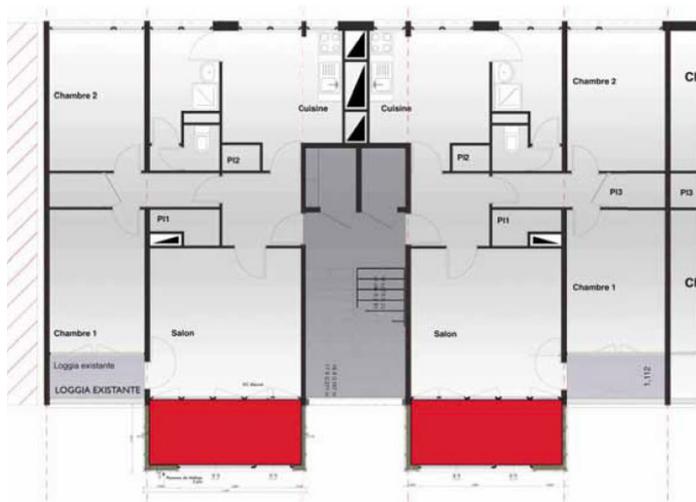
- morfologico e tipologico: unità indipendente e nettamente distinguibile dalla preesistenza, in quanto l'intervento movimentata la facciata
- funzionale: incremento volumetrico dell'abitazione
- energetico: incremento dell'isolamento acustico
- economico: incremento del valore monetario dell'edificio

Rapporto con il contesto dal punto di vista

- morfologico: l'addizione si relaziona con il contesto pur distinguendosi facilmente
- economico/sociale: l'intervento aumenta il valore economico dell'area, poiché viene incrementata l'attrattiva nei confronti di differenti fasce d'utenza



Alcune fasi di cantiere



Pianta dell'aggiunta
Fonte : <http://www.virtuel.fr/requalification-dune-cite-de-264-logements-en-4-immeubles>



Vista esterna delle logge

ALER, Milano



Dati progetto

Studio architettonico	Cucinella arch.
Committente	Pubblico
Anno	2012
Luogo	Milano
Zona	Periferica
Metratura aggiunta	3500 m² cad.
Destinazione d'uso	Residenziale/mix funzionale
Costo complessivo	11.000.000 €

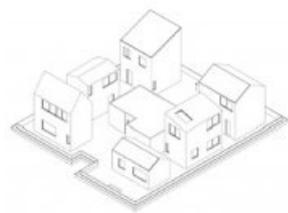


Descrizione del progetto

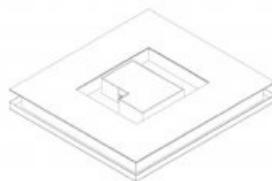
Il progetto, realizzato per un concorso che prevedeva il ripristino del quartiere degradato nell'area periferica di Milano, sito in via Russoli, interessa 4 edifici residenziali a torre di 8 piani fuori terra collegati tra loro da una piastra basamentale che disegna spazi aperti semi-privati. Si è operata una riqualificazione energetica delle facciate, private dei pannelli di rivestimento in amianto. Inoltre, il progetto prevedeva la realizzazione di alloggi per studenti mediante l'aggiunta di volumi sulla copertura dei quattro edifici. La riqualificazione ha previsto l'inserimento di spazi comuni per le nuove utenze a piano terra, per garantire un mix sociale che, secondo l'architetto risulta essere fondamentale a garantire una rigenerazione urbana. Le nuove unità abitative, di circa 25 m² ognuna, fanno uso di sistemi costruttivi in legno. Esse sono di due tipologie: la prima (tipologia A) è pensata come un micro-villaggio, la seconda (tipologia B) si ispira al modello dell'albergo, in cui gli alloggi ruotano attorno ad un nucleo centrale.

Specifiche tecniche

Il cantiere, ancora in corso, è stato avviato nel 2011 ed in primo luogo prevedeva la rimozione dei pannelli di rivestimento in amianto della facciata esistente ed il preesistente cappotto termico degradato. Il retrofit degli edifici è avvenuto impiegando un nuovo cappotto isolante di spessore 0,12 m in EPS e la sostituzione di tutti i serramenti con nuovi infissi realizzati con telaio a taglio termico e vetrocamere con argon in intercapedine. Tali operazioni hanno ridotto del 65% il fabbisogno energetico di riscaldamento dell'esistente. Per quanto concerne l'aggiunta, è stato applicato lo stesso involucro termico previsto per la preesistenza. Sulle coperture degli edifici sono stati integrati diversi sistemi per l'approvvigionamento di energia rinnovabile, fra cui anche alcune pale eoliche. L'obiettivo ultimo del progetto è quello di rimarcare il potenziale offerto dalle aree periferiche, che mediante il rinnovamento, possono dar vita a luoghi di elevata qualità ambientale.



Tipologia A



Tipologia B



Preesistente rivestimento degradato in pannelli in fibrocemento

<https://www.mcarchitects.it/project/aler>

Rapporto con la preesistenza dal punto di vista

- morfologico e tipologico: unità indipendente e nettamente distinguibile dalla preesistenza
- funzionale: incremento volumetrico dell'abitazione, inserimento di nuove attività
- energetico: incremento dell'isolamento termico che garantisce minor fabbisogno energetico
- economico: incremento del valore monetario degli edifici

Rapporto con il contesto dal punto di vista

- morfologico: l'addizione si relaziona con il contesto pur distinguendosi facilmente
- economico/sociale: l'intervento aumenta il valore economico dell'area, poiché viene incrementata l'attrattiva nei confronti di differenti fasce d'utenza, in quanto viene garantito un mix di funzioni



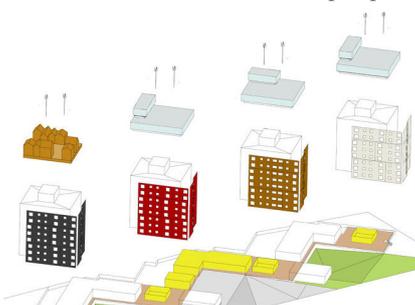
Pianta piano primo e piano secondo tip. A



Pianta piano primo e piano secondo tip. B



In alto prospetti sud-est, in basso prospetto nord-ovest



Assonometria addizione



Render vista dalla copertura di una torre

<https://www.mcarchitects.it/project/aler>

Hannover House, Bradford



Dati progetto

Studio architettonico	Kraus & Schonberg
Committente	Privato
Anno	2005
Luogo	Germania
Zona	Centrale
Metratura aggiunta	1315 m²
Destinazione d'uso	Residenziale
Costo al mq	1.280 €/m²



Descrizione del progetto

Hannover House fa parte di un insieme di edifici del XIX secolo, situati nel quartiere di Bradford chiamato Little Germany, un polo dell'industria tessile. Tali fabbricati sono contraddistinti da un'identità architettonica molto forte, data dalla pietra tradizionale calcarea dello Yorkshire con cui sono realizzati. Nel 2005 si è operata una sopraelevazione e riconversione dell'edificio a destinazione residenziale. A causa dei danni causati da un incendio del 1980, lo studio architettonico si è trovato a dover abbattere tutte le pareti divisorie, lasciando però inalterata la costruzione di montanti di ghisa. Il nuovo piano è una struttura ibrida formata da "aste e pieghe"; le ultime danno origine a spazi aperti verso l'esterno (terrazze e balconi) che generano un movimento di volumi, con forme non dissimili ad abbaini, rimarcando i tratti morfologici tipici dei tetti vicini all'edificio. Inoltre, anche il rivestimento in copertura in zinco di cromia nera ricorda i tetti bituminosi caratterizzanti il quartiere.

Specifiche tecniche

La preesistente struttura, composta da una griglia di pilastri in ghisa di 5x2,5 metri, non era in grado di assorbire i carichi di una pianta libera. Il piano di pavimentazione è realizzato mediante travatura di legno di 30 centimetri e pannelli in legno di 8 centimetri. L'ampliamento presenta una struttura di elevazione continua e composta da pannelli in KLH, che generano un unico "guscio" in spessore 14 centimetri che compone tetto e pareti. Delle travi a gomito in legno lamellare sostengono il peso, montate tra il muro tagliafuoco della casa adiacente e la facciata dell'edificio stesso. Inoltre, quattro colonne sono posizionate sotto le travi lamellari più lunghe, riducendo la luce massima di esse a 4 metri. Il tempo di montaggio dell'intera struttura di sopraelevazione è stato complessivamente di due giorni. Alcuni elementi sono stati realizzati a piè d'opera e poi posizionati come elementi tridimensionali.



Particolare dei tetti



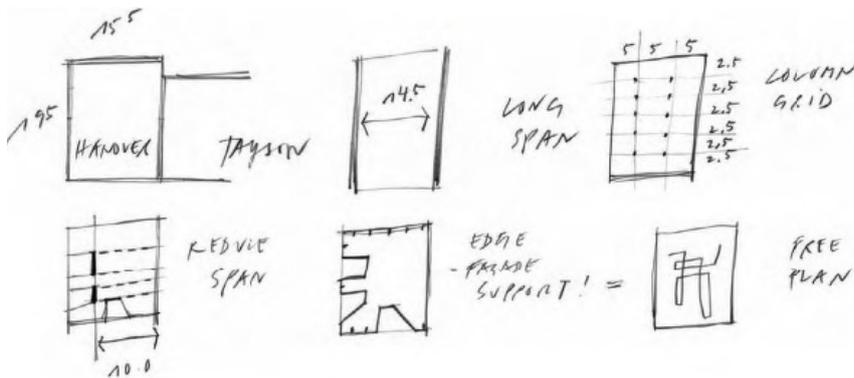
Fasi di montaggio

Rapporto con la preesistenza dal punto di vista

- morfologico e tipologico: unità indipendente e nettamente distinguibile dalla preesistenza
- funzionale: incremento volumetrico dell'abitazione
- energetico: indotto poiché la sopraelevazione, che copre l'intera copertura, migliora lo scambio termico degli ambienti a ridosso di questa superficie
- economico: incremento del valore monetario

Rapporto con il contesto dal punto di vista

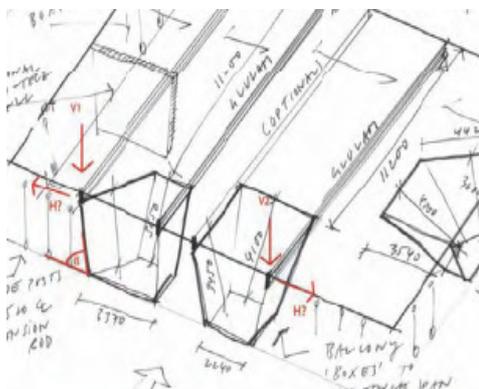
- morfologico: l'addizione si relaziona con l'intorno urbano
- economico/sociale: l'intervento aumenta il valore economico dell'area, attirando nuove fasce d'utenza



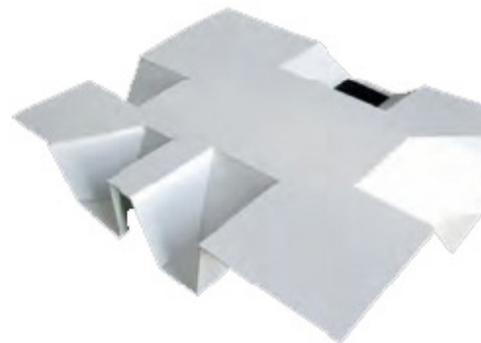
Schizzi progettuali



Schema volumetrico



Schizzo copertura



Schema volumetrico della copertura



Interni

<http://www.kraus-schoenberg.com/>



Loft Cube



Piper Rooftop



Rucksack House



Loggias Bondy



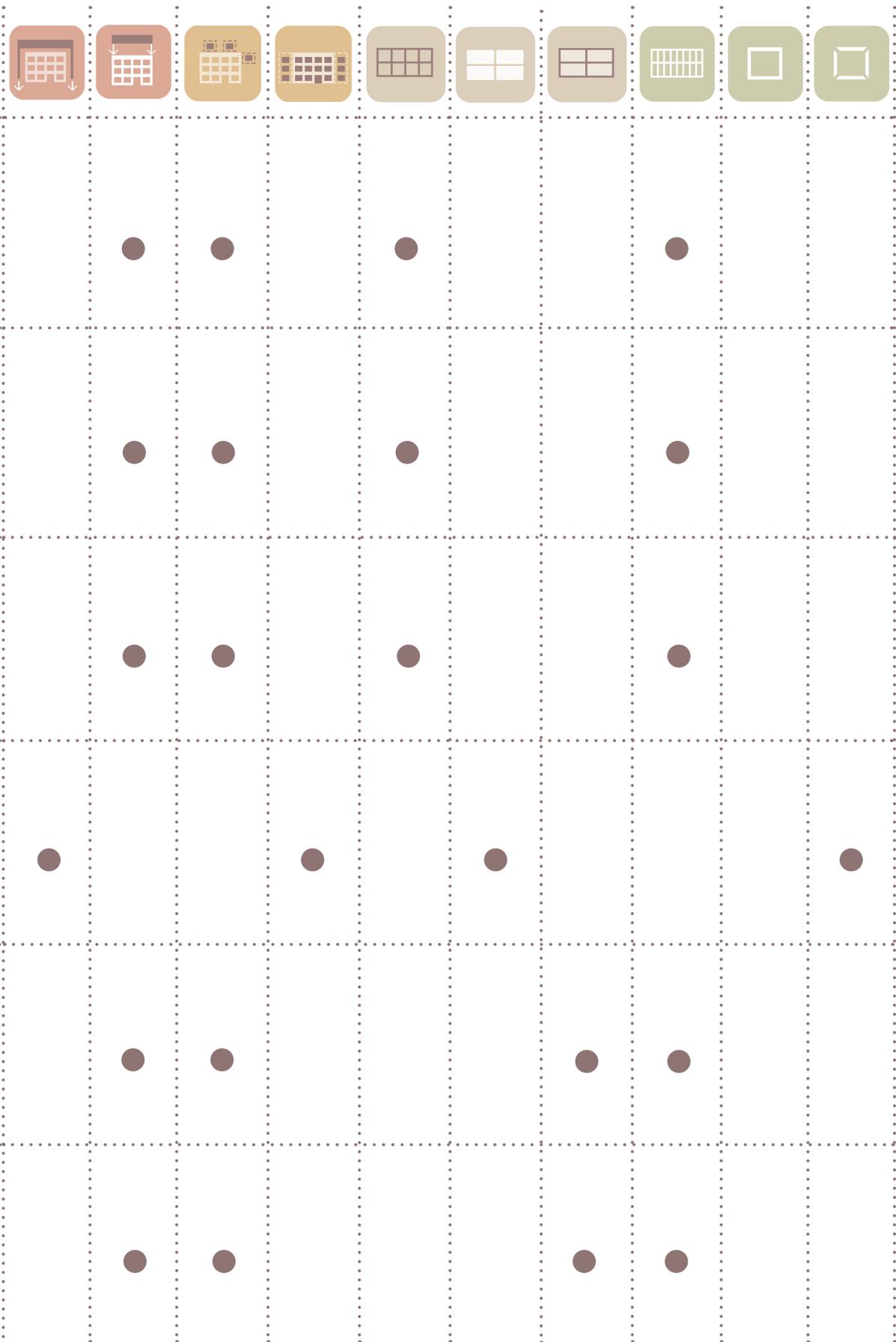
ALER



Hannover House



			●			
			●			
					●	
●					●	
●	●	●		●		
				●		





Loft Cube



Piper Rooftop



Rucksack House



Loggias Bondy

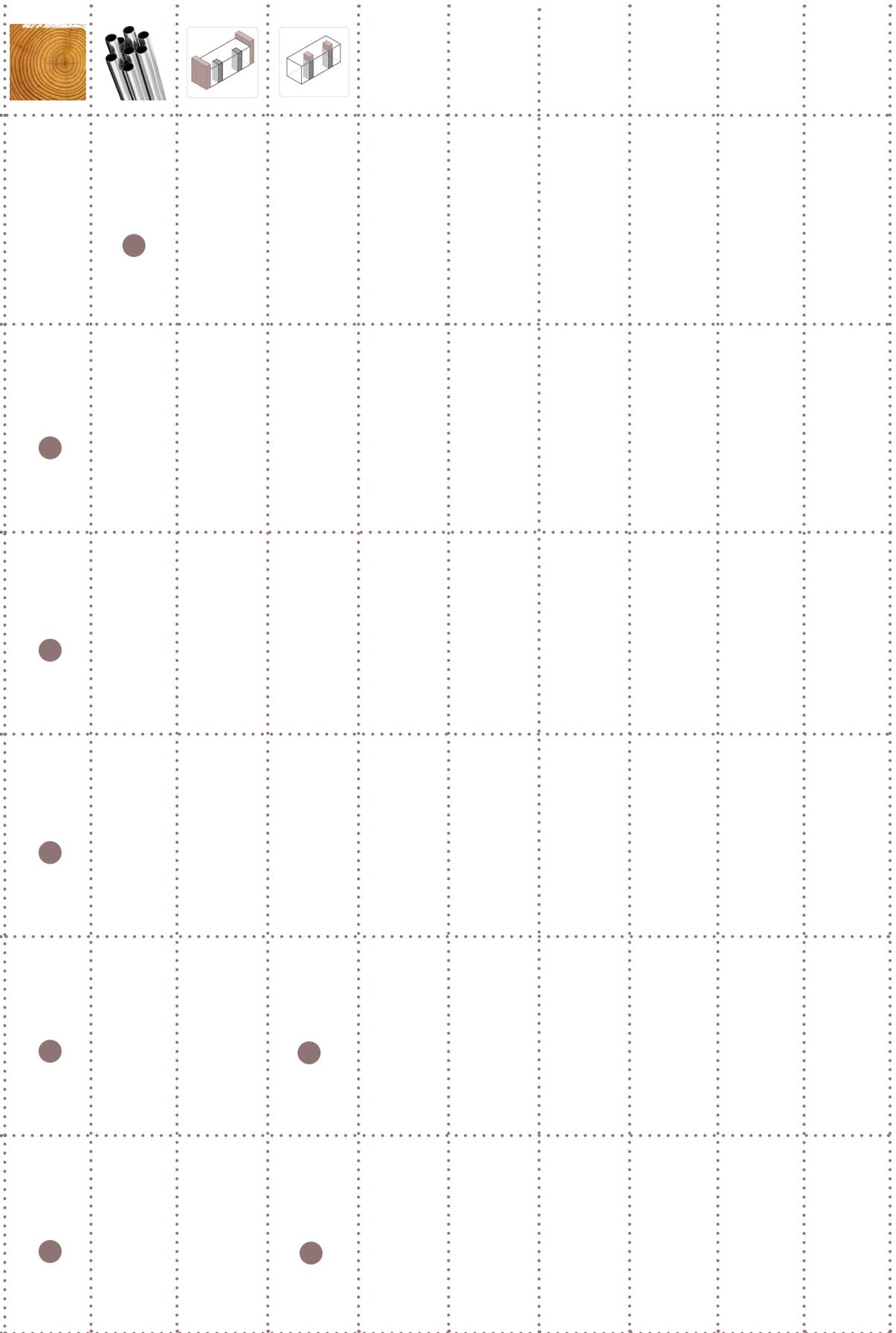
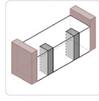


ALER



Hannover House





Capitolo 5

Prefabbricazione

Il seguente capitolo affronta il tema della prefabbricazione nella convinzione che essa possa offrire una modalità operativa da perseguire per la realizzazione di sistemi edilizi dal costo contenuto. Dopo un breve excursus storico che ha coinvolto molti architetti del passato verso la ricerca sul tema della prefabbricazione, si rilevano esempi progettuali contemporanei, che affrontano il tema dell'architettura minima prefabbricata, ritenuti interessanti da un punto di vista delle tecnologie di costruzione utilizzate, nonché dell'innovazione apportata a questo tipo di approccio metodologico.

5.1. Prefabbricazione e flessibilità

L'affermarsi di nuovi stili di vita e di nuove categorie sociali mette in crisi molti dei modelli insediativi elaborati nel panorama architettonico del '900, richiedendo una visione progettuale più attenta alle nuove dinamiche sociali. Il crescente disagio abitativo all'interno della città contemporanea è da attribuire non solo alla mancanza di alloggi, ma anche all'inadeguatezza dello stock residenziale esistente, che molto spesso non soddisfa gli odierni bisogni sociali. Il difficile problema della casa che accomuna le "nuove" categorie sociali, che rappresentano un numero consistente all'interno dell'ambiente urbanizzato, dimostra come si sta aprendo un divario tra distribuzione spaziale degli alloggi esistenti e i variegati stili di vita odierni. L'offerta residenziale disponibile sul territorio tende a rivolgersi alla tradizionale famiglia del passato. Accettare le odierne esigenze implica il bisogno di sperimentare nuovi modelli dell'abitare, caratterizzati da configurazioni spaziali molto più aperte ai differenti bisogni della società contemporanea. Quando si parla di flessibilità dell'alloggio, si pensa a spazi in grado di adattarsi ad usi differenti. La flessibilità è, dunque, la capacità di un progetto di non esaurirsi in una risposta univoca. L'organizzazione del cantiere e delle metodologie costruttive utilizzate in un progetto, adempiono un ruolo fondamentale per il raggiungimento di un certo grado di flessibilità tecnico-tipologica. Durante il corso della storia infatti, l'utilizzo di sistemi prefabbricati è stato orientato al soddisfacimento delle mutevoli esigenze della società. A partire dall'opera dei Maestri del Movimento Moderno si è cercato di delineare un breve excursus storico indagando sulle sperimentazioni condotte nel tempo sul tema della standardizzazione dell'alloggio grazie all'avvento processo edilizio industrializzato.

5.2. Cenni storici sul tema della prefabbricazione

Nei primi anni del Novecento il Movimento Moderno sposò la causa dell'industrializzazione nel settore dell'edilizia residenziale, nella convinzione che la tecnica potesse divenire lo strumento in grado di fornire un'abitazione dignitosa alla società. I cambiamenti nell'idea architettonica condussero ad una drastica spaccatura con gli stili architettonici del passato, identificando nei beni di produzione industriale le nuove icone alle quali far riferimento, come automobili, aerei e navi. Il Movimento Moderno elaborò l'idea di edificio rivolgendosi ai sistemi industrializzati che assecondavano le esigenze dell'epoca. Quest'innovazione culturale, sviluppata a partire dalla fine dell'Ottocento con i sistemi in cemento armato per edifici industriali di Francois Hennebique, trovò nella figura di Le Corbusier uno dei suoi più importanti esponenti. È da riconoscere a Le Corbusier il primo esempio di standardizzazione del processo costruttivo: nell'ultimo capitolo del suo primo libro *Verso l'architettura*, intitolato "Case in serie", infatti, egli esibisce alcune idee di case elaborate per la produzione di massa. La prima di queste è la *Casa Domino* del 1914, in cui una struttura in cemento armato si combinava con elementi prefabbricati, assemblabili come le tessere del gioco domino, ponendo le basi per lo sviluppo della edificazione per stratificazioni. Il concetto base è quello della produzione di serie dell'unità abitativa costituita da pannellature prefabbricate ed infissi standardizzati, che la rendono economica e altamente flessibile. Sempre di Le Corbusier è la *Maison Citrohan* del 1920, assunta come l'immagine iconografica della produzione di massa di abitazioni: una scatola, un simbolo di un nuovo modo di abitare vicino alla società industriale, che introduce il modo di concepire l'abitazione come prodotto di una catena di montaggio. Nel quartiere Frugès a Pessac, del 1925, Le Corbusier arriva a definire la cellula abitativa standardizzata sia nella sua realizzazione che nelle sue forme: rivolta a differenti tipi di utenza; essa è aggregabile, componibile nelle sue varianti che, a volte duplicate o dimezzate, danno risposta a differenti domande abitative. Un altro importante personaggio nell'ambito dell'architettura prefabbricata è senza dubbio Walter Gropius che, già a partire dai primi anni del Novecento, si occupa della produzione in serie e della standardizzazione degli elementi costruttivi di abitazioni prefabbricate. Nel suo percorso, che conduce alla definizione della "macchina per abitare", Gropius si prefissò di realizzare una casa costruita con elementi prefabbricati standardizzati e componibili, ispirandosi a quelli di un gioco di costruzione per bambini, che fece sviluppare nel 1923 per la *Bauhaus*. L'architetto sostiene: "Obiettivo per l'edilizia residenziale. Soluzione delle esigenze opposte di massima standardizzazione (economicità) e di massima variabilità delle abitazioni... gioco delle costruzioni in grande, con cui, a seconda del numero degli abitanti e delle loro esigenze, si possono comporre diverse macchine per abitare." Le case progettate da Walter Gropius crescono per frammenti, assecondando l'incremento del nucleo familiare, e il "Gioco di costruzioni in grande. Studi e modelli di case in serie", è un abaco di parti che possono essere montate a seconda dell'esigenze. La caratteristica di novità è rappresentata dunque, dalla flessibilità dello spazio abitativo in quanto l'utente dispone di uno spazio modificabile ed ampliabile, a seconda delle sue esigenze. Sviluppò, inoltre, procedimenti di montaggio a secco di

componenti attraverso l'impiego di elementi standardizzati, realizzando per la *Hirsch Kupfer* di Berlino, un sistema di prefabbricazione di una casa ampliabile e smontabile, in grado di garantire tutti i confort per l'utente. Uno degli esisti più importanti in ambito di prefabbricazione è rappresentato della *General Panel System* per la società "General Panel Corporation" sviluppato da Gropius e Konrad Wachsmann negli Stati Uniti tra il 1942 e il 1952. Si tratta di un sistema modulare di pannelli con telaio in legno, rivestiti esternamente. Per questo sistema Wachsmann sviluppò un nodo di collegamento standardizzato a quattro parti, interposto tra telaio e pannello. Tale sistema permetteva una grande varietà di configurazioni in quanto l'installazione degli stessi pannelli poteva essere realizzata sia in verticale che in orizzontale. I primi decenni del secolo scorso videro susseguirsi molte sperimentazioni in ambito di prefabbricazione, indagando sulle differenti possibilità costruttive, passando da quella dell'assemblaggio di parti di un sistema (come avviene per la *Packaged Panel System*), alla realizzazione di interi blocchi abitativi. L'esperienza più interessante in tal senso è quella ideata Buckminster Fuller che, durante la II Guerra Mondiale, in cui occorrevo alloggiamenti immediati per le truppe, propose la *Dymaxion Dwelling Machine*, che poteva essere spedita in ogni luogo poiché contenuta in un cilindro trasportabile in aereo e montata in poche ore. Nel 1946 un prototipo di 11 metri di diametro fu costruito a Wichita, in lamiera di acciaio, interamente prodotta in fabbrica, con struttura sospesa ad albero centrale. Un altro importante personaggio nella storia della prefabbricazione è senz'altro Jean Prouvé, che negli anni Quaranta affronta tema dell'architettura standardizzata nella sua accezione di provvisorietà. Egli infatti affermava che le tecniche costruttive pesanti avrebbero causato non pochi problemi alle future generazioni, anticipando gli odierni concetti della sostenibilità. La sua idea, infatti, era quella di creare edifici con componenti prefabbricate tramite l'utilizzo di materiali leggeri. Un esempio della sua idea di architettura è la *Maison Tropical*, un'architettura completamente smontabile, pensata per essere spedita e montata in cantiere. Il progetto venne finanziato da aziende francesi del settore metallurgico, con sede in Africa. Venne realizzata in 3 prototipi, a Niamey, Niger e Brazzaville, con il proposito che la sua realizzazione avrebbe risolto la carenza di abitazioni nelle colonie francesi in Africa. Il sistema messo a punto da Prouvé si basa su un modulo prefabbricato di un metro realizzato con materiali leggeri facilmente trasportabile: la produzione di elementi modulari leggeri diviene in tal caso uno strumento per semplificare il trasporto in cantiere. La struttura è modulare in acciaio sagomato a freddo, tamponata con pannellature in alluminio. Un altro prototipo d'abitazione interessante è rappresentato *Maison Démontable*, del 1948 concepita da Jean Prouvé a Nancy, ovvero una casa prefabbricata in legno e strutture d'acciaio di sostegno, montabile e smontabile in pochissimo tempo. Questa abitazione era infatti un modulo abitativo per l'emergenza realizzato con struttura di lamiera d'acciaio piegata composta di travi a timpano, collegate da una trave reticolare di colmo. La copertura era metallica controsoffittata, la pavimentazione in legno era sollevato da terra da una struttura metallica, e le chiusure erano in pannellature di legno con anima d'alluminio. L'importante opera di Jean Prouvé, porta a definire una netta separazione tra struttura ed elementi di chiusura. Nella sua visione, infatti, alla struttura in muratura portante continua o quella in

c.a., subentra un sistema in cui tamponamento e struttura sono elementi autonomi e separati, dove il tamponamento diviene sia una vera e propria “pelle” pensata per proteggere gli ambienti interni, sia un elemento autoportante modulare minimo, che viene realizzato interamente in officina e successivamente montato a secco in cantiere. Egli arriva a definire nuove configurazioni spaziali all’interno degli edifici con l’introduzione dei concetti di intercambiabilità degli elementi e trasformabilità degli spazi. Guarda al tema della reversibilità del processo di montaggio che avviene per accostamento degli elementi che garantisce, nel tempo, un elevato grado di trasformazione dell’edificio. Gli anni che seguono la Seconda guerra mondiale sono segnati da una domanda edilizia di tipo quantitativo, incoraggiata dall’esigenza di una rapida ricostruzione post-bellica. Questa crescente domanda di alloggi ha condotto verso un’ampia risposta in termini realizzativi sia nel settore di edilizia portando necessariamente ad una tendenza di economicità degli edifici e delle metodologie industriali, annullando quasi il progetto architettonico a favore della sola produzione edilizia che, molte volte, impiegava elementi prefabbricati non dotati in alcun modo di reversibilità. La committenza pubblica per rispondere a tale domanda ha avviato programmi edilizi di vaste proporzioni, facendo riferimento ai mezzi offerti dal settore industriale. A questo punto si sono verificate le condizioni socioeconomiche in cui le industrie hanno introdotto, all’interno del mercato edilizio, elementi già pronti per essere utilizzati in cantiere. Si è passati, dunque, dalla fabbricazione ad hoc, concepita per una specifica domanda, ad una prefabbricazione industriale basata sulla produzione di elementi seriali. In parallelo allo sviluppo della città, l’abitazione è dunque concepita come un prodotto, che rispetta standard minimi, riproducibili in serie, in modo da fornire a chiunque la propria abitazione nel minor tempo possibile. Inizia lo sviluppo di tecniche di prefabbricazione che allontanano dal cantiere gran parte delle lavorazioni precedentemente effettuate³¹. Negli anni ’70 si assiste, però, in seguito al mutamento sociale, ad una domanda più di tipo qualitativo. Tale cambiamento è dovuto sostanzialmente alla crisi energetica e ad un interesse sempre maggiore nei confronti del recupero del patrimonio. Una personalità importante all’interno di questo scenario è quella di Richard Rogers che negli anni ‘60 e ‘70 si fa portavoce del tema del risparmio energetico. Egli infatti compie una ricerca sperimentando dei moduli abitativi, volti a creare modelli funzionali con l’obiettivo di spostare l’attenzione dalla quantità alla qualità. Il pensiero di Rogers è espresso nel programma *Zip Up* che prevedeva un tipo di architettura energeticamente sostenibile che l’utenza poteva comporre ed assemblare in base all’esigenza, per via dell’estrema flessibilità delle partizioni smontabili e scorrevoli su ruote. La *Zip-Up House*, del 1967-1969 e uno sviluppo successivo, *Zip-Up 2*, furono la prima sperimentazione di Rogers su come potesse essere una casa moderna, liberata da ogni tipo di vincolo delle tradizionali metodologie di costruzione. Assemblata come un kit di parti di componenti prefabbricati, la *Zip-Up House* sarebbe stata composta da parti prodotte industrialmente, utilizzando pannelli originariamente destinati ai camion refrigerati e finestre realizzate da produttori

³¹ Sistemi di prefabbricazione in legno, Andrea Lupacchini, Altralea Edizioni, 2018

dell'industria automobilistica, sigillate con cerniere in neoprene. Avrebbe offerto un eccellente isolamento termico, 7 volte superiore rispetto alle tradizionali case degli anni '70. Il progetto prevedeva l'aggiunta di moduli per rispondere alle esigenze dell'utenza e l'assenza di muri strutturali nella parte interna, così da poter rimuovere le partizioni interne in completa libertà. È con l'avvento dell'attenzione sempre maggiore posta nei confronti della qualità che si diede il via allo sviluppo di soluzioni costruttive meno vincolate dalla produzione standardizzata, lasciando maggior libertà formale al progettista. Alcuni architetti come Dubosc e Landowski hanno apportato un contributo in questa fase di evoluzione della produzione industriale, contribuendo al miglioramento sia della qualità operativa della messa in opera degli elementi e della qualità formale degli stessi, ma anche perseguendo i principi della sostenibilità di efficienza energetica. La loro esperienza infatti dimostra come l'utilizzo dei sistemi costruttivi prefabbricati in edilizia, da un lato non è in alcun modo sinonimo di inibizione di libertà espressiva, e dall'altro questo non compromette il conseguimento di alte prestazioni. In particolare, il loro lavoro di ricerca, orientato verso lo sviluppo di architetture a costo contenuto, è interessante poiché prevede l'utilizzo di elementi assemblabili a secco in grado di garantire una certa flessibilità in accordo con i bisogni dell'utenza. I due architetti sono promotori di "*Architecture-Industrie*", un circolo di ricerca nato in Francia negli anni '80 che collabora con alcune delle più grosse industrie di prodotti edilizi. La costruzione per Dubosc e Landowski deve porre riguardo all'ambiente grazie all'uso di prodotti riciclabili o riutilizzabili dopo un eventuale smontaggio. Ciò mette in evidenza la flessibilità intrinseca delle tecnologie a secco. In tal senso diviene emblematico il progetto di *Kronos* a Nantes, un complesso di edilizia residenziale pubblica nel quale gli ambienti possono essere modificati in funzione della crescita del nucleo familiare: il sistema portante a grandi luci consente di svincolare delle sue partizioni interne, ottenute con sistemi a secco. Le grandi luci ottenute sono frutto di un sapiente uso delle controventature, che sono poste sulle facciate esterne ed all'interno della corte con travi spaziali che convergono in un plinto centrale il cls armato³². Un altro paradigma importante che ha caratterizzato la storia prefabbricazione in edilizia, è quello che pone l'assemblaggio dei componenti come metodo di composizione, e lo stesso componente come oggetto di design, che ha reso protagonisti architetti come Foster, Rogers, Grimshaw, Piano. Le tecniche di assemblaggio a secco trovano la loro espressione compiuta nel linguaggio di un'architettura che si basa sulla separazione visiva e funzionale delle sue componenti. Emblematico è in tal senso il progetto del Centre George Pompidou del 1977 di Rogers e Piano. Il concetto di base, dichiaratamente provocatorio, era quello di esibire l'ossatura dell'edificio e gli impianti, e quindi delle sue componenti prefabbricate. La strutturazione prefabbricata così concepita è dotata di elevata flessibilità poiché permette di utilizzare tutto lo spazio interno nella sua interezza. L'edilizia industrializzata è orientata oggi giorno alla qualità, verso la realizzazione di manufatti passivi ad energia quasi zero,

³² Sulle tracce dell'innovazione. Tra tecniche e architettura. Nicola Sinopoli, Valeria Tatano, Franco Angeli, 2002

tramite una progettazione che utilizza materiali prefabbricati assemblati a secco, caratterizzati da prestazioni elevate e da costi contenuti, articolabili in funzione delle caratteristiche prestazionali che si vogliono raggiungere. Questo nuovo paradigma predilige l'impiego di materiali dotati di caratteristiche come sono la riciclabilità e la reversibilità, in un'ottica di sostenibilità ambientale e di risparmio energetico. Spetta, dunque, ai progettisti promuovere una linea, culturale e tecnica, in grado di trasformare i bisogni del presente in una architettura che fa ausilio di sistemi sostenibili, nella consapevolezza che la prestazione elevata dei componenti di produzione industriale, va ricondotta all'interno del progetto edilizio come una prerogativa, ponendo sempre riguardo alla qualità finale del manufatto edilizio.

5.3. Prefabbricazione oggi

La prefabbricazione si fonda sull'uso di elementi prodotti industrialmente, dotati di una certa libertà combinatoria che, una volta assemblati formano un sistema. In edilizia, le necessità produttive dell'industria che realizzano i componenti, porta necessariamente ad un raffronto continuo con la ricerca architettonica, valicando la concezione della produzione seriale di parti di un sistema. Già nella fase progettuale si provvede, infatti, all'organizzazione del processo di razionalizzazione della produzione del prodotto finito, limitando quanto più possibile gli sprechi: la fase di progettazione in un processo di prefabbricazione influenza l'intero progetto. Tra i vantaggi della prefabbricazione troviamo senza dubbio la riduzione dei costi e dei tempi di realizzazione, ma anche l'ottimizzazione il processo che definisce gli elementi del sistema assemblati in un luogo e con uno spazio definito in sede progettuale.

Tuttavia la prefabbricazione è sempre più orientata verso l'innovazione del processo industriale, tralasciando molte volte gli aspetti legati al progetto architettonico. Questa spinta dell'industria nasce inevitabilmente da questioni economiche, in quanto, la prefabbricazione necessita di una produzione in serie a grande scala con elevato grado di standardizzazione, riducendo notevolmente il grado di libertà in fase progettuale. È compito del progettista portare un valore aggiunto allo scenario architettonico attuale, sviluppando idee innovative all'interno di questo panorama. Attualmente la prefabbricazione mostra un continuo interesse nei confronti del tema della sostenibilità ambientale, orientando il processo di produzione seriale alla diminuzione dei consumi energetici, al riciclo dei materiali, all'ottimizzazione del processo di produzione, con il fine di rendere l'industria delle costruzioni più attenta al consumo di risorse globali, essendo essa, come abbiamo visto, una delle realtà più impattanti. Il grado di prefabbricazione identifica la dimensione e la complessità dei componenti prefabbricati, ma anche la configurazione del prodotto finale. La riduzione delle dimensioni dei componenti prefabbricati aumenta la quantità di lavoro in loco e viceversa. Locuzioni come "modulo" e "componente" possono sembrare due sinonimi che esprimono lo stesso concetto, ma in realtà, in ambito edilizio, rappresentano due diverse condizioni. Quando si parla di modulo ci si riferisce prettamente ad una dimensione, ma l'ambiguità per tale termine si manifesta quando si parla di modulo

abitativo prefabbricato, ovvero un volume dallo spazio ben preciso, costruito interamente o quasi *off-site* e successivamente assemblato in cantiere. Non è, dunque, solo una questione dimensionale, ma in realtà i due concetti, in ambito di prefabbricazione, aprono verso interpretazioni di carattere teorico, formale, e qualitativo che vanno a rispecchiarsi sul progetto. La scansione modulare bidimensionale porta a definire delle soluzioni abitative molto distinte rispetto al modulo tridimensionale, sia a partire dal modo in cui essi vengono assemblati, sia per il risultato qualitativo che si ottiene. Il “componente” si presenta come un tentativo per dare una risposta ad una domanda orientata verso la flessibilità, la leggerezza e le reversibilità. Generalmente progettare per moduli, componenti o parti singole di un intero sistema, porta a definire il progetto architettonico come un insieme composto da più sottoinsiemi realizzati in modo autonomo che interagiscono tra loro con il fine ultimo di far funzionare l’oggetto edilizio. La possibilità di assemblare le singole parti apre a questioni e temi nel sistema edilizio tradizionale non è possibile gestire: più elevato è il grado di reversibilità, maggiore l’opportunità di intervenire in seguito sull’oggetto edilizio. Ogni elemento nel processo della prefabbricazione è studiato in modo da ridurre al minimo le modifiche in fase di cantiere. Questa condizione diviene più restrittiva a seconda del grado di prefabbricazione degli elementi. La prefabbricazione può essere suddivisa in componenti, pannelli e moduli. I componenti consentono un maggiore grado di personalizzazione in fase di progettazione, ma sono più complessi da gestire in fase di cantiere per via dell’elevato numero di giunti. L’utilizzo dei pannelli prefabbricati, invece, consente, oltre che un certo grado di flessibilità, anche di abbassare notevolmente i costi di cantiere. Sono infatti elementi utilizzati per costruire coperture, solai, muri che vengono consegnati in cantiere in formato bidimensionale ed assemblati tra loro. I moduli, invece, sono degli elementi a 3 dimensioni, dotati di un volume e di uno spazio ben definito, un’unità standardizzata progettata per ridurre notevolmente i tempi di cantiere ed i costi. A differenza dei primi due sistemi, nella costruzione modulare buona parte delle finiture viene realizzata in fabbrica. La dimensione di un modulo è dovuta alla sua localizzazione sull’edificio ospite, a vincoli derivanti dalla produzione dello stesso ed ai limiti di trasporto. Le strutture ibride, infine, sono realizzate combinando il sistema a pannelli con le strutture modulari. Per quanto riguarda la fase di assemblaggio essa deve essere progettata in modo da ridurre le operazioni in cantiere, limitando il numero di elementi da assemblare. Anche la fase di trasporto influenza la progettazione poiché gli elementi devono essere dimensionati in modo da rientrare negli standard dimensionali di trasporto. Nell’area di cantiere inoltre dovrà essere pensata un’area sufficientemente grande da consentire lo stoccaggio degli elementi prefabbricati ed il posizionamento dei punti di manovra caratterizzati dalla presenza di gru.

5.4. Il tema delle architetture minime prefabbricate come risposta alle odierne esigenze

Una ricerca in crescente sviluppo è quella rappresentata dalle architetture modulari minime, componibili in base all'esigenza dell'utenza, che ha portato alla definizione di vere e proprie linee guida per la produzione di abitazioni assemblabili.

Questo porta molto spesso alla definizione di veri e propri "kit" di volumi aggregabili, che integrano ottimizzazione spaziale e tecnologica. I principi che governano il processo di produzione degli elementi costruttivi, determinano un approccio alla progettazione di tipo modulare, poiché, come già anticipato, già in fase di progettazione, le dimensioni dei prodotti seriali divengono l'elemento base per la progettazione dell'oggetto edilizio finito. L'elemento prodotto industrialmente si configura, dunque, come un modulo generatore di architettura. Questo elemento generatore è connesso allo spazio necessario per lo svolgimento delle attività quotidiane. Le relazioni che intercorrono tra le unità elementari del modulo abitativo, sono da sempre oggetto di studio di carattere tipologico in campo architettonico, al fine di ottimizzare l'unità abitativa dal punto di vista della distribuzione. Dal punto di vista storico ricordiamo che questo tipo di approccio alla progettazione trae origine del primo movimento moderno e del Bauhaus, dagli studi sulla prefabbricazione applicata al settore residenziale. Il tema della flessibilità in ambito progettuale rappresentò il fulcro centrale di quella che sarebbe diventata la ricerca architettonica, nella convinzione che una soluzione doveva essere ricercata nell'influenza reciproca tra nuovi scenari abitativi e gli orizzonti tecnici della produzione industriale. Le prime riflessioni sulla flessibilità nascono negli anni Trenta con gli approfondimenti sui temi inerenti al dimensionamento minimo dell'unità abitativa e sulla sua articolazione. Definire una serie di regole per raggiungere il benessere abitativo è stato il primo obiettivo che i razionalisti si sono posti e lo "standard abitativo" divenne il parametro dimensionale per assicurare una corretta fruizione dello spazio interno. La progettazione di moduli abitativi minimi ed assemblabili ha assunto, però, un significato più ampio rispetto a quello del passato, che tende verso i principi dell'economia ambientale e del risparmio energetico, definendo un ambito di sperimentazione di sistemi costruttivi e di processi sostenibili, che portano alla definizione di alloggi progettati in modo di rispondere in maniera flessibile a differenti esigenze. La flessibilità indica la capacità di un sistema di adattarsi a differenti condizioni. In tal senso, un'architettura risulta flessibile, ad esempio, in rapporto alla sua propensione di assumere differenti configurazioni oppure in base alla sua capacità di essere facilmente trasportabile da un luogo ad un altro. La capacità di adattamento di un sistema in base alle condizioni di contorno deve la sua peculiarità ad istanze tipologiche, tecnologiche, strutturali ed energetiche. Sono stati molti gli architetti che hanno affrontato il tema delle architetture composte da unità modulari componibili, progettate mediante l'utilizzo di sistemi prefabbricati. Come anticipato in precedenza, in base al grado della loro prefabbricazione, tali unità abitative possono essere realizzate o per assemblaggio di elementi lineari o per aggregazione di moduli prefabbricati, prevedendo una realizzazione parziale o totale in fabbrica. Un'importante ricerca nell'ambito delle architetture modulari e componibili è quella condotta dalla Bauart Architekten, che risale al 1999.



Figura 5.1 Small-house, vista esterno. Fonte: <https://bauart.ch/werkverzeichnis/smallhouse/>

La *Small-house* è infatti un esempio di cellula abitativa realizzata con pannelli portanti in legno, già assemblati in cantiere. Il modulo di base, di 4,4 x 11 m, è dotato di due piani e quattro aperture finestrate rivolte nelle 4 direzioni.

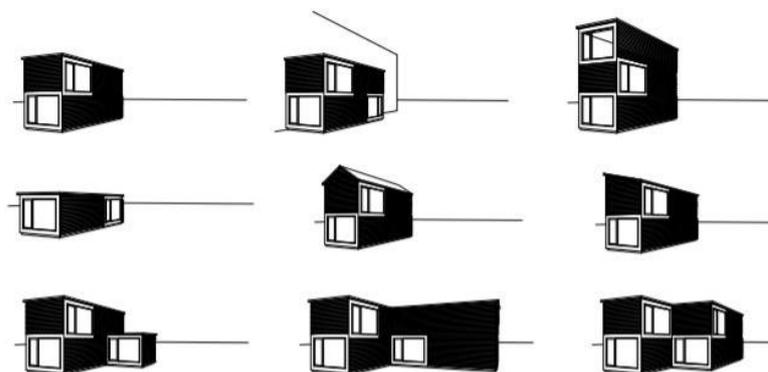


Figura 5.2 Varianti della Small-house. Fonte: <https://bauart.ch/werkverzeichnis/smallhouse/>

Il metodo di costruzione basato su elementi modulari ne consente, inoltre, diverse configurazioni, derivanti dallo studio tipologico delle unità elementari che compongono la cellula (figura 5.2). Sono possibili varianti del piano terra come una forma a L o a U con un atrio interno. Altre opzioni di questo sistema includono il raggruppamento dei volumi. Può anche essere usata un'opzione per il tetto a falde. La versione base della casa a due piani a forma di scatola offre soggiorno e sala da pranzo, disimpegno e cucina completa, un bagno completamente attrezzato, una galleria e, separati da una parete scorrevole, due stanze da letto. La Bauart opera da quasi 25 anni nel settore della costruzione leggera o modulare. Un altro esempio di architettura flessibile e modulare è rappresentato dalla Swisswoodhouse, sviluppo di una casa plurifamiliare, che si differenzia dalle convenzionali case plurifamiliari per la sua elevata flessibilità e libertà di progettazione degli interni.



Figure 5.3 Swisswoodhouse. Fonte: <https://www.swisswoodhouse.ch/>

Il punto di partenza di questa costruzione è una stanza, modulo base, con una superficie netta di 18 m². Semplici variazioni si traducono in una varietà di tipi di uso spaziale, che sono assemblati individualmente per formare uno spazio vitale. I moduli-ambiente possono essere disposti in diversi modi, in base alle esigenze dell'utenza, per ogni unità abitativa. A seconda della posizione e / o del segmento di domanda, è possibile offrire una gamma di diverse tipologie di appartamenti in diverse dimensioni. Con il suo modulo di base della stanza di 18 m², basato su una griglia, l'edificio offre un alto grado di flessibilità e consente un'ampia varietà di tipologie di piani (figura 5.4).



WOHNUNGSMIX VARIANTEN

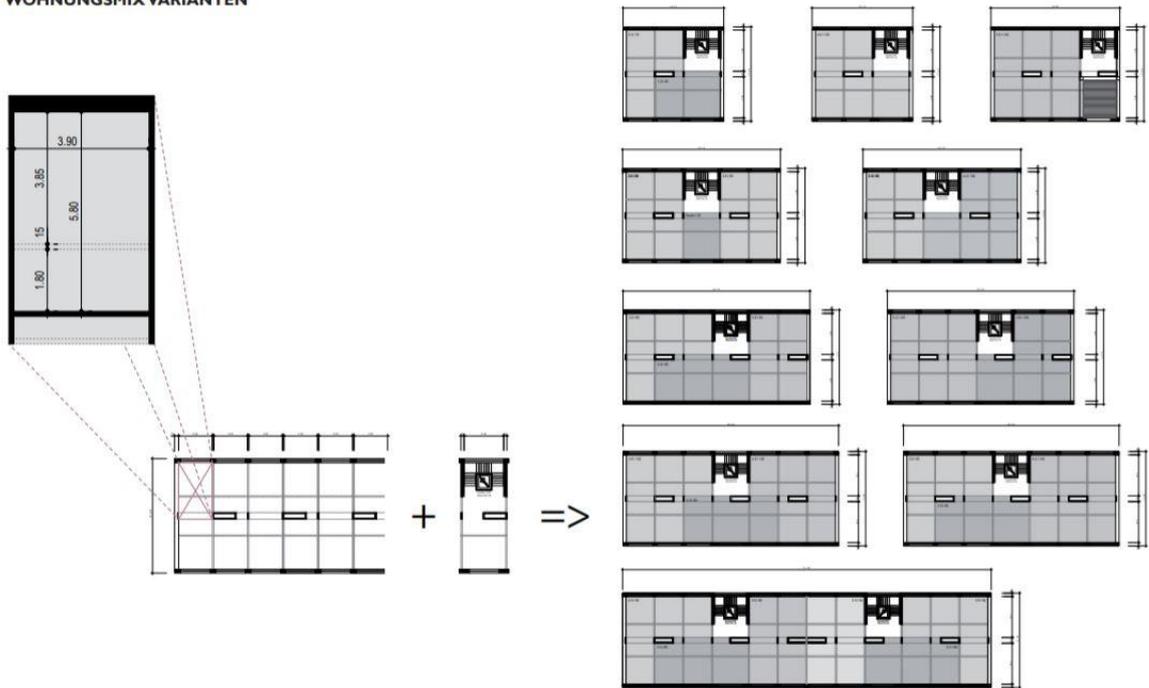


Figure 5.4 Variazioni del modulo di base della *Swisswoodhouse*

In seguito, sono stati segnalati esempi progettuali contemporanei che affrontano il tema dell'architettura modulare prefabbricata, ritenuti interessanti da un punto di vista delle tecnologie e tecniche di costruzione adottate e per l'innovazione apportata a questo tipo di approccio metodologico. Sono altresì importanti se osservati dal punto di vista della flessibilità. Va ricordato che edifici di questo tipo offrono un vasto grado di livelli di flessibilità in ambito di gestione, manutenzione e talvolta di modifica dell'oggetto edilizio.

M.A.D.I.



Figure 5.5 Madi Home, Fonte: <https://www.madihome.com/>

M.a.d.i. è un modulo abitativo dispiegabile, esempio di struttura prefabbricata made in Italy, progettata nel 2017 da Renato Vidal. Il suo processo di produzione è altamente standardizzato: la struttura è infatti assemblata a secco. Flessibile, facilmente trasportabile e pieghevole, è composto da una struttura in legno lamellare con coibentazione in lana di roccia.



Figure 5.6 Montaggio del modulo in sito. Fonte: <https://www.madihome.com/>

La peculiarità della richiudibilità è conferita dalle cerniere in acciaio zincato a caldo, che consentono la facile apertura e chiusura della struttura. Aprendo la struttura, il volume occupato è circa tre volte quello occupato dal modulo chiuso. Il modulo abitativo è saldato al terreno tramite un sistema di fondazioni a vite. L'azienda offre molte opzioni di

costruzione garantite dalla disponibilità di moduli di varie dimensioni e la possibilità di aggregare tali moduli tra loro offre l'opportunità di andare incontro alle esigenze dell'utenza. Tale progetto è un esempio di progettazione per moduli.

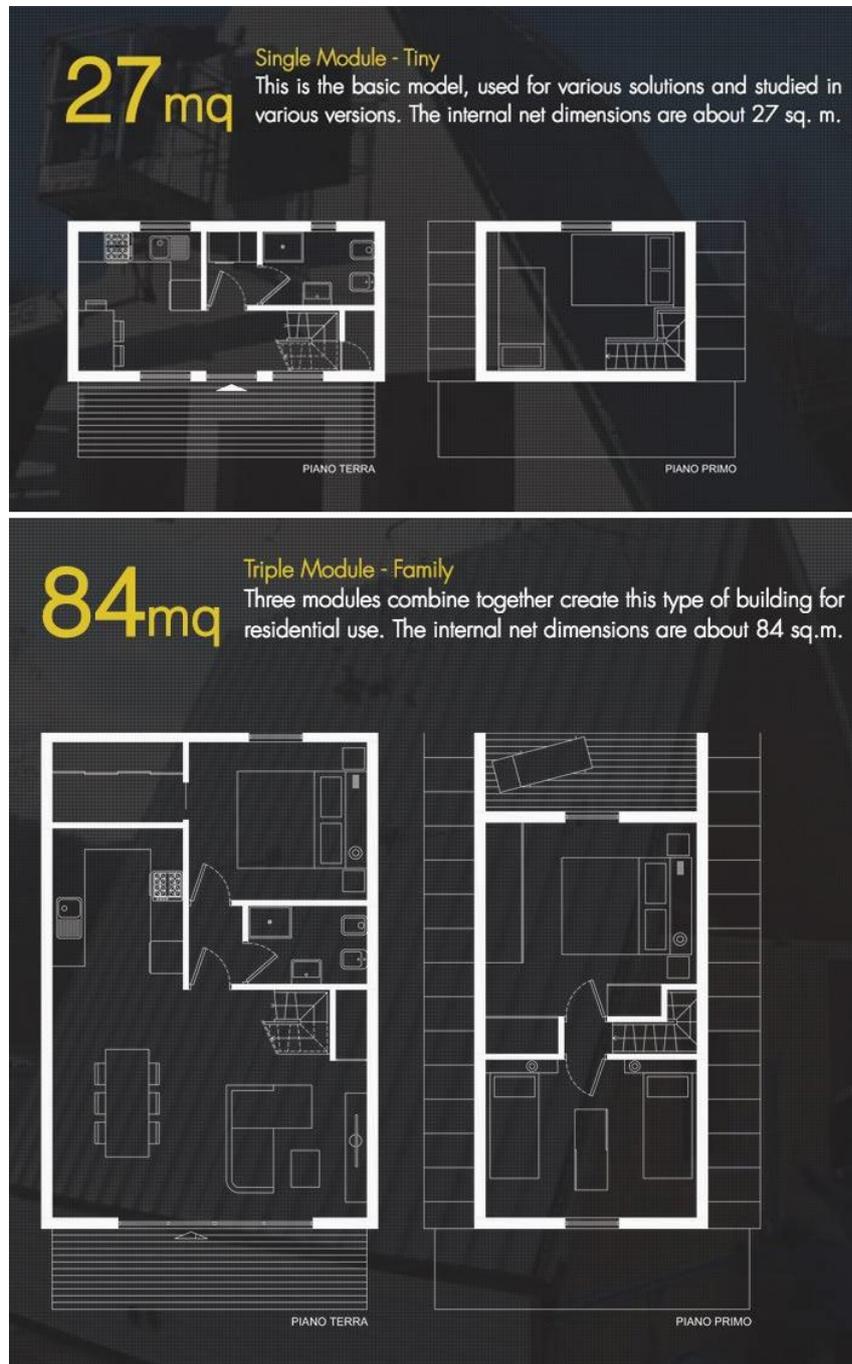


Figure 5.7 In alto pianta modulo singolo (27 mq). In basso aggregazione di più moduli. Fonte; <https://www.madihome.com/>

Casa GG



Figure 5.8 Fonte https://www.domusweb.it/it/architettura/2014/06/06/casa_gg.html

Casa GG è stata progettata dallo studio Alventosa Morell Arquitectes, nel 2013, nella località di Santa Maria de Palautordera in Spagna. È composta da sei moduli realizzati in legno prefabbricato (X-Lam). Grazie alla sua elevata flessibilità si adatta alla morfologia del luogo. I requisiti di progetto sono: basso costo, tempi di realizzazione ridotti ed alta efficienza energetica. La struttura è costituita da sei moduli in legno d'abete collegati da una struttura in vetro che diviene un collettore solare d'inverno, per una superficie totale di 112 m². Questa disposizione ha consentito di non eliminare la vegetazione circostante. La struttura è in legno, coibentata mediante una lamina impermeabile traspirante. Per il riscaldamento è presente un radiatore da 1 kW, in quanto si cercano di sfruttare gli apporti solari gratuiti, grazie anche a un corretto orientamento dei moduli.



Figure 5.9 Fonte https://www.domusweb.it/it/architettura/2014/06/06/casa_gg.html

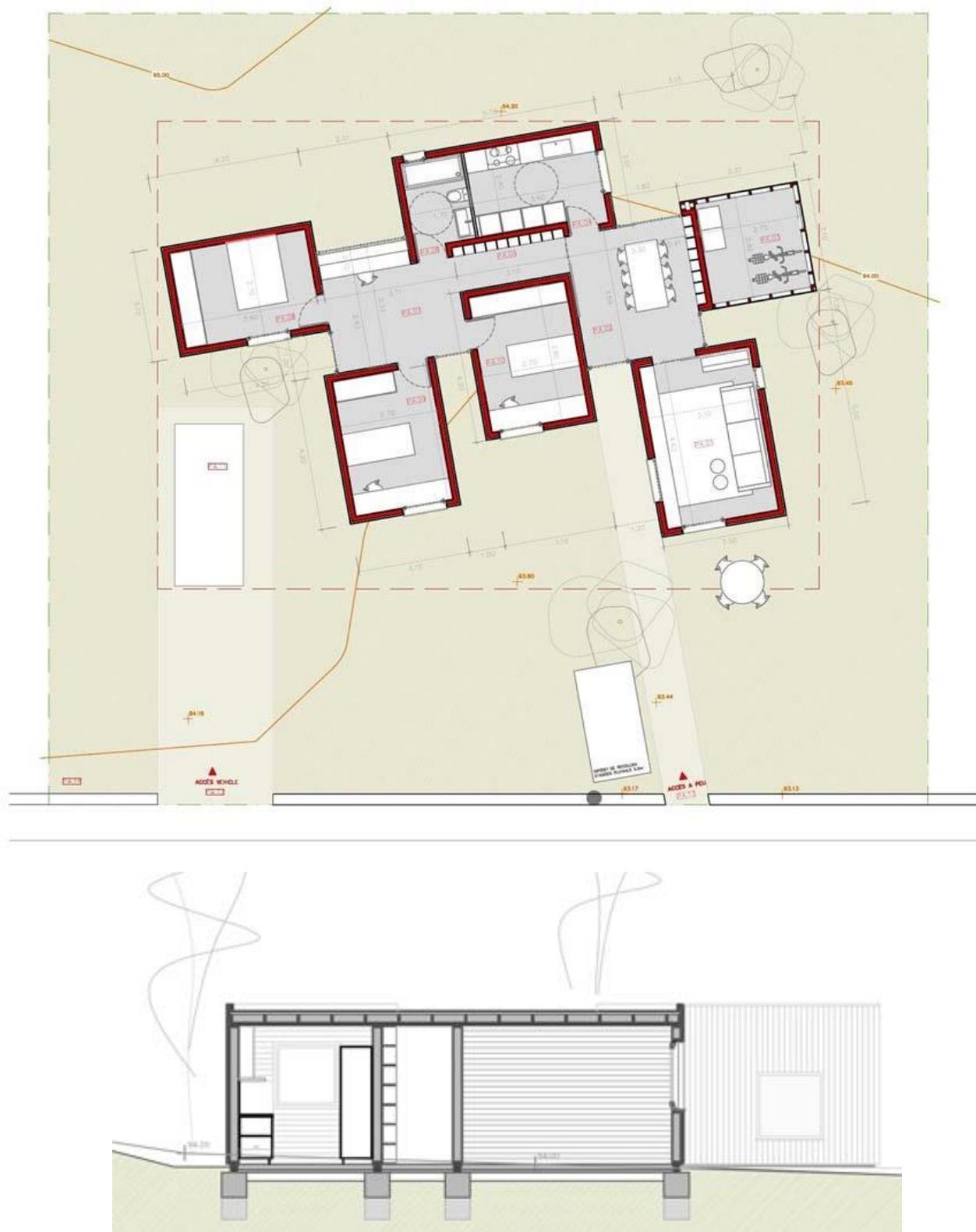


Figure 5.10 In alto la planimetria dell'intervento. In basso una sezione del modulo abitativo. Fonte:

https://www.domusweb.it/it/architettura/2014/06/06/casa_gg.html

XBO



Figure 5.11 Fonte: <https://70n.no/filter/building/XBO-p-a-r-a-s-i-t-e>

L'idea di XBO è di fornire un habitat mobile per 2 persone. La struttura è composta da due parti mobili lunghe dodici metri, larghe 3,2 e alte quasi 3,5 metri, ricercando il minimalismo dimensionale. Questo modulo abitativo il risultato del progetto "PARASITE" del 2004 di Rotterdam (Prototypes for Advanced/ Ready-made/ Amphibious/ Small scale/ Individual/ Temporary/ Ecological houses). La struttura è formata da due parti che può essere separate fino a raggiungere una lunghezza complessiva di 19 metri, creando uno spazio all'aperto. Grazie alle porte a battente da un lato e alle veneziane dall'altro, questa parte può essere aperta o chiusa, a seconda delle esigenze dell'utente. Il concept di progetto nasce dall'idea di creare un'architettura in grado di essere sposata in funzione dell'esigenze dell'utenza.



Figure 5.12 Modulo chiuso in pianta. Fonte: <https://70n.no/filter/building/XBO-p-a-r-a-s-i-t-e>

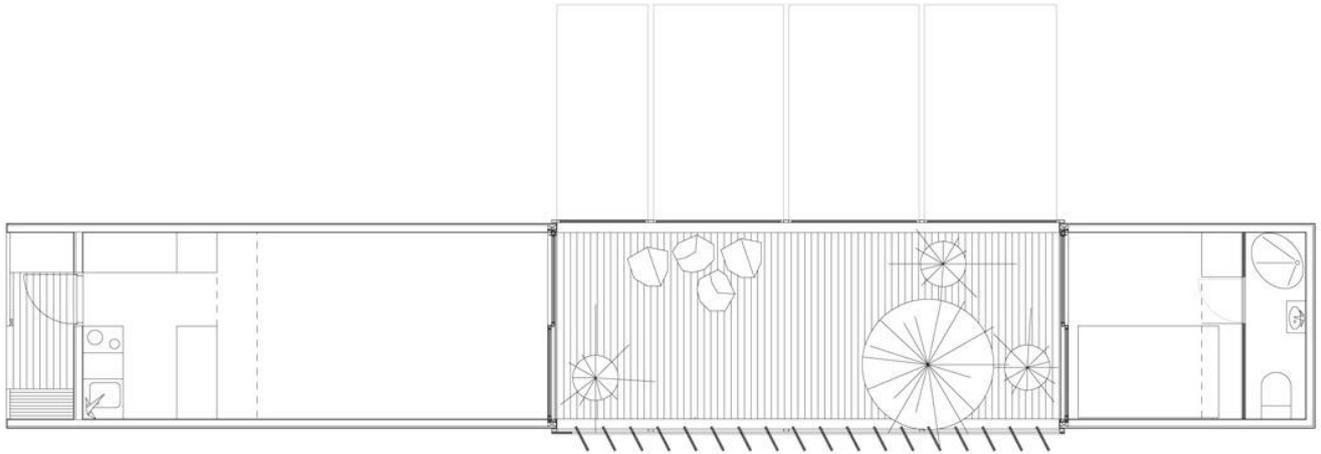


Figure 5.13 Modulo aperto in pianta. Fonte: <https://70n.no/filter/building/XBO-p-a-r-a-s-i-t-e>

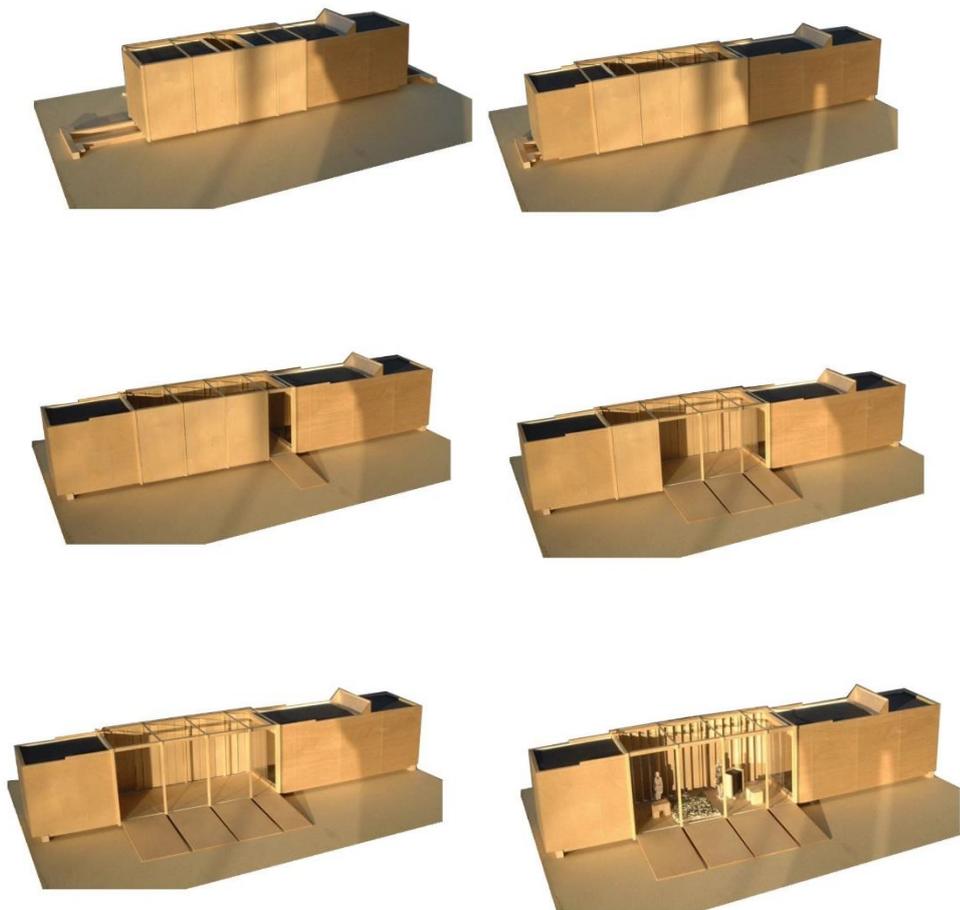


Figure 5.14 Fasi di apertura dell'unità XBO. Fonte immagini: <https://70n.no/filter/building/XBO-p-a-r-a-s-i-t-e>

Fred



Figure 5.15 Fonte immagini: <http://www.jkarch.at/projekt/fred>

Realizzata nel 1999 da O. Kaufmann e J. Kaufmann a Reuthe, *Fred* è un'unità flessibile e scorrevole, realizzata con due volumi compenetranti, in modo da essere trasportata come un unico volume chiuso di misura 3m x 3m x 3m e, quando viene aperto, raggiunge una superficie di 18 m². L'unità, quando è chiusa, poggia su 4 pilastri in acciaio, ed il box interno viene poi movimentato da un sistema di movimentazione automatizzato. Due binari si estendono infatti dal volume, fornendo 2 ulteriori punti d'appoggio.

I servizi sono integrati all'interno del volume. Il risultato è stato un affascinante spazio dalle dimensioni di un container di legno.



Figure 5.16 Fonte immagini: <http://www.jkarch.at/projekt/fred>



Figure 5.17 Fonte immagini: <http://www.jkarch.at/projekt/fred>

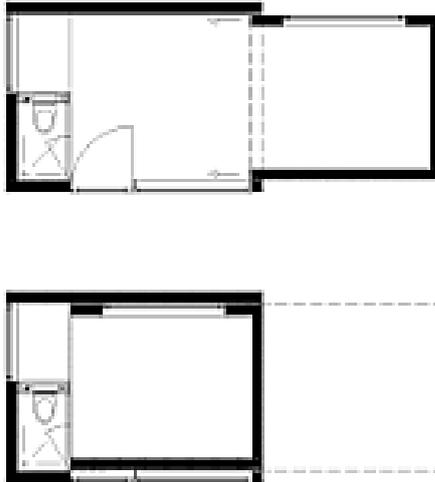


Figure 5.18 Fonte immagini: <http://www.jkarch.at/projekt/fred>

Weehouse-for-square



Figure 5.19 Weehouse for square

Weehouse-for-square è un'unità abitativa prefabbricata altamente personalizzabile, in quanto è composta da moduli aggregabili a seconda dell'esigenza dell'utenza. Progettata dallo studio architettonico *Alchemy Architects* nel 2003, è concepita in modo da resistere a qualsiasi condizione climatica a cui viene esposta. È altamente sostenibile in quanto è realizzata con legni certificati, le vernici con le quali è ricoperta sono a basso contenuto di VOC ed utilizza sistemi di produzione di energia rinnovabile. È un ottimo esempio di unità abitativa modulare e personalizzabile. Le dimensioni massime per un modulo sono determinate dalle restrizioni di trasporto. È dotata di un sistema di riscaldamento o raffrescamento che sfrutta un sistema geotermico e la raccolta di acque piovane.

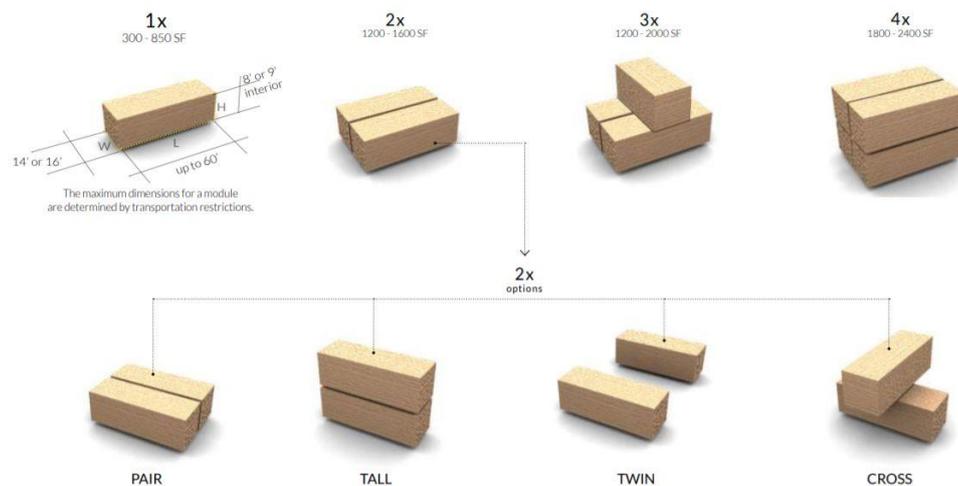


Figura 5.20 Possibile aggregazione del modulo. Fonte: <http://www.weehouse.com/wp-content/uploads/2015/07/2015-weeBrochure.pdf>



Figure 5.21 Alcune tipologie di aggregazione del modulo. Fonte: <http://www.weehouse.com/wp-content/uploads/2015/07/2015-weeBrochure.pdf>



Figure 5.22 Fonte: <http://www.weehouse.com/wp-content/uploads/2015/07/2015-weeBrochure.pdf>

System3



Figura 5.23 Fonte:

https://www.dbz.de/artikel/dbz_H_ausgepackt_und_fertig_System_3_ein_vorfabriziertes_Haus_161038.

System 3 è un sistema modulare costituito da unità in XLAM dalle dimensioni di un container (1,92 x 11,52 m). L'unità di servizio integra l'infrastruttura completa della casa: scale, cucina e bagno, così come l'approvvigionamento di calore, acqua ed elettricità. È stato commissionato dal Museum of Modern Art di New York per una mostra del 2008 a O. Kaufmann e Albert Rűf. Tale modulo si compone di due parti. Il primo, il modulo di servizio, è completamente assemblato in fabbrica, si adatta ad un container di spedizione ISO standard. Il secondo modulo, detto "spazio nudo", racchiude lo spazio utilizzato per le altre attività quotidiane ed è progettato come un pacchetto piatto assemblato in loco. Il residente può estendere il modulo base di 52,5 m² con entrambe le unità verticalmente e orizzontalmente. Per ogni sito, il sistema viene riorganizzato in modo diverso, consentendo a moduli diversi di crescere come nuovi quartieri.



Figura 5.24 Possibilità di aggregazione dei moduli

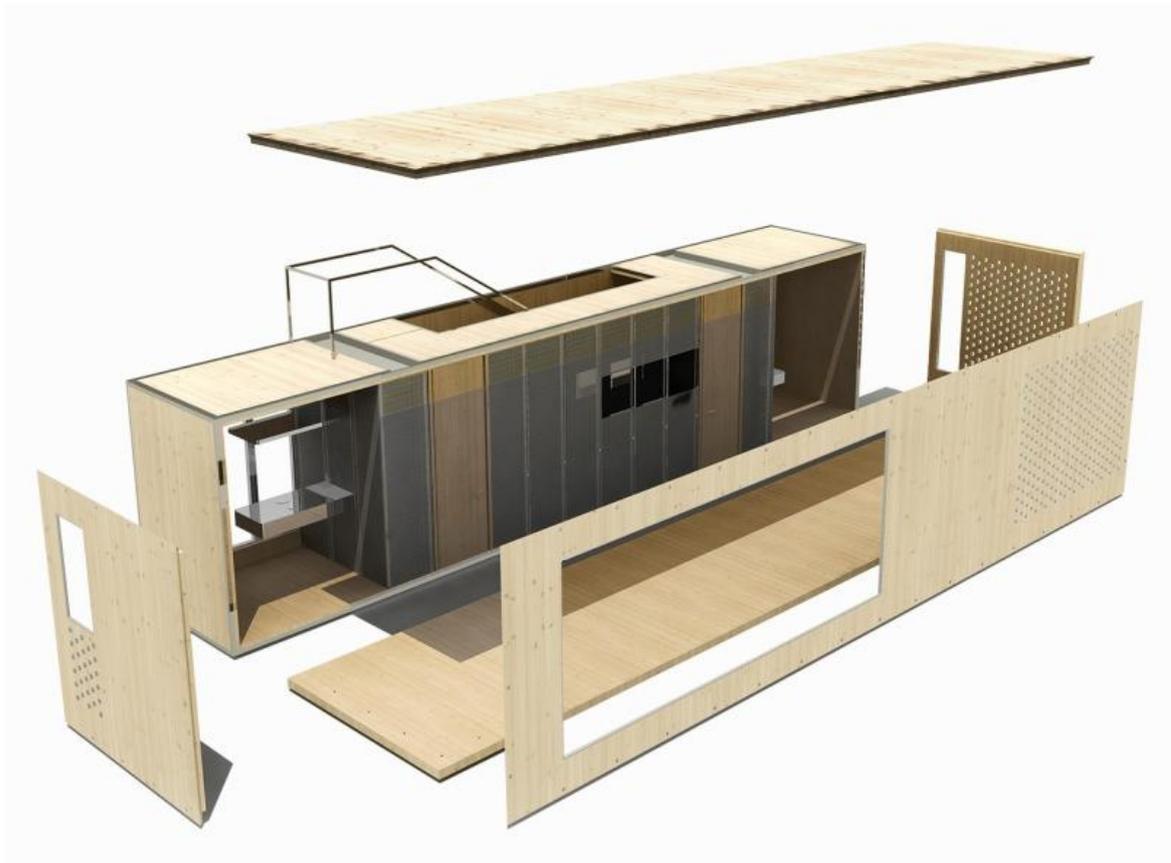


Figura 5.25 Fonte:

https://www.dbz.de/artikel/dbz_H_ausgepackt_und_fertig_System_3_ein_vorfabriziertes_Haus_161038.



Figura 5.26 Pianta. Fonte:

https://www.dbz.de/artikel/dbz_H_ausgepackt_und_fertig_System_3_ein_vorfabriziertes_Haus_161038.

SU-SI



Figure 5.27 <https://www.kaufmannzimmerei.at/projekt/su-si-k-reuthe>

SU-SI è un'unità immobiliare indipendente aperta a qualsiasi utilizzo. *SU-SI*, progettata da O. Kaufmann nel 1998 è trasportabile come un container e può essere montata su una struttura metallica per dare luogo ad un parcheggio sottostante; non è espandibile come l'esempio visto in precedenza di *Fred*, ma si presenta in differenti dimensioni di modo da andare incontro alle esigenze dell'utenza. La dimensione base è di 3,5x12,6x3 m che garantiscono una superficie di 34 m². I materiali utilizzati per gli interni sono legno per soffitto e pavimento, mentre per il pavimento viene utilizzata la resina polimerica.



Figure 1.28 Figure 4 <https://www.kaufmannzimmerei.at/projekt/su-si-k-reuthe>



Figure 2.29 Montaggio in fabbrica, trasporto ed assemblaggio. Fonte: <https://www.kaufmannzimmerei.at/projekt/su-si-k-reuthe>

Modular Apartments



Figure 5.30 Fonte: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/reviews/modular-apartments>

Questo edificio di cinque piani comprendenti 72 appartamenti per studenti che servono la Temple University. È stato progettato da Interface Studio nel 2009 a Philadelphia. È realizzato tramite con 80 scatole prefabbricate costruite off-site. I moduli sono disposti a doppia H, configurazione dimostratasi più efficiente in termini di superficie, garantendo al contempo a tutti gli alloggi una corretta illuminazione naturale. Gli alloggi sono serviti da un corridoio centrale ed ognuno di essi comprende bagno, cucina-soggiorno e due camere da letto. La flessibilità è garantita dalla possibilità di aggregare le unità in maniera libera, prevedendo la possibilità di espandere un'unità attraverso l'interconnessione unità attigue in base alle esigenze.



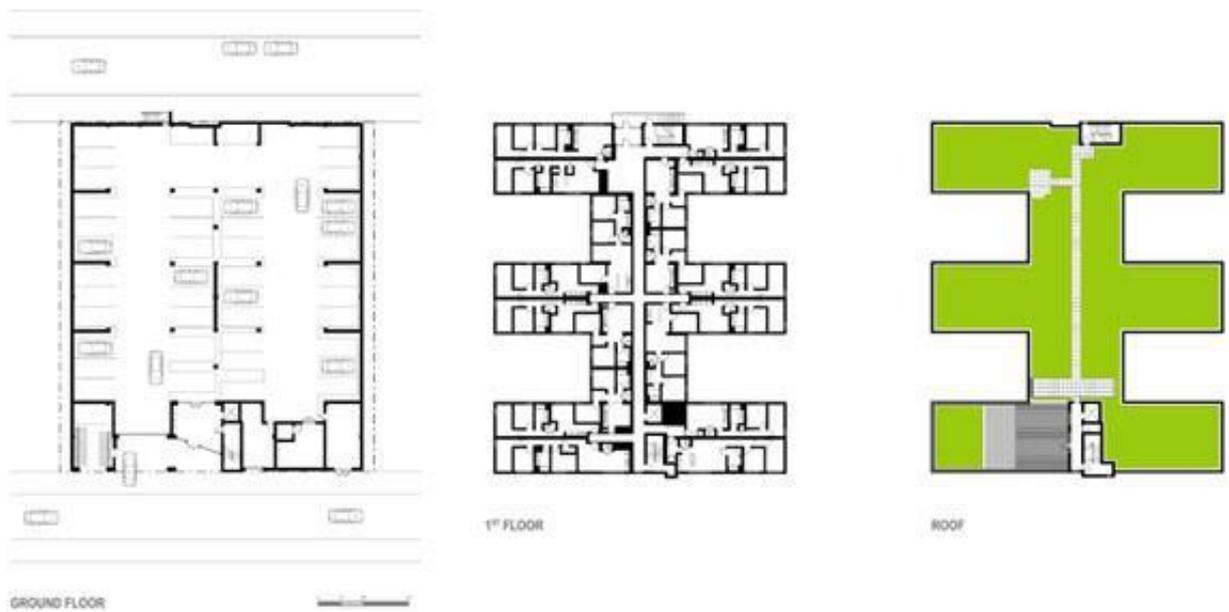
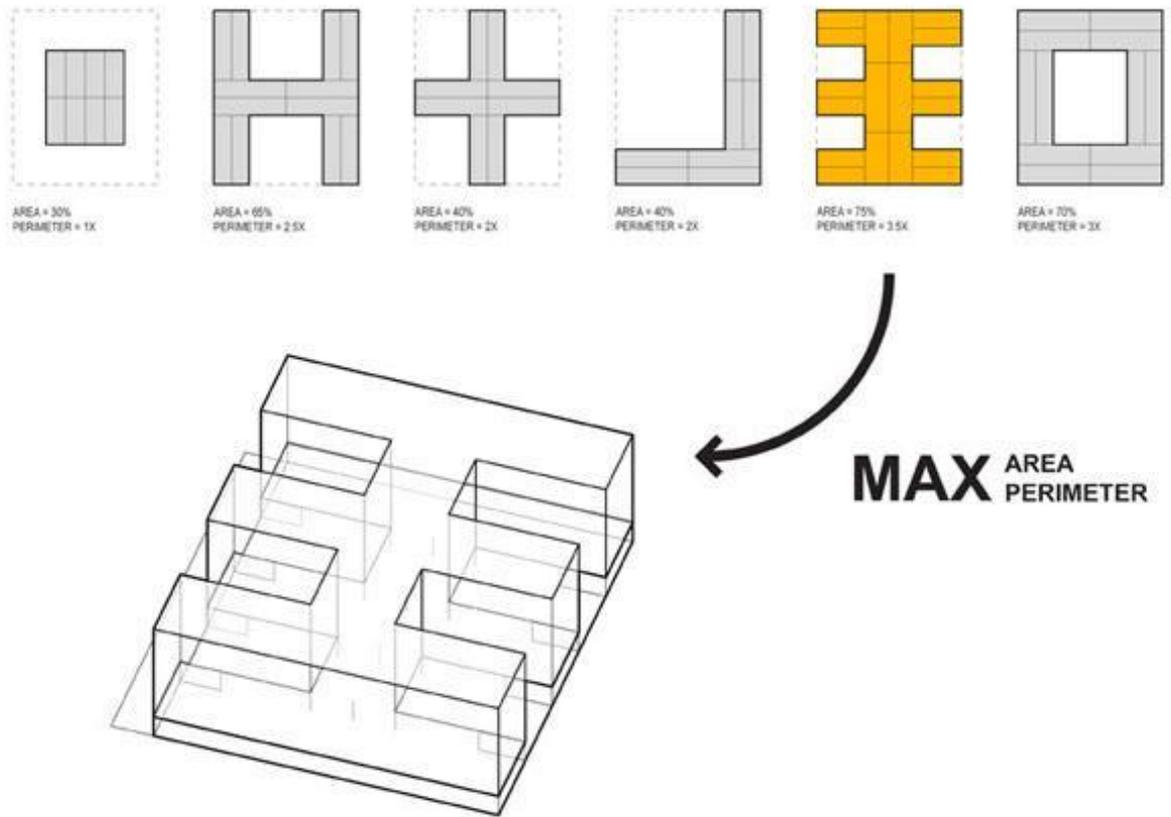


Figure 5.31 configurazione spaziale adottata, l'aggregazione dei moduli prefabbricati, in pianta. Fonte: <https://www.world-architects.com/en/architecture-news/reviews/modular-apartments>

Capitolo 6

Caso studio

Guardando al patrimonio edilizio della città di Torino, oggetto dell'approfondimento di tale ricerca, nasce spontaneo porre attenzione ai cosiddetti luoghi della "marginalità" e di come essi possano liberare il proprio potenziale inespresso, non sfruttato a causa di un non corretto impegno nei loro confronti. Risultano sempre più frequenti i casi di una cattiva gestione della risorsa immobiliare nello scenario torinese, soprattutto nelle opere pubbliche, che spesso sono lasciate in mano al tempo, che ne altera la loro integrità, e di come sempre più spesso esse siano ben distanti dalle caratteristiche prestazionali imposte agli edifici di nuova edificazione. Sulla base di quanto detto, tale capitolo è orientato a focalizzare l'attenzione su questi scenari ed in particolare su un complesso di edifici situato nell'area Nord-Ovest della città di Torino, che già a primo sguardo, appare esigente di un'opera di recupero e valorizzazione. Non distaccando mai l'attenzione dall'obiettivo nativo della ricerca, che prende in riferimento come nuovo suolo edificabile il "pieno" della città per esaudire un incremento di superficie abitativa, si pone riguardo alla valorizzazione di quella parte di patrimonio edilizio a cui, ad oggi, non viene dedicata la giusta attenzione. Verranno in seguito spiegate le motivazioni che hanno indotto alla selezione di questo specifico caso studio, che verrà analizzato in ogni sua parte.

6.1. Selezione del caso studio nella città di Torino

In seguito all'analisi svolta sul panorama immobiliare nazionale e alla trattazione delle possibili strategie di intervento sul patrimonio edilizio, si è scelto di indagare sulle potenzialità offerte dal patrimonio edilizio residenziale del capoluogo piemontese e, nello specifico, quello che coinvolge la sfera di edilizia pubblica sovvenzionata. Questa scelta nasce dalla volontà di dimostrare come tali immobili, spesso esigenti di interventi di manutenzione straordinaria e di riqualificazione energetica, oltre che di un evidente recupero delle aree in cui essi sono localizzati, abbiano un potenziale inespresso, e di come, grazie ad un rinnovamento, essi possano dar vita a luoghi di elevata qualità architettonico-ambientale. Inoltre, tale scelta rimarca l'obiettivo prioritario della tesi, ovvero quello di ricercare una soluzione più accessibile a quella domanda di alloggi da parte della popolazione che dispone di limitate risorse economiche, che le impediscono di accedere al libero mercato dell'immobile.

Lo scopo è quello di ricercare, all'interno del patrimonio immobiliare torinese, un complesso residenziale di edilizia economica sovvenzionata richiedente un'operazione di riqualificazione energetica ed architettonica in cui si potrebbe supporre un incremento di superficie abitativa. Si è pertanto preso in considerazione un edificio facente parte del patrimonio ATC³³, per il quale fosse ipotizzabile un intervento di recupero e di incremento abitativo in copertura. Il complesso edilizio selezionato è quello sito in Via Pietro Cossa 280, nell'area Nord-Ovest della prima cintura del capoluogo piemontese, facente parte della Circoscrizione 5. In primo luogo, in seguito all'indagine esposta nel capitolo 1, va ricordato che all'interno di tale Circoscrizione si registra un flusso in entrata positivo, a dimostrazione di come tali movimenti siano riconducibili ad un abbassamento dei prezzi immobiliari negli ultimi anni. In quest'area, infatti, si registrano prezzi tra i più bassi del capoluogo piemontese. La scelta è stata condizionata inoltre dai caratteri urbanistico-sociali dell'area, che appare carente in termini di qualità di spazi pubblici e servizi, ma dotata allo stesso tempo di grandi potenzialità su cui sono orientati negli ultimi anni diversi piani di rigenerazione urbana. L'area è infatti dotata di una grande concentrazione di verde pubblico e di importanti preesistenze storiche, tali da ritenere valida l'ipotesi di investire risorse su essa, incrementandone la superficie edilizia. Inoltre, sono state valutate implicazioni di carattere più operativo, in quanto, in fase di realizzazione dell'intervento di sopraelevazione, la vicinanza alla tangenziale e il consistente spazio del cortile di cui il complesso dispone, potrebbero implicare una riduzione delle tempistiche di montaggio ed una semplificazione delle manovre di sollevamento degli elementi tecnologici. Gli edifici che compongono il complesso residenziale selezionato rispecchiano una tipologia edilizia molto diffusa nella realtà torinese, soprattutto nell'edilizia economica sovvenzionata, motivo per cui una proposta incrementale su essi rappresenterebbe una modalità di intervento riproducibile su altri edifici caratterizzati da simili connotazioni, previa valutazione delle specificità di ogni singolo caso preso in considerazione.

³³ Agenzia Territoriale per la Casa del Piemonte Centrale che ha il compito di mettere a disposizione appartamenti economici per categorie svantaggiate attraverso la riqualificazione del patrimonio di edilizia residenziale pubblica e l'attuazione di interventi di edilizia convenzionata e agevolata. <https://www.atc.torino.it/Home>

6.2. Inquadramento Territoriale

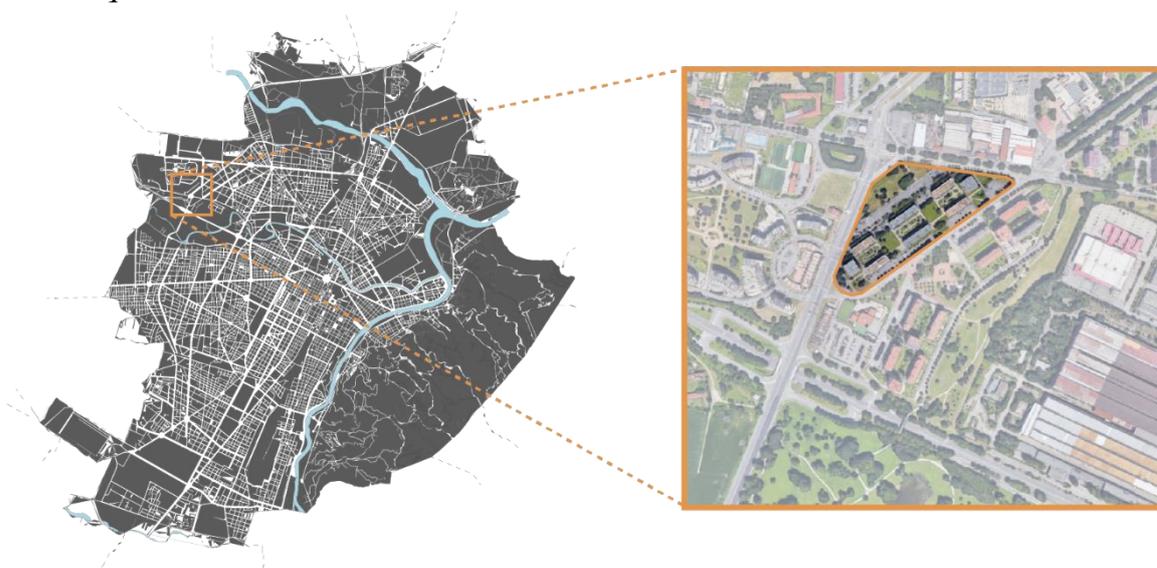


Figura 6.3 Area di progetto

Il complesso edilizio sito in Via Pietro Cossa 280 fa parte della Circostrizione 5, nello specifico del quartiere Lucento. La maglia urbana caratterizzante quest'area è di natura eterogenea, comprendente sia edifici destinati a residenziale, prevalentemente di edilizia sovvenzionata, sia edifici adibiti ad industrie, oltre che alcune tracce di cascine rurali. Il quartiere ospita inoltre un'importante concentrazione di verde pubblico e privato. La principale area verde pubblica è quella del Parco Carrara, più comunemente chiamato Parco della Pellerina, ma sono presenti altre aree adibite a verde pubblico tra cui il Parco della Borgata ed i giardini della Cascina Bianco. Nel XVI secolo nell'area sorgeva il paese di Lucento, che dà il nome all'omonimo quartiere, il quale ospita un antico castello di natura sabauda. Tra la fine dell'Ottocento e la Prima Guerra Mondiale il quartiere fu inglobato nella città di Torino e furono realizzati i primi esempi di edilizia sovvenzionata, caratterizzati da edifici di scarsa qualità architettonica, connotati da ripetitivi disegni di facciata. Negli anni '80 molte fabbriche vennero chiuse ed il quartiere divenne prevalentemente residenziale. Il complesso residenziale in Via Pietro Cossa fa parte della borgata Frassati, nata negli anni '90.

La permeabilità del quartiere risulta limitata dalla presenza di un ex acciaieria, dismessa nel 2007, posta ad un livello inferiore rispetto all'abitato, e dalla presenza dell'asse viario di c.so Regina, che rappresenta una netta separazione del quartiere con l'area a sud di Torino, attraversabile solo mediante una passerella che connette il parco della Pellerina a quello della Borgata Frassati. Seppur periferica, l'area è caratterizzata da un'importante rete infrastrutturale ed è ben servita da trasporti per via della presenza di c.so Regina e via Sansovino. Per quanto riguarda i servizi di istruzione, la zona risulta ben attrezzata, ma risulta scarsa di aree ricreative e punti di ritrovo per i giovani. L'area è tuttavia servita da un cospicuo numero di negozi ed attività commerciali

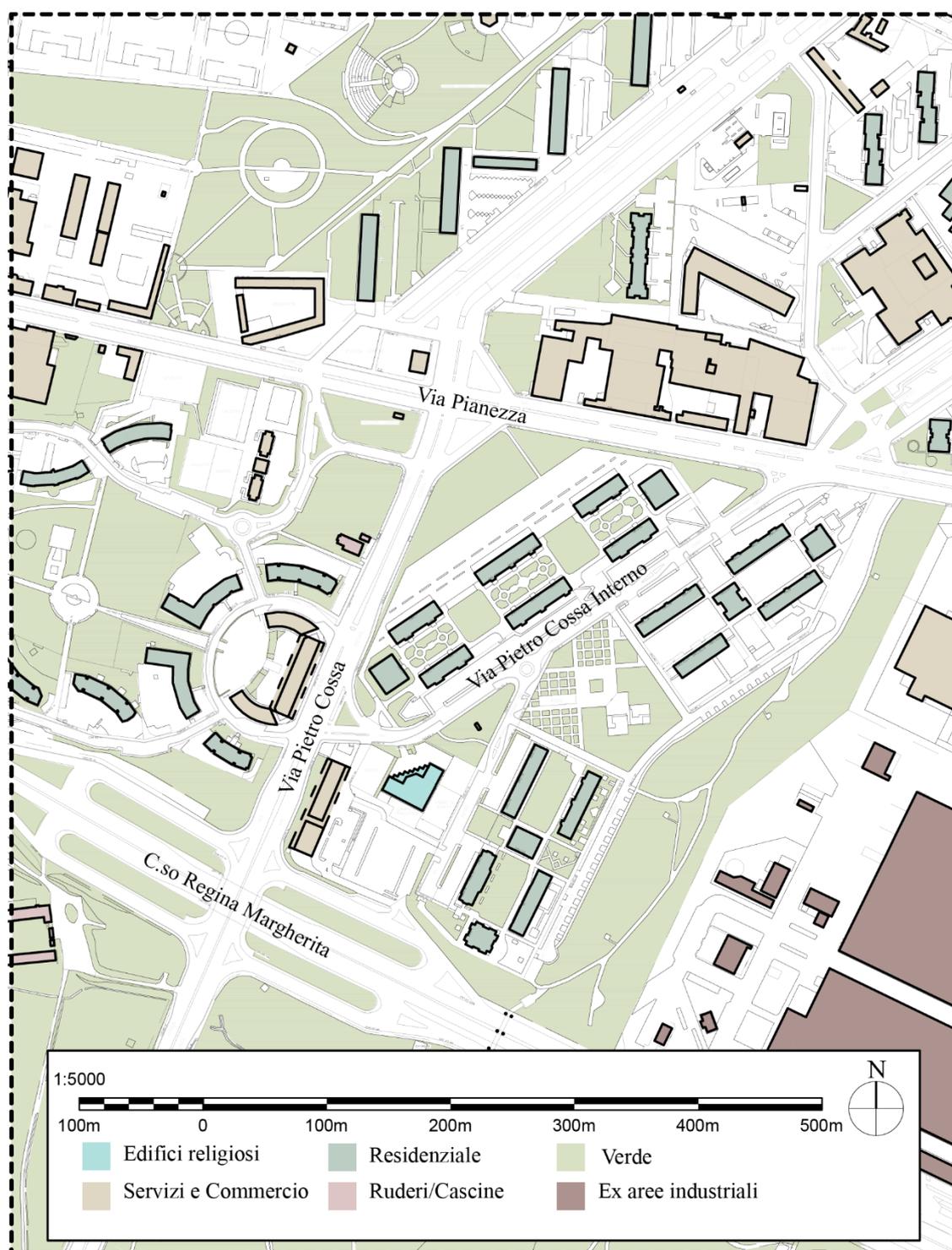


Figura 6.4. Planimetria dell'area di intervento con l'individuazione delle destinazioni d'uso dell'edificato. Elaborazione della Carta Tecnica del Comune di Torino

Per quanto riguarda la popolazione residente all'interno della Circoscrizione 5, essa ammontava nell'anno 2016 a 124.341 persone³⁴. Come visto nel paragrafo 1.3., l'aumento dei residenti in tale Circoscrizione è dovuta all'apporto di immigrazione straniera, che sempre nello stesso anno risultava essere il 15,8% del totale dei residenti della suddetta

34 Fonte: Annuario statistico della città di Torino, anno 2016. Totale residenti per circoscrizione, Anno 2016. <http://www.comune.torino.it/statistica/osservatorio/annuario/2016/pdf/CAP.%203-Demografia%202016.pdf>

Circoscrizione. Tale dato porta necessariamente a pensare che ci sia una sempre maggiore necessità di assistenza che debba essere abbinata alla capacità sociale di fornire servizi adeguati. Inoltre, vi è la presenza di un notevole numero di nuclei familiari in assistenza economica e di persone con problemi di disabilità.

6.3. *Il complesso edilizio in Via Pietro Cossa*

Il complesso di edilizia economica preso in esame fa parte di un'area compresa tra via Pietro Cossa, via Pianezza e c.so Regina Margherita, che in origine, da P.R.G., doveva ospitare impianti ed attività pubbliche. Fu però introdotta una Variante secondo cui tale area doveva essere destinata a zona residenziale sperimentale sovvenzionata. Verso la fine degli anni Ottanta fu attuato un piano di Edilizia Economica Popolare concesso all'I.A.C.P. (attualmente A.T.C.), che stabiliva che su tale area potevano essere realizzati 114100 m³, ma in realtà ne vennero edificati solamente 88520,90 m³, per un totale di 304 appartamenti, con una densità fondiaria³⁵ inferiore rispetto ai limiti massimi imposti. Nel 1995 il Comune di Torino propose il completamento dell'area, tramite la costruzione di due ulteriori torri centrali, entrambe di nove piani. Essendo stati pensati a pochi metri di distanza dagli edifici esistenti, la notizia suscitò una reazione negativa da parte degli abitanti, consapevoli dell'aggravamento della qualità architettonico-ambientali dell'intera area, all'epoca sofferente della sua posizione marginale e priva di collegamenti infrastrutturali. Tale aggiunta non fu mai realizzata e la situazione si configura, ad oggi, come in seguito descritto.



Figura 6.3 Foto aerea del complesso edilizio di Via Pietro Cossa. Fonte immagine: AltaVisione

³⁵ L'indice di densità fondiaria è dato dal rapporto tra il volume edificato e/o edificabile e la superficie fondiaria ($I_f = V/S_f$): rappresenta il numero di metri cubi di volume edificato e/o edificabile per ogni metro quadrato di superficie fondiaria [mc]/[mq].

Gli edifici che compongono l'area sono 8, caratterizzati da un impianto rettangolare con corte interna adibita a verde, attorno alla quale essi sono disposti, orientati parallelamente rispetto all'asse viario di via Pietro Cossa, da cui si accede al complesso edilizio. La zona retrostante al complesso ospita un'area adibita a parcheggio. Il cortile interno è rialzato rispetto al filo stradale, delimitato da un muro di contenimento alto 3 metri su via Pietro Cossa Interno, mentre il parcheggio è posto ad un livello sottostante rispetto a via Pianezza e Via Cossa, delimitato da un frangivento vivo percorso da accessi pedonali. Le scelte di progetto furono il prodotto di uno studio orientato alla valutazione delle esigenze dell'utenza, che prendevano in considerazione i modelli abitativi maggiormente richiesti nel panorama torinese, delineando una sorta di catalogo tipologico al quale poter attingere come strumento di supporto al progetto. Sulla base delle informazioni prodotte furono estrapolate una serie di configurazioni spaziali maggiormente appetibili dall'utenza, facendo ricadere la scelta ultima sulle tipologie visibili in maggior misura nello scenario urbanistico della città, ovvero la tipologia edilizia a torre e quella in linea. Furono difatti realizzati sei edifici in linea, costituiti rispettivamente da sei piani fuori terra ed uno interrato, e due edifici a torre, aventi otto piani fuori terra ed uno interrato. Gli edifici sono caratterizzati da volumi regolari, la cui regolarità, solo nel caso degli edifici in linea, è interrotta da volumi che sono in leggera sporgenza rispetto al filo della facciata Sud-Est ed ospitano i vani scala, tamponati da vetrate a tutt'altezza che ne consentono la completa illuminazione. Al contrario gli edifici a torre si presentano nella loro regolarità in quanto, in tal caso, i vani scala si trovano in posizione centrale rispetto al corpo di fabbrica, illuminati da un lucernaio situato in copertura.

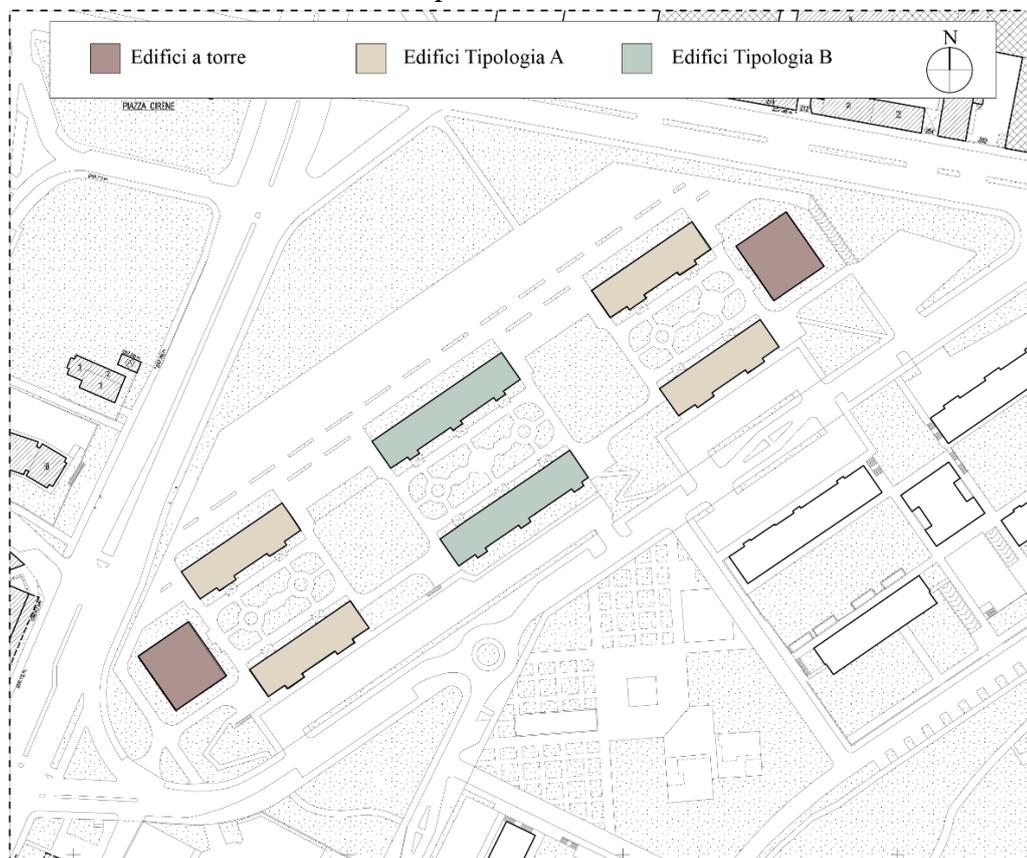
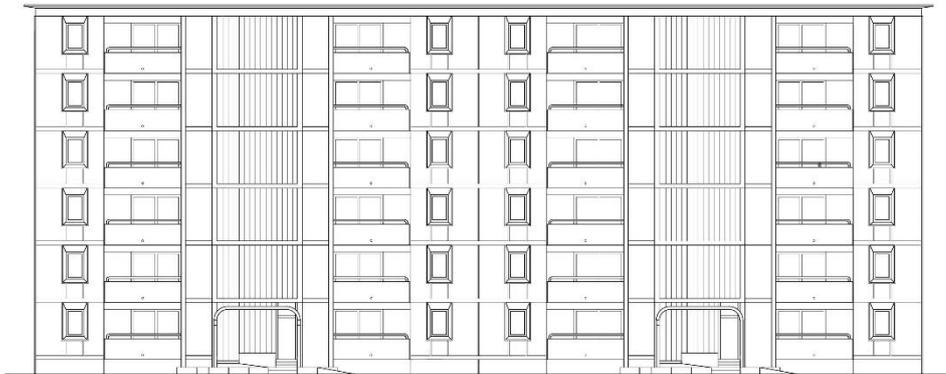
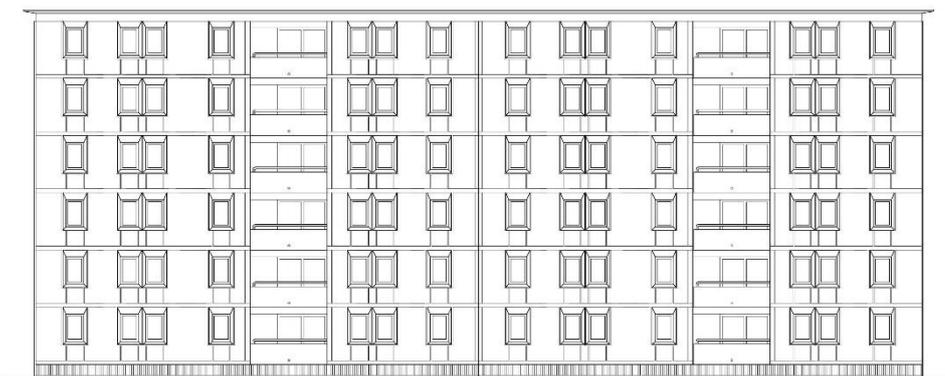


Figura 6.4 Individuazione delle tipologie edilizie

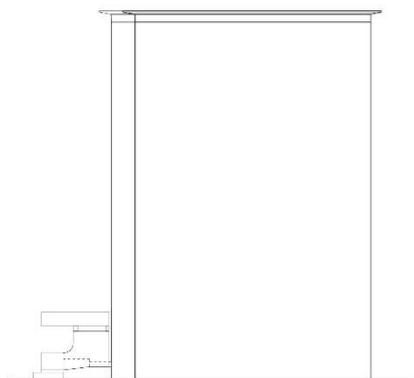
Per quanto concerne gli edifici in linea, essi sono distinti ulteriormente in due tipologie, quelli esterni (quattro edifici), serviti da due vani scala, e quelli interni (due edifici), aventi tre vani scala. A scopo indicativo, al fine di rendere più comprensibile la lettura del testo, i primi verranno denotati con il nome di “Tipologia A” (figura 6.5)., mentre quelli a 3 vani saranno menzionati come “Tipologia B” (figura 6.6).



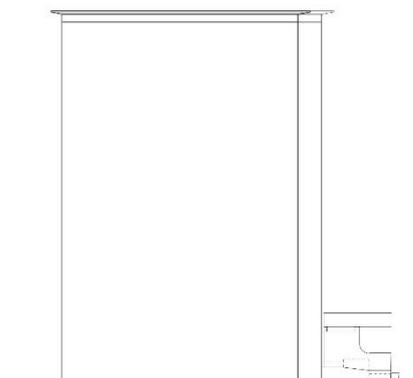
Prospetto Sud-Est edificio Tipologia A



Prospetto Nord-Ovest edificio Tipologia A



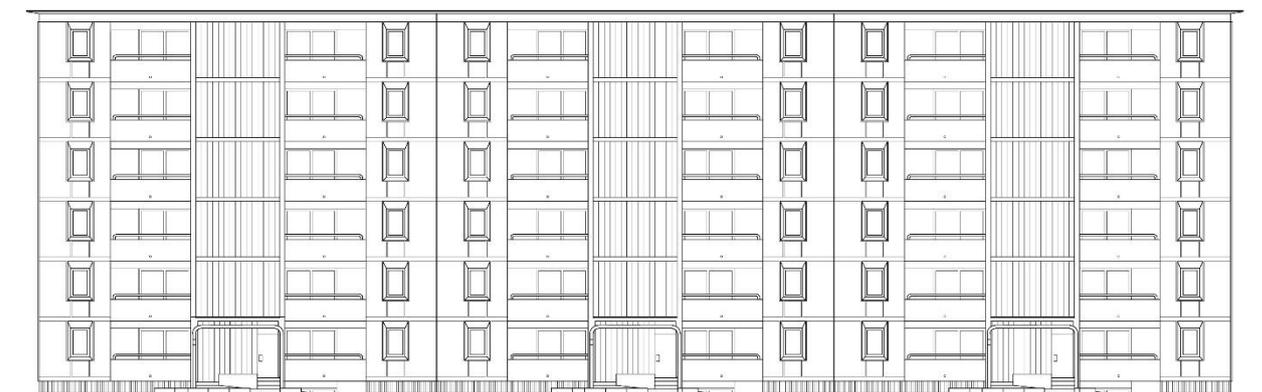
Prospetto Sud-Ovest edificio Tipologia A



Prospetto Nord-Est edificio Tipologia A

Figura 6.5 Edificio Tipologia A

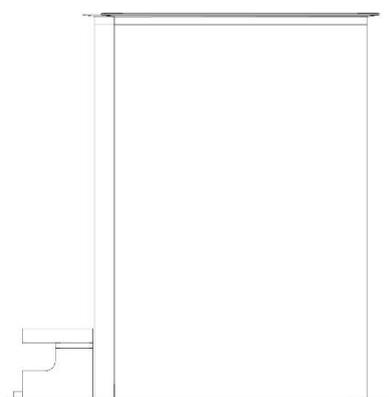
Gli edifici in linea presentano aperture solo verso gli affacci Sud-Est e Nord-Ovest, mentre gli altri fronti sono privi di aperture.



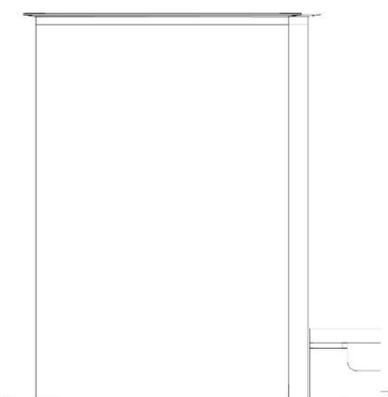
Prospetto Sud-Est edificio Tipologia B



Prospetto Nord-Ovest edificio Tipologia B



Prospetto Sud-Ovest
edificio Tipologia B



Prospetto Nord-Est
edificio Tipologia B

Figura 6.6 Edifici Tipologia B

Gli edifici a torre presentano affacci su tutti e quattro i lati, essendo gli appartamenti disposti attorno al vano scala centrale. Le suddette aperture di quest'ultimi edifici risultano laterali rispetto al disegno delle facciate, con spazi loggiati centrali. In tutti gli edifici del complesso, la finitura esterna è in graniglia di cromia rosso nei prospetti Nord-Est e Sud-Ovest, mentre gli altri prospetti sono rivestiti con pannelli in cemento a vista. Gli accessi

agli edifici avvengono mediante delle tettoie in cemento a vista che si sviluppano per tutti gli 8 edifici nel cortile interno, pensate per permettere il superamento di un dislivello tra il piano terra degli edifici ed il cortile di 0,9m, risolto tramite una rampa di accesso ed una scalinata, che si sviluppa all'interno delle tettoie.

6.4. Distribuzione interna degli edifici

Gli edifici del complesso residenziale sono composti, come già anticipato, da sei piani fuori terra ed uno interrato nel caso degli edifici in linea, e da otto piani fuori terra ed uno interrato in quelli a torre. Per quanto riguarda gli edifici in linea che si affacciano su Via Pietro Cossa interno, il piano interrato risulta quasi completamente fuori terra, aprendosi su tale via tramite dei loggiati posti a prosecuzione di quelli dei piani superiori. Questo perché tali edifici sono disposti lungo la stessa linea del muro di contenimento del terrapieno, che è alto circa tre metri rispetto al filo stradale. Nei restanti edifici i piani sono in prevalenza interrati, aprendosi verso il cortile interno mediante delle piccole finestrate. Proseguendo al piano rialzato, esso è separato dalla quota del terreno del cortile interno da un dislivello di 0,9m, ed ospita gli ingressi e i primi appartamenti. Da qui si può accedere al vano scala e al vano ascensore che serve i vari piani nei quali sono situati gli altri alloggi. Nel caso degli edifici di Tipologia A, essi sono composti da due sotto-blocchi separati, ognuno dei quali servito da un corpo scala, mentre nel caso della Tipologia B, i sotto-blocchi sono tre, serviti rispettivamente da tre volumi ospitanti i collegamenti verticali. Gli edifici in linea di Tipologia A e B si distinguono ulteriormente per alcune minime differenze che caratterizzano la distribuzione interna del piano rialzato, in quanto, essendo gli ingressi disposti sul cortile interno, nel caso degli edifici che affacciano sul parcheggio retrostante, essi sono si trovano in corrispondenza del vani scala vetrati, mentre per quelli posti corrispondenza di via Cossa interno, l'accesso agli edifici avviene sul lato opposto al vano scala (per tutte e due le tipologie affacciato sul prospetto Sud-Est). Di conseguenza, in questi ultimi la superficie adibita ad ingresso risulta maggiore, sottraendo area agli alloggi che si trovano al piano rialzato.

Il disegno degli spazi interni è determinato da un reticolo modulare dettato dal sistema di pannelli prefabbricati utilizzati in tale intervento, disposti ad interasse di 3 m e 4,05 m. I moduli tridimensionali di bagni e cucine, in seguito descritti, hanno dimensione di 2,7x3 m e 2,7x4,05 m. Per quanto concerne l'articolazione degli alloggi, negli edifici di Tipologia A essi sono 4 da 80 m², composti da soggiorno, cucina, bagno e 2 camere, e 2 da 45 m² formati da soggiorno, cucina, bagno ed una camera (figura 6.6). Gli edifici di Tipologia B sono composti da 3 alloggi di 74 m², ospitati un soggiorno, una cucina, un bagno e due camere, e 3 appartamenti di 90 m², composti da soggiorno, cucina, bagno e 3 camere da letto (figura 6.7). Nella prima tipologia, ogni vano scala serve 3 appartamenti, (2 da 80 m² e 1 da 45 m²), mentre nella Tipologia B, ogni vano scala serve un alloggio da 90 m² ed uno da 74 m².



Figura 6.6 Pianta piano tipo Tipologia A



Figura 6.7 Pianta piano tipo Tipologia B

6.5. Il sistema costruttivo degli edifici in via Pietro Cossa

Gli edifici del complesso edilizio sono realizzati mediante un sistema strutturale in pannelli di cemento armato precompresso. Tale intervento è successivo alla realizzazione di diversi complessi edilizi realizzati negli anni '70, a seguito del boom economico che orientò l'edilizia verso l'utilizzo di tecniche di prefabbricazione, con il fine di contenere costi e tempi di realizzazione. Il progetto degli edifici del complesso si basava sull'impiego di moduli tridimensionali prefabbricati, utilizzati per i locali di servizio (bagno e cucina), e sull'utilizzo di elementi piani di pareti e solai, che una volta arrivati in cantiere, venivano montati in opera mediante mezzi di sollevamento. Il collegamento delle parti è operato tramite collegamenti di armature e giunti bullonati. Gli edifici sono poi suddivisi in sotto-blocchi regolari, a cui corrisponde un volume esterno, che determina il collegamento verticale, atto a servire un solo sotto-blocco. Tale scelta è stata adottata per realizzare un giunto di dilatazione strutturale in grado di assorbire i movimenti dovuti al carico di esercizio e alle dilatazioni termiche, in corrispondenza del quale le pareti risultano raddoppiate. Le cellule tridimensionali di bagni e cucine sono confinanti irrigidendo la struttura in direzione trasversale alle partizioni verticali.

6.5.1. Partizioni verticali e orizzontali

I pannelli di facciata non hanno funzione strutturale sono quindi liberi da ogni vincolo, fatta eccezione per le pareti di testata degli edifici. I setti che hanno funzione portante sono quelli corrispondenti alle pareti poste trasversalmente ai corpi di fabbrica.

Le pareti esterne si differenziano per stratigrafia, a seconda che esse abbiano o meno una funzione strutturale, ma in entrambi i casi presentano uno strato di coibentazione in EPS. Per quanto concerne le partizioni orizzontali, queste sono realizzate con pannelli in

calcestruzzo di spessore di 0,16 m, nei quali è annegata l'armatura; sempre in stabilimento all'interno dei solai sono stati collocati gli elementi necessari all'impianto elettrico e le tubazioni per l'impianto idrico. Il solaio di copertura presenta una coibentazione in EPS, protetto da uno strato di guaina.

6.5.2. I vani scala

Gli elementi di collegamento verticale, visibili da Sud-Est, sono stati realizzati mediante rampe in cemento armato prodotte direttamente in stabilimento, tramite l'ausilio di casseforme. In esse sono stati annegati gli elementi per l'ancoraggio delle ringhiere. Come preannunciato, questi sono visibili dal prospetto Sud-Est, tamponato con vetrate in vetro stampato traslucido autoportante con sezione ad U.

6.5.3. Gli impianti

Le cellule tridimensionali di bagni e cucine presentano al loro interno dei cavedi tecnici per il passaggio delle tubazioni degli impianti di acqua, riscaldamento ed estrazione dell'aria. I terminali degli stessi risultano facilmente raggiungibili per via della possibilità di smontare alcuni componenti prefabbricati. Il riscaldamento avviene mediante radiatori installati successivamente all'allacciamento al sistema di teleriscaldamento, che ricopre anche il fabbisogno di acqua calda sanitaria.

6.6. I punti di criticità

In seguito, verranno descritti i caratteri architettonico-tecnologici della preesistenza ritenuti di criticità, al fine di poter capire come intervenire sul complesso. Sono stati imputati quali punti di criticità sia alcune scelte legate al progetto nativo, sia la scarsa o quasi assente opera di manutenzione ordinaria e straordinaria di tutti gli edifici del complesso architettonico.

6.6.1. Discomfort energetico degli ambienti interni

La prestazione termica degli edifici del complesso edilizio in Via Cossa risulta insoddisfacente per via della discontinuità della coibentazione delle pareti. Ciò configura la presenza di notevoli ponti termici, da cui deriva una elevata dispersione termica e a cui si aggiunge la presenza di fenomeni di umidità, causa di discomfort all'interno degli ambienti. Dai disegni di progetto si suppone che tale fenomeno sia dovuto probabilmente all'alternanza dell'orientamento dei pannelli isolanti in EPS, oltre che all'esiguo spessore degli stessi, dimostrando come le verifiche di trasmittanza termica³⁶ abbiano fornito dei valori nettamente lontani da quelli imposti dalla regolamentazione attuale. A fronte di un calcolo semplificato della trasmittanza termica nel caso delle pareti cieche con strato di EPS

³⁶ La trasmittanza U (misurata in W/m²K) (coefficiente di trasmissione termica globale) indica il flusso di calore che viene ceduto dall'ambiente interno all'aria esterna attraverso una superficie di 1 m² e con una differenza di temperature di 1 K e viene riferito a temperatura interna ed esterna che rimangono costanti. Minore risulta U migliore sarà l'isolamento termico e in conseguenza minori saranno le dispersioni termiche.

esterno e di spessore totale di 0,24 m, si ottiene un valore $U=0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, mentre, nel caso delle facciate a Nord-Ovest e Sud-Est, con pareti di spessore totale di 0,22 m, si ottiene un valore $U=0,54 \text{ W/m}^2\text{K}$. I valori di trasmittanza termica ottenuti non risultano ammissibili, poiché nettamente superiori al massimo consentito per strutture di partizione verticale opaca in zona Climatica E³⁷, fissato al valore $U=0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$. Di seguito è riportato un frammento di pianta dove sono indicati, oltre alla posizione dello strato di isolamento, i valori di trasmittanza termica delle pareti perimetrali.

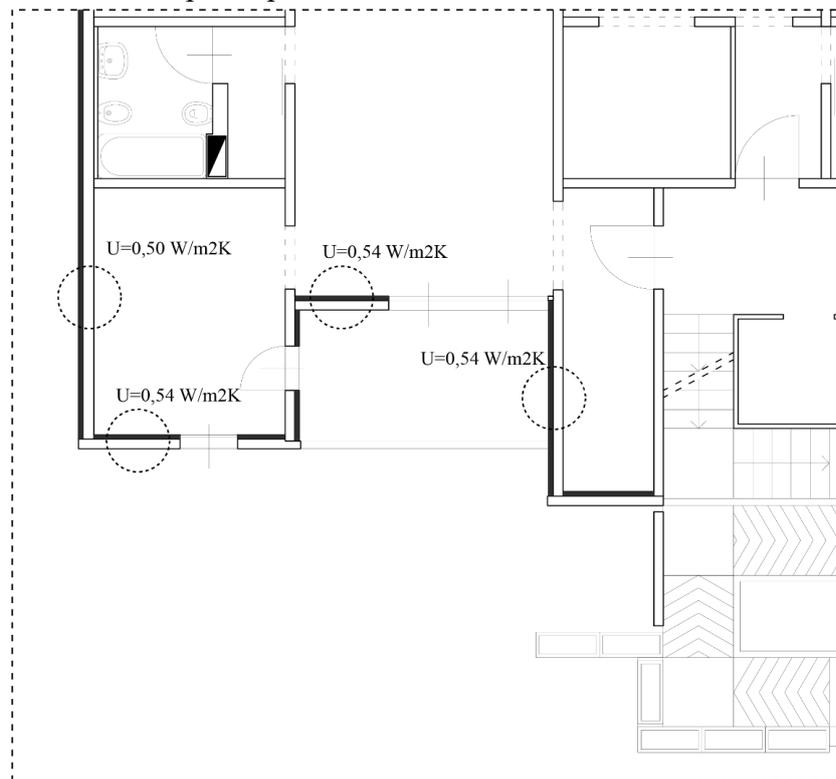


Figura 6.8. Ipotesi dei valori di trasmittanza termica delle pareti perimetrali

6.6.2. Discomfort ambientale degli ambienti interni

La qualità dell'ambiente indoor non può essere ritenuta soddisfacente sia dal punto di vista dell'illuminazione, sia da quello della ventilazione naturale degli ambienti, poiché la grandezza delle finestre risulta ampiamente insufficiente a soddisfare gli attuali requisiti di aero-illuminazione specificati dal Regolamento Edilizio del Comune di Torino, secondo cui essa deve essere almeno pari ad un ottavo della superficie di pavimento di ogni ambiente. Inoltre, il sistema di oscuramento esistente prevede la presenza di un sistema avvolgibile interno, che non consente una regolazione della luminosità dell'ambiente. Dal punto di vista acustico risulta mancante un sistema di isolamento.

I vani scala sono tamponati a tutt'altezza da vetrate in vetro stampato traslucido, che non integrano sistemi di oscuramento e sono soggetti a surriscaldamento, data la loro

³⁷ La normativa nazionale D.lgs. 311/2006 (Disposizioni correttive ed integrative al D.lgs. 19 agosto 2005, n.192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia) ha fissato, in funzione della diversa zona climatica, dei valori limiti di trasmittanza termica sia per le strutture opache, sia per le strutture trasparenti comprensive di infissi. Il rispetto di tali limiti va ovviamente nella direzione di ridurre le dispersioni termiche attraverso l'involucro dell'edificio.

esposizione a Sud-Est. Per di più, la loro posizione ha imposto dei limiti nella distribuzione interna, poiché alcuni degli appartamenti esistenti risultano privati di un potenziale affaccio verso lo stesso lato.

6.6.3. *Degrado architettonico*

Uno degli aspetti architettonici maggiormente evidenti a primo impatto sono sicuramente le testate laterali cieche, che generano un senso di incompletezza architettonica. Per quanto riguarda il prospetto Sud-Est e quello Nord-Ovest, questi sono caratterizzati dalla presenza di logge, alle quali corrispondono i locali soggiorno, che non tengono conto in alcun modo dell'esposizione solare, incidendo negativamente sugli apporti solari gratuiti del periodo invernale.



Figura 6.9 Cattiva integrazione delle logge

Inoltre, queste logge sono indice di degrado architettonico poiché usate come spazio deposito e chiuse talvolta con tende di plastica che causano una quasi assente integrazione con i prospetti (figura 6.9). Osservando dall'esterno i vani scala, è possibile notare la presenza di umidità sulle solette delle rampe delle scale, indice di una cattiva aereazione degli stessi vani.



Figura 6.10 Presenza di umidità sulle solette delle rampe delle scale viste dall'esterno

Ulteriormente, si nota come in molti punti, sia nel prospetto Nord-Ovest sia in quello Sud-Est di tutti gli edifici vi sia un distacco di intonaco nella parte basamentale, che lascia i pannelli in cemento scoperti, probabilmente in conseguenza al fenomeno di umidità di risalita.



Figura 6.11 Fenomeni di distacco dell'intonaco di facciata

Un aspetto architettonico di mancata o quanto meno non corretta risoluzione è senza dubbio l'attacco a terra in che si affaccia su Via Cossa interno. A questo basamento corrisponde il piano seminterrato, che su tale fronte risulta essere quasi per la totalità fuori terra, visto in facciata come un muro in cemento a vista che, insieme al muro di contenimento, sembra dar vita ad un prospetto secondario, piuttosto che principale.

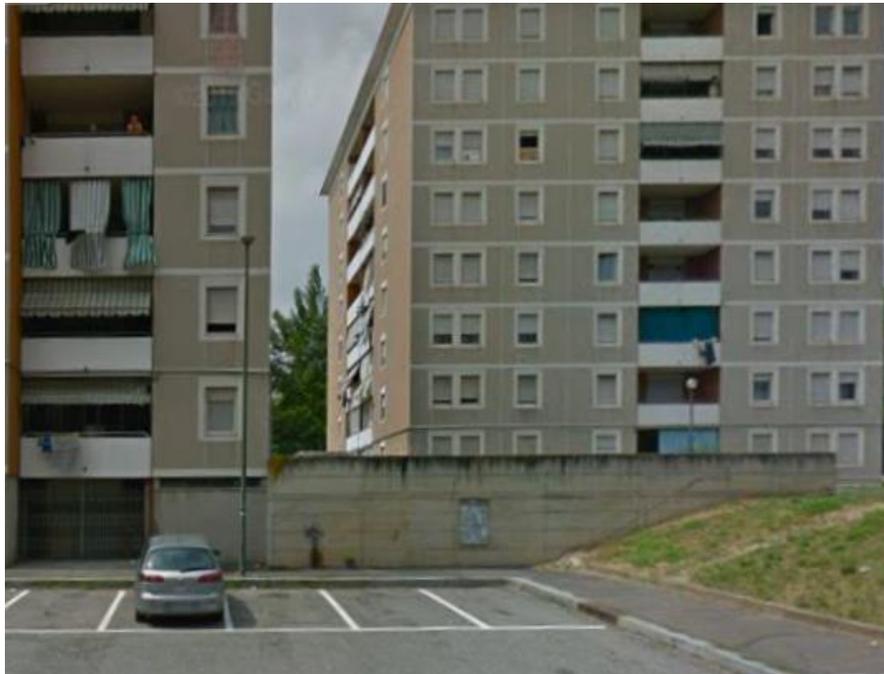


Figura 6.12 Muro di contenimento

Ed infine, come si può notare dalla figura 6.12, l'area è caratterizzata da spazi verdi residuali privi di manutenzione, che incidono negativamente sull'immagine dell'intero complesso edilizio.

6.6.4. Inadeguatezza degli alloggi

In riferimento agli scenari odierni e alla domanda edilizia contemporanea, il taglio degli alloggi presenti all'interno di questo scenario di edilizia sociale sovvenzionata risulta poco eterogeneo e piuttosto distante dalle attuali esigenze dell'utenza. Risultano infatti assenti tagli di alloggi di più contenute dimensioni, più in linea con gli stili di vita che caratterizzano la società odierna.

A partire dall'analisi fin qui esposta, nel completo rispetto della preesistenza, nel capitolo che segue si cercherà di esplicitare la strategia adottata per la valorizzazione di questo patrimonio immobiliare e di come la strategia della densificazione possa considerarsi applicabile al caso studio preso in considerazione.

Capitolo 7

Strategie adottate nel progetto di riqualificazione edilizia e di proposta incrementale

A seguito dell'analisi sul costruito svolta nel capitolo precedente, la trattazione prosegue definendo i punti salienti della strategia adottata allo scopo di incrementare la superficie abitativa dell'area in esame e di valorizzarne l'edificato esistente, tramite la risoluzione dei fattori di criticità.

Il complesso edilizio risulta carente dal punto di vista delle prestazioni energetiche ed esigente di un intervento per il miglioramento della sua immagine architettonica. Per quanto riguarda la proposta incrementale in seguito esposta, va chiarito che, date le caratteristiche degli stessi edifici di tipologia a torre, aventi due piani fuori terra in più rispetto agli edifici in linea, e vista la presenza in copertura di un lucernaio, si è deciso di operare la sopraelevazione esclusivamente sugli edifici in linea, ricadenti nella Tipologia A e Tipologia B.

7.1. Miglioramento delle prestazioni energetiche e delle qualità estetiche dell'edificio esistente

Dall'indagine energetica emergono livelli di trasmittanza termica degli elementi di chiusura verticale opaca troppo elevati e non in linea con i valori di isolamento previsti da normativa energetica per tale zona climatica. Le pareti risultano infatti dotate di uno strato coibente che ha uno spessore troppo ridotto, ed inoltre, nelle facciate Nord-Ovest e Sud-Est, in cui sono collocate le aperture, esso si trova sul lato interno della parete. Tale condizione implica un cattivo funzionamento dello strato di isolamento termico presente, a causa del cambiamento di posizione dello stesso. Come visto in precedenza, infatti, nelle facciate cieche esso è posto all'esterno, mentre, in quelle principali sul lato interno, provocando la creazione di ponti termici nelle intersezioni tra le pareti isolate internamente e quelle isolate esternamente. Inoltre, anche i serramenti esistenti, in pvc, presentano delle basse prestazioni energetiche, motivo per cui si è optato alla sostituzione degli stessi con infissi a più alte prestazioni e all'inserimento di un sistema di oscuramento a lamelle, che consente l'ombreggiamento.

La soluzione progettuale per il miglioramento delle prestazioni energetiche prevede, nel caso delle facciate cieche la sostituzione dello strato coibente esistente, con uno strato di isolamento più spesso per abbassare il livello di trasmittanza termica del sistema di chiusura. Il sistema di retrofit delle facciate Nord-Ovest e Sud Est, invece, si basa sull'utilizzo di

pannelli modulari prefabbricati installati in facciata mediante una sottostruttura. I pannelli permettono di riunire in un unico elemento tutte le tecnologie necessarie all'efficientamento energetico, provvedendo all'isolamento termico dell'ambiente interno, risolto mediante uno strato di isolante in fibra di legno interposto tra il telaio in legno, e tramite l'utilizzo di nuovi serramenti ad alte prestazioni energetiche. Il complesso edilizio è caratterizzato, inoltre, da un'immagine architettonica statica contraddistinta da un disegno di facciata ripetitivo. Il sistema di retrofit proposto consente di rinnovare la qualità estetica dell'edificio grazie all'integrazione del rivestimento di facciata.

Dall'analisi effettuata è emerso che i vani scala siano soggetti a surriscaldamento, a causa dell'esposizione solare a cui sono soggetti, per via delle grandi vetrate a tutt'altezza con cui sono tamponati. In tal senso si è optato per il mantenimento della preesistente vetrata, alla quale verrà però applicato un sistema di oscuramento, tale da garantire un ombreggiamento dei vani scala.

Per quanto riguarda il sistema di riscaldamento, non sussiste la necessità di intervento su di esso poiché recentemente si è provveduto all'allacciamento dello stesso al sistema di teleriscaldamento e all'installazione di nuovi radiatori all'interno degli alloggi e dunque il manufatto non risulta esigente dell'inserimento di sistemi per l'approvvigionamento di energia rinnovabile.

7.2. Riqualificazione degli spazi sottoutilizzati

Gli spazi delle logge sono spesso utilizzati come luoghi di deposito da parte degli attuali inquilini degli edifici e sono talvolta chiusi con tende di plastica che ne determinano una quasi assente integrazione con le facciate, oltre che una cattiva immagine d'insieme del complesso edilizio. La strategia scelta per la riqualificazione degli spazi loggiati è quella dell'addizione di volumi, che andranno a determinare delle logge chiuse. Nella facciata Sud-Est tali volumi potrebbero essere utilizzati come serre solari che, oltre ad apportare notevoli vantaggi a livello energetico, aumentano la superficie delle balconate esistenti. La nuova loggia potrà inoltre essere utilizzata come estensione dei soggiorni degli alloggi esistenti oppure come ampio balcone. L'intervento comporta la demolizione del preesistente parapetto e l'utilizzo di elementi assemblati in cantiere, che andranno a scaricare il peso non sulla preesistente struttura.

7.3. Incremento del numero di alloggi

Per quanto riguarda la risposta alla carente domanda di offerta abitativa, la soluzione adottata è quella dell'addizione in copertura. Per l'addizione in copertura, la prima operazione effettuata è il posizionamento del vano scala. Si è pensato di prolungare i vani scala esistenti che scandiscono il ritmo della composizione, così da incidere quanto meno sul costo complessivo dell'opera. La strategia della sopraelevazione, inoltre, in questo caso si dimostrerebbe vincente anche per la differenziazione della tipologia di alloggi proposti nel progetto di addizione, andando incontro ad una domanda diversificata di alloggi, nel

rispetto delle dimensioni imposte da normativa edilizia. La strategia adottata verrà discussa ampiamente in seguito, demandando gli approfondimenti progettuali ai successivi paragrafi, definendo a questo punto le linee guida che hanno caratterizzato il progetto di sopraelevazione.

7.3.1. Stima dei possibili utenti

L'idea di progetto è una proposta incrementale che vede la creazione di alloggi di diversa tipologia, tali da poter soddisfare categorie di utenti differenti in linea con gli odierni stili di vita, con il fine ultimo di creare un mix sociale. I vincoli maggiori con i quali ci si è imbattuti sono stati sicuramente le caratteristiche distributive e geometriche che gli alloggi avrebbero dovuto avere. Per determinare i tagli che potessero maggiormente andare incontro alle esigenze distributive e spaziali dell'odierna domanda abitativa, a fronte di una valutazione della composizione dei nuclei familiari nella città di Torino, si è pensato ad alcune potenziali categorie di fruitori:

- Giovani coppie senza figli
- Genitori single con un figlio a carico
- Anziani rimasti da soli
- Coppie sposate con un figlio

A seguito della definizione delle possibili fasce di utenti, si è deciso di realizzare bilocali e trilocali di differente metratura, per la maggior parte composti a duplex, ed alcune volte disposti su un unico piano.

7.3.2 Numero e tipologia di alloggi previsti

A partire dalla tipologia di assetto distributivo, di seguito illustrato, è possibile determinare la quantità alloggi previsti per il progetto di sopraelevazione, considerando gli edifici di Tipologia A e Tipologia B.

Tipologia edificio	n. bilocali	n. trilocali	n. edifici	Tot. bilocali	Tot. trilocali	Tot. Alloggi
Tip. A	4	4	4	16	16	32
Tip. B	3	6	2	6	12	18
Totale				22	28	50

Il progetto di sopraelevazione prevede la progettazione di 50 nuovi alloggi, che comprendono 22 bilocali e 28 trilocali (figura 7.1 e 7.2).

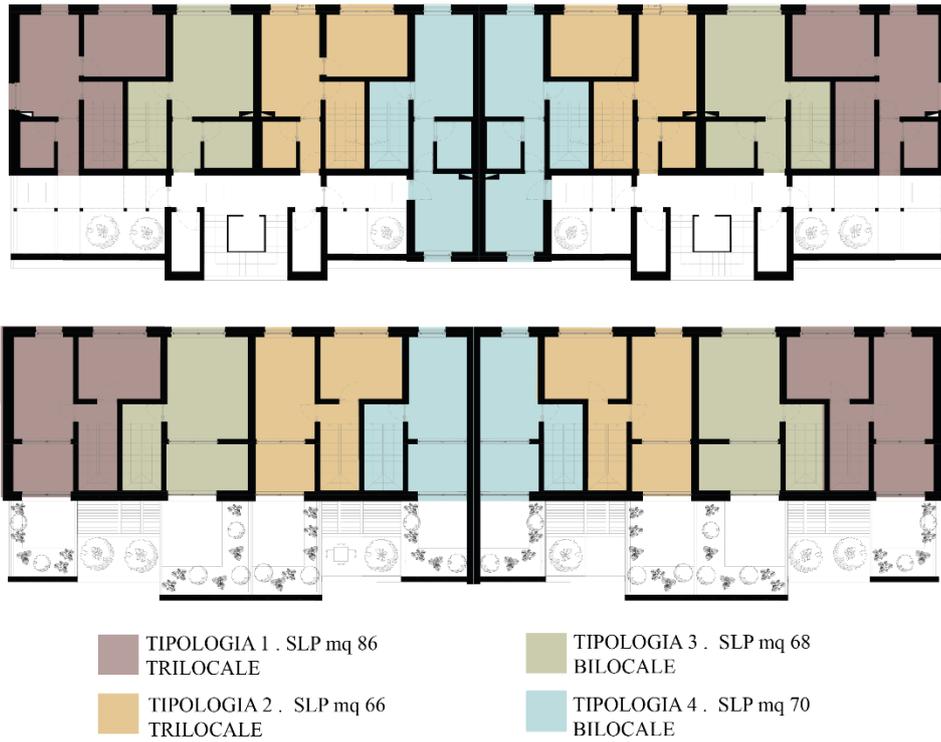


Figura 7.5 Tipologia di alloggi per Tipologia edilizia A, In alto riferite al primo livello della sopraelevazione ed in basso al secondo livello della sopraelevazione



Figura 7.2 Tipologia di alloggi per Tipologia edilizia B, In alto riferite al primo livello della sopraelevazione ed in basso al secondo livello della sopraelevazione

7.3.3 Distribuzione interna degli alloggi

Per quanto riguarda la distribuzione interna degli alloggi, viene mostrato in maggior dettaglio il progetto distributivo dei nuovi appartamenti posizionati in copertura, sia nel caso di Tipologia A, sia di Tipologia B. Per rendere più chiara la lettura dello schema distributivo, si è deciso di riportare la composizione, in entrambi i casi, degli alloggi relativi ad un solo vano scala, che si ripete due volte negli edifici di Tipologia A e tre volte negli edifici di Tipologia B.



Figura 7.3 Pianta piano primo sopraelevazione edificio Tipologia A

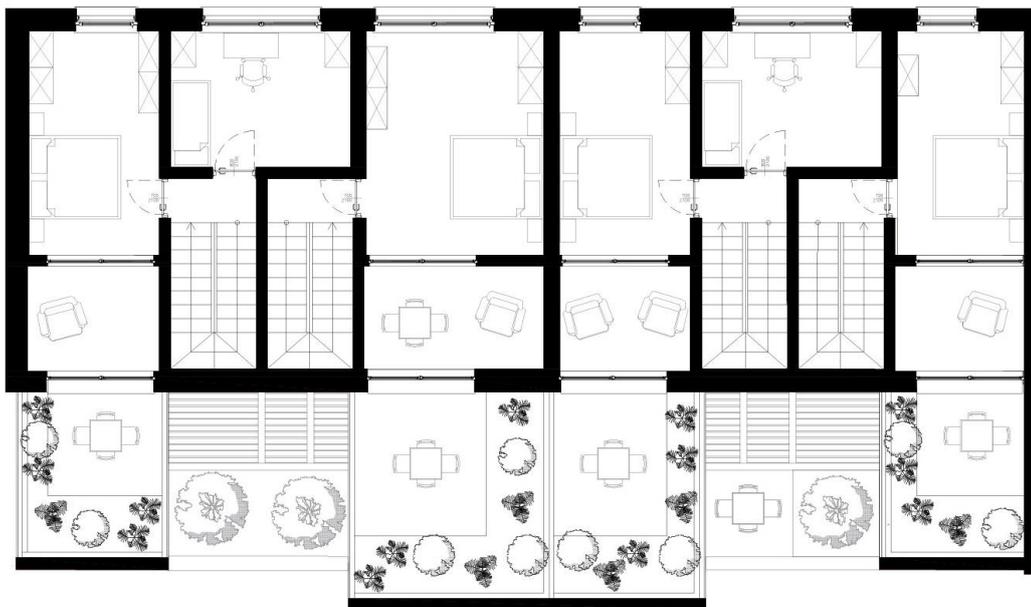


Figura 7.4 Pianta piano secondo sopraelevazione edificio Tipologia A

Nel caso di sopraelevazione degli edifici di Tipologia A, per ogni “sotto-edificio” servito da un vano scala, sono stati progettati 4 alloggi. In particolare, si è optato per la creazione di alloggi duplex, ovvero sviluppati su 2 piani d’altezza, di differente metratura, volti a servire differenti categorie di utenti. La composizione degli alloggi è partita dalla definizione dei percorsi verticali (prolungamento del vano scala e vano ascensore) ed orizzontali, questi ultimi realizzati come spazi aperti e chiusi sul lato Sud-Est della copertura. Da questi spazi si accede agli alloggi stessi, che accolgono al primo livello la zona giorno ed al secondo la zona notte. Sempre al primo livello, per evitare di posizionare delle aperture in corrispondenza dell’accesso agli alloggi, sono stati collocati i servizi igienici, determinando l’affaccio in tale piano solo verso il prospetto Nord-Ovest, ad eccezione degli alloggi laterali, per cui è stato possibile collocare ulteriori aperture del vano cucina anche sul lato dei prospetti Nord-Est e Sud-Ovest. Questo perché si è pensato di dare una caratterizzazione a questi fronti, del tutto privi di un’identità. Ritornando alla locazione dei servizi igienici, questa è frutto dell’esigenza di collocare gli stessi in corrispondenza dei locali bagni degli alloggi sottostanti, consentendo l’allacciamento dei nuovi impianti a quelli esistenti. Sempre al primo livello della sopraelevazione si trova lo spazio cucina e quello dedicato a soggiorno. Per quanto riguarda le piante del secondo livello, esse sono composte in alcuni casi da 2 camere da letto, in altri solo da una, generando una differenziazione delle tipologie di alloggi e quindi della possibile utenza. In questo piano gli affacci sono predisposti su entrambi i prospetti principali. Inoltre, per ogni secondo livello, dal lato del prospetto Sud-Est, è stata predisposta una serra solare, dalla quale si accede ad uno spazio di pertinenza esterno.

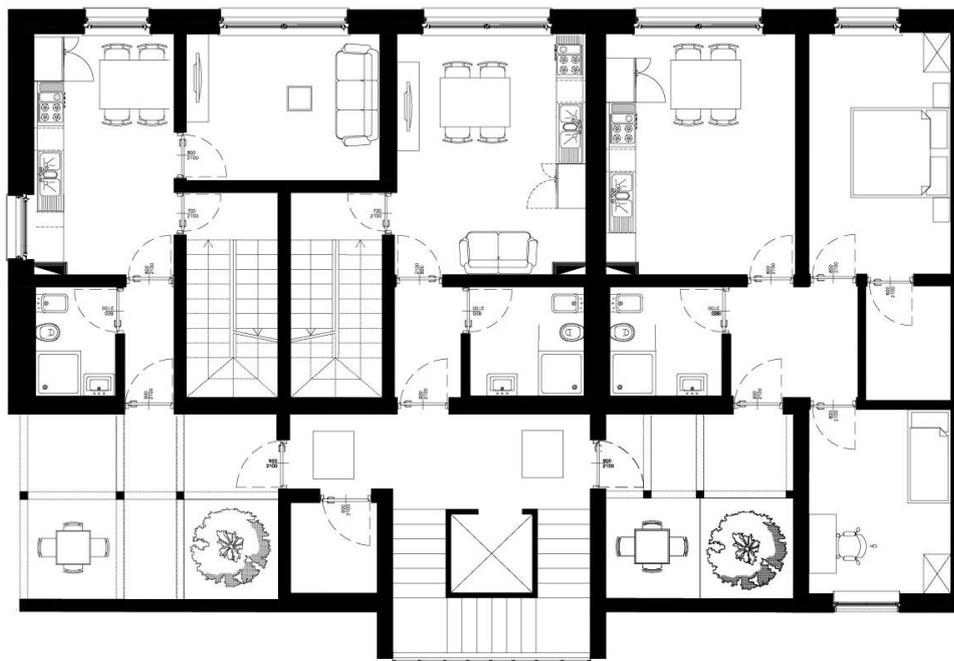


Figura 7.5 Pianta piano primo sopraelevazione edificio Tipologia B

Per quanto riguarda l'addizione in copertura degli edifici di Tipologia B, per ogni porzione di edificio servito da un vano scala sono stati progettati 3 appartamenti. In questo caso si è optato per la creazione di alloggi sia simplex che duplex, ovvero sviluppati rispettivamente su un piano e su 2 piani d'altezza, al fine di garantire differenti tagli di appartamenti.



Figura 7.5 Pianta piano primo sopraelevazione edificio Tipologia B

Per quanto riguarda gli alloggi duplex, la distribuzione è la medesima descritta per gli alloggi di Tipologia A. Per gli alloggi simplex invece, gli ambienti si sviluppano attorno ad uno spazio filtro centrale, da cui avviene l'accesso all'alloggio. In quest'ultimo caso l'alloggio occupa l'intera superficie trasversale dell'edificio, in quanto si è voluta rimarcare la separazione dei 3 "sotto-edifici", ognuno di essi servito da un vano scala di pertinenza esclusiva di quella porzione di edificio.

Per la sopraelevazione di entrambe le tipologie di edifici, il disegno degli alloggi è stato originato in seguito alla definizione della griglia regolare scandita dal sistema costruttivo a telaio in legno (di cui parleremo successivamente nel dettaglio) e quindi dall'interasse dei montanti in legno, che genera ambienti dalle dimensioni modulari e standardizzate.

7.3.4. *Cubatura residua disponibile*

Come descritto nel capitolo 6, sebbene alla fine degli anni '80 fosse stato concesso all'IACP (l'attuale ATC) il diritto di superficie sull'area oggetto di studio per la realizzazione di 114100 m³, di essi ne furono realizzati solamente il 78%. Data la presenza di una reale disponibilità di cubatura residua all'interno dell'area oggetto d'esame, che ammonta a

25579,1 m³, è stato verificato che la cubatura proposta per il progetto di sopraelevazione fosse coerente con la normativa urbanistica.

Per dimostrare che la sopraelevazione di 2 piani fuori terra rispetti la normativa urbanistica vigente, è stata effettuata una verifica preliminare, che tiene conto della copertura volumetrica dell'intero piano. Per il calcolo delle volumetrie si è ipotizzata un'altezza di piano di 3 m. I dati nella tabella qui sotto sono relativi ad un solo piano di sopraelevazione.

<i>Verifica Preliminare</i>	<i>Numero edifici</i>	<i>Superficie Copertura [m²]</i>	<i>Altezza piano [m]</i>	<i>Cubatura 1 piano sopraelevazione [m³]</i>	<i>Cubatura 1 piano intero complesso [m³]</i>
<i>Tipologia A</i>	4	558	3	1674	6696
<i>Tipologia B</i>	2	698	3	2094	4188
<i>Totale</i>					10884

Viene in seguito riportata la verifica relativa al progetto proposto in sede di tale ricerca, relativo a 2 piani.

<i>Verifica del progetto</i>	<i>Numero edifici</i>	<i>Volume edificato [m³]</i>	<i>Volume intero complesso [m³]</i>
<i>Tipologia A</i>	4	2427,7	9710,6
<i>Tipologia B</i>	2	2712,4	5424,8
<i>Totale</i>			15135,4

Come si può notare dai dati, la cubatura del progetto di sopraelevazione proposto è inferiore alla cubatura residua. Da un punto di vista urbanistico è possibile sopraelevare di 2 piani gli edifici di Tipologia A e Tipologia B del complesso edilizio, per cui la verifica risulta soddisfatta.

<i>Cubatura di progetto [m³]</i>	<i>Cubatura residua [m³]</i>	<i>Esito verifica</i>
15135,4	25579,1	POSITIVO

7.4. Sistema costruttivo selezionato

Trattandosi di un edificio dalle limitate capacità portanti, il materiale selezionato per il progetto della sopraelevazione è il legno, che consente di combinare un'elevata leggerezza ad un'eccellente capacità statica, in grado di assicurare un'elevata sicurezza sismica. Date le sue peculiarità, il legno è un materiale dotato di buone performance termiche, tali da assicurare elevate prestazioni sia in regime estivo che invernale. Le sue caratteristiche consentono un elevato livello di prefabbricazione ed un montaggio rapido a secco, che

consente di abbattere costi e tempistiche in fase di cantiere. Inoltre, è bene sottolineare come la sua superficie porosa sia capace di assorbire gas nocivi all'interno degli ambienti, fungendo da regolatore del microclima interno all'edificio.

Avendo scelto il legno come materiale da costruzione per il progetto della sopraelevazione, è possibile far riferimento a due tecnologie costruttive prefabbricate: il sistema costruttivo massiccio a pannelli multistrato a strati incrociati, conosciuto con il nome di X-LAM, ed il sistema costruttivo leggero a telaio, nello specifico il Platform Frame. Per individuare il sistema costruttivo più idoneo al caso studio, risulta necessario confrontare alcune caratteristiche che contraddistinguono le due tecnologie, così da evidenziare le motivazioni che hanno portato alla scelta di un sistema piuttosto che l'altro.

Da un punto di vista tecnologico-costruttivo bisogna tener conto che la denominazione di un tipo di costruzione di legno (massiccio o leggero) è essenzialmente relazionata alla struttura portante delle pareti. La differenza fondamentale risiede nel fatto che, nei sistemi di tipo massiccio lo strato isolante è separato dalla struttura portante ed è attaccato ad essa, mentre, nelle costruzioni di legno di tipo leggero, isolamento e struttura si trovano nel medesimo piano. È bene evidenziare che nel primo caso (sistemi massicci) la massa volumica dell'elemento di chiusura risulterà maggiore, mentre nel secondo caso esiste un vantaggio relativo allo spessore iniziale delle partizioni. Tuttavia, se nel sistema X-LAM non si hanno ponti termici, nel secondo caso, per impedirne la formazione, si deve prevedere il posizionamento di uno strato aggiuntivo di isolante adiacente alla struttura, presupponendo un aumento di spessore complessivo della parete. Per la realizzazione della struttura portante vengono utilizzati, nei due sistemi, prodotti completamente diversi. Infatti, a differenza delle costruzioni di tipo leggero, nelle quali gli elementi portanti sono prodotti di tipo lineare dotati di una pannellatura di controventamento, per quelle di tipo massiccio vengono utilizzati elementi di tipo piano.

Per quanto riguarda la resistenza strutturale, in particolare quella legata alle azioni orizzontali, in entrambi i sistemi costruttivi viene garantita una elevata resistenza, previa corretta progettazione dei collegamenti e dei particolari costruttivi. Attraverso le connessioni agli angoli con il solaio e la copertura, le azioni vengono trasmesse alle pareti nel piano del sisma, e ciò conferisce alla struttura estrema resistenza e bassa deformabilità. Il legno, per sua stessa natura, è un materiale che garantisce un buon comportamento in zona sismica. Tuttavia, è bene sottolineare la differenza in termini di risposta ad un evento sismico tra i due sistemi costruttivi. In primo luogo, la differenza maggiore risiede nella loro duttilità, ovvero la capacità di dissipazione dell'energia delle azioni cicliche dovute all'evento sismico. In caso di sisma sono infatti gli elementi metallici di collegamento che assorbono tale energia e che, grazie al loro comportamento duttile, prima di arrivare a rottura, sono sottoposti a snervamento e plasticizzazione. Al contrario degli elementi metallici, il legno ha un comportamento fragile, arrivando a rottura dopo la fase elastica. Tornando dunque ai sistemi costruttivi, essi prevedono abbondante carpenteria metallica di collegamento, che consente di ridurre le azioni sismiche già in fase di calcolo strutturale, mediante un coefficiente di struttura proporzionale al grado di duttilità dell'edificio, anche detto fattore di struttura q . Maggiore è il grado di duttilità della struttura,

e dunque il numero di collegamenti in carpenteria metallica, maggiore sarà la sua capacità di resistere alle azioni orizzontali di tipo sismico. In tal senso le strutture intelaiate hanno un comportamento più duttile ed un fattore di struttura q superiore a quello del sistema costruttivo X-LAM, per il quale i collegamenti risultano in numero inferiore³⁸. Nel caso delle strutture a telaio è fondamentale, inoltre, la presenza dei pannelli di controventamento inchiodati al sistema di montanti e traversi. In particolare, la chiodatura di questi ultimi deve contenere le deformazioni e conferire al sistema grande duttilità, data la numerosa quantità di elementi metallici che la compongono, permettendo così una migliore dissipazione dell'energia sviluppata dal sisma. Un ulteriore fattore decisionale per la selezione di uno dei due sistemi costruttivi potrebbe essere il fattore economico, essendo la ricerca orientata alla produzione di alloggi in grado di andare incontro ad un'utenza che non dispone di elevate risorse economiche. Il principale svantaggio dell'X-LAM è sicuramente il suo costo, poiché essendo costituito da pannelli massicci, la costruzione in X-LAM contiene un maggior quantitativo di materia prima e ha un costo più elevato rispetto al sistema a telaio, generalmente circa del 5% in più. La tecnologia a telaio di legno, proprio grazie all'ottimo rapporto qualità/prezzo, è oggi maggiormente richiesta rispetto a quella in X-LAM, anche se risulta corretto sottolineare come il prezzo finale di un edificio sia condizionato da differenti fattori, come qualità esecutiva, selezione di determinati pacchetti di isolamento termico, ecc... Risultando difficile computare a priori il costo complessivo solo ed esclusivamente facendo riferimento al sistema costruttivo, si è deciso di trascurare tale punto e di affidarsi ad aspetti tra loro paragonabili, che vanno comunque ad incidere sul costo dell'operazione, come ad esempio la quantità della manodopera e i tempi di realizzazione. I sistemi intelaiati si prestano dunque ad un elevato grado di prefabbricabilità poiché all'interno dello spessore dei pannelli, già prima di giungere in cantiere, possono essere predisposti gli impianti. In generale si può affermare che i prodotti a base di legno hanno un ottimo grado di prefabbricazione, che consente di abbattere i costi complessivi dell'opera. In termini di spese relative al solo sistema costruttivo, si può però affermare che il sistema costruttivo a telaio risulta maggiormente economico, rispetto al sistema in X-LAM.

Ritornando al discorso degli impianti, è opportuno fare delle precisazioni sui due sistemi costruttivi, poiché se per le strutture massicce occorre realizzare un'intercapedine per l'alloggiamento degli stessi impianti, nel sistema a telaio è possibile sfruttare l'intercapedine naturale che si crea tra i montanti, consentendo maggiore libertà impiantistica. Nel nostro caso, per evitare di intervenire sul sistema strutturale in caso di manutenzione straordinaria degli impianti, si è deciso di posizionare quest'ultimi all'interno di un'ulteriore intercapedine esterna alla struttura portante, di spessore sufficientemente adeguato a consentire il posizionamento delle tubazioni e, negli opportuni punti, la corretta pendenza dei tubi di scarico.

³⁸ La normativa europea stabilisce che per il sistema a telaio, collegato mediante chiodi e bulloni, si può assumere un fattore di struttura $q=5$, mentre per i pannelli a strati incrociati, collegati mediante chiodi e bulloni, si può assumere un coefficiente di struttura $q=2$.

A seguito del raffronto tra i due sistemi costruttivi si è deciso di selezionare il sistema costruttivo a telaio, per via dell'elevata capacità antisismica e dalla capacità di garantire una certa flessibilità impiantistica. Per una trattazione dettagliata del sistema costruttivo a telaio e dei particolari tecnologici del progetto, si rimanda alla lettura del capitolo 9.

7.5. Utilizzo di una sottostruttura in carpenteria metallica

A seguito delle scelte finora esposte, è necessario far chiarezza su come si sia arrivati alla definizione dei volumi che costituiscono la sopraelevazione. Le unità abitative sono state progettate in modo da far gravare i nuovi carichi sulle strutture portanti preesistenti, evitando la necessità di consolidamento delle stesse. Si è dunque optato per l'inserimento di una sottostruttura in carpenteria metallica, a supporto del primo solaio della sopraelevazione, composta da:

- travi principali, che ripetono la disposizione dei setti portanti in cemento armato della preesistenza che, disposte in corrispondenza degli stessi setti consentono di trasferire i carichi dell'addizione alla struttura di fondazione;
- travi secondarie, orientate perpendicolarmente alle principali, che irrigidiscono la struttura e convogliano alle travi principali i carichi della sopraelevazione.

Va precisato che si è scelto appositamente di utilizzare travi sufficientemente alte atte a creare un'intercapedine al di sotto del primo solaio, necessaria a consentire l'allacciamento degli impianti della nuova costruzione a quelli esistenti. Tale soluzione è vantaggiosa anche dal punto di vista acustico in quanto tale intercapedine consente la riduzione della trasmissione delle onde sonore.

Le immagini che seguono rappresentano schematicamente la sottostruttura utilizzata nel sistema della sopraelevazione, sia negli edifici di Tipologia A che per quelli di Tipologia B, relative ad un solo vano scala, che si ripete due volte per i primi, e tre volte per i secondi.

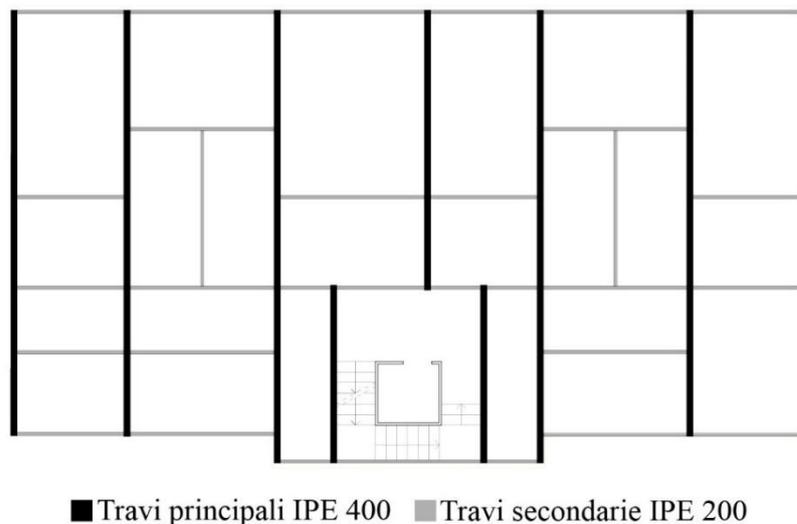
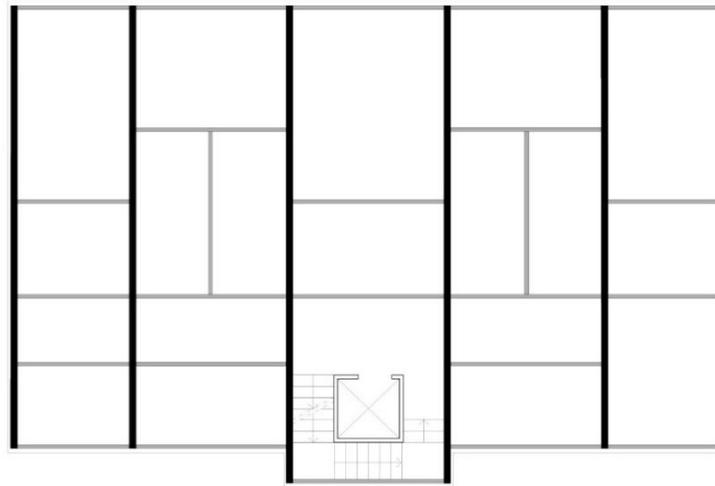


Figura 7.6 Schema sottostruttura edificio Tipologia A



■ Travi principali IPE 400 ■ Travi secondarie IPE 200

Figura 7.7 Schema sottostruttura edificio Tipologia B

Capitolo 8

Il progetto

Come esposto in precedenza sono stati definiti i punti salienti che hanno caratterizzato la strategia adottata per il progetto che si presta come occasione per implementare la superficie abitativa del complesso edilizio sito in Via Cossa, valorizzando tuttavia l'edificato esistente tramite la risoluzione dei fattori di rischio dal punto di vista energetico e dell'immagine architettonica. In seguito, viene raffigurata una tabella nella quale sono stati definiti i punti principali della strategia esposta nel capitolo 7.

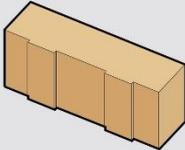
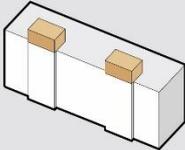
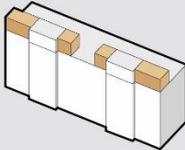
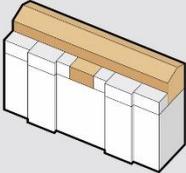
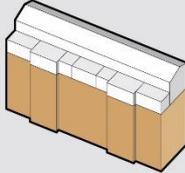
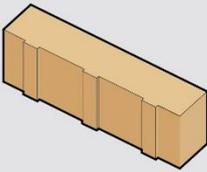
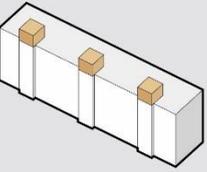
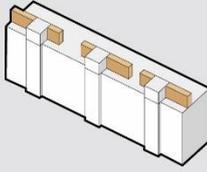
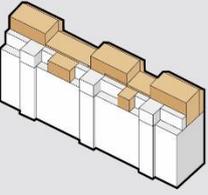
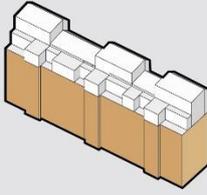
TIPOLOGIA EDILIZIA	SISTEMI DI CONNESSIONE/DISTRIBUZIONE		NUOVE FUNZIONI	INTERVENTI SUL COSTRUITO
	1) DISTRUBUZIONE INTEGRATA	2) DISTRIBUZIONE ORIZZONTALE	3) SOPRAELEVAZIONE	4) RETROFIT
				
				
				

Figure 8.1 Schema strategie di progetto

Come si può desumere dalla figura 8.1, le operazioni principali effettuate sono quattro per entrambe le tipologie edilizie. La prima operazione effettuata sull'edificio è stata il posizionamento del vano scala, e quindi la definizione dei percorsi verticali. Quest'operazione consiste nel prolungamento e l'enfatizzazione dei corpi scala esistenti che scandiscono il ritmo della composizione. La fase compositiva procede poi con la definizione dei percorsi, i quali divengono il punto di partenza per la distribuzione degli alloggi sulla copertura dell'esistente. La terza fase compositiva prevede la definizione dei volumi, posti sulla medesima copertura. L'addizione è composta da alloggi duplex e simplex rivolti a differenti categorie di utenti. Le unità abitative sono state disposte in modo da far gravare i nuovi carichi sulle strutture portanti preesistenti, evitando la necessità di consolidamento delle stesse. Si è optato per l'inserimento di una sottostruttura in carpenteria metallica composta da travi principali, che ripetono la disposizione dei setti portanti in cemento armato della preesistenza, e travi secondarie che irrigidiscono la struttura e convogliano alle

travi principali i carichi della sopraelevazione. Si ricorda inoltre che si è scelto di utilizzare travi sufficientemente alte che realizzano un'intercapedine al di sotto del primo solaio, necessaria a consentire l'allacciamento degli impianti della nuova costruzione a quelli esistenti. La quarta ed ultima fase prevede un'operazione di retrofit dell'involucro esistente, in modo da garantire un certo livello di confort anche agli alloggi esistenti, mediante l'inserimento di pannelli prefabbricati che integrano isolamento termico, nuovi serramenti e nuovo rivestimento. La progettazione dei pannelli si è concentrata sul sistema di prefabbricazione, in modo da limitare il più possibile il numero di elementi da produrre, contenendo costi e tempi di trasporto.

8.1. Il progetto della sopraelevazione



Figure 8.2 Vista planimetrica edifici soggetti a sopraelevazione

Il disegno architettonico dell'addizione mira ad evidenziare il coronamento degli edifici in linea, definendo un nuovo paesaggio sulla sommità di tali edifici, caratterizzato da profili più o meno articolati, configurati secondo un gioco di “pieni” e “vuoti”, dato dall'alternarsi di volumi e spazi di pertinenza esterni. L'obiettivo è quello di rompere il carattere unitario del complesso grazie al ridisegno dei profili che si stagliano in copertura. Per accentuare questa rottura della ripetitività che contraddistingue in complesso, i volumi della sopraelevazione sono differenti tra la Tipologia A e la Tipologia B. Infatti, se per i primi sono previsti solo alloggi duplex, denotando un carattere più compatto, nella Tipologia B

tale compattezza è rotta da alloggi a differente altezza (figura 8.3). Tale operazione mira a migliorare l'immagine generale del complesso edilizio.



Figure 8.3 Prospetti Sud-Est da Via Pietro Cossa interno

Sia per gli edifici di Tipologia A che per quelli di Tipologia B, sul prospetto Sud-Est i volumi si riducono per lasciare spazio a terrazzi in parte aperti ed in parte chiusi da leggeri porticati, che permettono gli accessi alle abitazioni. Tali prospetti assumono infatti maggiore dinamicità rispetto a quelli sul fronte Nord-Ovest. Il dinamismo è ulteriormente accentuato dal prolungamento del volume che ospita i collegamenti verticali sopra i quali sono stati posizionati spazi terrazzati di alcuni alloggi, a cui si accede dal secondo livello della sopraelevazione. Il vano scala prolungato è stato trattato allo stesso modo di quello già esistente. Il disegno dell'estensione di tali vani ha consentito, inoltre, di inglobarne all'interno lo spazio tecnico di fine corsa degli ascensori, risolvendone in tal senso la sua integrazione con il disegno architettonico dell'addizione in copertura. In virtù delle considerazioni fatte nel precedente capitolo, riguardanti il cattivo funzionamento dello stesso per via del surriscaldamento a cui esso è soggetto, si è voluto intervenire su di esso tramite l'inserimento di un sistema di oscuramento in listelli in legno, posizionati sulle grandi vetrate a tutt'altezza esistenti. I prospetti Nord-Ovest (figura 8.4) risultano molto più compatto, con superfici finestrate di grandezza minore rispetto a quelle dei prospetti Sud-Est. Questa scelta è legata alla volontà di ridurre le dispersioni termiche sul suddetto prospetto oltre al fatto di voler garantire una certa continuità con le aperture dell'edificio esistente. La compattezza di tale fronte è maggiormente accentuata dallo strato di finitura esterna che su questo lato è realizzata in listelli in larice, interrotti in prossimità della giunzione degli alloggi.



Figura 8.4 Prospetti Nord-Ovest visti dal parcheggio

Inoltre, in questo caso il volume sopraelevato si distingue perfettamente dalla preesistenza, caratterizzata invece da pannellature il cui rivestimento ha differenti cromature dei listelli, accentuando maggiormente un gioco di chiari e scuri che distinguono l'intervento di addizione in copertura da quello della riqualificazione della facciata, di cui parleremo nel dettaglio in seguito. Anche per quanto riguarda i prospetti Sud-Est i volumi aggiunti sono sottolineati per differenza cromatica rispetto all'intervento sulle facciate. In questo caso

infatti è stata selezionata una finitura ad intonaco, alternata solo in corrispondenza della parte superiore delle finestrate da un rivestimento in listelli, espediente che ha permesso di posizionarne all'interno di tale spessore il sistema di oscuramento a lamelle per tutte le aperture sia dell'addizione, sia della facciata esistente.

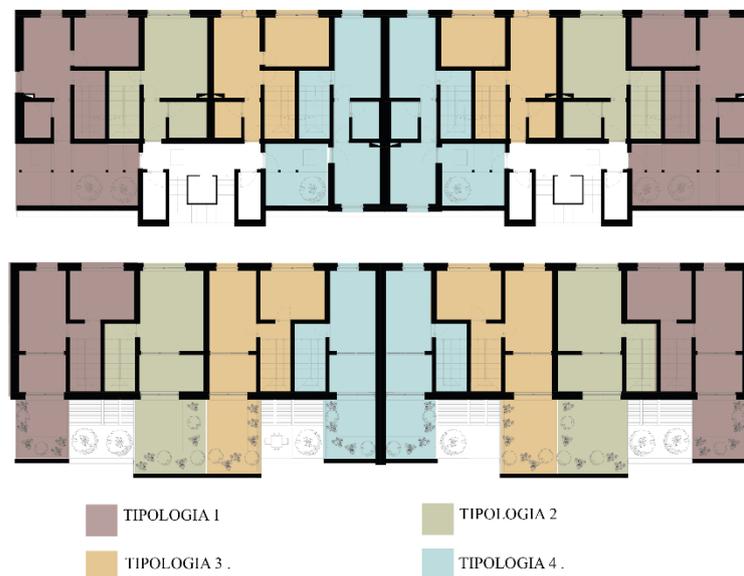
8.1.1 Schema distributivo

Al fine di perseguire gli obiettivi di tale lavoro di tesi, di esigenza primaria è stata la definizione di un variegato assortimento di offerta abitativa, introducendo alloggi di vario taglio, anche di dimensione più contenuta rispetto a quelli della preesistenza, rispondenti alle tipologie abitative di bilocale e trilocale, in un'ottica di diversificazione dell'utenza. Al fine di esplicitare ogni scelta effettuata, si intende sottolineare quali sono stati i punti di partenza per la definizione dei nuovi alloggi e del loro assetto distributivo, ritenute prerogative imprescindibili. In entrambe le tipologie edilizie e per ogni nuovo alloggio progettato, di primaria importanza è stata l'esigenza di garantire ad ogni utente entrambe le esposizioni, non privando nessun appartamento della ventilazione e dell'illuminazione naturale. Inoltre, si è voluto garantire per ogni alloggio uno spazio di pertinenza esterno, rappresentato da un terrazzo e/o una balconata al piano rialzato. Dalla definizione di queste linee guida, oltre al rispetto dei limiti imposti dalla struttura preesistente e dalle caratteristiche del sistema costruttivo selezionato, si è partiti con la progettazione della distribuzione degli alloggi, otto per ogni edificio di Tipologia A, e nove per i due di Tipologia B. Non volendo utilizzare l'intera copertura con la definizione di un volume continuo si è scelto di posizionare i collegamenti verticali sul lato della facciata nord e quindi di realizzare alloggi a doppia altezza per la Tipologia A, e per la B alloggi a doppia altezza e appartamenti ad un piano. La scelta di realizzare edifici a due piani ed alcuni ad un unico piano è dettata dalla volontà di massimizzare il numero di appartamenti in planimetria, garantendo inoltre il prolungamento del vano scala di un solo piano in più rispetto all'esistente. Inoltre, al fine di garantire almeno un affaccio a Sud per tutti gli alloggi, si è deciso di non posizionare alloggi ad un unico piano sul retro al vano scala, cosa che invece accade per gli appartamenti dei piani esistenti. In tale posizione infatti sono stati predisposti gli alloggi duplex che godono di un affaccio a Sud-Est nel secondo livello della sopraelevazione. Per gli stessi alloggi duplex la zona giorno è stata posizionata al primo livello, mentre la zona notte, che gode degli affacci a Nord-Ovest, è stata predisposta al secondo livello della sopraelevazione. I servizi igienici sono stati predisposti in linea rispetto a quelli già esistenti, così da garantire l'allacciamento dell'impianto idrico-sanitario. Inoltre come già esposto nel precedente capitolo il loro posizionamento è stato dettato dalla volontà di garantire un certo livello di privacy agli alloggi, ma anche all'esigenza di non sottrarre spazio al lato Nord-Ovest, e quindi di non ridurre la libertà di posizionamento degli affacci su tale fronte libero da spazi di passaggio. Sempre allo stesso lato degli ingressi e dei servizi, sono stati posizionati per la stessa motivazione i vani scala ad uso privato, che servono, negli alloggi duplex, la zona notte al piano superiore. Queste caratteristiche accomunano gli edifici sopraelevati su entrambe le Tipologie in linea. Vi sono poi delle disuguaglianze dimensionali legate fondamentalmente a delle diverse dimensioni

planimetriche degli edifici di Tipologia A e B. Ulteriore vincolo dimensionale degli alloggi è stato imposto dalla presenza del giunto strutturale presente tra tutti i sotto-blocchi, che è stato conservato fino all'ultimo livello della nuova sopraelevazione nella stessa dimensione in cui si presentava allo stato di fatto. Per questa motivazione l'impianto planimetrico della sopraelevazione rispetta quello imposto dall'edificio esistente, ovvero due sotto-blocchi per l'edificio di Tipologia A e tre per quello di Tipologia B. Gli alloggi si rivolgono, come già detto a differenti categorie di utenti.

Per la sopraelevazione degli edifici di Tipologia A il progetto prevede:

- 2 trilocali di 86 mq composti da ingresso, bagno, soggiorno, cucina al primo livello, 2 camere da letto e una serra al secondo livello, spazi di pertinenza esterna al primo ed al secondo livello;
- 2 bilocali di 68 mq composti da ingresso, bagno, soggiorno-cucina al primo livello, una camera da letto e una serra al secondo livello, spazi di pertinenza esterna al secondo livello;
- 2 trilocali di 66 mq composti da ingresso, bagno, soggiorno, cucina al primo livello, 2 camere da letto e una serra al secondo livello, spazi di pertinenza esterna al secondo livello;
- 2 bilocali di 70 mq composti da ingresso, bagno, soggiorno, cucina al primo livello, una camera da letto e una serra al secondo livello, spazi di pertinenza esterna al primo ed al secondo livello.



	Primo livello	Secondo livello	Tipologia utenti	Superficie	Totale edifici per la Tipologia A
Tipologia 1				86	2
Tipologia 2				68	2
Tipologia 3				66	2
Tipologia 4				70	2

Figura 8.5 Abaco tipologie alloggi sopraelevazione Tipologia A

Per la sopraelevazione degli edifici di Tipologia B il progetto prevede:

- 3 trilocali di 76 mq composti da ingresso, bagno, soggiorno, cucina al primo livello, 2 camere da letto e una serra al secondo livello, spazi di pertinenza esterna al primo ed al secondo livello;
- 2 bilocali di 66 mq composti da ingresso, bagno, soggiorno-cucina al primo livello, una camera da letto e una serra al secondo livello, spazi di pertinenza esterna al secondo livello.
- 3 trilocali di 63 mq composti da ingresso, bagno, soggiorno-cucina, 2 camere da letto, spazi di pertinenza esterna;

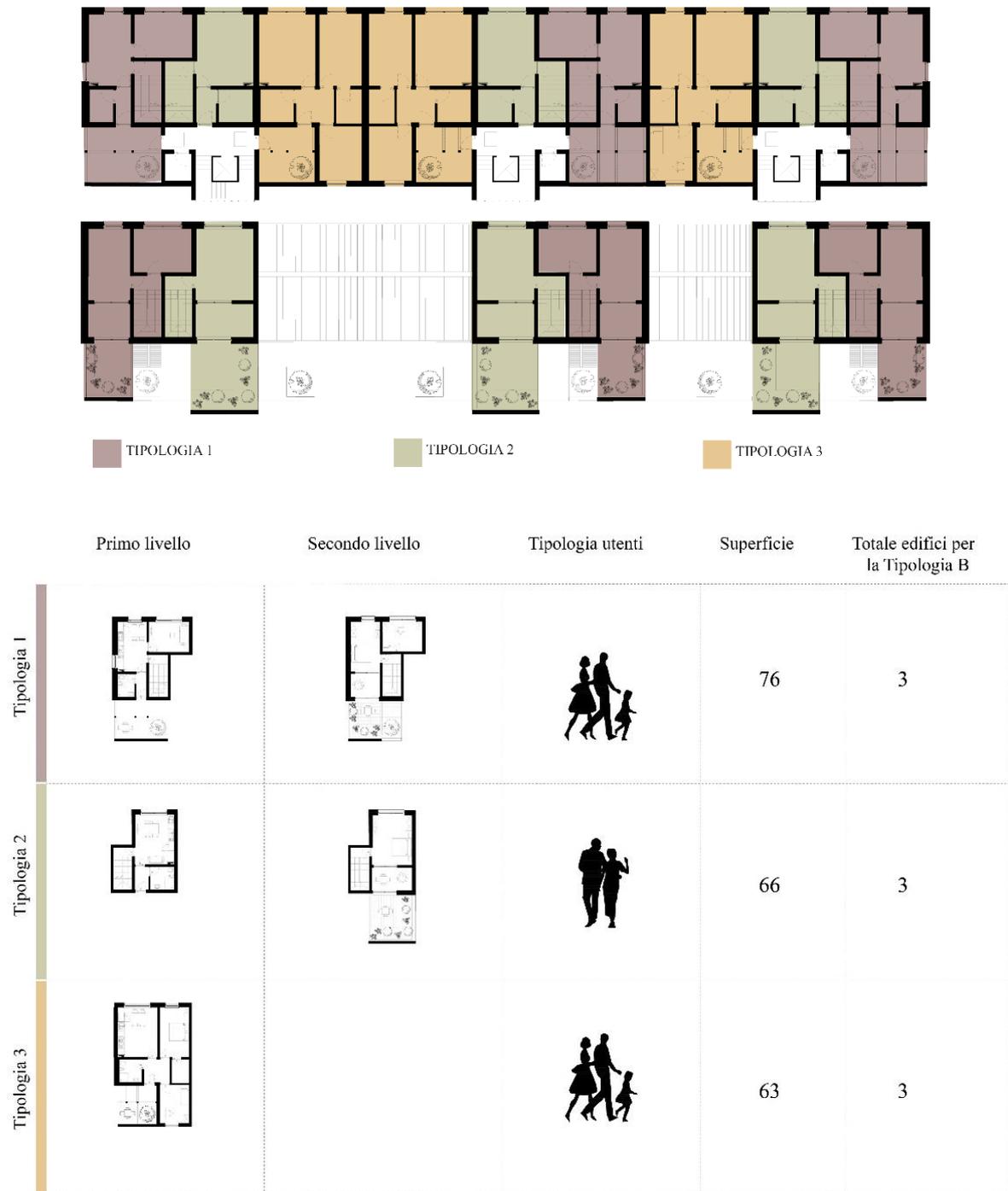


Figura 8.6 Abaco tipologie alloggi sopraelevazione Tipologia A

8.1.2 Spazi esterni e percorsi orizzontali

Come già anticipato una delle strategie adottate è stata la definizione dei percorsi orizzontali per la distribuzione agli alloggi, che hanno orientato la progettazione a sfruttare tali spazi come spazi pertinenziali esterni, aventi affaccio a Sud-Est. Tali spazi in planimetria occupano la zona laterale ai vani scala, ripetendone la larghezza, non risultando sporgenti rispetto al filo di facciata. Una parte di questi spazi esterni è stata dedicata a tetto giardino, come avviene per il terrazzo al secondo piano della sopraelevazione, che determina sullo

spazio sottostante un'area porticata aperta. Un ulteriore pensilina con lamelle fisse in legno, a ridosso dell'edificio sopraelevato accompagna l'utente all'ingresso dell'abitazione. Per quanto riguarda la scelta di inserire del verde su tali coperture, essa nasce dall'esigenza di migliorare la qualità abitativa degli alloggi. Nel primo caso infatti, tali coperture hanno un'elevata capacità di accumulo di acque meteoriche e sotto il profilo termico i processi di evaporazione che si instaurano contribuiscono al miglioramento del microclima abbassando i picchi delle temperature estive. Non a caso infatti tali spazi verdi sono collocati verso il prospetto Sud-Est. Inoltre tali coperture riducono gli sbalzi termici, preservando il funzionamento degli strati di impermeabilizzazione.

8.1.3 Sistema costruttivo

Il sistema costruttivo adottato per la definizione della sopraelevazione è quello in elementi prefabbricati a telaio in legno, nello specifico si è scelto l'utilizzo del sistema Platform Frame. Tale sistema costruttivo poggia su un sistema di travi in carpenteria metallica posta sull'estradosso dell'ultimo solaio dell'esistente che, come esposto nel precedente capitolo, ha l'obiettivo di trasferire i carichi dell'addizione alla struttura esistente, ancorato al solaio mediante elementi *hold-down*. Su tale griglia strutturale è poi posizionato il solaio di base realizzato tramite l'utilizzo di pannelli in Crosslam di spessore di 0,2 m sui quali sono stati posizionati gli stati funzionali.

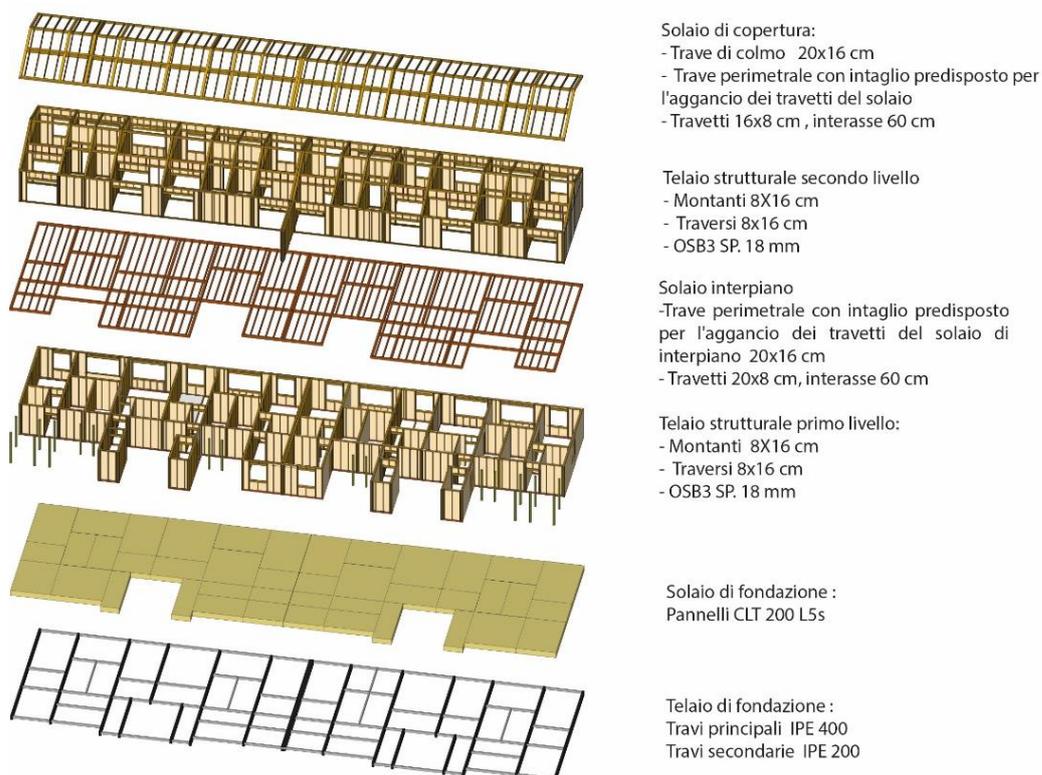


Figure 8.7 Schema sistema costruttivo

Tale sottostruttura consente di ottenere una intercapedine in grado di permettere l'allacciamento degli impianti del sistema di sopraelevazione con quelli esistenti. In un'ottica di manutenzione straordinaria, inoltre, sono state previste in prossimità dello spazio dedicato alla distribuzione, delle botole ispezionabili.

8.1.4 Aggregazione degli alloggi

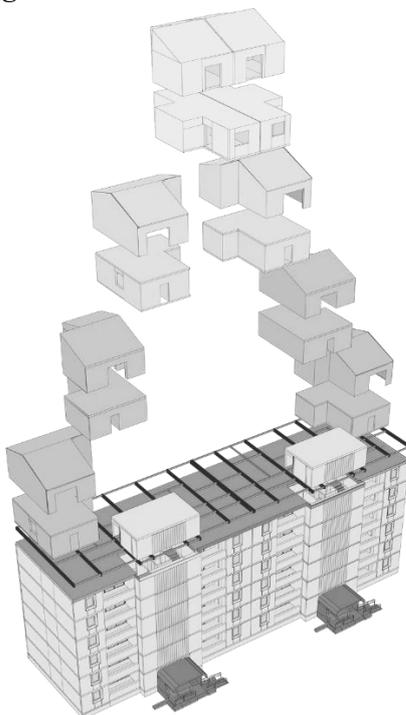
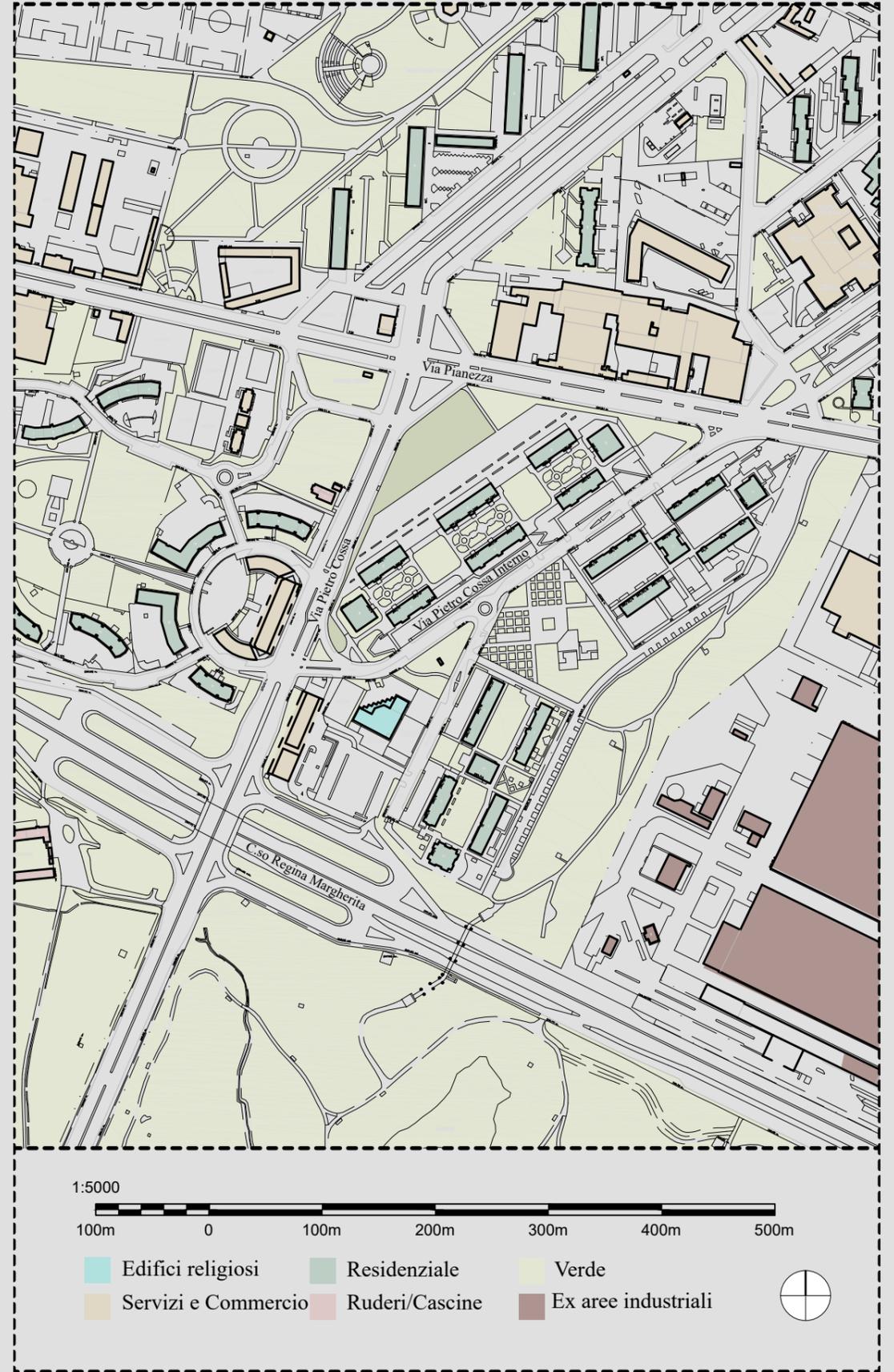


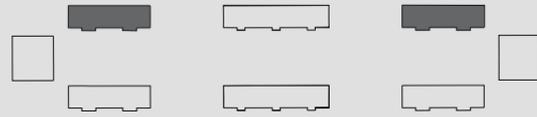
Figura 8.8 Schema con le tipologie di alloggi aggregati sulla copertura della tipologia A

Un ulteriore nodo centrale per la progettazione dei nuovi sistemi abitativi incrementali, è stata la dimensione degli elementi necessari alla definizione degli stessi alloggi, che dovevano rispettare le dimensioni consentite per il trasporto e le movimentazioni di tali elementi in fase di cantiere. Il progetto, come già detto è stato limitato ulteriormente dal posizionamento dei vani scala e dalla presenza dei giunti di dilatazione tra i sotto-blocchi degli edifici esistenti, il che ha circoscritto le possibilità compositive della distribuzione degli alloggi. A tali limiti si è aggiunta la difficoltà dettata dalle differenze planimetriche tra la Tipologia edilizia A e quella B, che hanno imposto conseguentemente la scelta di differenziare gli alloggi della sopraelevazione. La soluzione selezionata per il processo incrementale è stata raggiunta mediante la definizione di un modulo di base, che ha consentito la prefabbricabilità degli elementi costruttivi, che coerentemente con l'obiettivo della tesi di provare a soddisfare la domanda di alloggi a costo contenuto, avrebbe costituito un abbassamento dei prezzi di costruzione. In tal senso risulta infatti determinante l'obiettivo della standardizzazione degli elementi costruttivi. Il modulo di base è determinato dall'interasse tra i montanti, che ha stabilito l'individuazione di una griglia di riferimento entro la quale è stata organizzata la distribuzione degli alloggi. Ovviamente tutto ciò, come anticipato, nel rispetto della maglia strutturale preesistente. In concomitanza con la definizione della maglia generatrice è stata organizzata la griglia strutturale che costituisce i moduli abitativi, collegati tra loro mediante opportuni elementi di connessione. Vengono in seguito riportate delle schede con piante, prospetti e sezioni relative allo stato di fatto ed all'addizione incrementale realizzate rispettivamente per la Tipologia A e per la

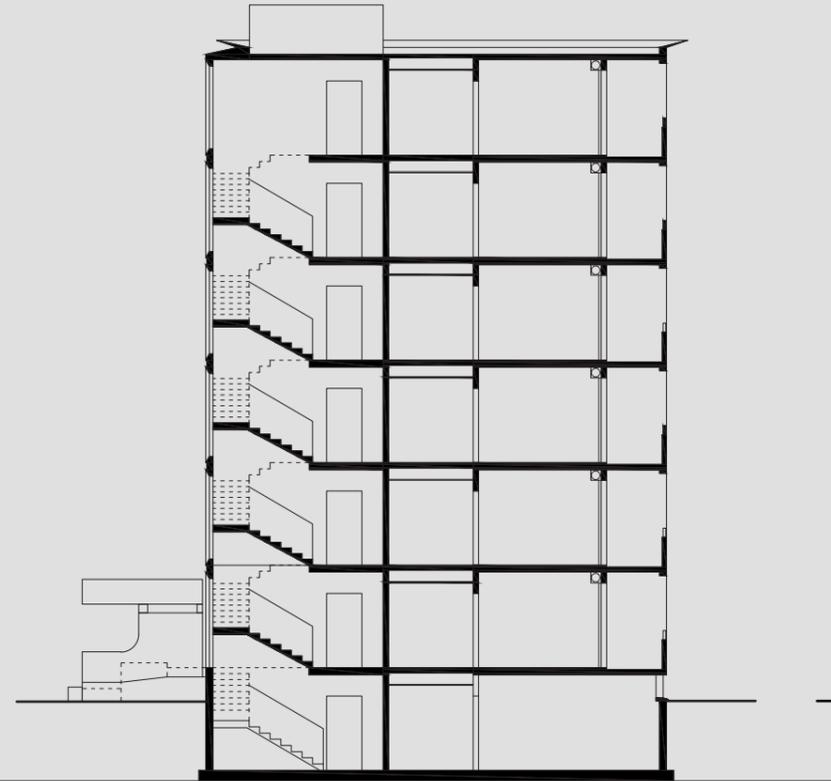
Tipologia B. Per quanto riguarda il progetto di sopraelevazione, per entrambe le Tipologie in linea, sono state riportate le piante relative ad un solo sotto-blocco.



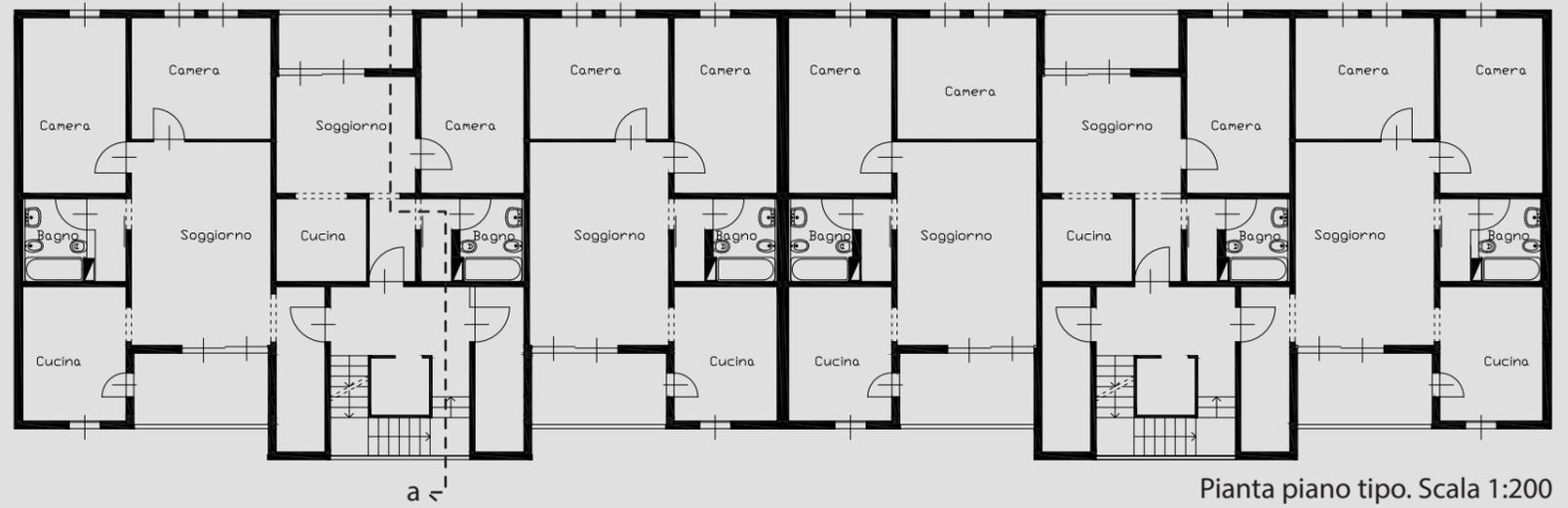
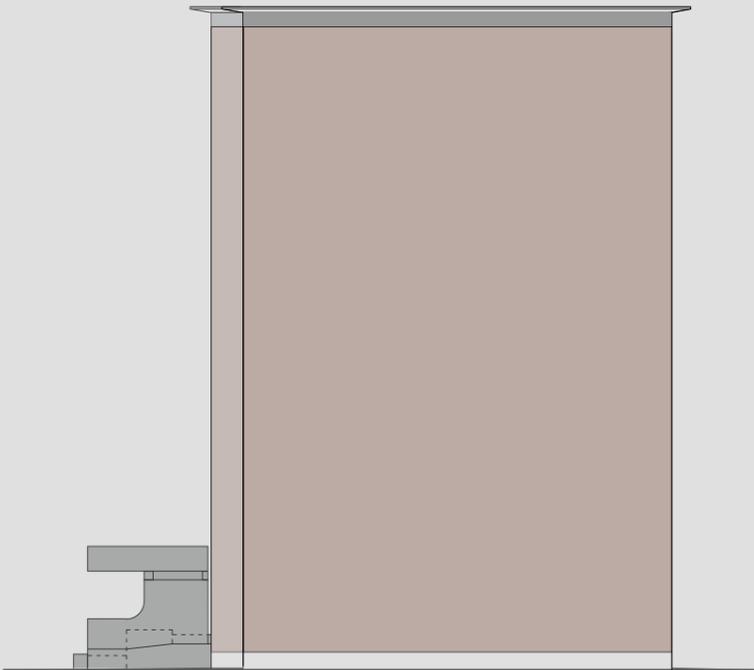
Stato di fatto edificio Tipologia A



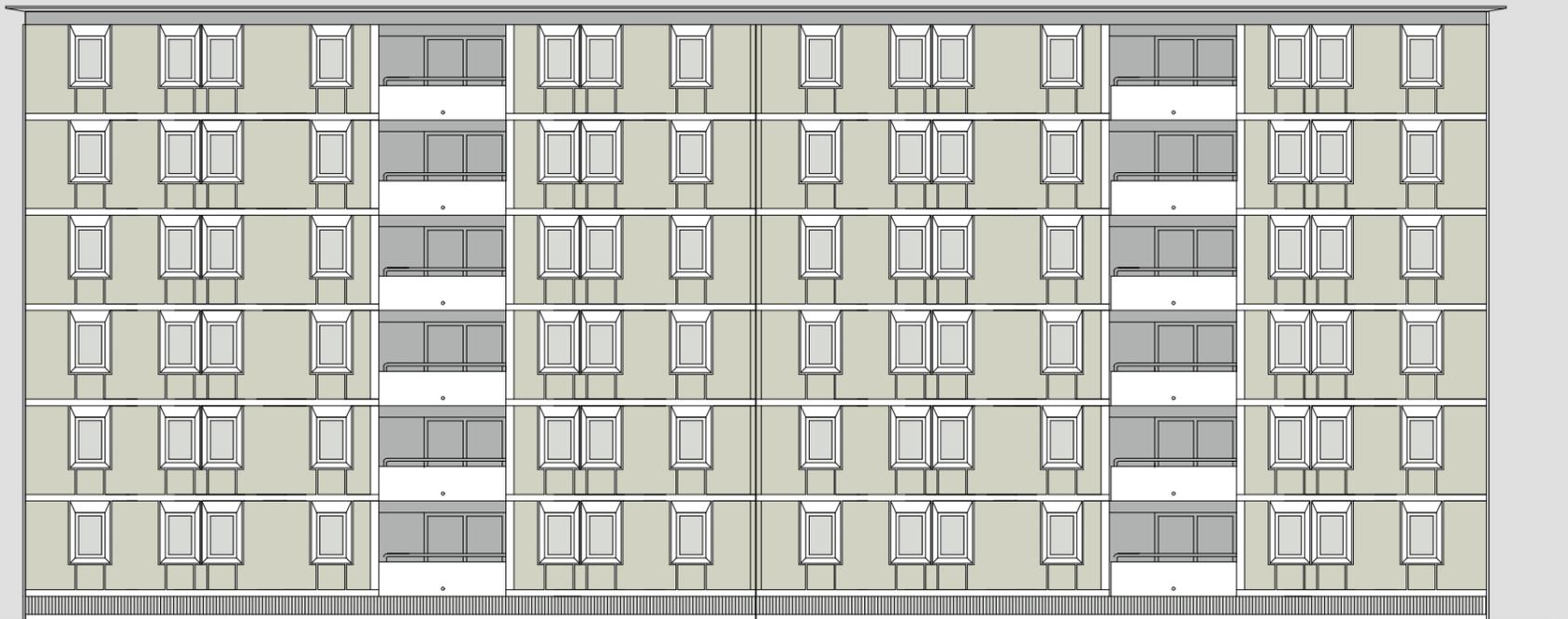
Sezione A-A. Scala 1:200



Prospetto Nord-Est. Scala 1:200



Pianta piano tipo. Scala 1:200

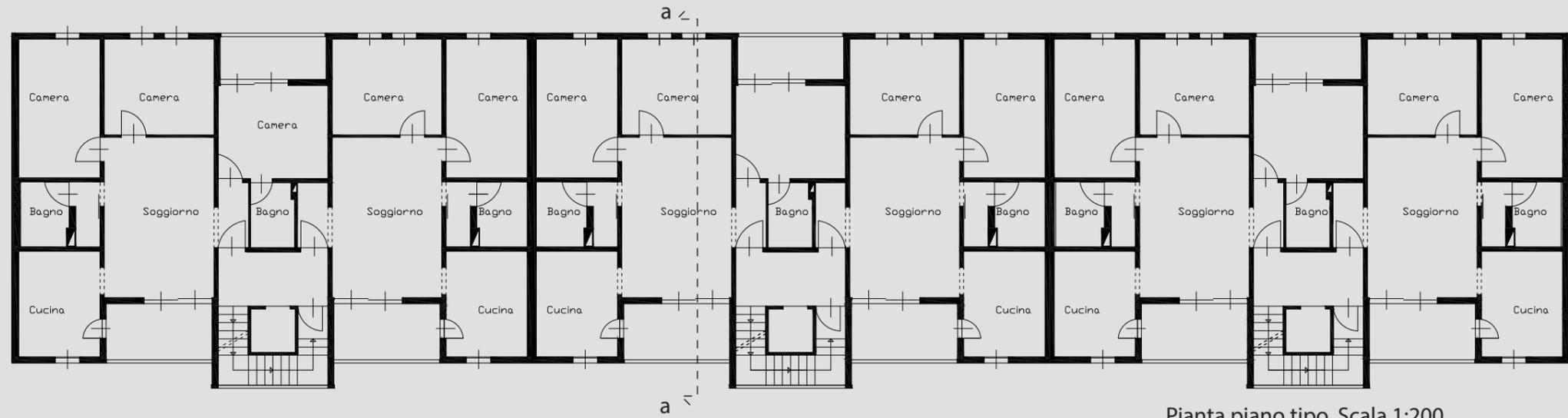


Prospetto Nord-Ovest. Scala 1:200



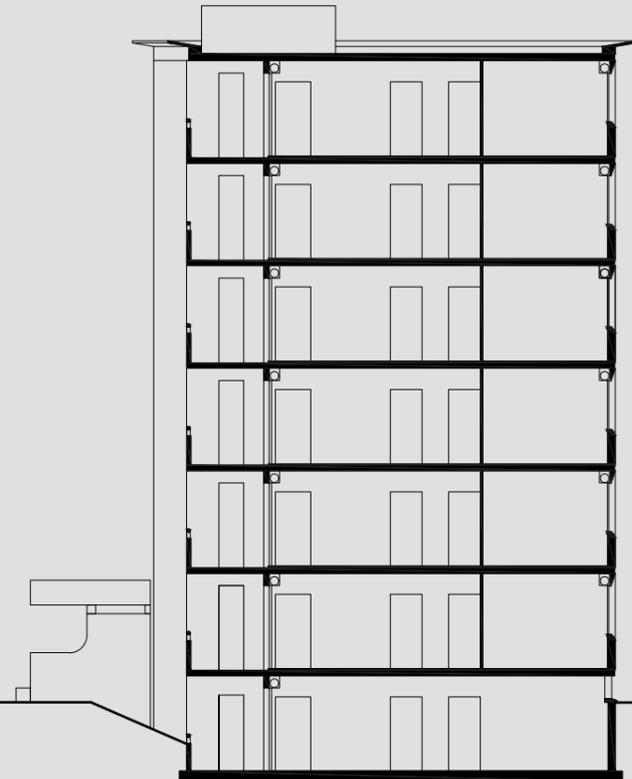
Prospetto Sud-Est. Scala 1:200

Stato di fatto edificio Tipologia B

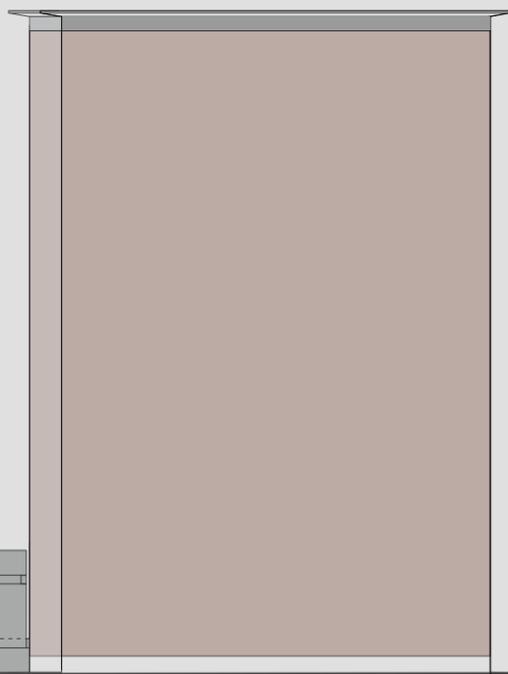


Pianta piano tipo. Scala 1:200

Sezione A-A. Scala 1:200



Prospetto Nord-Ovest. Scala 1:200



Prospetto Nord-Est. Scala 1:200



Prospetto Sud-Est. Scala 1:200

Correlatore
prof. Gustavo Ambrosini

Relatore:
Prof. Valentino Manni

Candidato:
Arianna Maria Potenza
matricola: s232867

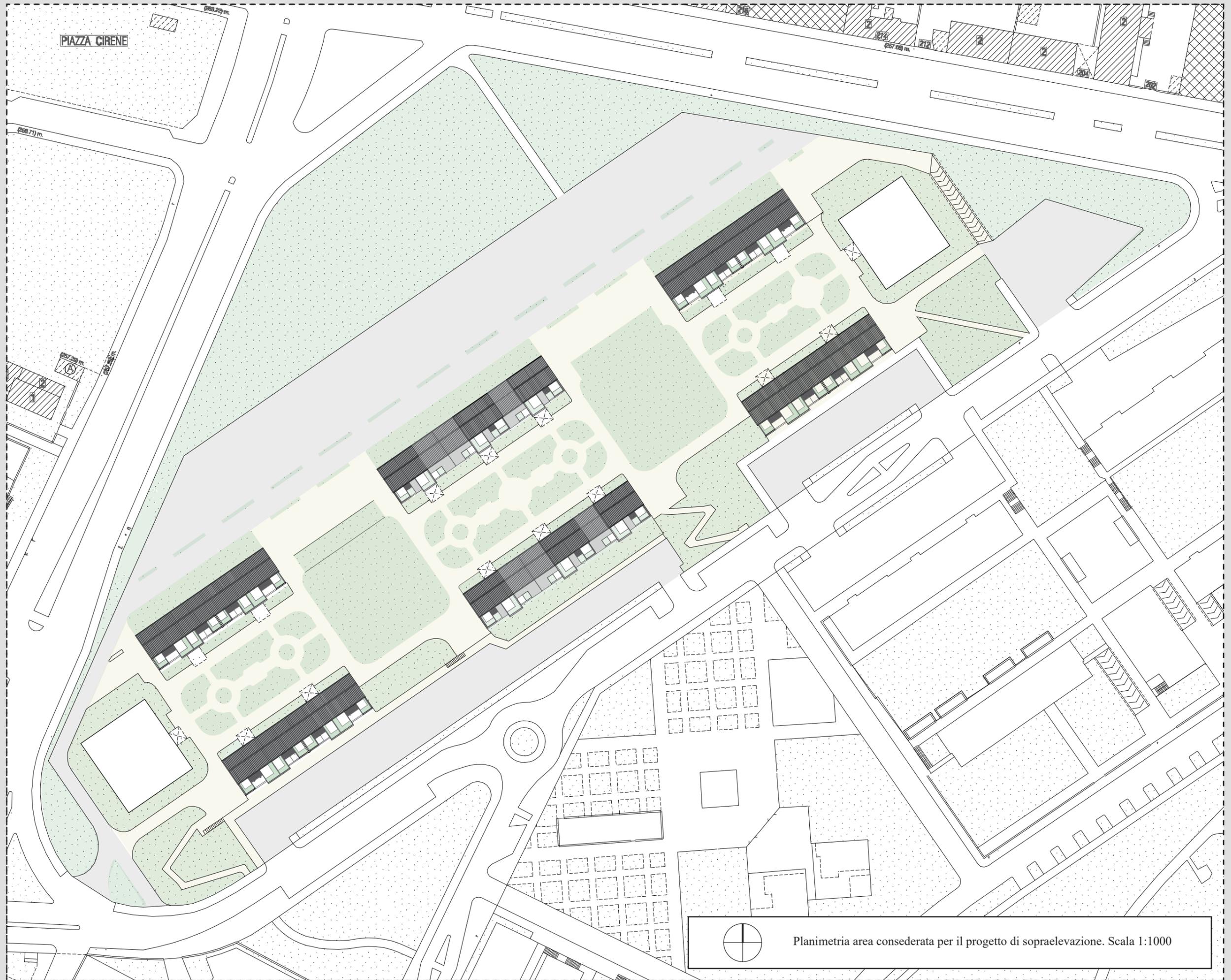
a.a. 2018-2019

Tesi di laurea Magistrale in:
Architettura per il
progetto Sostenibile

Corso di laurea Magistrale
in Architettura per il
progetto Sostenibile

POLITECNICO
DI TORINO





Planimetria area considerata per il progetto di sopraelevazione. Scala 1:1000

Correlatore
prof. Gustavo Ambrosini

Relatore:
Prof. Valentino Manni

Candidato:
Arianna Maria Potenza
matricola: s232867

Tesi di laurea Magistrale in:
Architettura per il
progetto Sostenibile
a.a. 2018-2019

Corso di laurea Magistrale
in Architettura per il
progetto Sostenibile

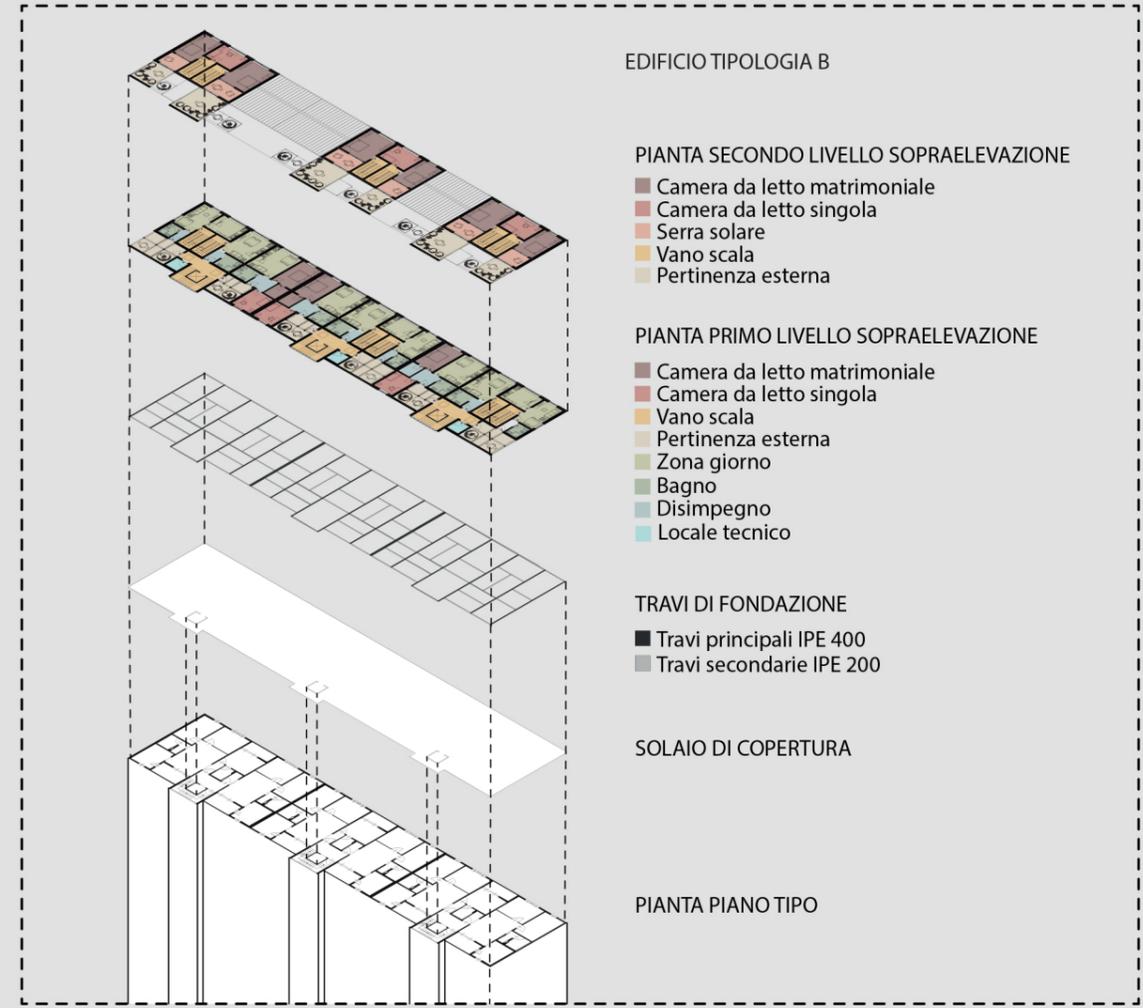
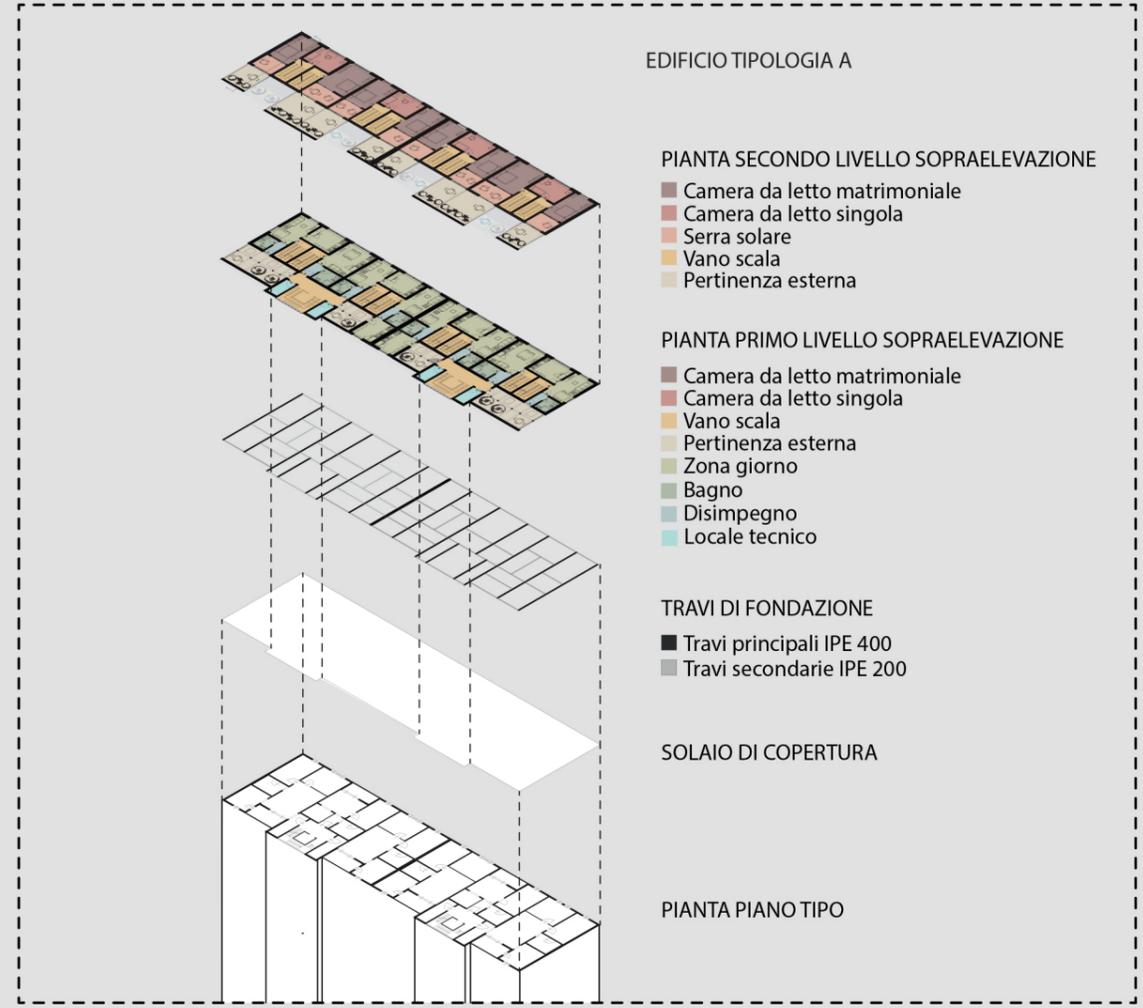
POLITECNICO
DI TORINO



Prospetto Sud-Est complesso soggetto all'intervento (lato Via Cossa Interno)

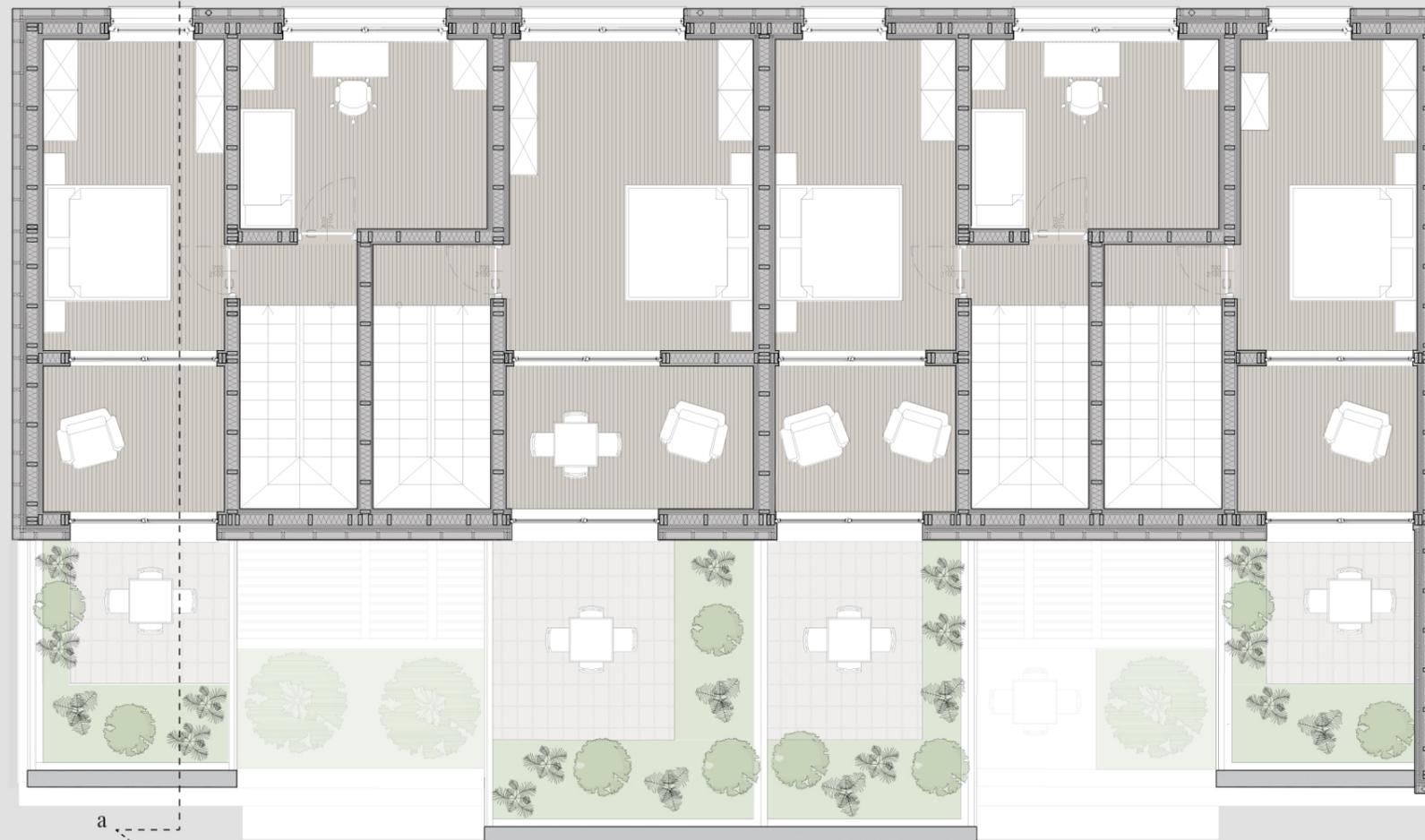


Prospetto Nord-Ovest complesso soggetto all'intervento (lato parcheggio)

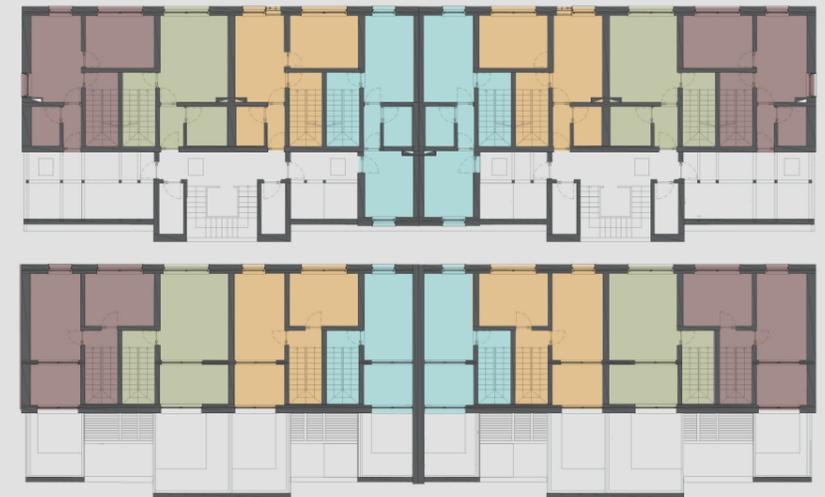
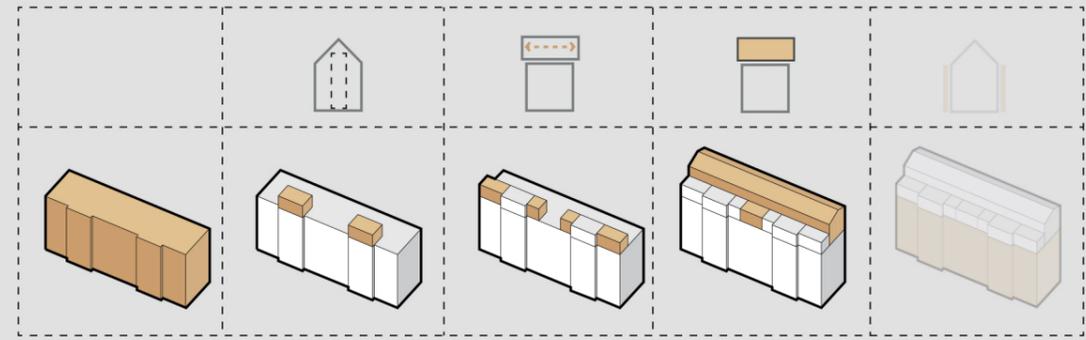




Pianta primo livello sopraelevazione. Scala 1:100

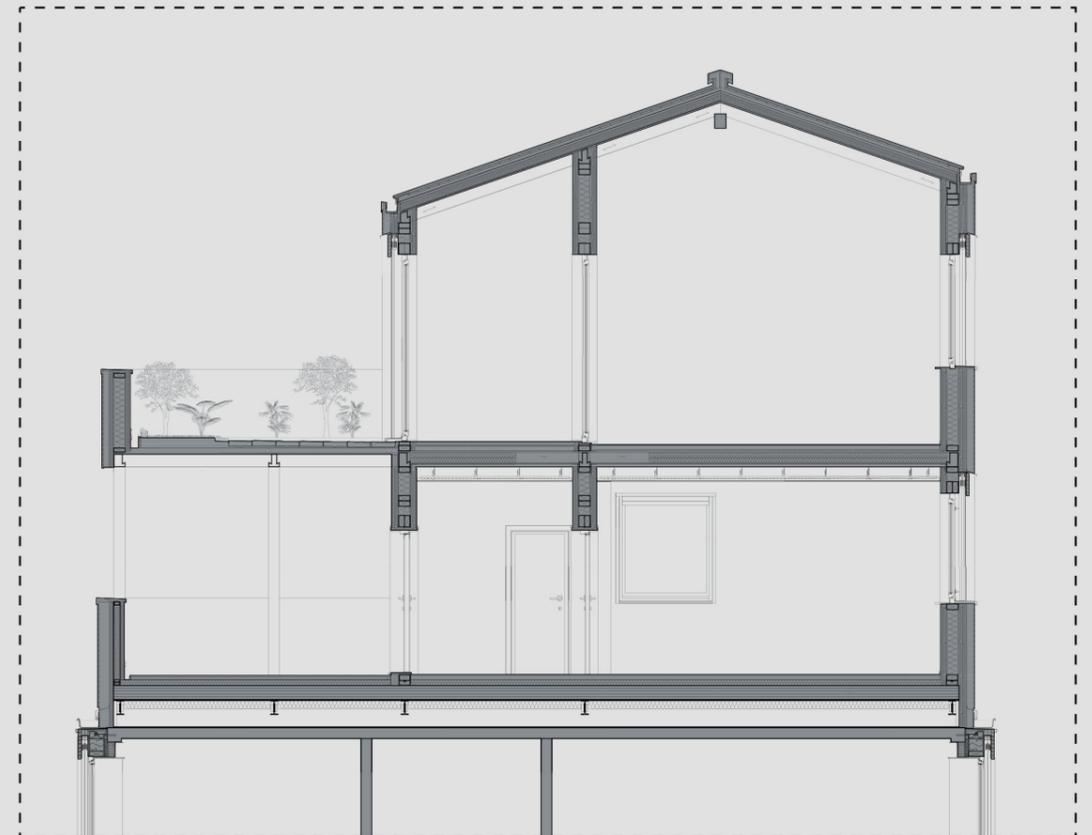


Pianta secondo livello sopraelevazione. Scala 1:100



TIPOLOGIA
ALLOGGI

- TIPOLOGIA 1
Trilocale 86 m²
- TIPOLOGIA 2
Bilocale 68 m²
- TIPOLOGIA 3
Trilocale 66 m²
- TIPOLOGIA 4
Bilocale 70 m²



Sezione A-A. Scala 1:100

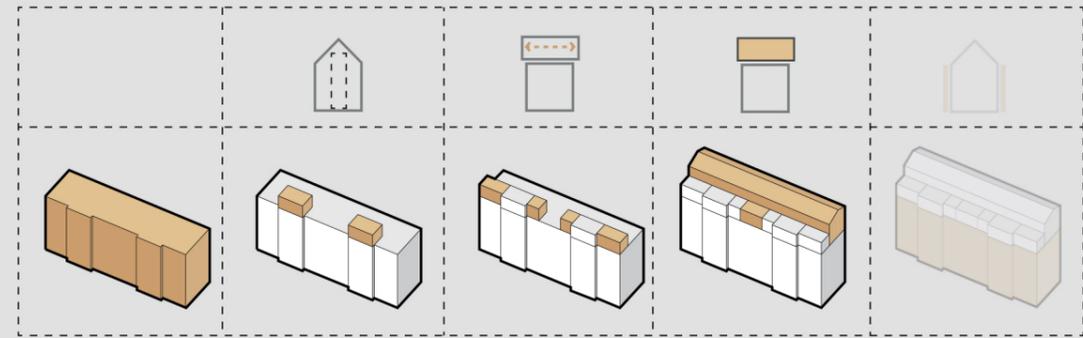


Prospetto Nord-Ovest. Scala 1:200



Prospetto Sud-Est. Scala 1:200

Tipologia in linea A

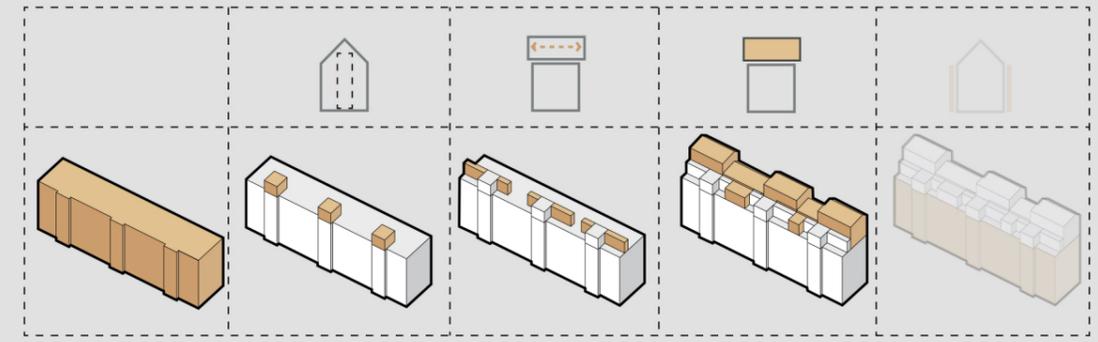
Particolare prospetto Sud-Est. Scala 1:100

Pianta primo livello sopraelevazione. Scala 1:100



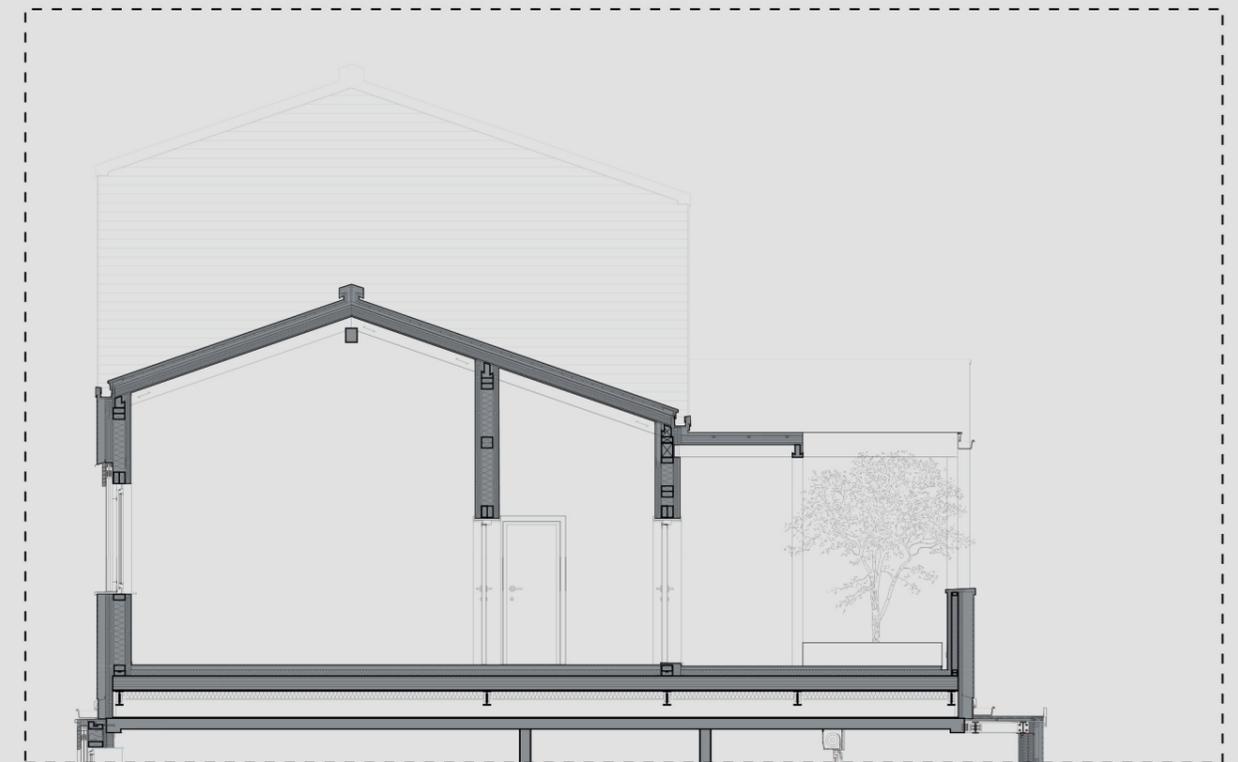
Pianta secondo livello sopraelevazione. Scala 1:100

Tipologia in linea B



TIPOLOGIA ALLOGGI

- TIPOLOGIA 1
Trilocale 76 m²
- TIPOLOGIA 2
Bilocale 66 m²
- TIPOLOGIA 3
Trilocale 63 m²



Sezione B-B. Scala 1:100

Candidato:
Arianna Maria Potenza
matricola: s232867

Relatore:
Prof. Valentino Manni

Correlatore:
prof. Gustavo Ambrosini

Tesi di laurea Magistrale in:
Architettura per il
progetto Sostenibile

Corso di laurea Magistrale
in Architettura per il
progetto Sostenibile

a.a. 2018-2019



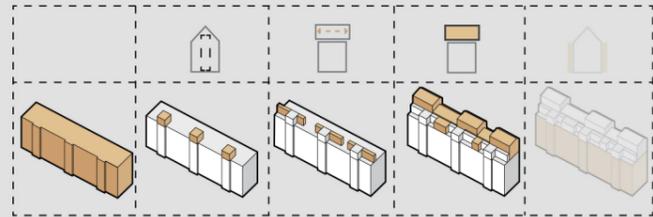


Prospetto Nord-Ovest. Scala 1:200



Prospetto Sud-Est. Scala 1:200

Tipologia in linea B



Particolare prospetto Sud-Est. Scala 1:100

8.2 Il sistema Tes per la riqualificazione delle facciate

Coerentemente con le scelte adottate per il sistema di addizione in copertura, anche per quanto riguarda il sistema di miglioramento energetico dell'involucro esistente, che abbiamo visto avere delle criticità, si è optato per l'utilizzo di un sistema prefabbricato in legno, chiamato Tes. Il Tes Energy Facade³⁹ si fonda sull'utilizzo di elementi di facciata a telaio in legno, che integrano all'interno di un pacchetto, ad alta efficienza energetica, isolamento termico, serramenti e strato di finitura esterno. Tale sistema, altamente standardizzato, offre molteplici vantaggi:

- pianificazione e coordinamento dei processi di costruzione
- alta precisione e grande qualità degli elementi standardizzati
- miglioramento delle caratteristiche dell'involucro edilizio
- diminuzione delle tempistiche di cantiere
- elevata resistenza meccanica del sistema
- compensazione delle irregolarità della facciata esistente grazie agli strati del sistema

Alla base del sistema Tes c'è un accurato lavoro di misurazione dell'edificio oggetto di intervento, attraverso macchinari ad alta precisione. Questa misurazione dettagliata consente di produrre elementi che giungono in cantiere finiti e sono applicati all'edificio come degli stencil, in perfetta aderenza con la facciata dell'edificio esistente. A seguito della fase di misurazione avviene la progettazione degli elementi di facciata in cui vengono stabilite le dimensioni dei moduli che andranno a costituire gli elementi di facciata, e progettati nella loro stratigrafia. Una volta stabilite le dimensioni e le caratteristiche prestazionali dei moduli, questi vengono interamente prodotti in cantiere e trasportati in loco, dove verranno ancorati al sistema di facciata esistente. La tempistica per la produzione del sistema Tes, comprendente tutte le fasi prima menzionate, è notevolmente inferiore rispetto a quella di un sistema a cappotto.

Tuttavia, vi sono delle accortezze da adottare per la protezione del prodotto finito al fine di evitare di farlo deteriorare nel tempo:

- prima dello strato di finitura è opportuno prevedere uno strato di impermeabilizzante che protegge gli strati sottostanti;
- il pacchetto deve essere perfettamente aderente alla superficie della facciata al fine di prevenire la formazione di condensa o l'infiltrazione d'acqua. Qualora la facciata presenti irregolarità nello strato di finitura esterno, dev'essere interposto uno strato di adattamento in materiale isolante tra facciata ed elemento Tes;
- l'accostamento dei moduli deve avvenire evitando la formazione di porti termici;
- il nuovo serramento deve essere inserito nei pannelli prima della posa in opera;
- il sistema Tes può gravare direttamente sulla struttura esistente mediante il tassellamento dei pannelli ad un corrente posto in corrispondenza del solaio, a sua

³⁹ <http://www.holz.ar.tum.de/forschung/tesenergyfacade/>

volta tassellato ad esso, se le condizioni strutturali lo permettono, oppure può gravare su una struttura aggiunta in corrispondenza della parte basamentale dell'edificio, che assume funzione di nuova fondazione dell'addizione in facciata. Nel primo caso le sollecitazioni orizzontali del vento sono distribuite ai solai.

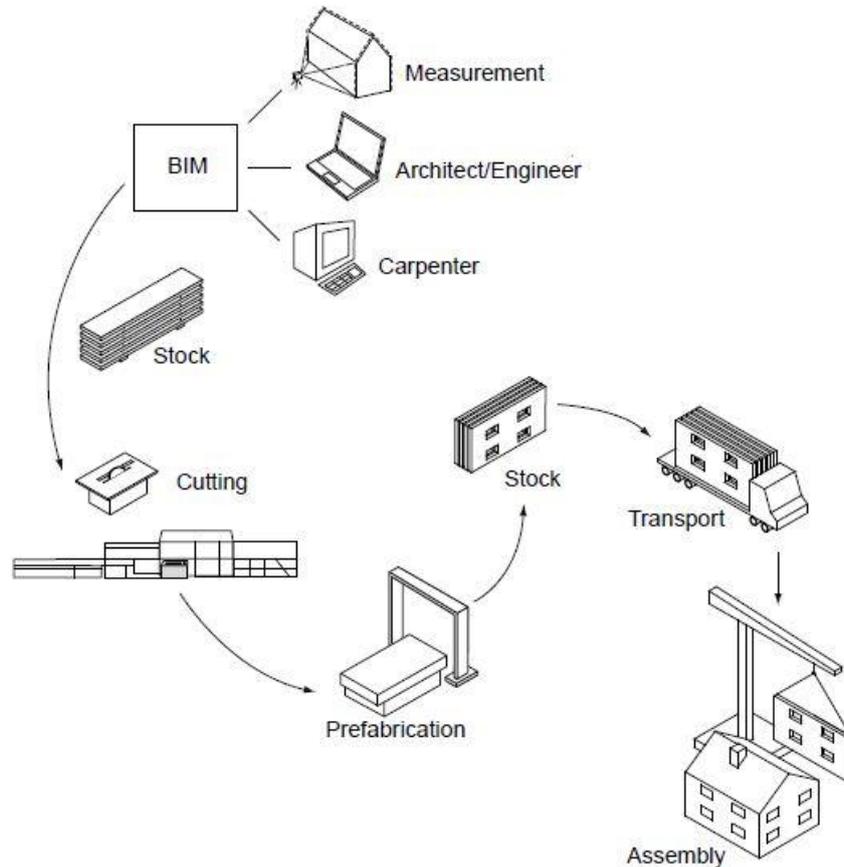


Figure 8.9 Processo del Tes Energy Facade. Fonte: Manuale Sistema Tes 2008-2009

8.2.1 Progettazione dei pannelli prefabbricati

Il sistema di retrofit dell'edificio in Via Pietro Cossa si basa, come già detto, sull'utilizzo di pannelli modulari prefabbricati, assicurati alla facciata mediante una sottostruttura in legno, precedentemente tassellata alle solette degli edifici esistenti. I pannelli vengono ancorati a tale sottostruttura e montati dal basso verso l'alto. Tali pannelli permettono di riunire in un unico elemento isolamento termico, nuovi serramenti e lo strato di finitura esterno che nel caso in esame è realizzato in listelli in legno di larice, che permette di migliorare la qualità estetica del complesso. La progettazione dei pannelli di facciata si è concentrata sul sistema di prefabbricazione, in modo da limitare quanto più possibile il numero di elementi da produrre, per contenere i costi relativi al montaggio e al trasporto. Viene in seguito riportato uno schema con il numero di pannellature previste per ogni singolo edificio di Tipologia A e di Tipologia B.



- TIPO A : 10,75 m x 3,1 m (2 pannelli)
- TIPO C : 7,6m x 3,1 m (2 pannelli)
- TIPO B : 10,75 m x 2,9 m (10 pannelli)
- TIPO B : 7,6 m x 2,9 m (10 pannelli)

Figura 8.10 Numero di pannelli Prospetto per il Nord-Ovest edificio Tipologia A



- TIPO E : 3,4 m x 3,1 m (2 pannelli)
- TIPO G : 3,4 m x 3,1 m (2 pannelli)
- TIPO I : 1,82m x 2,9 m (20 pannelli)
- TIPO F : 3,4 m x 2,9 m (10 pannelli)
- TIPO H : 3,4 m x 2,9 m (10 pannelli)
- TIPO L : 1,82m x 3,1 m (4 pannelli)

Figura 8.11 Numero di pannelli per il Prospetto Sud-Est edificio Tipologia A



- TIPO A : 7,65 m x 3,1 m (3 pannelli)
 - TIPO B : 7,65 m x 2,9 m (15 pannelli)
- TIPO C : 7,65m x 3,1 m (3 pannelli)
 - TIPO B : 7,65 m x 2,9 m (15 pannelli)

Figura 8.11 Numero di pannelli per il Prospetto Nord-Ovest edificio Tipologia B



- TIPO E : 3,4 m x 3,1 m (3 pannelli)
 - TIPO F : 3,4 m x 2,9 m (15 pannelli)
- TIPO G : 3,4 m x 3,1 m (3 pannelli)
 - TIPO H : 3,4 m x 2,9 m (15 pannelli)

Figura 8.12 Numero di pannelli per il Prospetto Sud-Est edificio Tipologia B

8.2.2 Miglioramento del comfort ambientale interno

In relazione alle prestazioni termiche del nuovo involucro edilizio, a fronte dell'analisi dei livelli di trasmissione termica svolta per le pareti opache verticali allo stato di fatto, che come visto non risultavano regolamentari con la normativa nazionale, segue una verifica dei livelli di trasmittanza termica del nuovo pannello di chiusura che sarà poi confrontato

con il limite ammesso da normativa. Si precisa che il calcolo dei valori di trasmittanza termica ottenuti sono calcolati con il metodo analitico semplificato ed hanno solo lo scopo di dimostrare il beneficio energetico apportato da tali pannelli, rispetto alla precedente stratigrafia che presentava l'edificio allo stato di fatto. Ritornando al calcolo dei livelli di trasmittanza termica, risulta tuttavia necessario fare delle precisazioni. La struttura, essendo realizzata con telaio in legno, presenta delle disomogeneità distribuite in maniera più o meno uniforme, rappresentate dai montanti in legno, e dovute al diverso valore di conducibilità termica λ del legno e del materiale isolante in un rapporto di circa 1:3, ovvero $\lambda_{\text{legno}}=0,12\text{W/mK}$ e $\lambda_{\text{isolante}}=0,4\text{W/mK}$. La normativa UNI 6946:2008 fornisce il metodo di calcolo per struttura non omogenee, basandosi sui concetti di resistenza termica superiore ed inferiore, indicati con R1 ed R2, nonché sui rapporti percentuali tra parte omogenea e non omogenea. Tale procedimento consente di ottenere il valore corretto tenendo conto delle dispersioni termiche dovute al ponte termico che viene a crearsi tra montanti ed isolante. Il peggioramento dei valori di trasmittanza termica è espresso in percentuale ed è in funzione della dimensione dei montanti e del loro interasse. La disuniformità è dettata dunque dai montanti telaio in legno che hanno dimensione 20x8 cm.

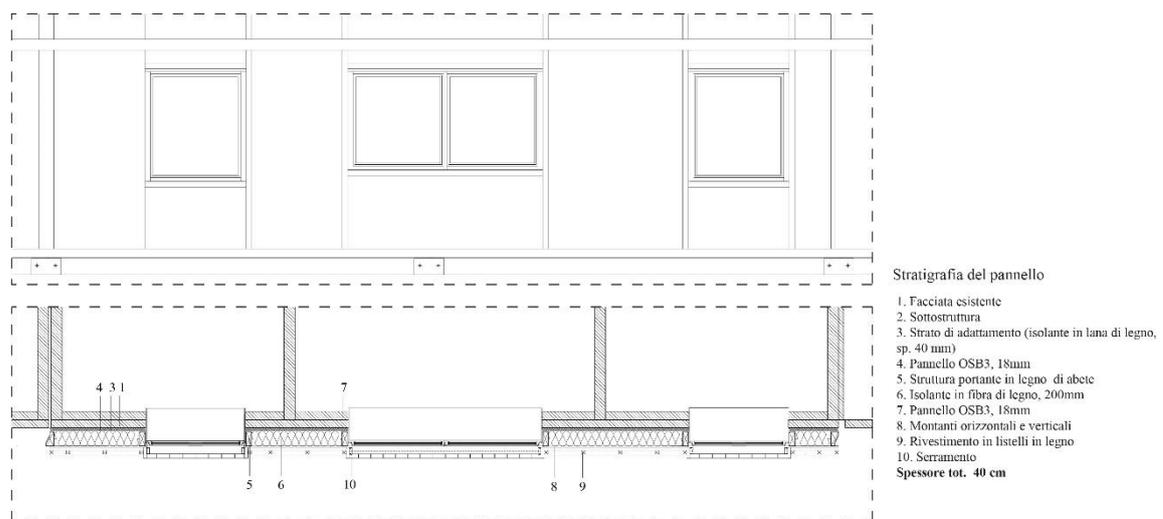


Figura 8.13 Stratigrafia del pannello

In seguito, sono riportati i valori dei coefficienti di conduttività termica (λ) dei diversi materiali utilizzati (da norma UNI 10351).

<i>Materiali</i>	λ [W/mK]
<i>Rivestimento esterno in legno di larice</i>	0,155
<i>Listelli in abete</i>	0,12
<i>Pannello OSB3</i>	0,097
<i>Isolante in lana di legno</i>	0,04
<i>Legno da costruzione</i>	0,12
<i>Pannello OSB3</i>	0,097
<i>Strato di adattamento (lana di legno)</i>	0,04
<i>Pannello in Cls</i>	1,16

Si sono dunque ottenuti, tramite il calcolo semplificato della trasmittanza termica, i seguenti valori di U , calcolati su montante ed in corrispondenza dell'isolante pieno.

$$U_{\text{montante}} = 0,27 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$U_{\text{tuttoisolante}} = 0,144 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Si è provveduto dunque al calcolo del valore di trasmittanza termica corretto, come media dell'incidenza sulla superficie totale dell'area dei montanti e quella del pannello isolante, ottenendo un valore di $U = 0,164 \text{ W/m}^2\text{K}$. Si dimostra come, in accordo alla normativa nazionale D.lgs. 311/2006 (Disposizioni correttive ed integrative al D.lgs. 19 agosto 2005, n.192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia) che ha fissato dei valori limite di trasmittanza, in funzione delle differenti Zone Climatiche, il valore di trasmittanza termica ottenuto per il pannello prefabbricato è minore di $0,34 \text{ W/m}^2\text{K}$ (valore limite fissato da normativa per Zona Climatica E).

In merito al comfort visivo, la strategia di retrofit ha previsto la rimozione, oltre dei tamponamenti in cemento che costituivano la facciata nei prospetti Sud-Est e Nord-Ovest, anche dei serramenti in pvc, in quanto in valore del fattore medio di luce diurna⁴⁰ misurato all'interno degli ambienti era inferiore rispetto a quello imposto dalla Norma UNI 10840:2007 (FLD_m per uso residenziale maggiore del 2%). Tale soluzione consegue dunque un ampliamento della superficie vetrata dei locali esistenti. Prima dell'intervento il valore dell' FLD_m all'interno dei locali era $\eta_m = 1,7\%$, quindi al di sotto del valore limite fissato. In seguito all'installazione dei nuovi serramenti, che ricordiamo essere integrati all'interno del pannello il fattore medio di luce diurna è $\eta_m = 2,2\%$. Risulta quindi verificato il rispetto della condizione $\eta_m = 2,2\% > 2\%$.

8.2.3 Miglioramento delle qualità architettoniche

I pannelli prefabbricati consentono di rinnovare l'aspetto degli edifici del complesso edilizio poiché inglobano, all'interno del pacchetto tecnologico, anche lo strato di finitura esterna. Questa è realizzata in listelli in larice di spessore di 2 cm, caratterizzati da differenti cromature ed orientamento. Questo perché si è deciso di non dissolvere completamente l'originale disegno di facciata dell'edificio che, seppur ripetitivo, rimarcava nelle sue geometrie di facciata la scansione delle aperture.

⁴⁰ Il fattore medio di luce diurna è il rapporto tra l'illuminamento misurato in un punto dell'ambiente interno e quello misurato all'esterno, su una superficie orizzontale esposta alla volta celeste senza alcuna ostruzione in una condizione di cielo coperto. Consente di valutare la capacità delle aperture trasparenti e dell'involucro di uno spazio chiuso di garantire condizioni di illuminazione naturale confortevoli e un accettabile sfruttamento della luce naturale. La normativa impone dei valori minimi di FLD , a seconda della destinazione d'uso dell'ambiente.

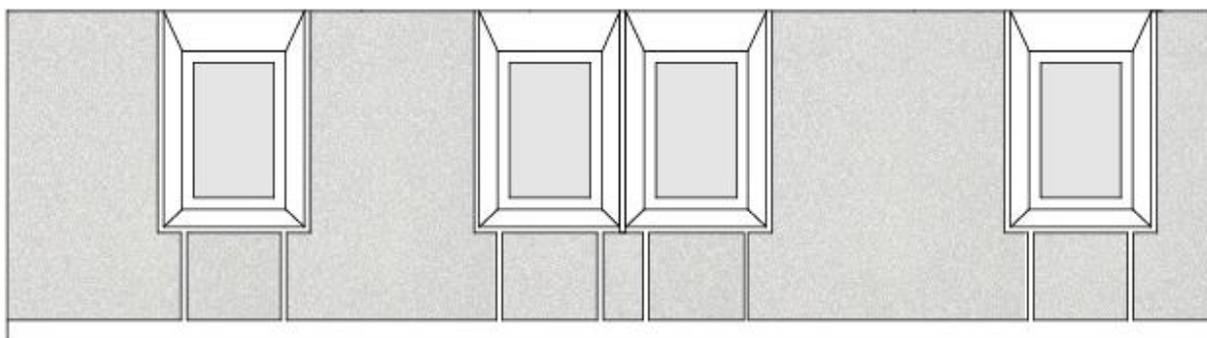


Figura 8.14 Pannello di facciata esistente

Si è pertanto voluta riproporre questa geometria mediante la scansione delle finestre sottolineata dalla differenza di colore ed orientamento dei listelli di rivestimento, che determina il ritmo della composizione.



Figura 8.15 Pannello prefabbricato con il sistema Tes

In corrispondenza di 2 aperture affiancate è stato deciso di utilizzare un unico serramento a doppia anta, rispettivamente di larghezza doppia rispetto al serramento a singola anta, ma di altezza leggermente minore, così da poter determinare un ulteriore ritmo in facciata. Le cornici che inquadrano l'apertura permettono di inserire al di sopra della finestra un ulteriore nastratura di listelli in cui è alloggiato il sistema di oscuramento. Tramite questo espediente tecnico è stato possibile dotare ogni locale di un sistema per l'ombreggiamento composto da lamelle orientabili (figura 8.15).

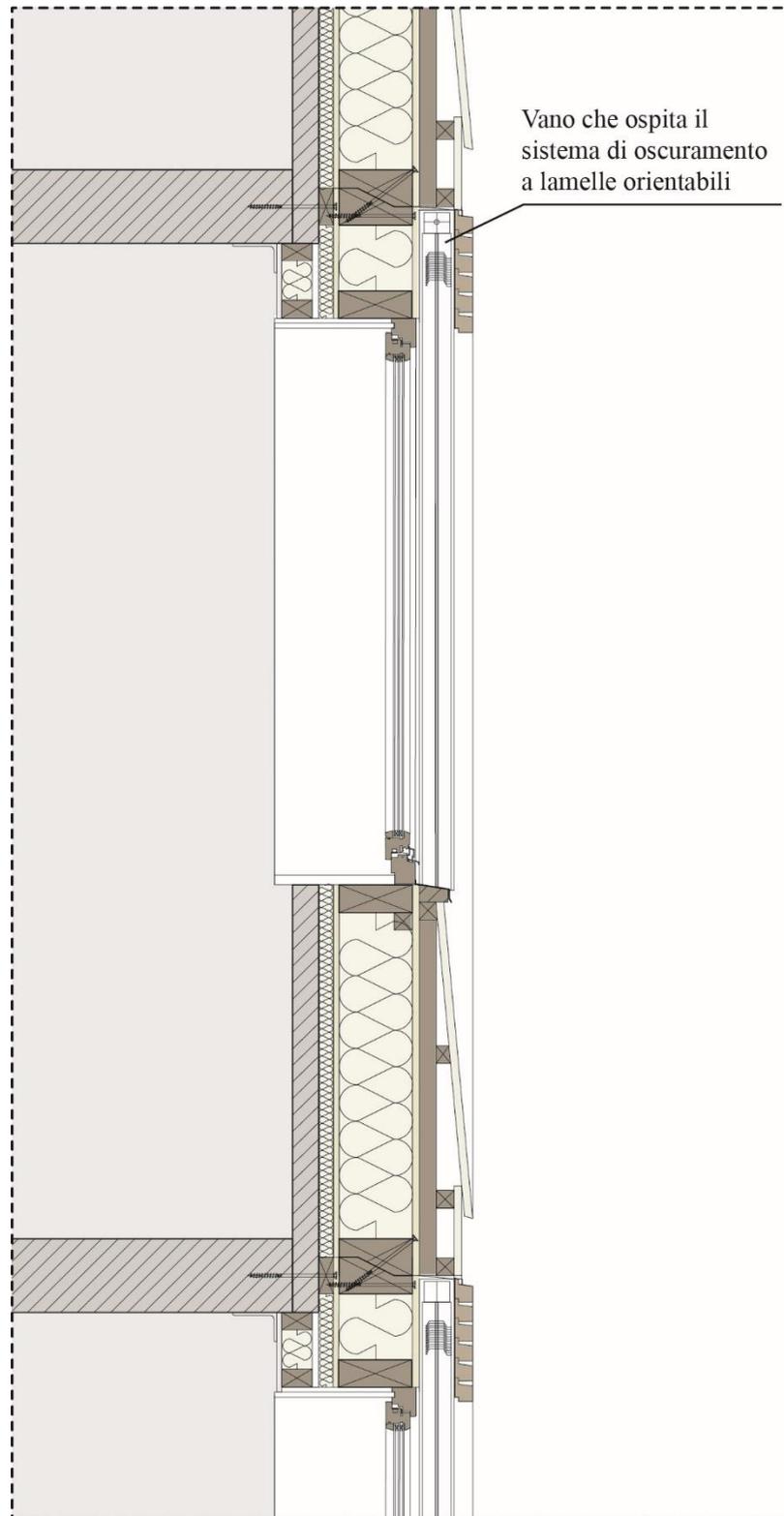
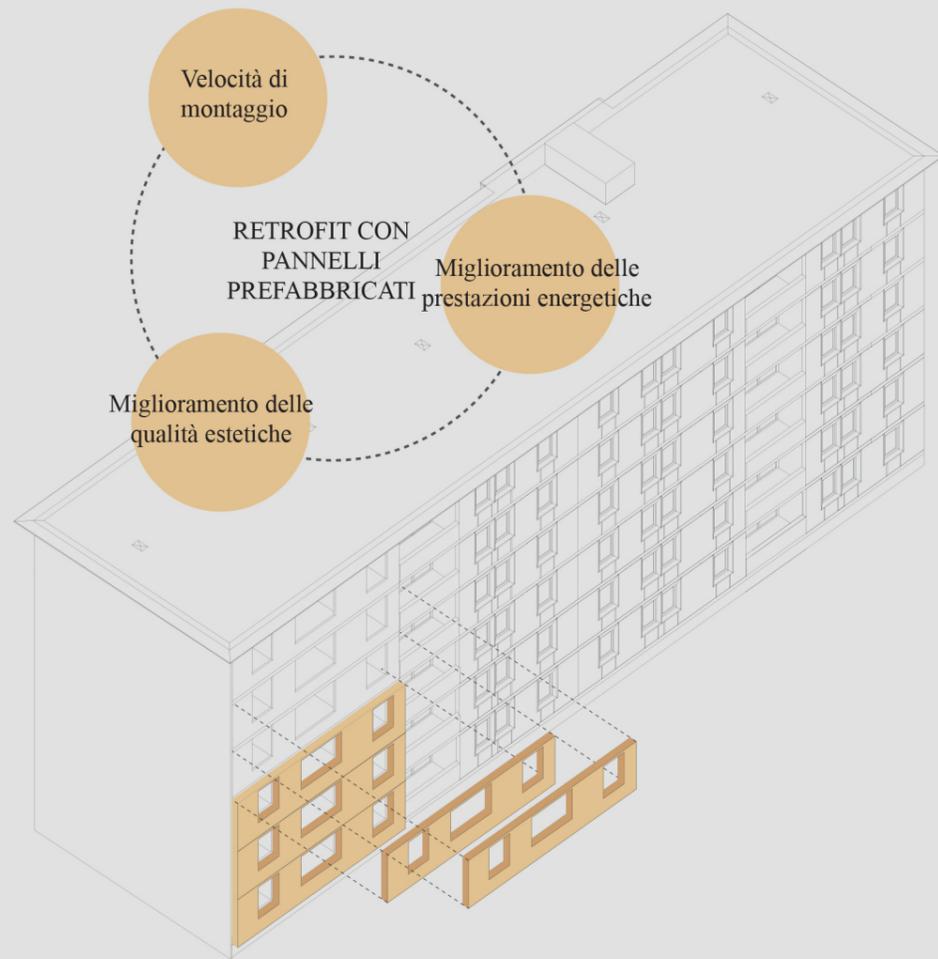


Figura 8.15 Sezione del pannello Tes

In seguito, sono riportate delle schede in cui è stata effettuata un'analisi nel dettaglio del pannello prefabbricato progettato con il sistema Tes. Per tale analisi è stato preso in riferimento un edificio di Tipologia A, tuttavia la stratigrafia dei pannelli è la medesima per tutti gli edifici soggetti all'intervento.

RETROFIT DELL'ESISTENTE.
Edificio Tipologia A

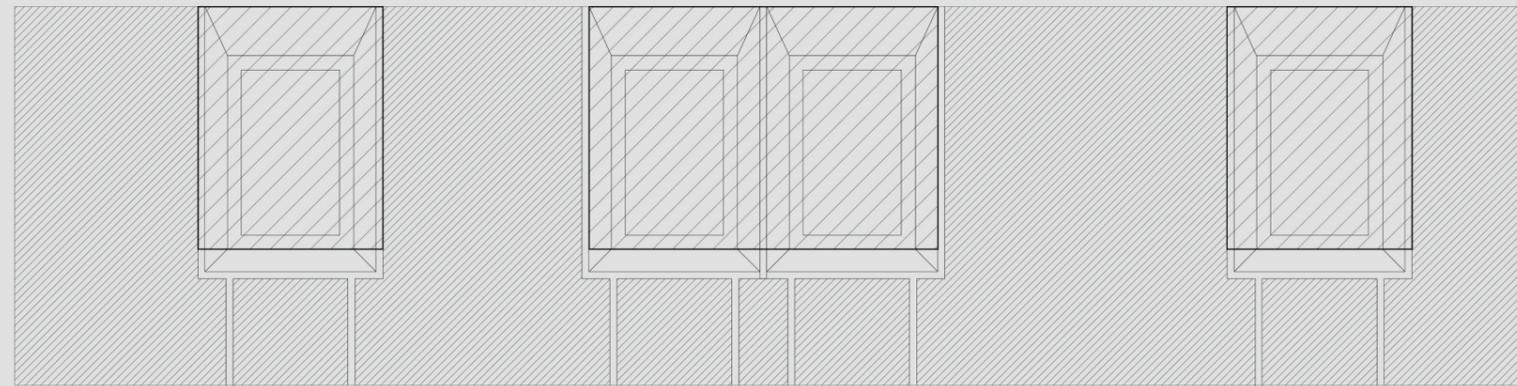
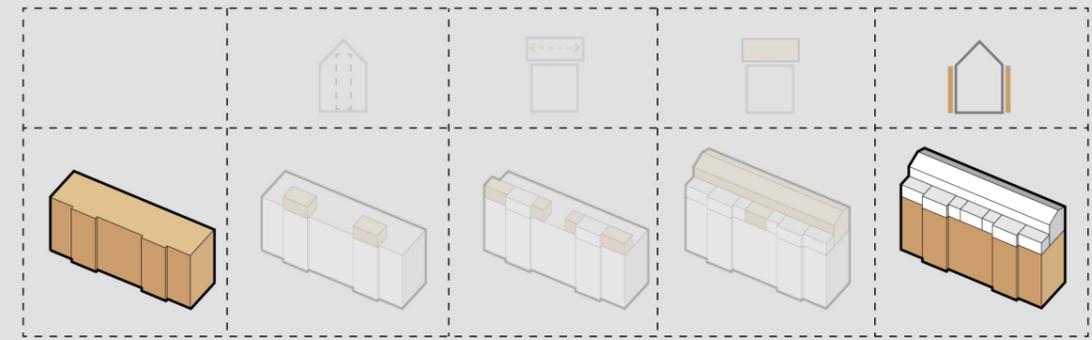


1 Prefabbricazione degli elementi modulari e trasporto

2 Preparazione ancoraggio

3 Rimozione di parte del pannello esistente
Montaggio dei pannelli prefabbricati

4 Montaggio delle logge e finiture



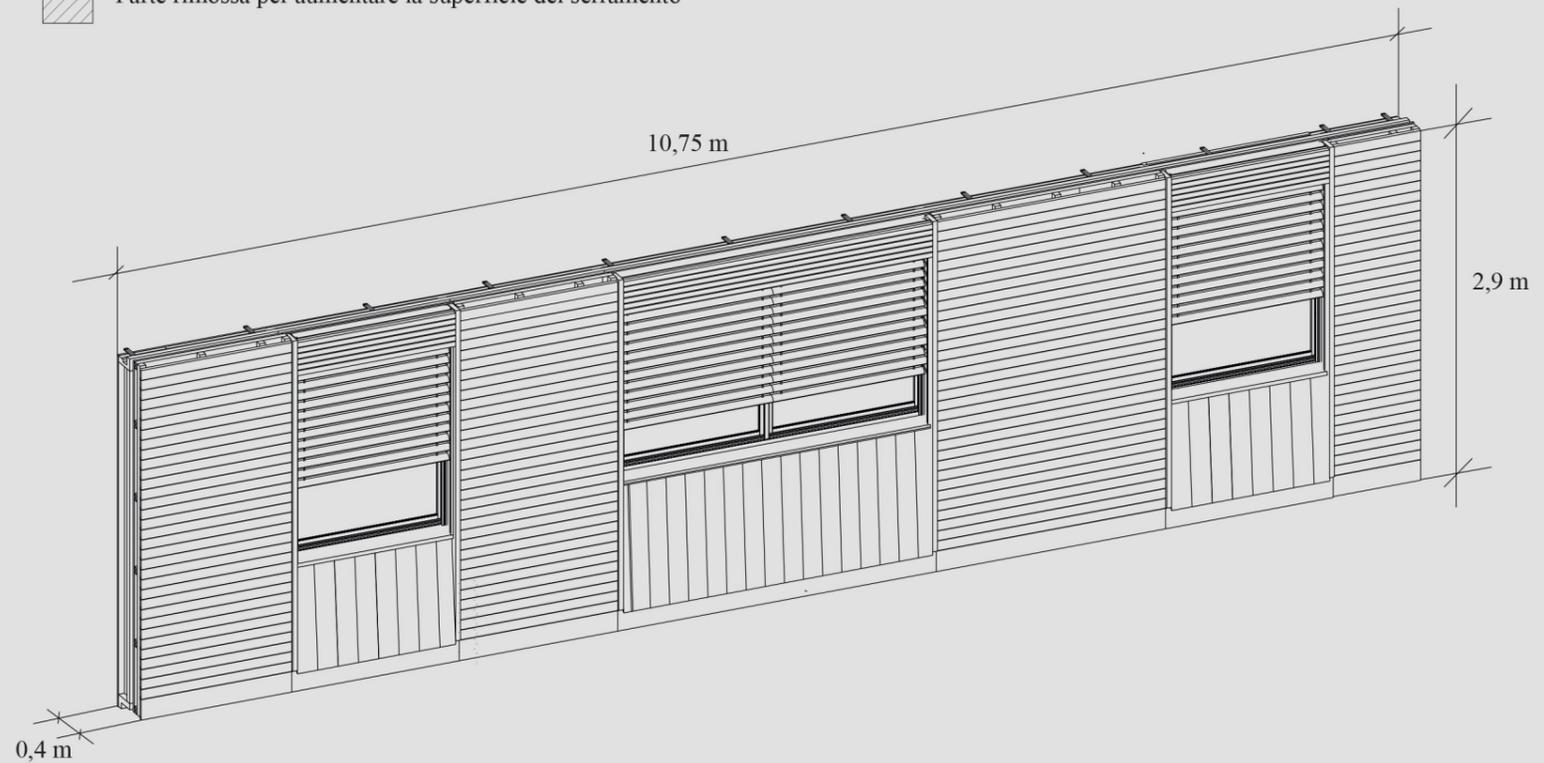
Schema del pannello esistente

 Parte rimossa per aumentare la superficie del serramento

Il sistema di retrofit dell'edificio esistente si basa sull'utilizzo di pannelli modulari prefabbricati da installare sulla facciata mediante una sottostruttura. I pannelli permettono di riunire in un unico elemento tutte le tecnologie necessarie all'efficientamento energetico, provvedendo all'isolamento termico

dell'ambiente interno mediante uno strato di isolante in fibra di legno interposto tra il telaio in legno, e grazie all'utilizzo di nuovi serramenti ad alte prestazioni energetiche. I pannelli consentono di rinnovare la qualità estetica dell'edificio grazie all'integrazione del rivestimento di facciata.

Abaco degli elementi necessari per il retrofit della facciata Nord-Ovest



Correlatore prof. Gustavo Ambrosini
 Relatore: Prof. Valentino Manni
 Candidato: Arianna Maria Potenza matricola: s232867
 a.a. 2018-2019
 Tesi di laurea Magistrale in: Architettura per il progetto Sostenibile
 Corso di laurea Magistrale in Architettura per il progetto Sostenibile



Composizione degli elementi modulari

I pannelli prefabbricati sviluppati per la riqualificazione degli edifici esistenti si fondano sul sistema Tes Energy Facade, esito di una ricerca europea basata sulla riqualificazione energetica di edifici esistenti tramite elementi di facciata a telaio prefabbricato che integrano isolamento termico, serramenti e strato di finitura esterna. Tali pannelli

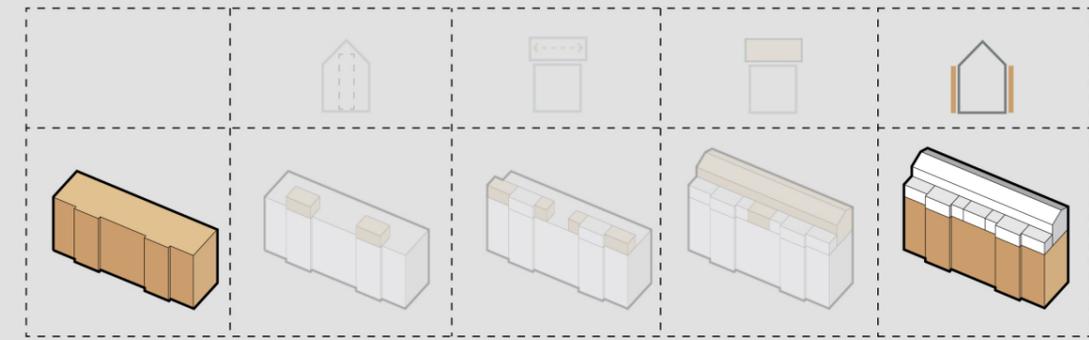
sono composti da una struttura in legno che svolge la funzione principale di contenere l'isolamento termico. I pannelli vengono montati dal basso verso l'alto, ancorati ad una sottostruttura metallica precedentemente tassellata alla soletta in calcestruzzo dell'edificio esistente.

1 Prefabbricazione degli elementi modulari e trasporto

2 Preparazione ancoraggio

3 Rimozione di parte del pannello esistente
Montaggio dei pannelli prefabbricati

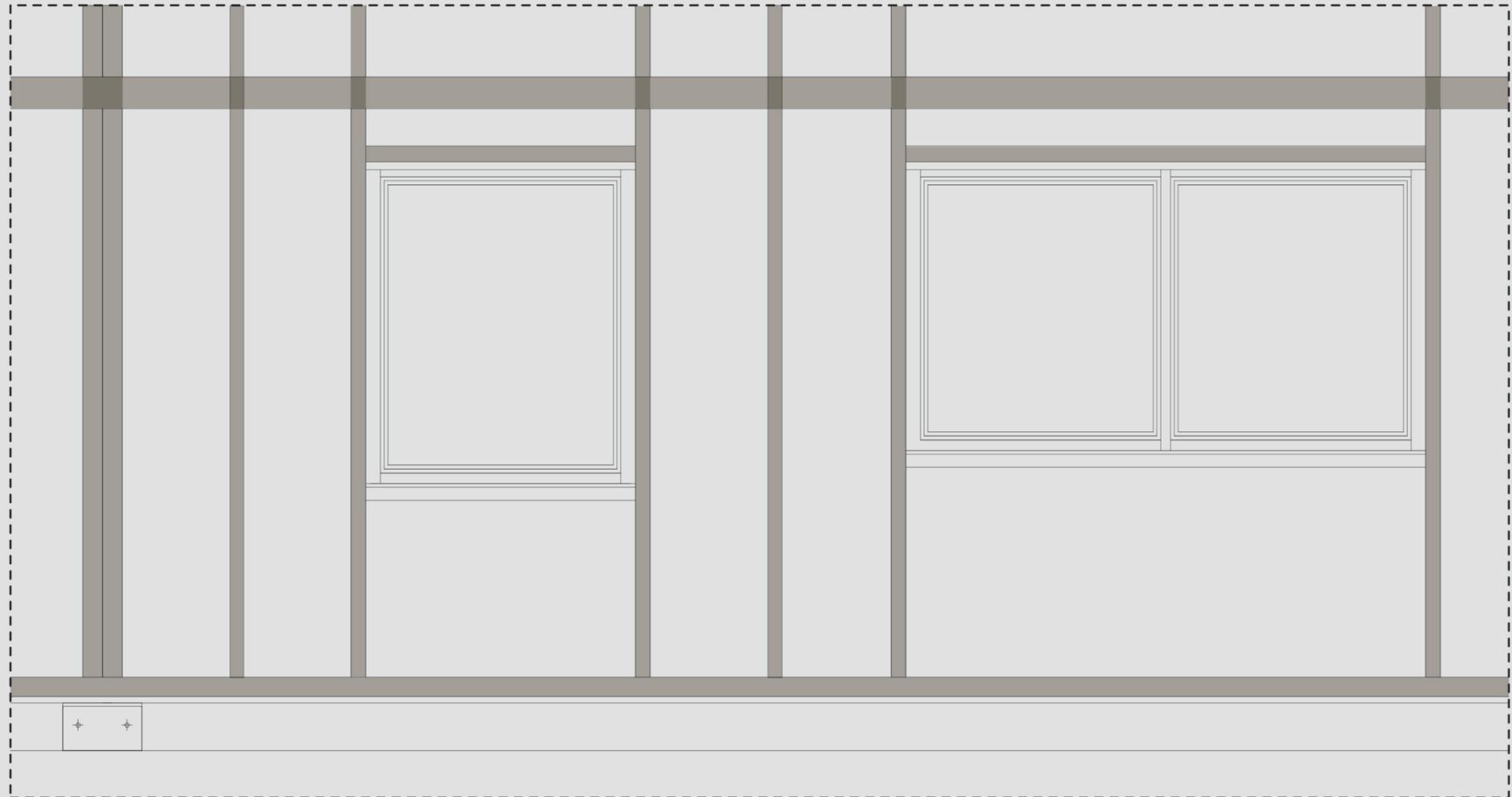
4 Montaggio delle logge e finiture



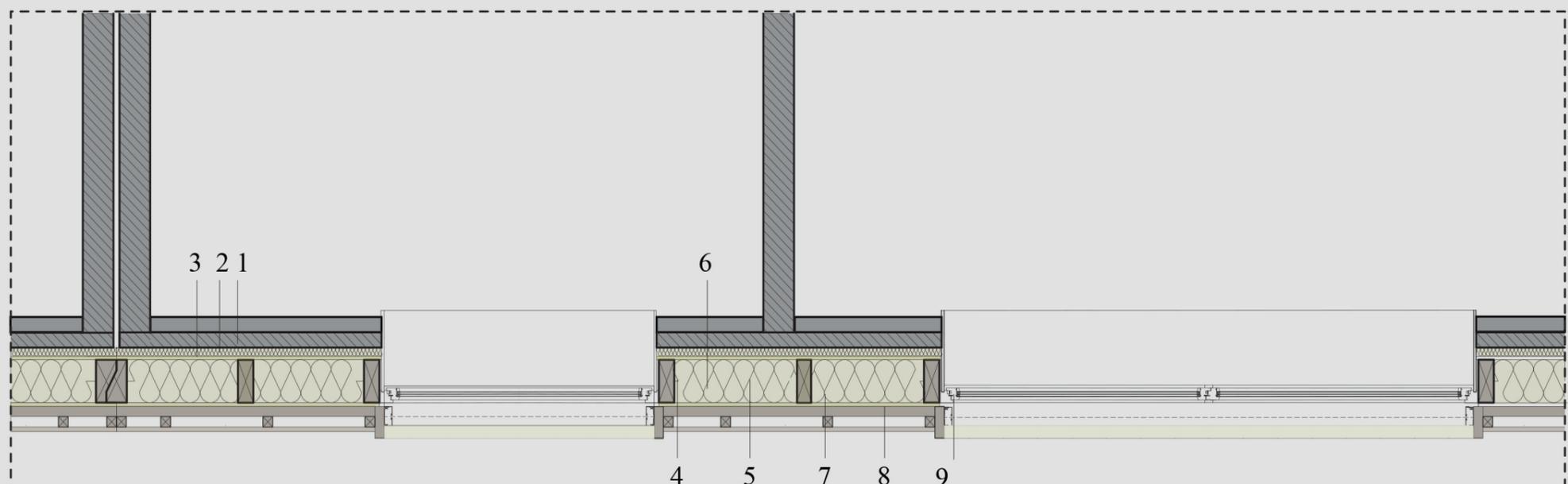
Stratigrafia del pannello

1. Facciata esistente
 2. Sottostruttura
 3. Strato di adattamento (isolante in lana di roccia, sp. 40 mm)
 4. Pannello OSB3, 18mm
 5. Struttura portante in legno lamellare di abete
 6. Isolante in fibra di legno, 200mm
 7. Pannello OSB3, 18mm
 8. Montanti orizzontali e verticali
 9. Rivestimento in listelli in legno
 10. Serramento
- Spessore tot. 40 cm



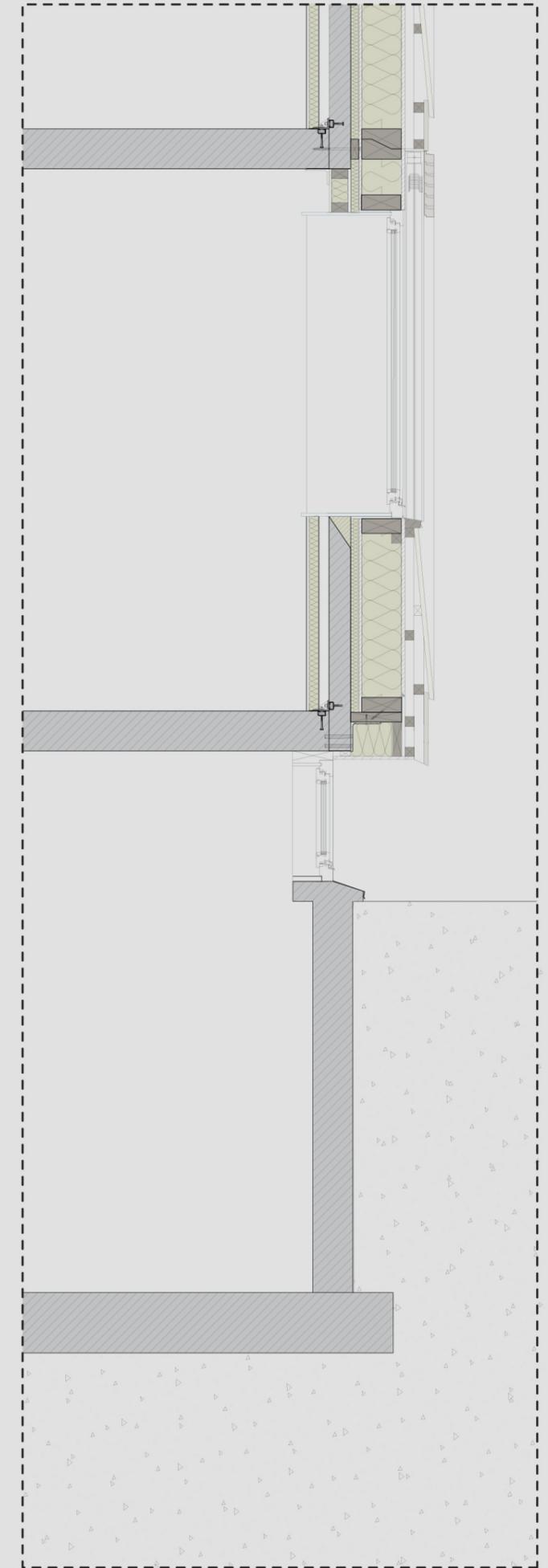


Schema della sottostruttura metallica precedentemente tassellata alle solette in calcestruzzo dell'edificio esistente e disposizione dei montanti dei pannelli prefabbricati



- | | | |
|---|--------------------------------------|----------------------------|
| 1. Facciata esistente | 5. Isolante in fibra di legno, 200mm | Spessore tot. 40 cm |
| 2. Strato di adattamento (isolante in lana di legno, sp. 40 mm) | 6. Pannello OSB3, 18mm | |
| 3. Pannello OSB3, 18mm | 7. Montanti orizzontali e verticali | |
| 4. Struttura portante in legno di abete | 8. Rivestimento in listelli in legno | |
| | 9. Serramento | |

Sezione orizzontale del Pannello Tes ancorato alla facciata esistente, in corrispondenza dei serramenti.



Sezione verticale in corrispondenza delle fondazioni.

Miglioramento del comfort ambientale interno

Per la strategia di retrofit si è deciso di rimuovere il tamponamento delle facciate Nord-Ovest e Sud Est ed i serramenti esistenti. Prima dell'intervento il valore dell'FLD era inferiore rispetto a quello imposto dalla norma UNI 10840:2007 (FLD per uso residenziale > 2%), e tale soluzione permette di ampliare la superficie vetrata dei locali esistenti.

FLD prima dell'intervento= 1,7%

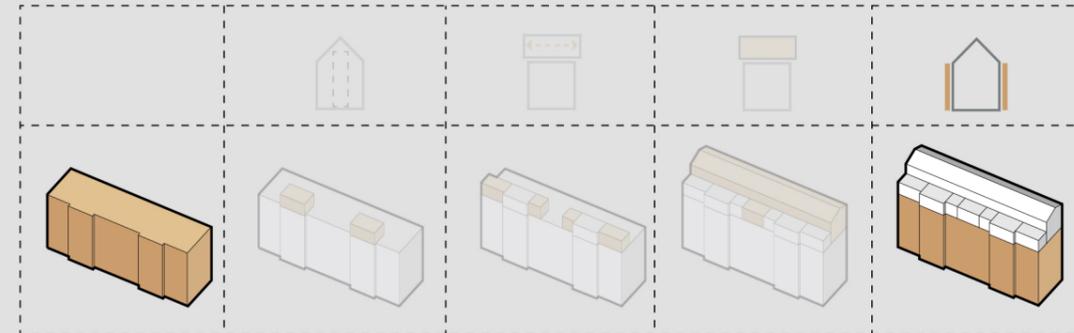
FLD dopo l'intervento= 2,2 %

Trasmittanza termica parete complessiva U=0,164W/m²K

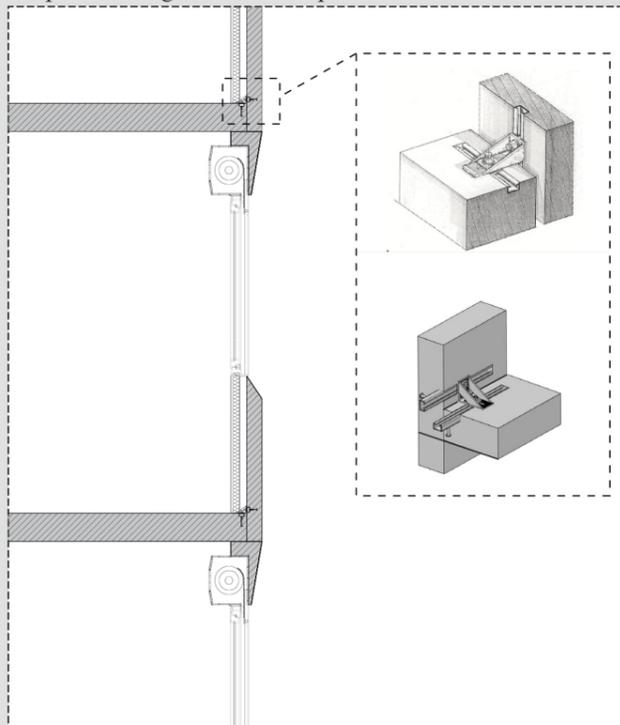
Dopo l'inserimento dei pannelli prefabbricati, le prestazioni energetiche della chiusura verticale opaca risultano migliorate.

Si passa da un valore di trasmittanza termica $U=0,54W/m^2K$, a $U=0,164W/m^2K$.

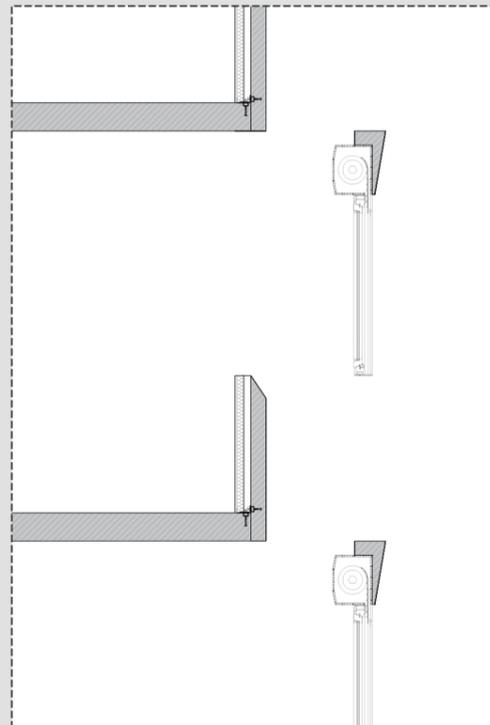
La progettazione del pannello prevede l'integrazione di un sistema di oscuramento a lamelle, che consentono di regolare il livello di ombreggiamento all'interno degli ambienti.



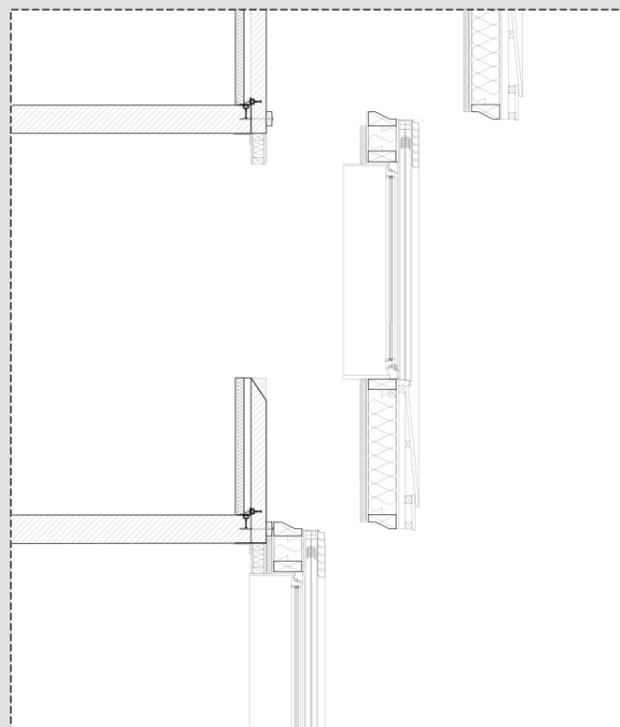
Sezione in corrispondenza del serramento. Scala 1:50
A. Ipotesi stratigrafia esistente prima dell'intervento



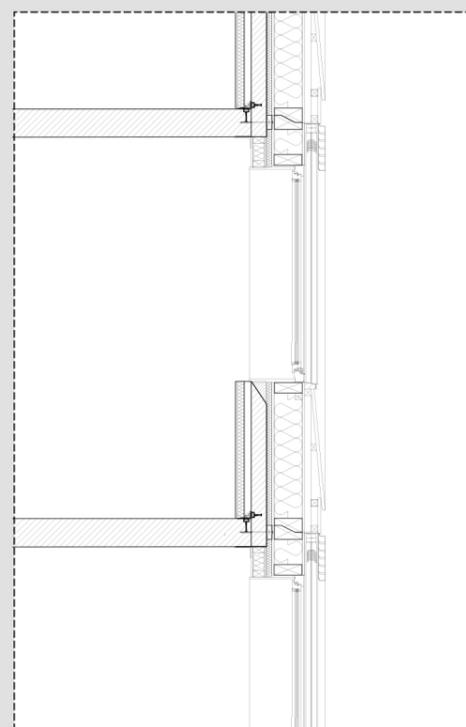
B. Rimozione di parte del pannello e del serramento



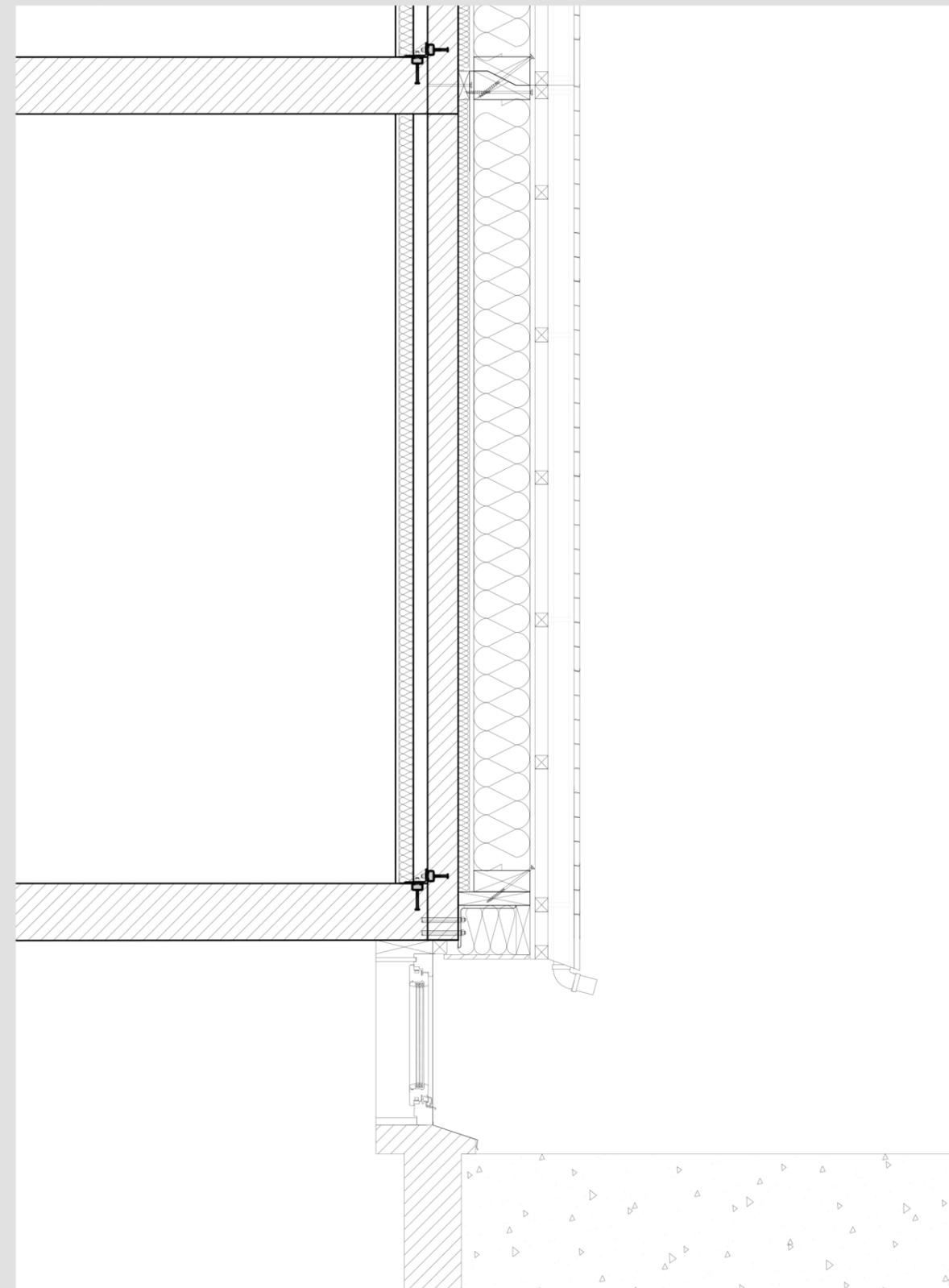
C. Inserimento del pannello prefabbricato



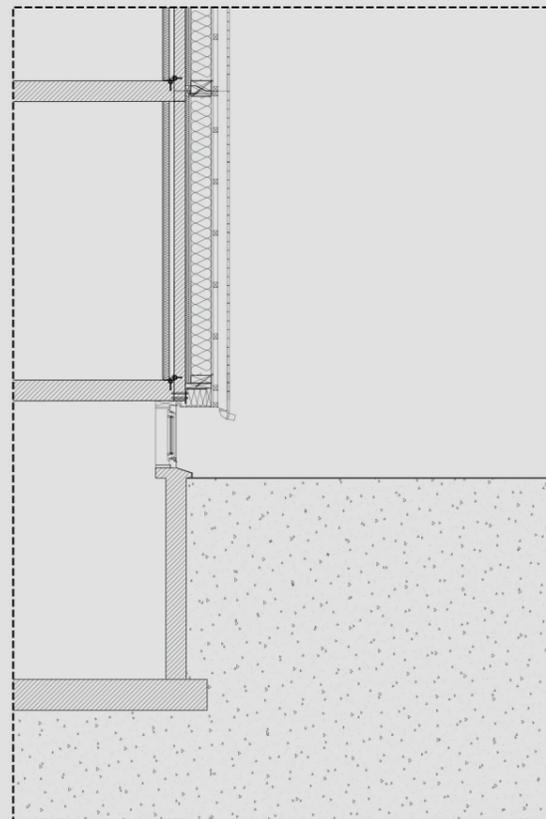
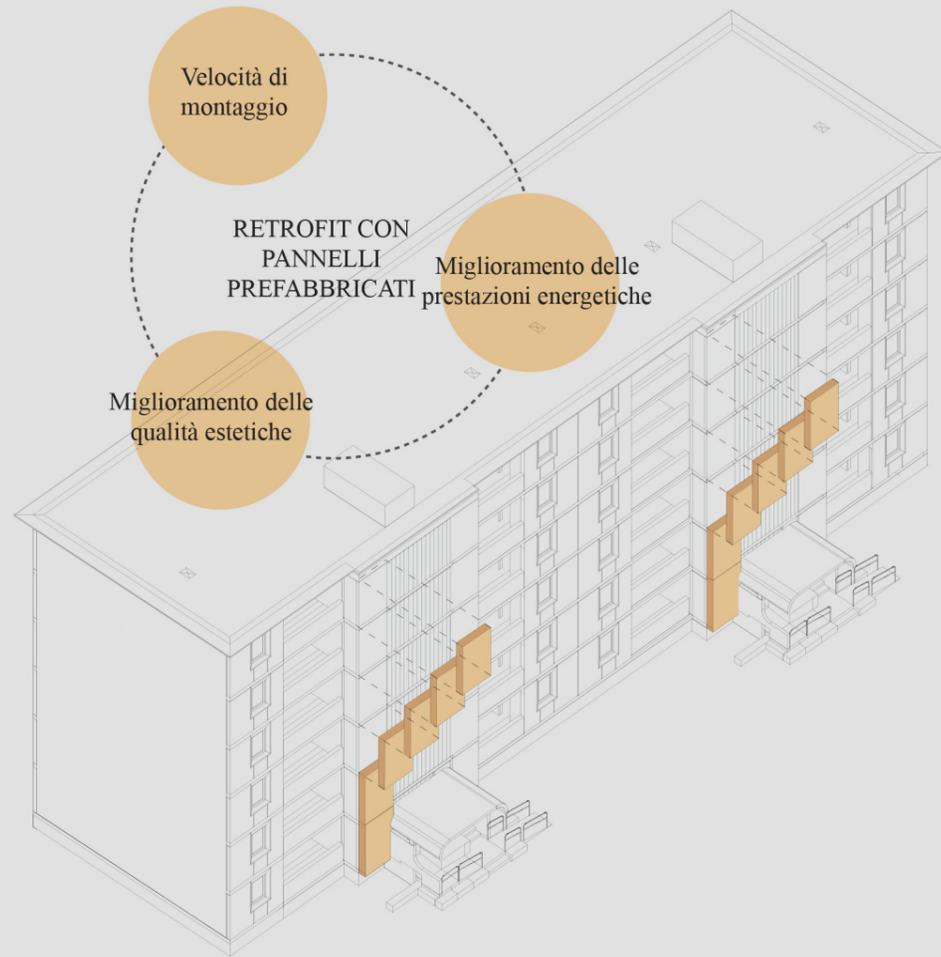
D. Parete finita



Sezione pannello Tes. Scala 1:20



RETROFIT DELL'ESISTENTE.
Edificio Tipologia A_Prospetto Sud-Ovest



Sezione verticale in corrispondenza del pluviale

Integrazione dei pluviali

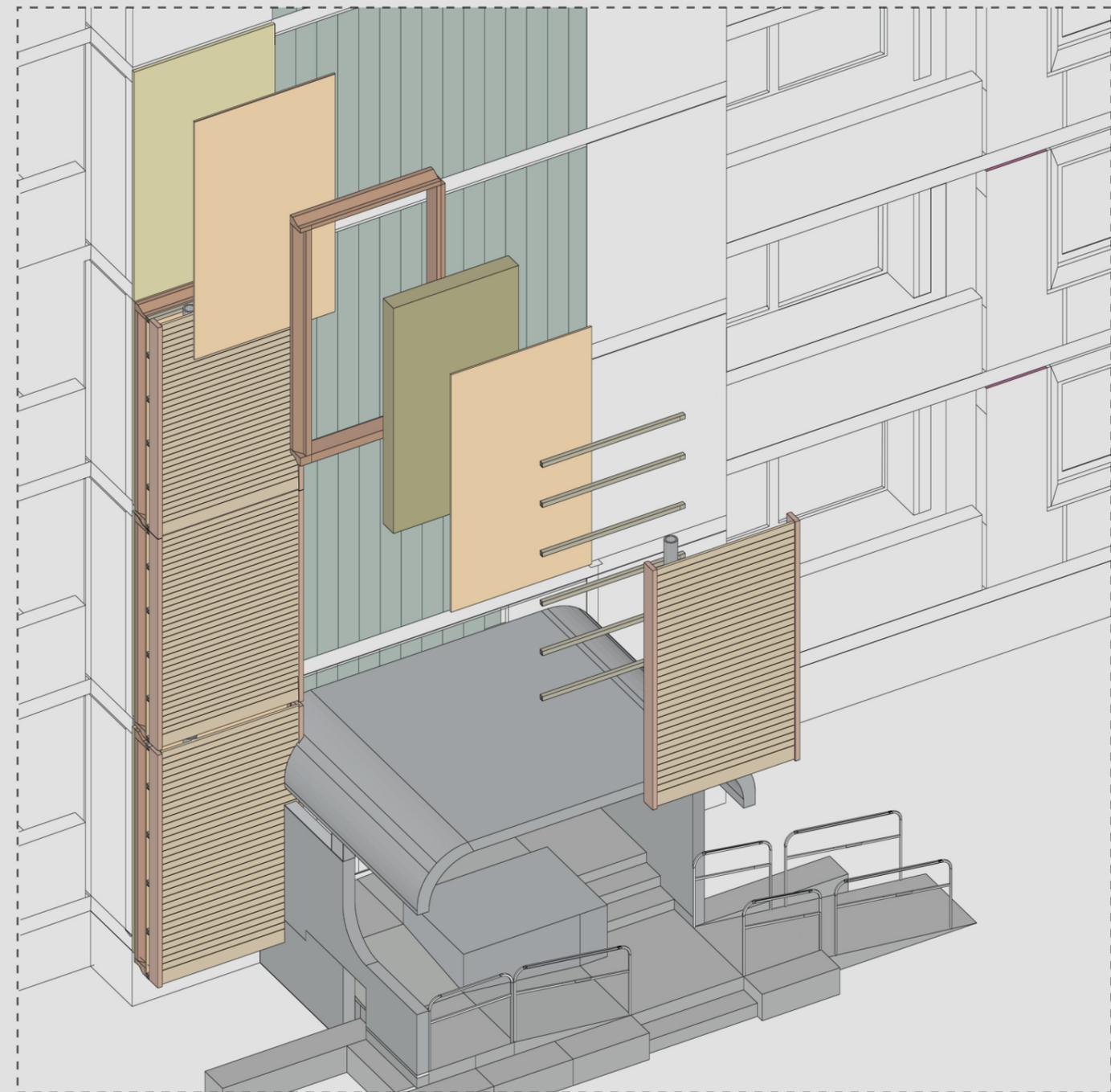
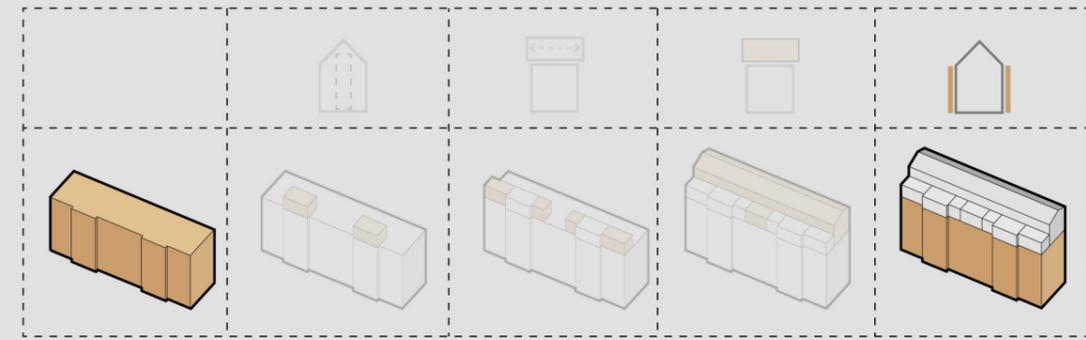
Il sistema di retrofit permette di prevedere l'alloggiamento degli impianti all'interno del pacchetto. In questo caso è stato creato, in corrispondenza di alcuni punti della facciata, un vano atto a consentire l'alloggiamento del pluviale per lo smaltimento delle acque meteoriche.

1 Prefabbricazione degli elementi modulari e trasporto

2 Preparazione ancoraggio

3 Rimozione di parte del pannello esistente
Montaggio dei pannelli prefabbricati

4 Montaggio delle logge e finiture

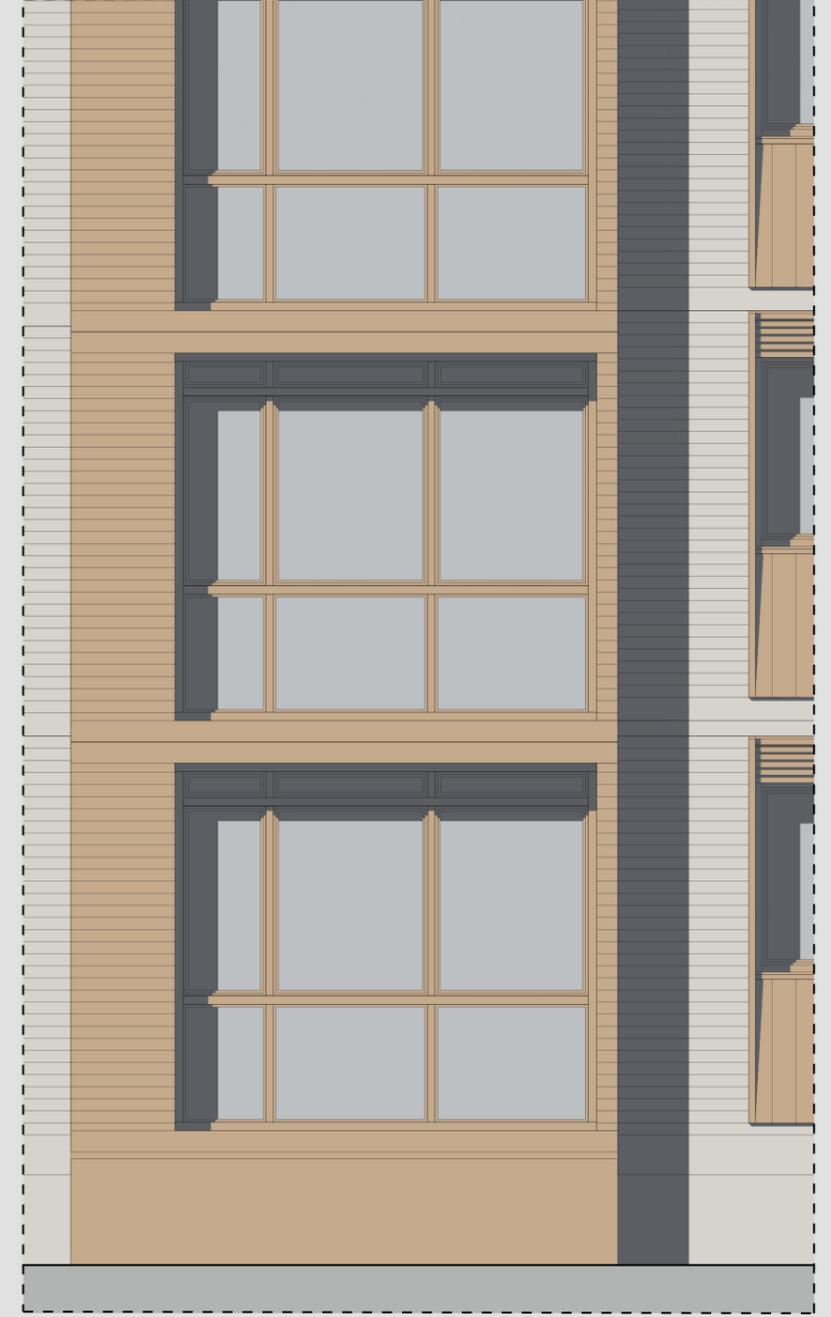
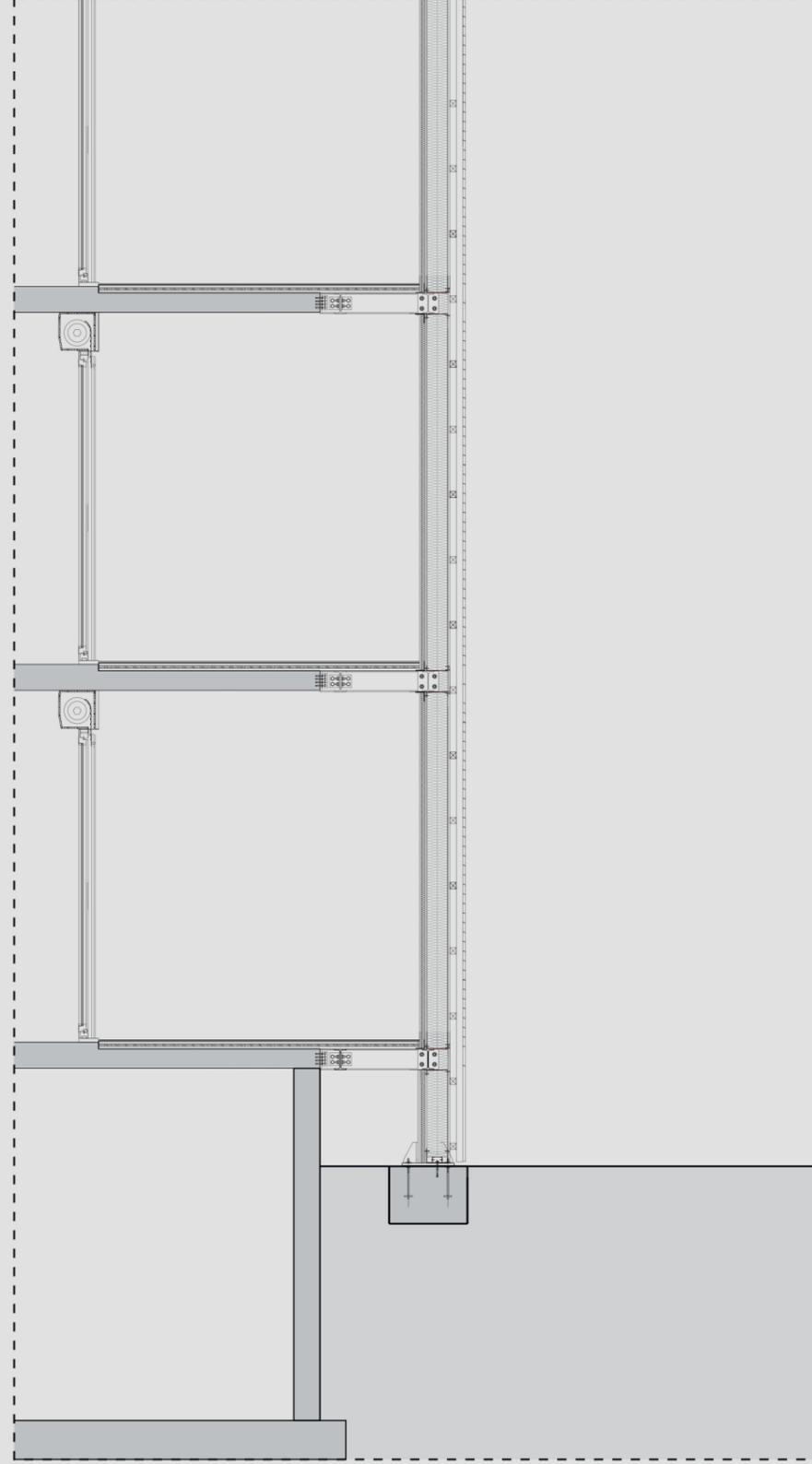




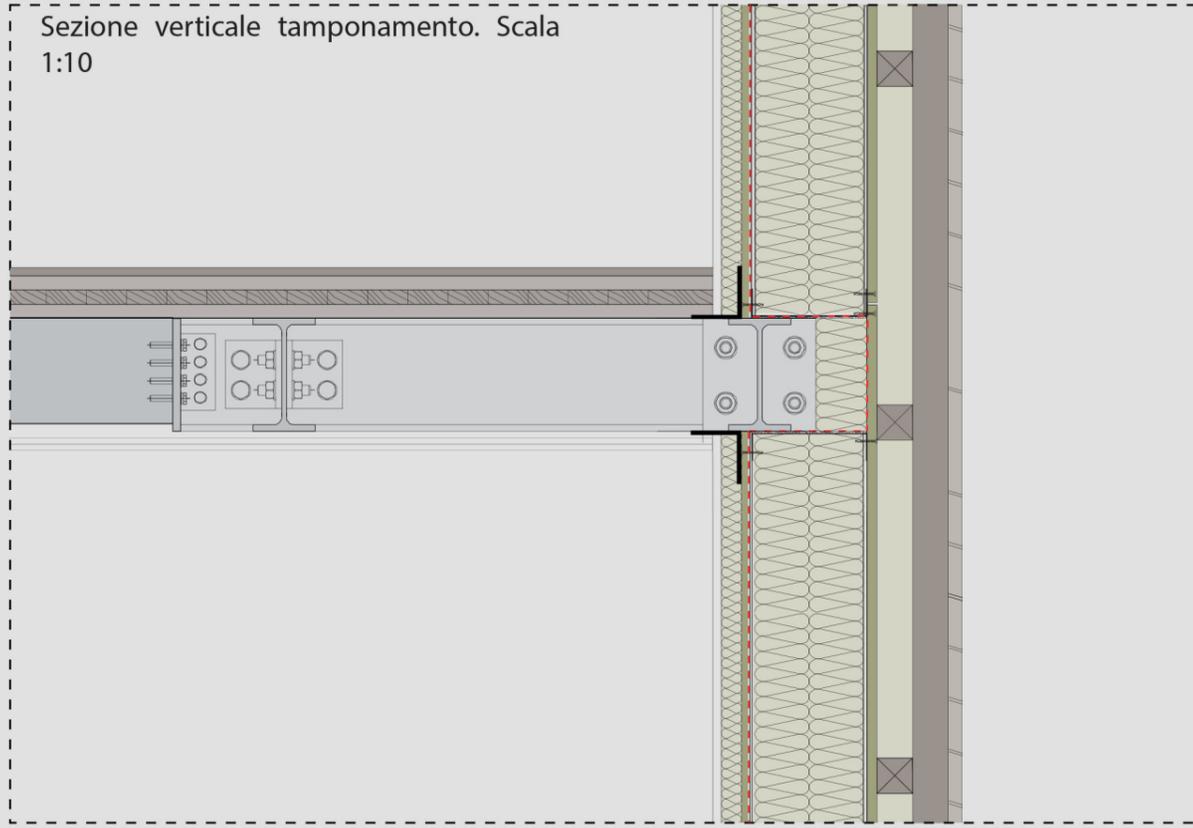
La strategia scelta per la riqualificazione delle balconate è quella dell'aggiunta di volumi. Si è deciso di inserire uno spazio loggiato chiuso che oltre ad apportare notevoli vantaggi a livello energetico aumenterà la superficie delle balconate esistenti.

La nuova loggia potrà essere utilizzata come estensione dei soggiorni degli alloggi esistenti oppure come ampio balcone. Nel caso dei prospetti Sud-Est questa potrà costituire una serra solare.

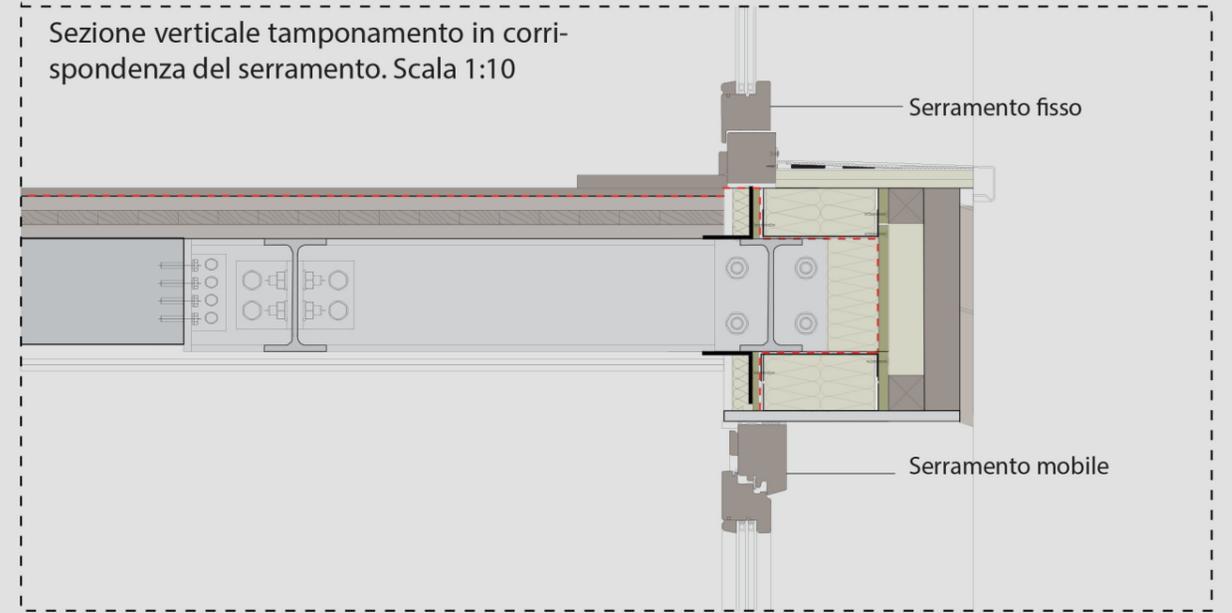
Per tale intervento si è deciso di utilizzare una struttura in carpenteria metallica tamponata da un sistema di pareti di tamponamento montate a secco, composte da singola orditura metallica rivestita con pannelli OSB. Tale intervento comporta la demolizione del preesistente parapetto esistente. Gli elementi andranno a scaricare il peso non sulla preesistente struttura, ma su un setto in cemento armato precedentemente costruito.



Sezione verticale tamponamento. Scala 1:10



Sezione verticale tamponamento in corrispondenza del serramento. Scala 1:10



Sezione orizzontale loggia. Scala 1:20



La struttura è costituita da una singola orditura di profili metallici in acciaio zincato di spessore 10mm, sezione 50-200-50mm, passo 600mm, inseriti dentro guide superiori ed inferiori di sezione 40-200-40mm. I profili di base vengono isolati dalle strutture esistenti con una guaina in polietilene impermeabile di spessore di 3 mm.

Nell'intercapedine è inserito un materassino di lana di legno dello spessore di 180mm, con funzione di isolamento termoacustico.

La struttura è rivestita, sia dal lato interno che esterno, da pannelli OSB. La superficie interna è rivestita da una lastra in cartongesso da 12,5 mm. La parte esterna è invece rivestita in listelli in legno di larice, ancorati mediante una sottostruttura di traversi e montanti in legno.

Capitolo 9

Approfondimento tecnologico

Nel capitolo 7 abbiamo visto come una delle strategie di progetto sia stata l'attenzione posta nella selezione del sistema costruttivo e di come esso abbia influito sulle caratteristiche stesse del progetto di sopraelevazione. Ci si pone l'obiettivo, dunque, nel seguente capitolo di esporre brevemente le peculiarità che contraddistinguono tale sistema costruttivo e di come la sua progettazione segua delle procedure collaudate che verranno in seguito descritte. Inoltre, tale capitolo è dedicato all'esplicazione delle scelte adoperate in ambito tecnologico nel caso dell'addizione in copertura.

9.1. Il sistema a telaio Platform Frame

Il sistema costruttivo Platform Frame è costituito da pareti portanti che assumono grande resistenza grazie al connubio di elementi lineari in legno lamellare o massiccio, pannelli strutturali a base di legno OSB, e ad un fitto sistema di collegamenti chiodati e bullonati in carpenteria metallica, in cui ogni piano che viene a formarsi funge da piattaforma per i successivi piani. È un sistema definito leggero, che come abbiamo già detto nel precedente capitolo, ha una elevata resistenza alle sollecitazioni sismiche e mediante una corretta progettazione può dar vita a edifici fino a cinque piani d'altezza. Il legno maggiormente utilizzato per gli elementi strutturali che caratterizzano il sistema è quello di conifera, in particolare il legno di abete. Siamo ovviamente di fronte ad elementi industrializzati che subiscono iter normati che consentono di ottenere prodotti certificati dall'elevata qualità. Per quanto riguarda i profili portanti, essi possono essere in legno massiccio, definiti anche segati, oppure in legno lamellare, utilizzati sempre per la struttura portante di montanti e traversi, ottenuti mediante l'incollaggio di tavole di legno classificate per uso strutturale. Parliamo dunque di un materiale composito ingegnerizzato, che tramite un processo di incollaggio a pressione, consente di ridurre i difetti propri del legno massiccio. I pannelli a scaglie orientate, conosciuti con il nome di OSB, è un pannello strutturale a base di legno realizzato mediante l'incollaggio, tramite una resina sintetica, di scaglie che vengono pressate in differenti strati. Tali scaglie risultano nello strato più interno, orientate trasversalmente al senso della lunghezza del pannello, mentre superficialmente esse sono orientate parallelamente rispetto alla medesima direzione. L'orientamento minuzioso delle scaglie più grandi, l'eliminazione di quelle più piccole e l'accurato lavoro di pressatura a caldo, permettono a tale materiale di avere delle buonissime prestazioni meccaniche, tali da ostacolarne l'imbarcamento.

Dal punto di vista esecutivo, per la realizzazione del sistema costruttivo Platform Frame vi sono dei criteri collaudati da rispettare, al fine di rendere l'intera struttura solidale, in grado di resistere a tutti i tipi di sollecitazione a cui essa è sottoposta.

Verranno in seguito descritte brevemente le operazioni da eseguire per la realizzazione di un generico edificio a 2 piani, così da poter capire quali siano i giusti accorgimenti da tenere in considerazione quando si opta per l'utilizzo del sistema costruttivo *Platform Frame*.

Per quanto riguarda il collegamento della struttura al sistema di fondazioni, essa avviene tramite il collegamento del cordolo in legno, posto al di sopra del sistema di fondazioni, al primo corrente inferiore in legno mediante viti tirafondi. Dal corrente inferiore partono i montanti posti ad interasse regolare compreso tra 50 cm e 62,5 cm, che si sviluppano fino ad incontrare il corrente superiore, posto ad altezza di almeno di 2,7m. Il pannello OSB riveste i montanti, e la sua chiodatura varia in relazione al segato a cui si ancora. Per i montanti più esterni, a chiodatura avrà un interasse di 0,15 m, mentre per il montante centrale lo stesso interasse tra le viti può essere anche di 0,30 m. Essendo la dimensione massima dei pannelli OSB presenti sul mercato fissata a 2,5m sarà necessario realizzare un'ulteriore corrente tra i montanti al quale ancorare sia il pannello inferiore, che quello superiore (figura 9.1).

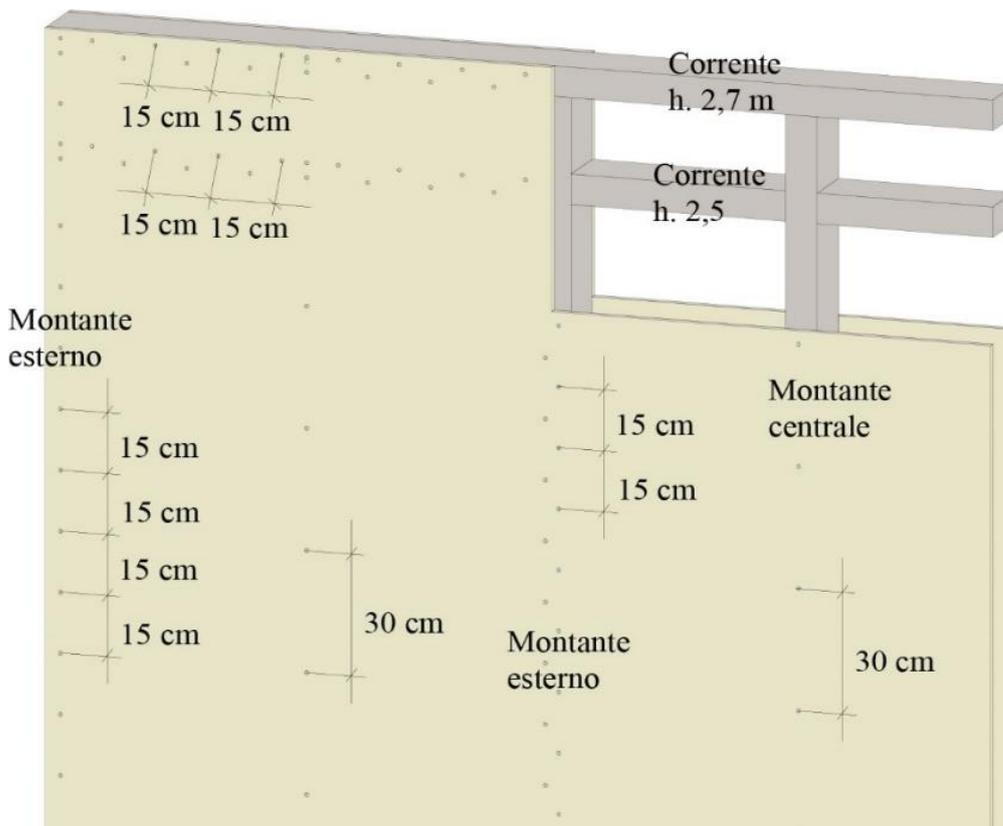


Figura 9.6 Schema di applicazione della chiodatura tra pannello OSB ai correnti ed ai montanti

Tutti gli elementi in legno sono poi bloccati al sistema di fondazione tramite elementi *hold-down* e piastre angolari (Figura 9.2).

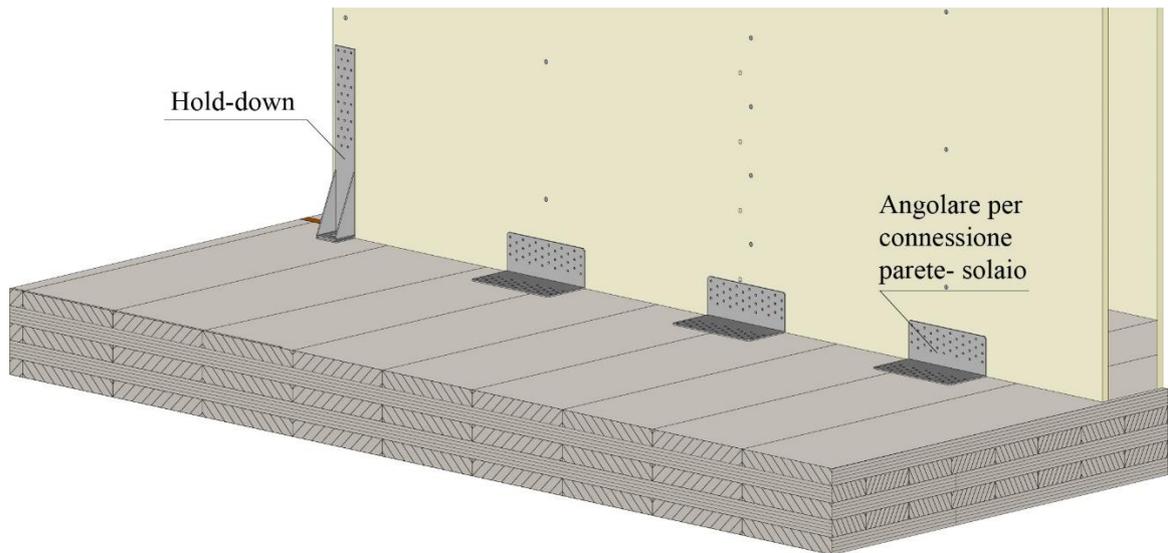


Figura 9.2 Staffe hold-down e piastre angolari impiegate per il collegamento con il sistema di fondazione

Per quanto riguarda le aperture, esse sono realizzate con una coppia di montanti per lato, di cui quelli più interni sostengono l'architrave (figura 9.3).

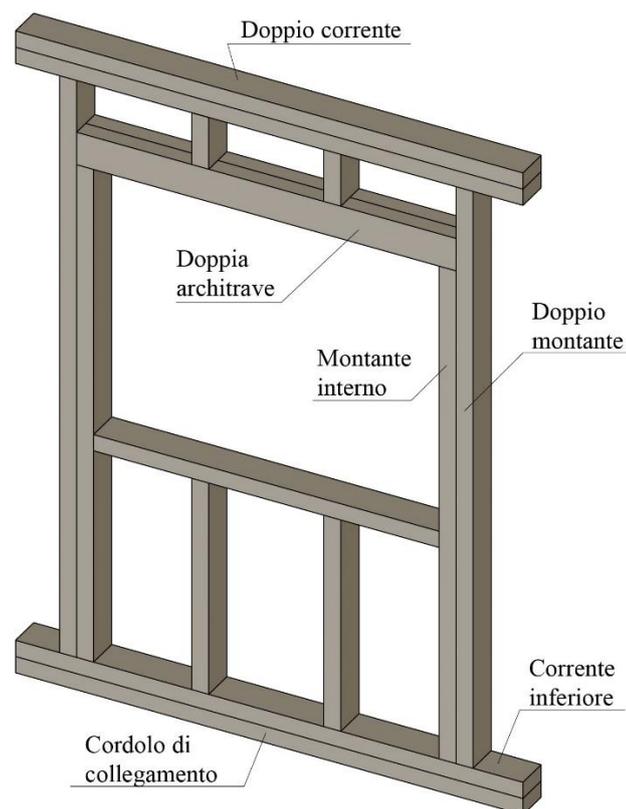


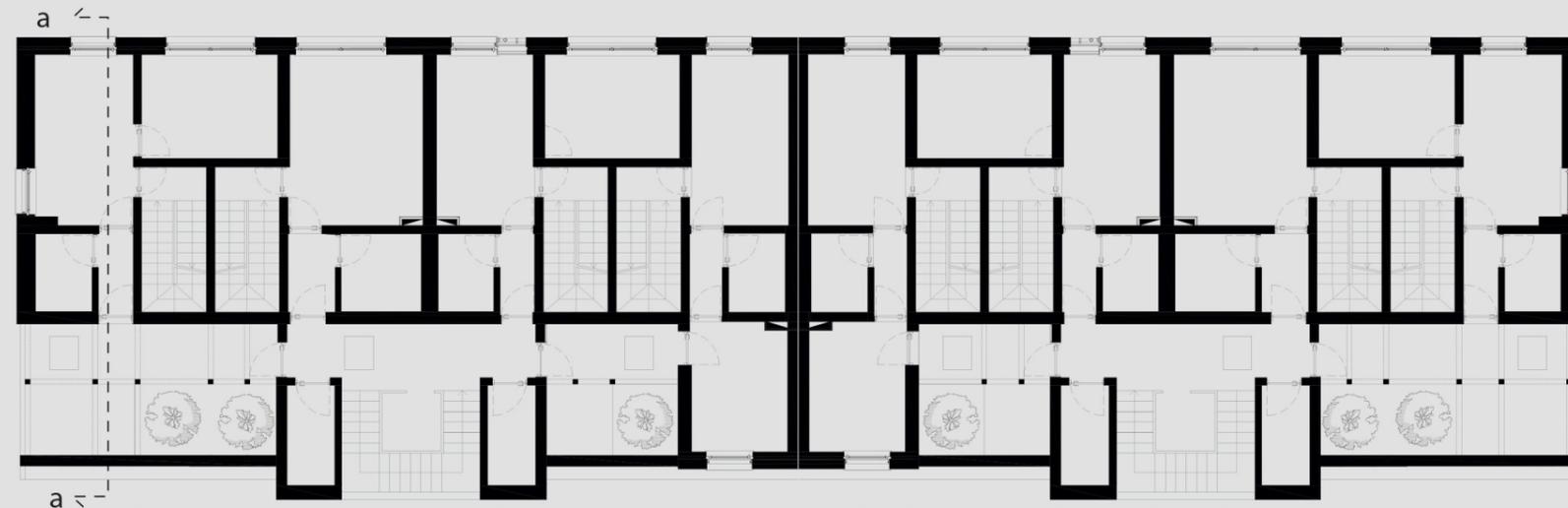
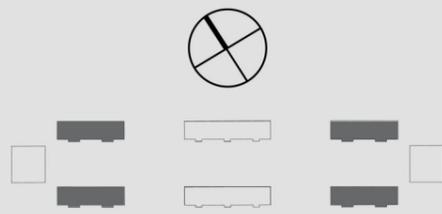
Figura 9.3 Schema realizzazione di una finestra

La parete deve resistere a forze verticali, compito assolto dai montanti, ed alle sollecitazioni orizzontali, parallele ed ortogonali alla direzione dei pannelli, compito invece demandato alla chiodatura sollecitata a taglio che connette i pannelli dell'intelaiatura. Le sollecitazioni orizzontali scaturiscono scorrimento e sollevamento delle pareti, che viene impedito

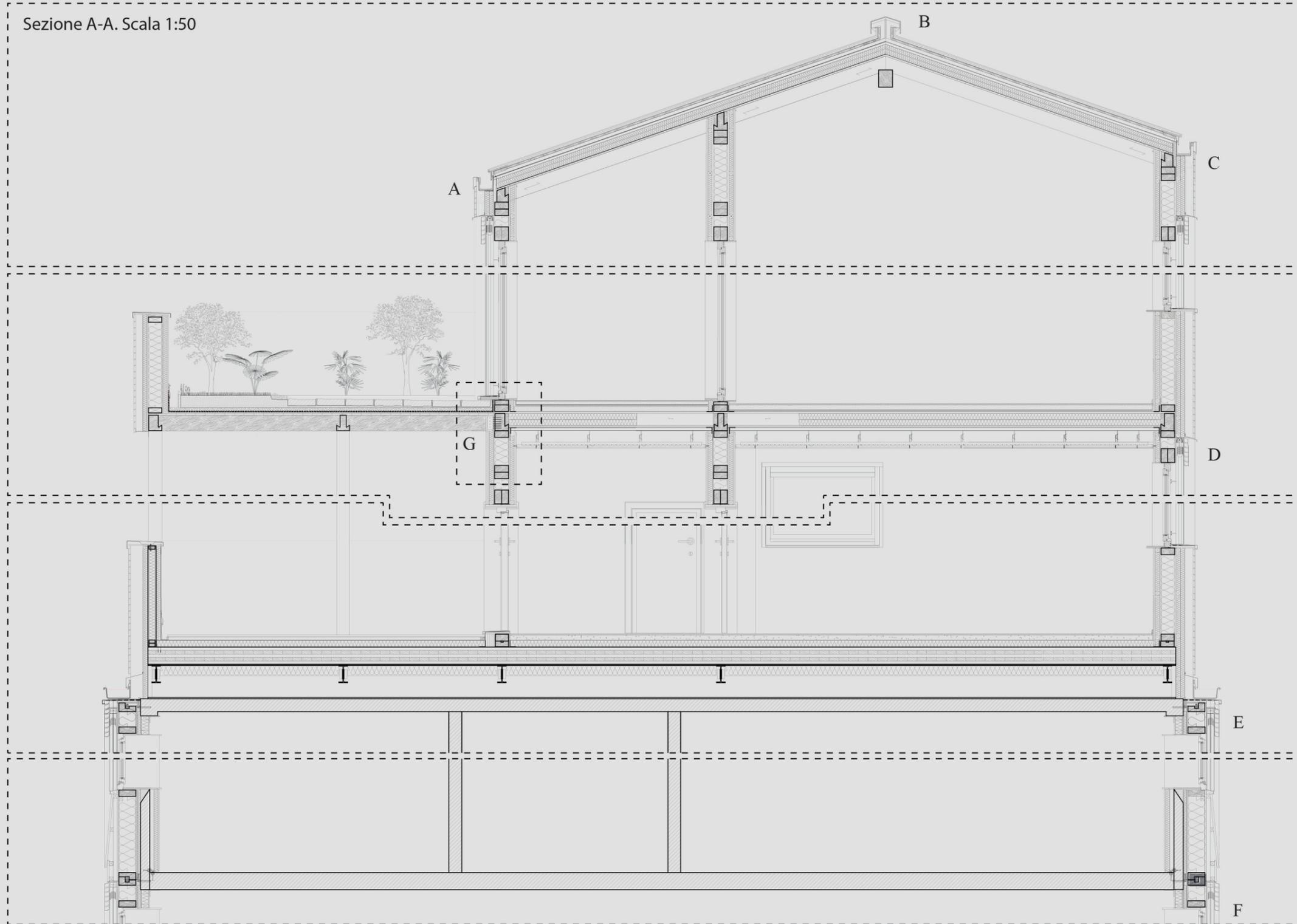
rispettivamente dalla vitatura con il cordolo di base e dalle piastre hold-down. Il vuoto generato tra i montanti viene riempito, nell'intero spessore con materiale isolante, generalmente organico. Verso l'esterno e verso l'interno viene realizzata un'ulteriore intercapedine anch'essa riempita di materiale isolante, le quali saranno rivestite da uno strato di finitura esterna realizzata con uno strato in gesso-fibra ed uno in cartongesso per l'interno, e verso l'esterno la scelta della finitura viene effettuata in base alle qualità estetiche e protettive che si vogliono raggiungere. Per quest'ultimo caso, l'ulteriore strato di isolate funge da cappotto termico, invece per quanto riguarda l'interno, si può optare per l'inserimento degli impianti all'interno di tale strato.

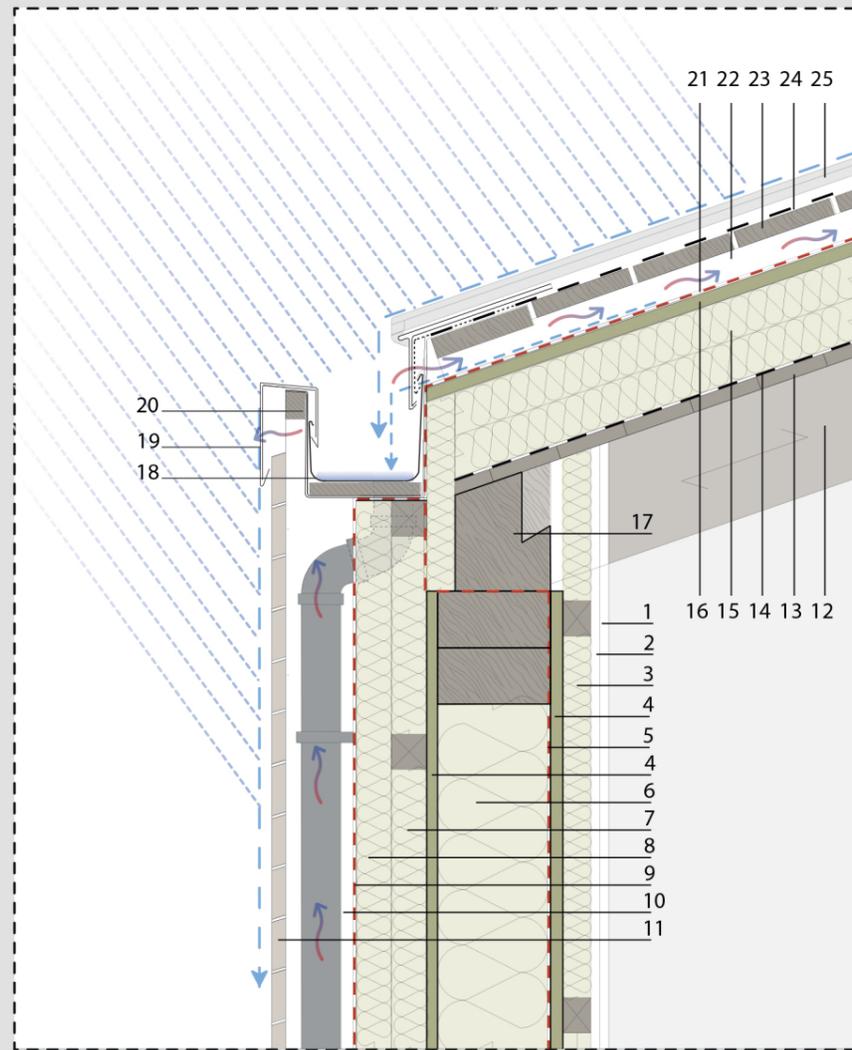
Gli angoli delle pareti vengono resi solidali grazie all'inserimento di un ulteriore montante d'angolo ed un fitto sistema di chiodatura. Dopo aver fissato il sistema delle pareti del primo livello si prosegue realizzando un secondo corrente superiore che connette le pareti. Su questo corrente vengono poste le travi del solaio ad interasse regolare in corrispondenza dei montanti. Il perimetro viene poi completato mediante travi perimetrali dette "*band*". Sull'estradosso delle travi, a contatto con esse, viene posato il tavolato, realizzato in assiti, compensato oppure OSB, su cui sono distribuiti tutti gli strati del solaio fino alla pavimentazione. Le pareti del piano superiore vengono realizzate con la stessa tecnica del primo piano, con i collegamenti anti-scorrimento effettuati sul primo pannello rigido di interpiano. Viene impiegato inoltre un doppio hold-down per evitare anche in questo caso il sollevamento. Una volta terminate le pareti del secondo piano si procede alla definizione del solaio di copertura che viene realizzato con lo stesso procedimento del solaio di interpiano. Nel caso di copertura inclinata, le pareti sono sagomate in base all'inclinazione delle falde, realizzata mediante l'impiego di montanti ad altezza crescente. Il sistema di travatura del solaio di copertura e dunque travi di colmo, travi perimetrali e trasversi, saranno segati per incastrarsi tra loro e sul cordolo perimetrale delle pareti, realizzando anche in questo caso una struttura solidale mediante l'uso di un fitto sistema di viti.

A seguito di quanto detto, vengono riportati nelle successive schede i particolari tecnologici sviluppati durante la fase di progettazione della sopraelevazione.



Sezione A-A. Scala 1:50

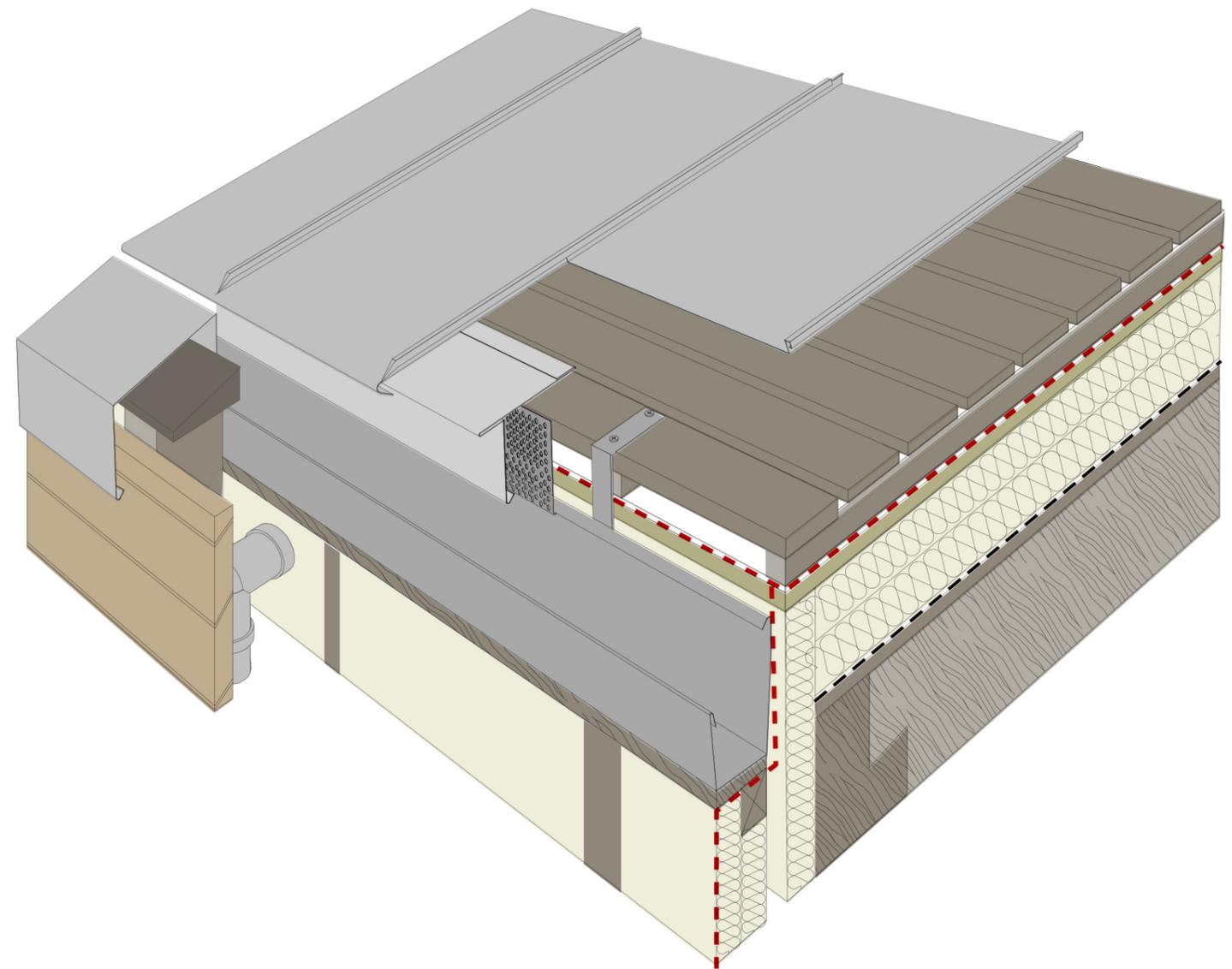




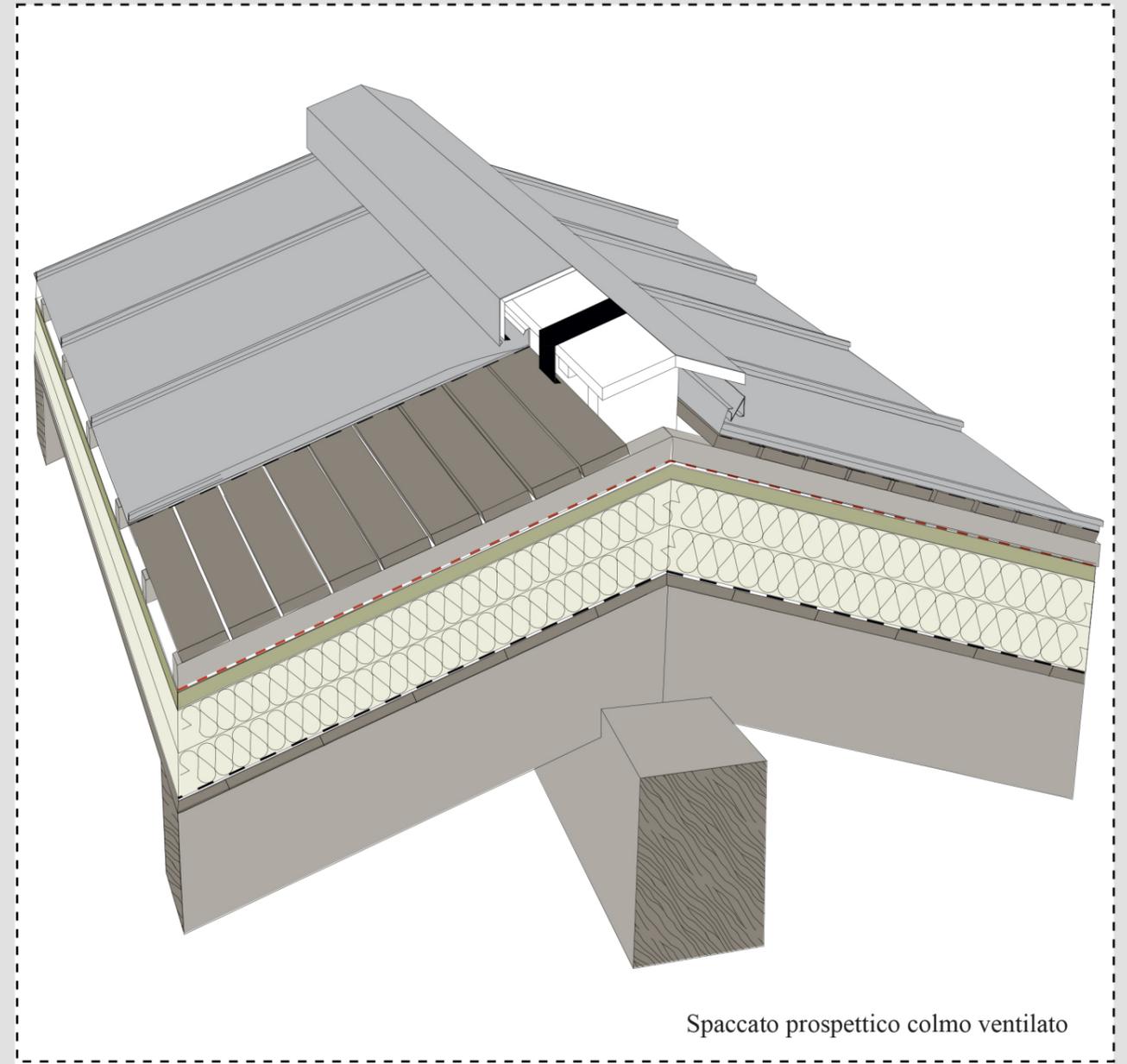
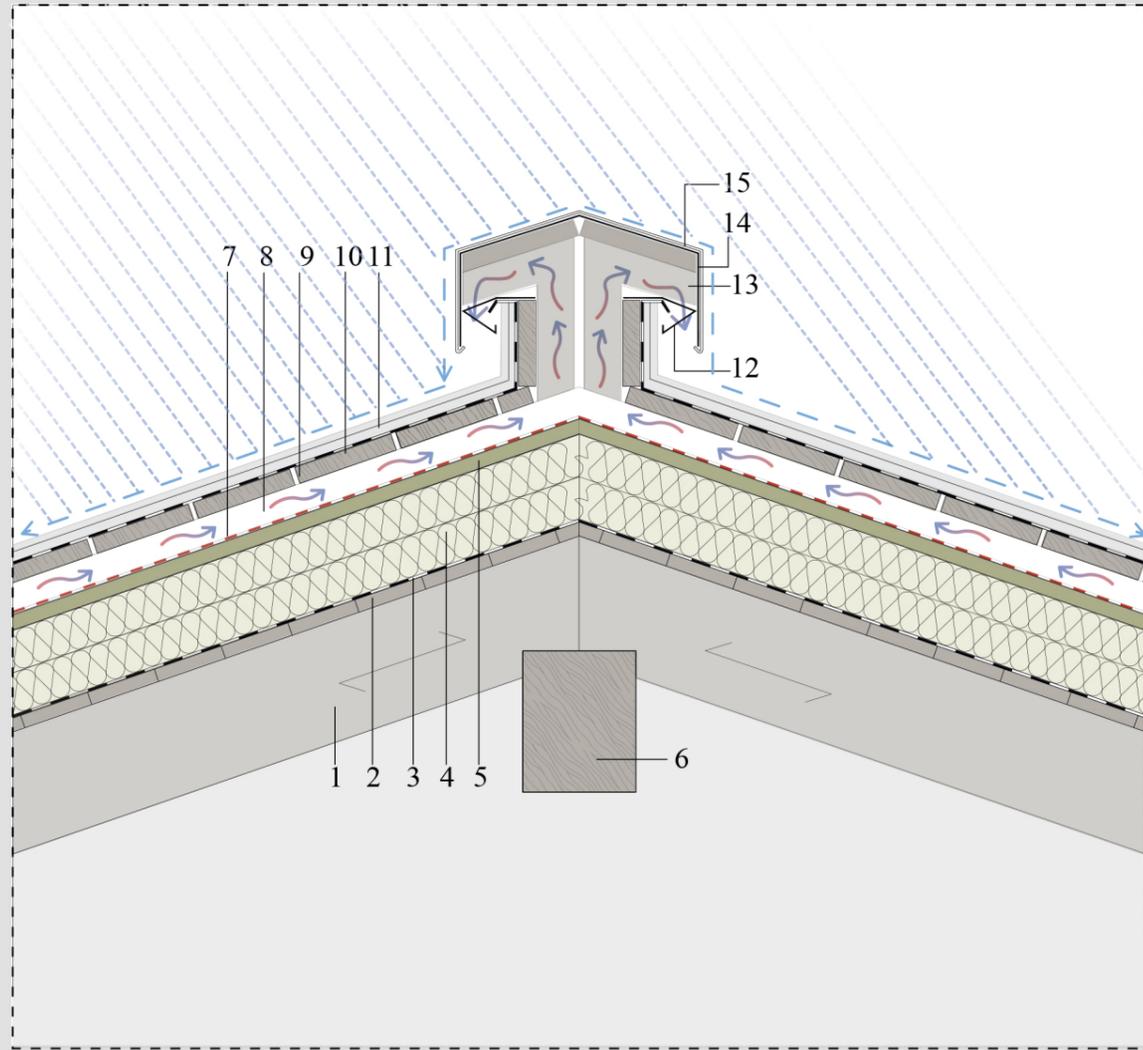
A _ COLLEGAMENTO TRA PARETE ESTERNA E SOLAIO DI COPERTURA. Scala 1:10

1. Lastra in cartongesso sp.12,5 mm
2. Lastra in gessofibra sp.12,5 mm
3. Struttura a orditura in legno riempita con pannello isolante, sp. 50 mm
4. Pannello OSB 3, sp.18 mm
5. Telo di tenuta all'aria con funzione di controllo del vapore
6. Strato di isolante interposto nell'intelaiatura portante in fibra o lana di legno
7. Isolante in fibra di legno in spessore di traverso (5 cm)
8. Isolante in fibra di legno in spessore di montanti (5 cm)
9. Strato di protezione alla pioggia e al vento, sp. 3 mm
10. Intercapedine ventilata, sp. 10 cm
11. Rivestimento in listelli di larice, sp. 2 cm
12. Trave di sostegno della copertura incli-

- nata
13. Perline in legno a vista
14. Strato di controllo al vapore
15. Strato di isolamento termico (lana o fibra di legno)
16. Pannello OSB 3, sp 20mm
17. Trave perimetrale con intaglio predisposto per l'aggancio dei travetti del solaio di copertura
18. Gronda per il drenaggio delle acque meteoriche
19. Profilato metallico di protezione
20. Listello di sostegno
21. Membrana impermeabile
22. Listellatura di supporto - intercapedine ventilata sp.40 mm
23. Tavolato in legno grezzo da 24 mm, distanziato
24. Telo sottomanto impermeabile traspirante di circa 5 mm per la ventilazione
25. Lamiera aggraffata



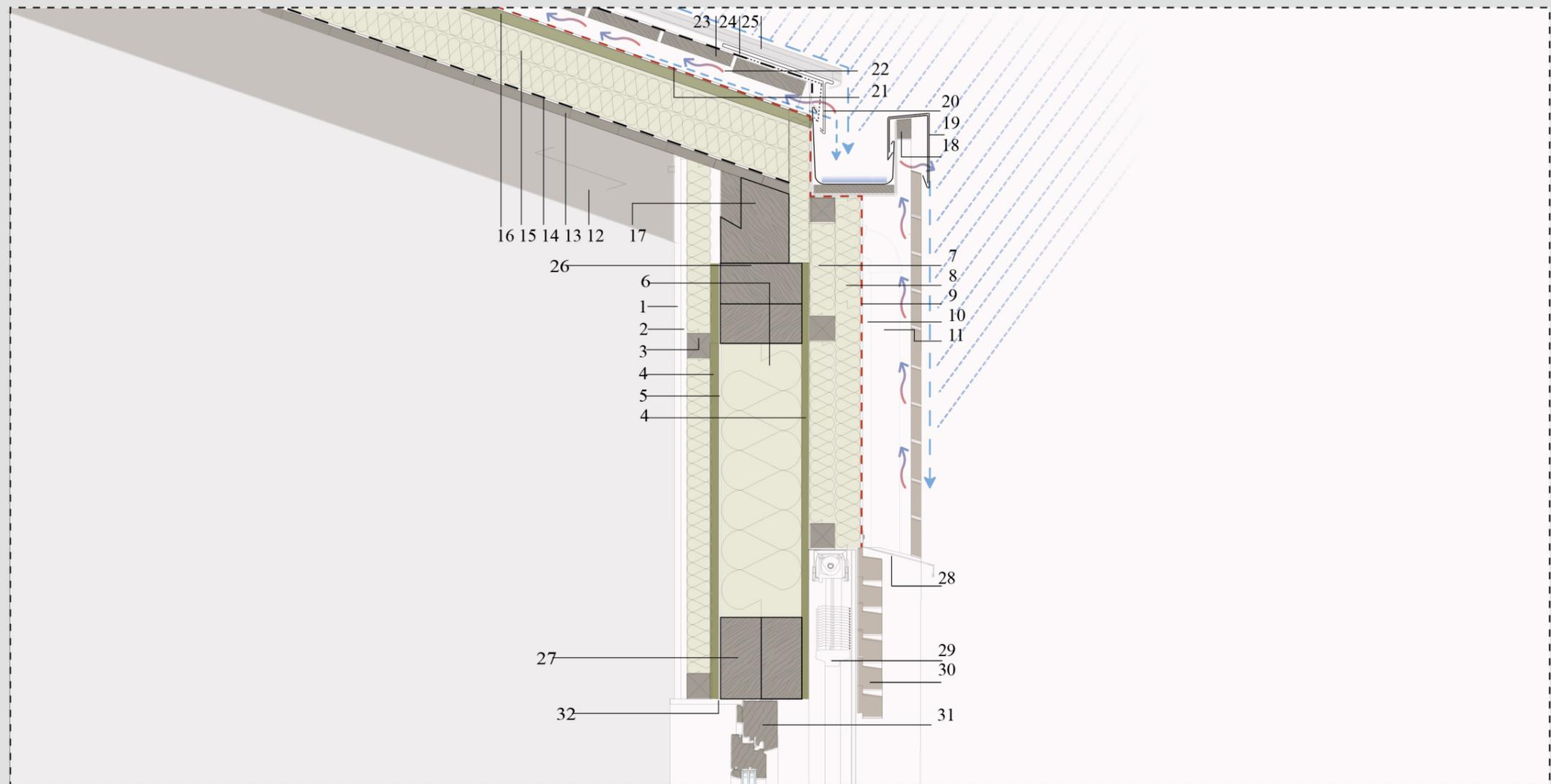
Spaccato prospettico collegamento parete esterna-solaio di copertura



B _ SEZIONE COLMO VENTILATO. Scala 1:10

1. Trave di sostegno della copertura inclinata
2. Perline in legno a vista
3. Strato di controllo al vapore
4. Strato di isolamento termico (lana o fibra di legno)
5. Pannello OSB 3, sp 20mm
6. Trave di colmo a vista
7. Membrana impermeabile
8. Listellatura di supporto - intercapedine ventilata sp.40 mm
9. Tavolato in legno grezzo da 24 mm, distanziato
10. Telo sottomanto impermeabile traspirante di circa 5 mm per la ventilazione
11. Lamiera aggraffata
12. Lamiera forata
13. Struttura in legno per colmo
14. Linguetta a graffa
15. Colmo di incasto

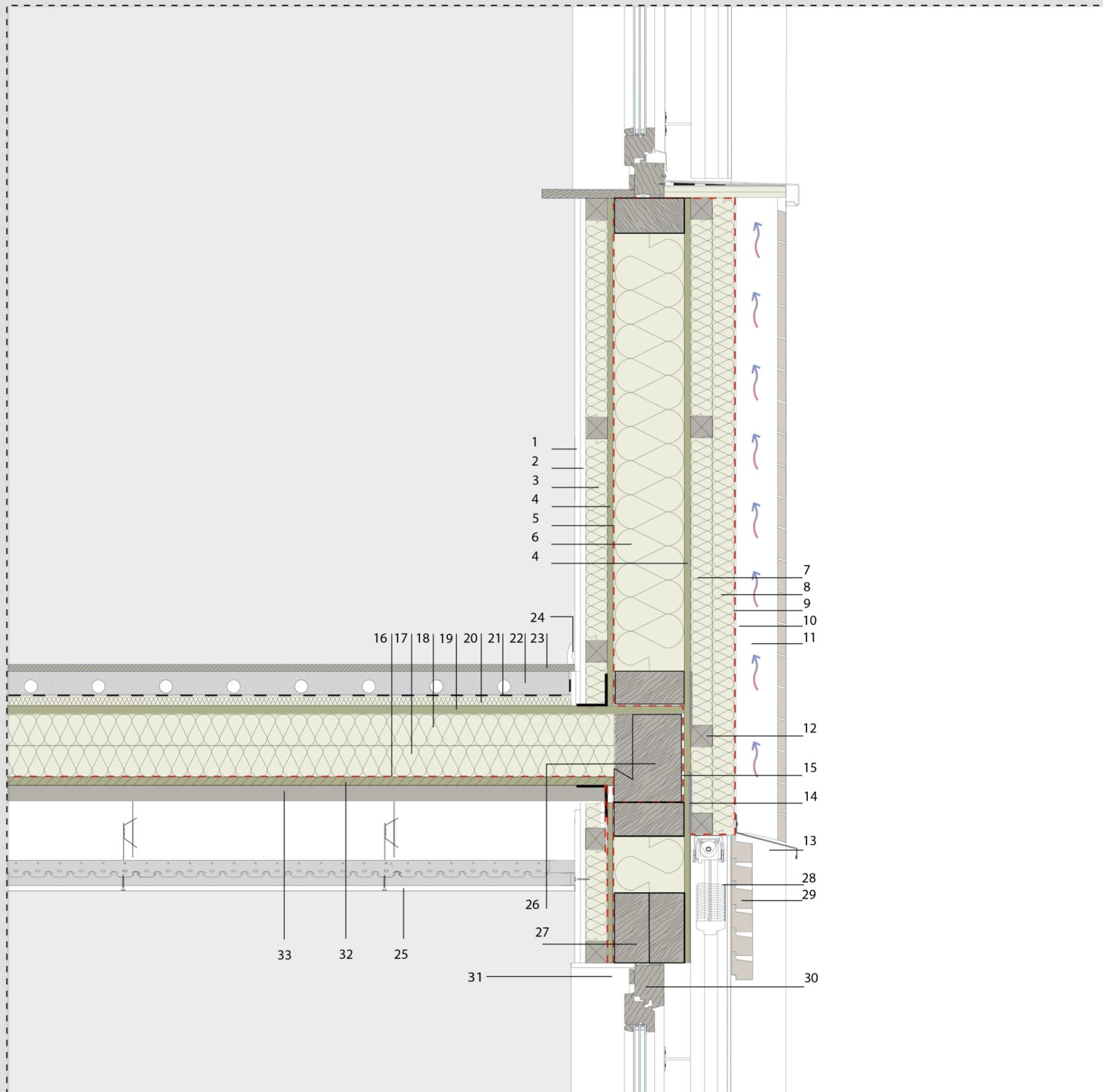
Spaccato prospettico colmo ventilato



C _ COLLEGAMENTO TRA PARETE ESTERNA E COPERTURA
INCLINATA IN CORRISPONDENZA DEL SERRAMENTO. Scala
1:10

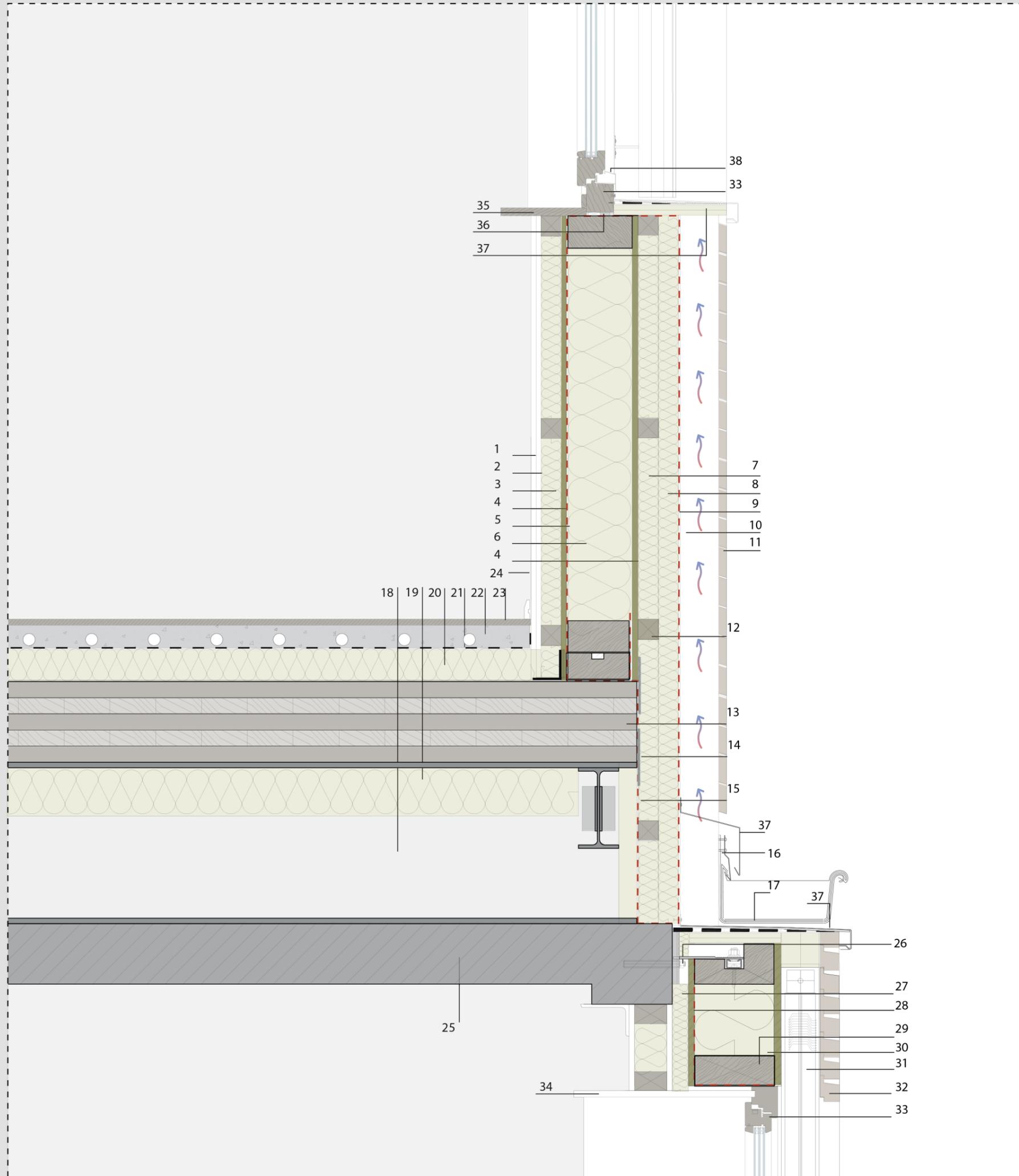
1. Lastra in cartongesso sp. 12,5 mm
2. Lastra in gessofibra sp. 12,5 mm
3. Struttura a orditura in legno riempita con pannello isolante, sp. 50 mm
4. Pannello OSB 3, sp. 18 mm
5. Telo di tenuta all'aria con funzione di controllo del vapore
6. Strato di isolante interposto nell'intelaiatura portante in fibra o lana di legno
7. Isolante in fibra di legno in spessore di traverso (5 cm)
8. Isolante in fibra di legno in spessore di montanti (5 cm)
9. Strato di protezione alla pioggia e al vento, sp. 3 mm
10. Intercapedine ventilata, sp. 3 cm
11. Rivestimento in listelli di larice, sp. 2 cm
12. Trave di sostegno della copertura inclinata
13. Perline in legno a vista
14. Strato di controllo al vapore
15. Strato di isolamento termico (lana o fibra di legno)

16. Pannello OSB 3, sp
17. Trave perimetrale con intaglio predisposto per l'aggancio dei travetti del solaio di copertura
18. Listello di sostegno.
19. Profilato metallico di protezione
20. Scossalina
21. Membrana impermeabile
- 22.5. Listellatura di supporto - intercapedine ventilata sp. 40 mm
23. Tavolato in legno grezzo da 24 mm, distanziato
24. Telo sottomanto impermeabile traspirante di circa 5 mm per la ventilazione
25. Lamiera aggraffata
26. Doppio traverso in abete
27. Doppio traverso in abete sopra finestra
28. Scossalina sagomata per l'allontanamento dell'acqua piovana
29. Sistema di orcuramento a lamelle orientabili e retraibili
30. Rivestimento in listelli di legno
31. Serramento in legno
32. Stipite in alluminio



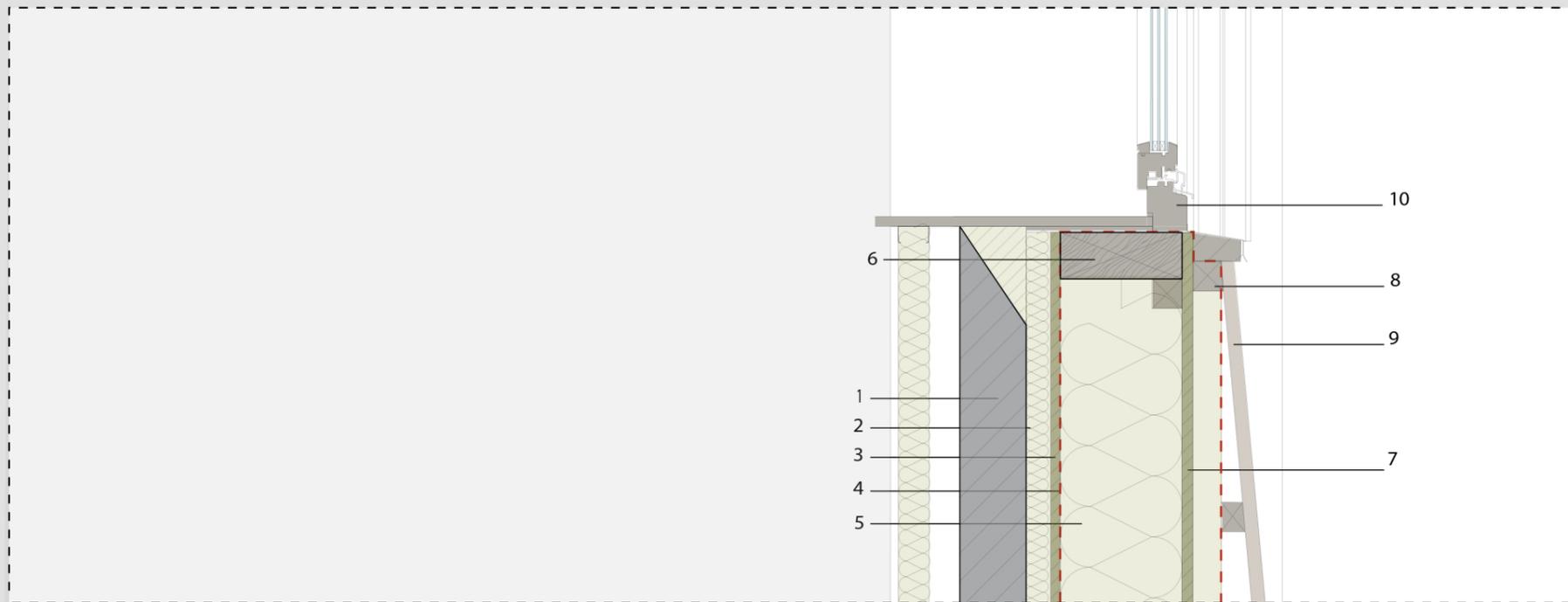
D_ COLLEGAMENTO DELLA PARETE INTELAIATA CON SOLAIO INTERMEDIO IN CORRISPONDENZA DEL SERRAMENTO. Scala 1:10

1. Lastra in cartongesso sp. 12,5 mm
2. Lastra in gesso fibra sp. 12,5 mm
3. Struttura a orditura in legno riempita con pannello isolante, sp. 50 mm
4. Pannello OSB 3, sp. 18 mm
5. Telo di tenuta all'aria con funzione di controllo del vapore
6. Strato di isolante interposto nell'intelaiatura portante in fibra o lana di legno
7. Isolante in fibra di legno in spessore di traverso (5 cm)
8. Isolante in fibra di legno in spessore di montanti (5 cm)
9. Strato di protezione alla pioggia e al vento, sp. 3 mm
10. Intercapedine ventilata, sp. 3 cm
11. Rivestimento in listelli di larice, sp. 2 cm
12. Traverso
13. Scossalina sagomata per l'allontanamento dell'acqua piovana
14. Nastratura per tenuta all'aria
15. Telo di tenuta all'aria con funzione di controllo del vapore
16. Telo di protezione
17. Pannello isolante in lana o fibra di legno
18. Orditura del solaio
19. Pannello OSB 3, sp. 20 mm
20. Pannello per isolamento acustico anticalpestio sp. 20 mm
21. Telo per il contenimento del getto del massetto
22. Massetto alleggerito per passaggio impianti, sp. 60 mm
23. Pavimento in legno, sp. 15 mm
24. Battiscopa
25. Controsoffitto
26. Trave perimetrale con intaglio predisposto per l'aggancio dei travetti del solaio
27. Doppio traverso in abete sopra finestra
28. Sistema di orcuramento a lamelle orientabili e retraibili
29. Rivestimento in listelli di legno
30. Serramento in legno
31. Stipite in alluminio
32. Pannelli OSB per sostegno telo e pannelli isolanti in lana di legno.
33. Listellatura in legno per sostegno pannelli OSB



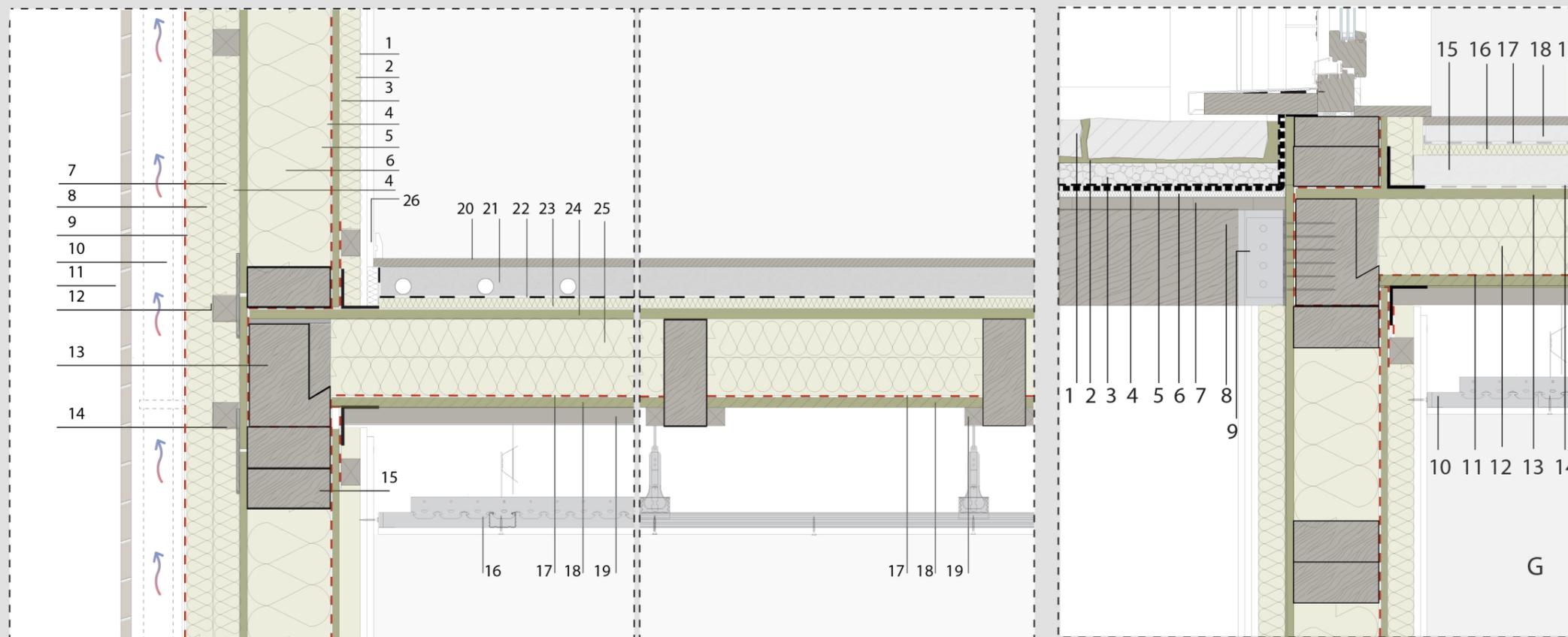
E _ COLLEGAMENTO TRA SOLAIO EDIFICIO
ESISTENTE E NUOVA COSTRUZIONE. Scala 1:10

1. Lastra in cartongesso sp. 12,5 mm
2. Lastra in gessofibra sp. 12,5 mm
3. Struttura a orditura in legno riempita con pannello isolante, sp. 50 mm
4. Pannello OSB 3, sp. 18 mm
5. Telo di tenuta all'aria con funzione di controllo del vapore
6. Strato di isolante interposto nell'intelaiatura portante in fibra o lana di legno
7. Isolante in fibra di legno in spessore di traverso (5 cm)
8. Isolante in fibra di legno in spessore di montanti (5 cm)
9. Strato di protezione alla pioggia e al vento, sp. 3 mm
10. Intercapedine ventilata, sp. 3 cm
11. Rivestimento in listelli di larice, sp. 2 cm
12. Traverso
13. Cross Lam (CLT 20L5S), sp. 20 cm
14. Nastratura per tenuta all'aria
15. Telo di tenuta all'aria con funzione di controllo del vapore
16. Staffa e ancoraggio per grondaia
17. Canale di gronda
18. Sistema di collegamento della sopraelevazione con l'edificio esistente
19. Isolante in fibra di legno, sp. 12 cm
20. Pannello per isolamento acustico anticapestio
21. Telo per il contenimento del getto del massetto
22. Massetto alleggerito per passaggio impianti, sp. 60 mm
23. Pavimento in legno, sp. 15 mm
24. Battiscopa
25. Solaio esistente
26. Sottostruttura in legno
27. Strato di adattamento
28. Pannello OSB3, 18mm
29. Struttura portante in legno lamellare di abete
30. Isolante in fibra di legno, 200mm
31. Sistema di orcuramento a lamelle orientabili e retraibili
32. Rivestimento in listelli di legno
33. Serramento in legno
34. Stipite in alluminio
35. Davanzale interno
36. Guarnizioni e cuscinetti per la tenuta all'aria del serramento
37. Scossalina sagomata per l'allontanamento dell'acqua piovana
38. Gocciolatoio



F_ SEZIONE VERTICALE DELLA PARETE TES IN CORRISPONDENZA DEL SERRAMENTO. Scala 1:10

1. Facciata esistente
2. Strato di adattamento
3. Pannello OSB3, 18mm
4. Telo di tenuta all'aria con funzione di controllo del vapore
5. Isolante in fibra di legno, 200mm
6. Struttura portante in legno lamellare
7. Pannello OSB3, 18mm
8. Traverso in legno
9. Rivestimento in listelli in legno
10. Serramento



G_ COLLEGAMENTO SOLAIO INTERPIANO CON BALCONATA ESTERNA. Scala 1:10

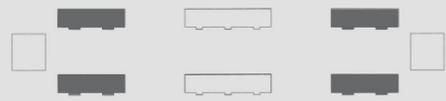
1. Blocco in pietra naturale posato a secco
2. Terreno battuto
3. Strato drenante in argilla espansa
4. Telo in tessuto non tessuto
5. Guaina impermeabile antiradice
6. Pannello isolante
7. Pannello di chiusura a base legno sp. 20 mm
8. Orditura del solaio con travi a vista
9. Staffa ancoraggio trave a vista
10. Controsoffitto
11. Telo di protezione
12. Pannello isolante in fibra di legno o lana di legno.
13. Pannello OSB 3, sp. 20 mm
14. Telo di contenimento del getto in cls
15. Massetto alleggerito per passaggio impianti, sp. 60 mm
16. Isolante acustico
17. Telo di contenimento del getto in cls.
18. Massetto alleggerito, sp. 40 mm
19. Pavimento in legno, sp. 15 mm

COLLEGAMENTO DELLA PARETE INTELAIATA CON SOLAIO INTERMEDIO. Scala 1:10

1. Lastra in cartongesso sp.12,5 mm
2. Lastra in gessofibra sp.12,5 mm
3. S truttura a orditura in legno riempita con pannello isolante, sp. 50 mm
4. Pannello OSB 3, sp.18 mm
5. Telo di tenuta all'aria con funzione di controllo del vapore
6. Strato di isolante interposto nell'intelaiatura portante in fibra o lana di legno
7. Isolante in fibra di legno in spessore di traverso (5 cm)

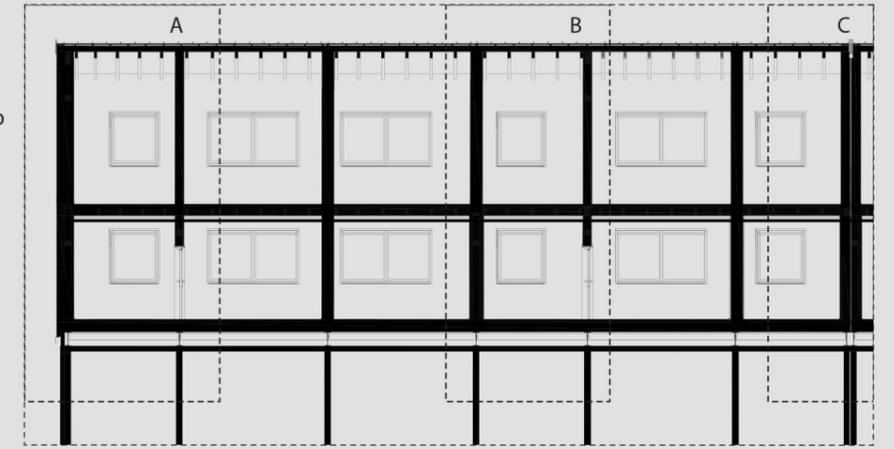
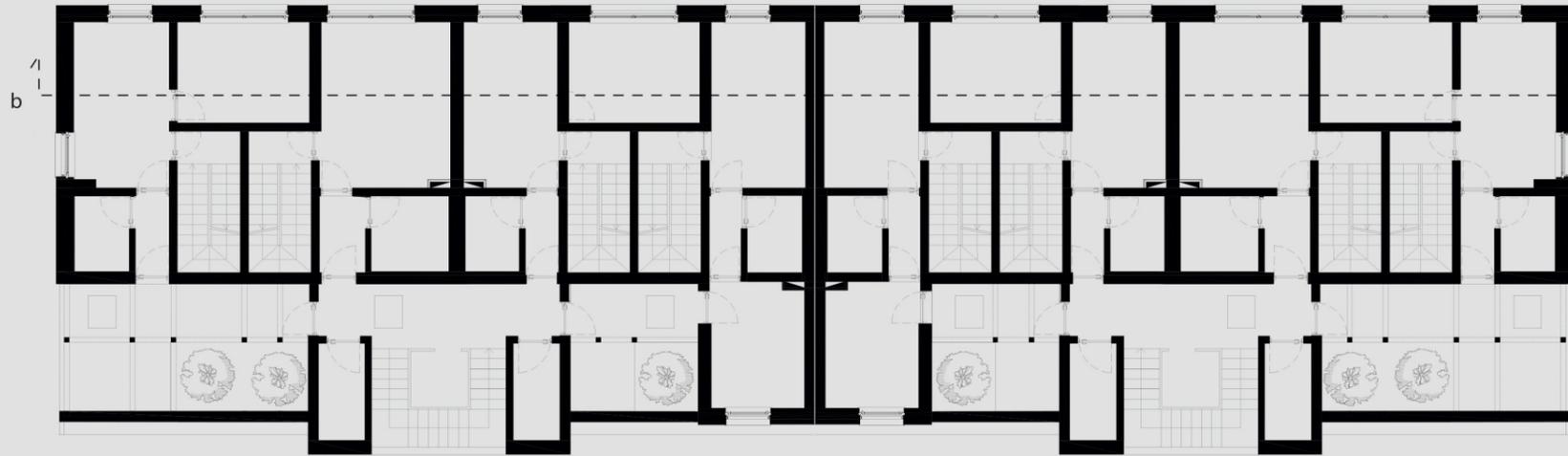
8. Isolante in fibra di legno in spessore di montanti (5 cm)
9. Strato di protezione alla pioggia e al vento, sp. 3 mm
10. Intercapedine ventilata, sp. 3 cm
11. Rivestimento in listelli di larice, sp. 2 cm
12. Traverso
13. Trave perimetrale con intaglio predisposto per l'aggancio dei travetti del solaio
14. Nastratura per tenuta all'aria
15. Telo di tenuta all'aria con funzione di controllo del vapore
16. Controsoffitto in lastre di cartongesso su orditura metallica incrociata
17. Telo di protezione

18. Pannello OSB per sostegno isolante e telo di protezione
19. Listello di sostegno
20. Pavimento in legno, sp. 15 mm
21. Massetto alleggerito per passaggio impianti, sp. 60 mm
22. Telo per il contenimento del getto del massetto
23. Pannello per isolamento acustico anticalpestio sp. 20 mm
24. Pannello OSB 3, sp. 20 mm
25. Pannello isolante in lana o fibra di legno
26. Battiscopa

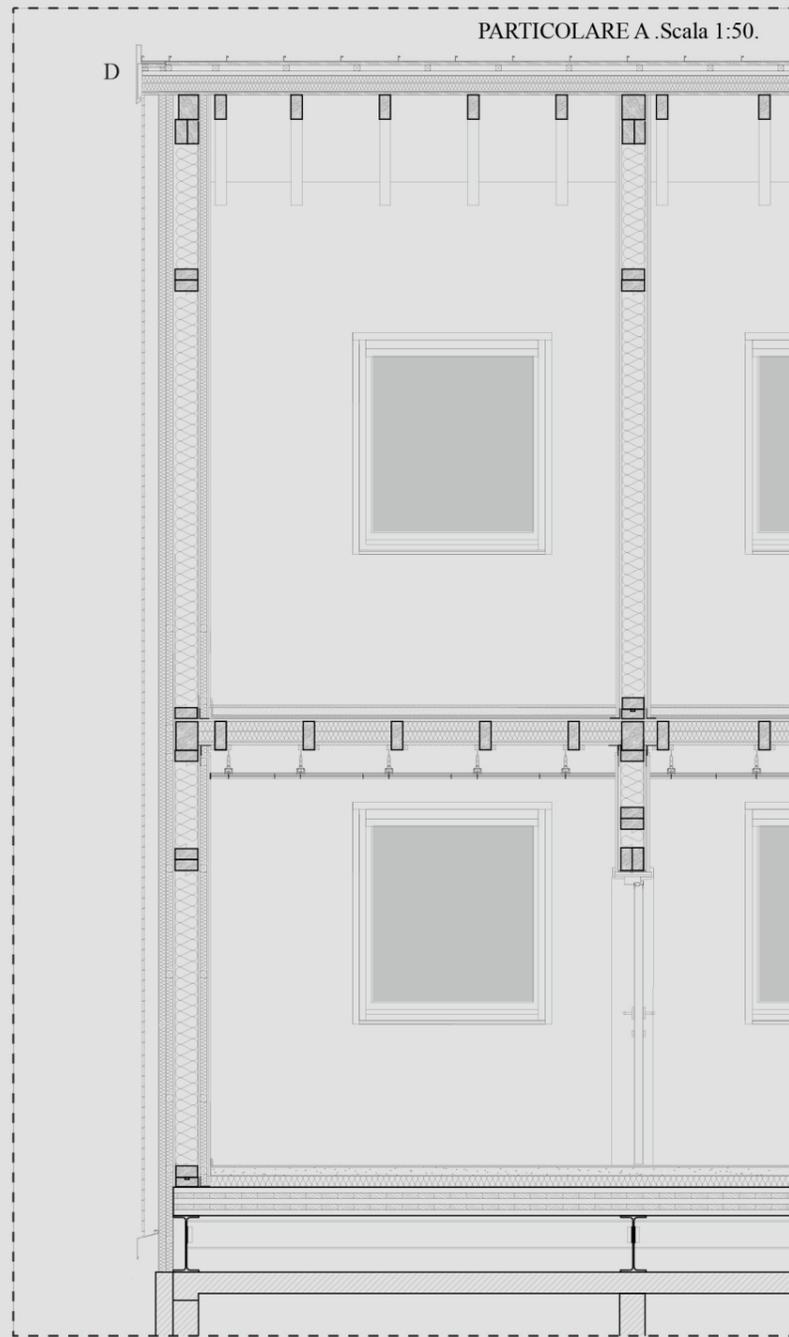


Pianta primo livello sopraelevazione edificio Tipologia A. Scala 1:200.

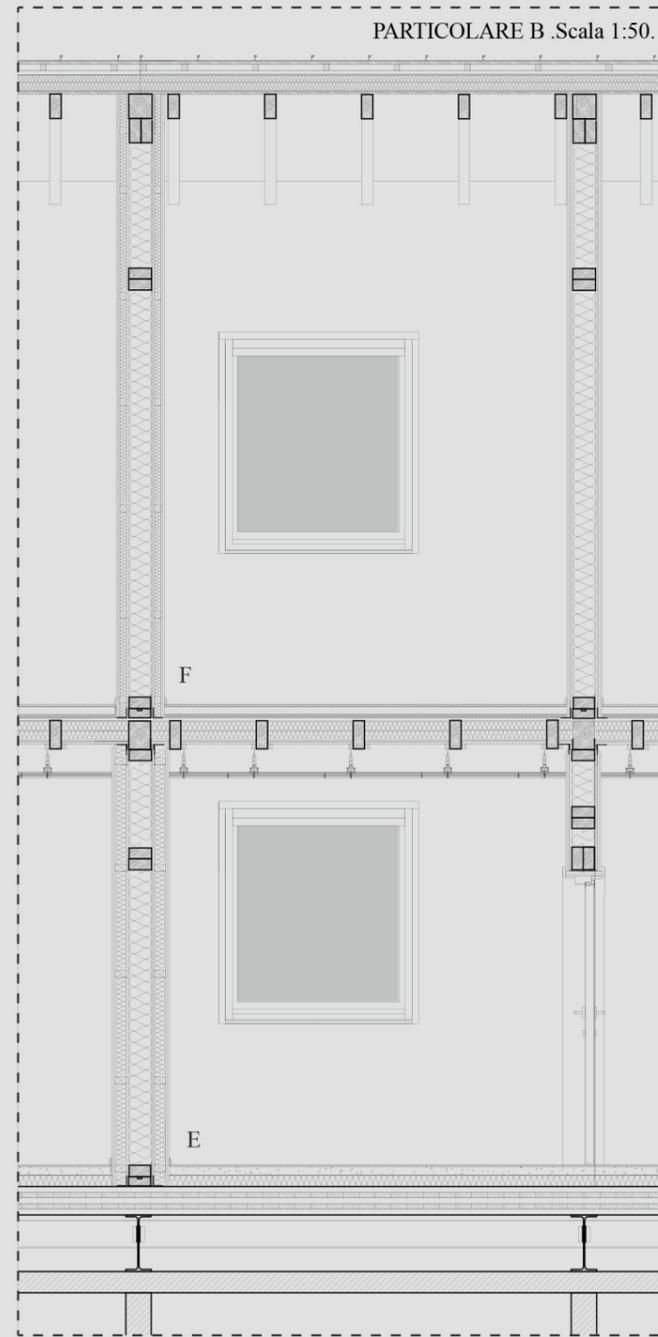
Sezione B-B sopraelevazione edificio Tipologia A. Scala 1:200.



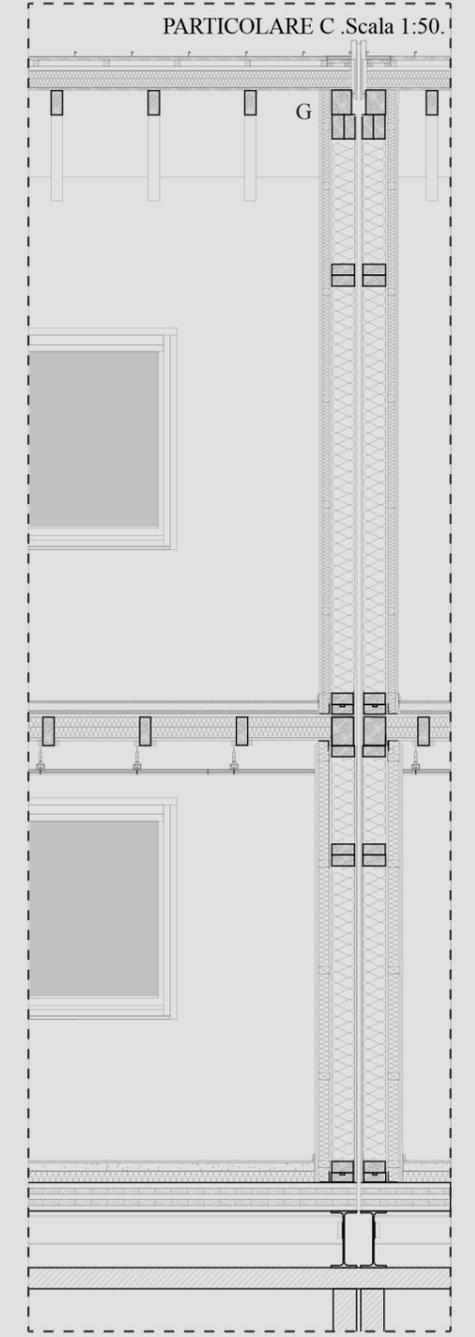
PARTICOLARE A. Scala 1:50.

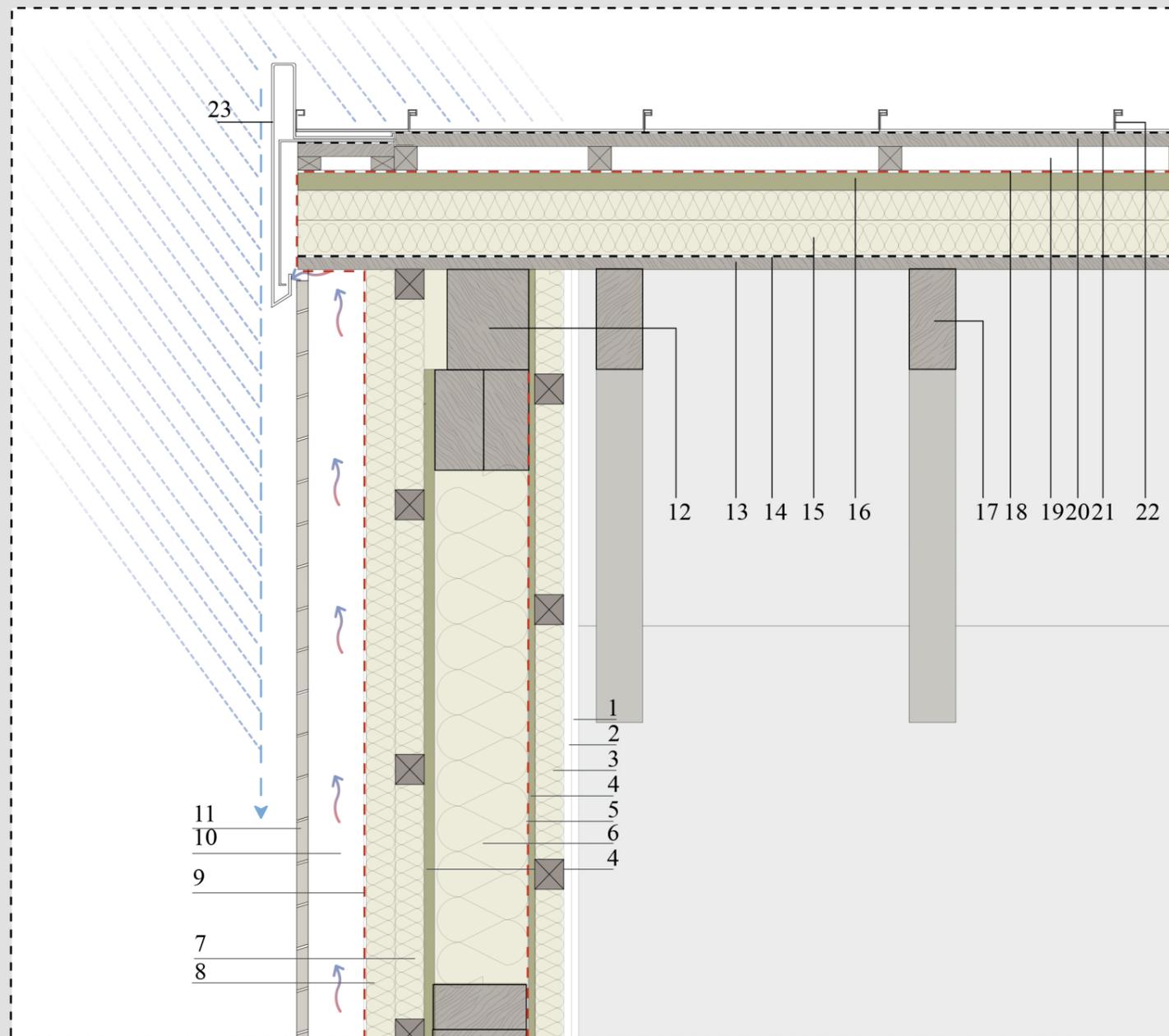


PARTICOLARE B. Scala 1:50.



PARTICOLARE C. Scala 1:50.

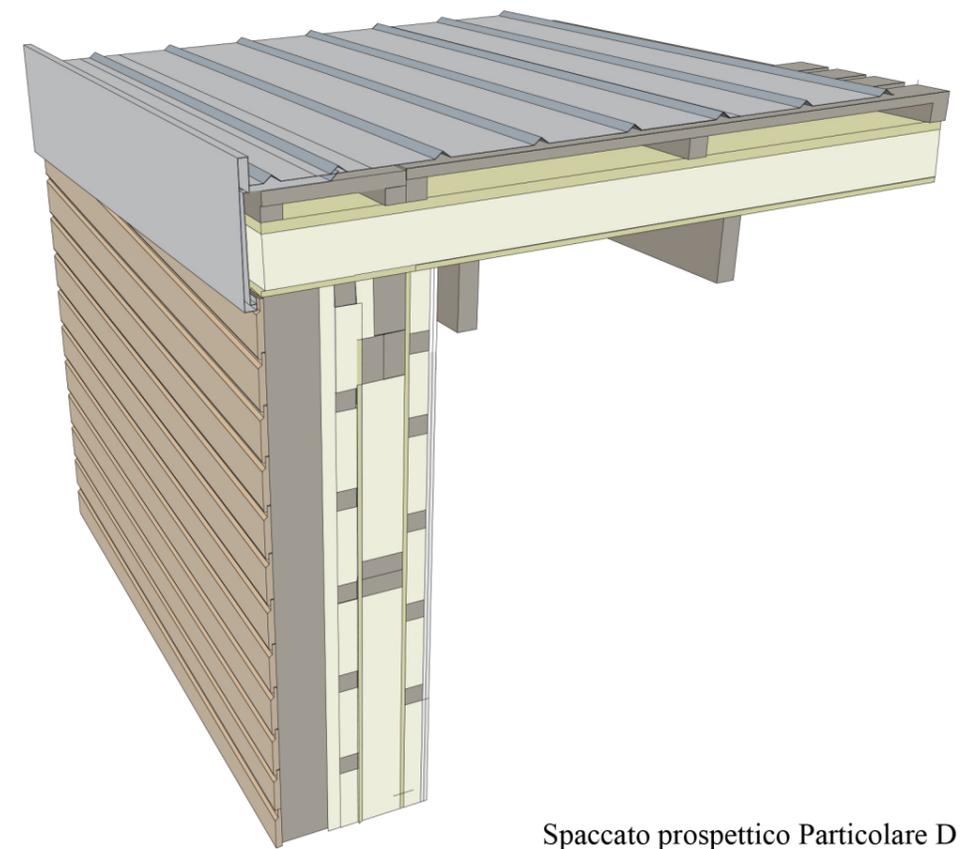




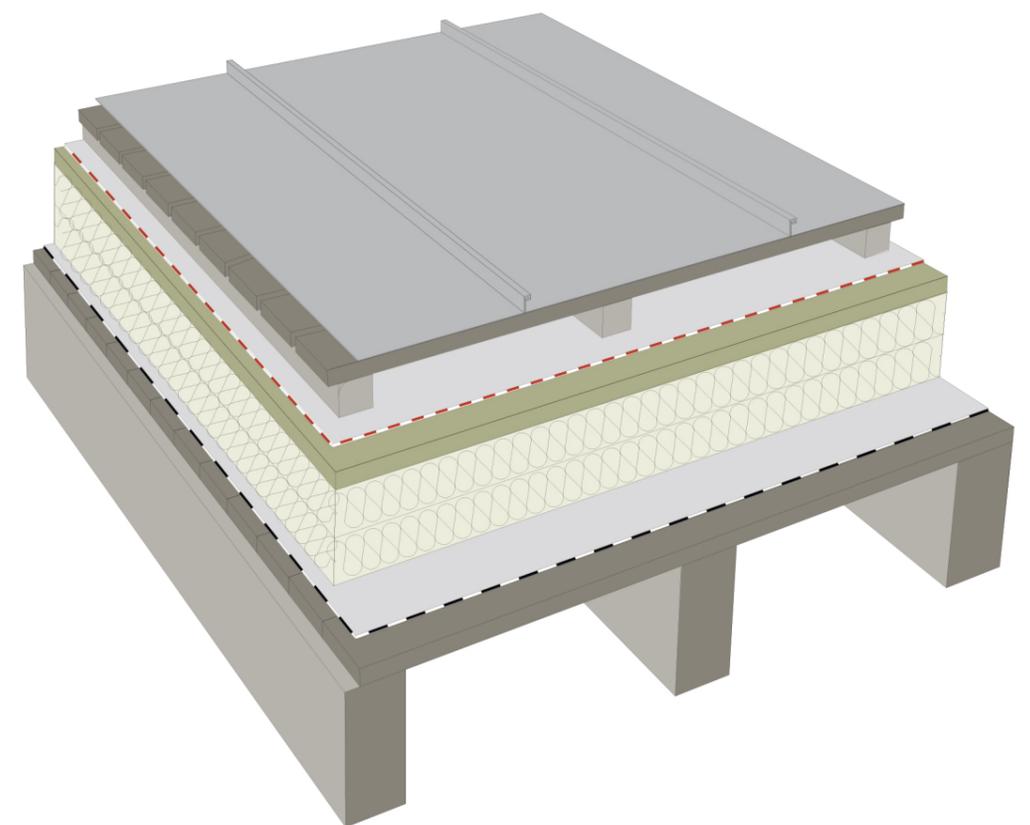
D_ COLLEGAMENTO TRA PARETE ESTERNA E SOLAIO DI COPERTURA. Scala 1:10

1. Lastra in cartongesso sp.12,5 mm
2. Lastra in gessofibra sp.12,5 mm
3. Struttura a orditura in legno riempita con pannello isolante, sp. 50 mm
4. Pannello OSB 3, sp.18 mm
5. Telo di tenuta all'aria con funzione di controllo del vapore
6. Strato di isolante interposto nell'intelaiatura portante in fibra o lana di legno
7. Isolante in fibra di legno in spessore di traverso (5 cm)
8. Isolante in fibra di legno in spessore di montanti (5 cm)
9. Strato di protezione alla pioggia e al vento, sp. 3 mm
10. Intercapedine ventilata, sp. 10 cm

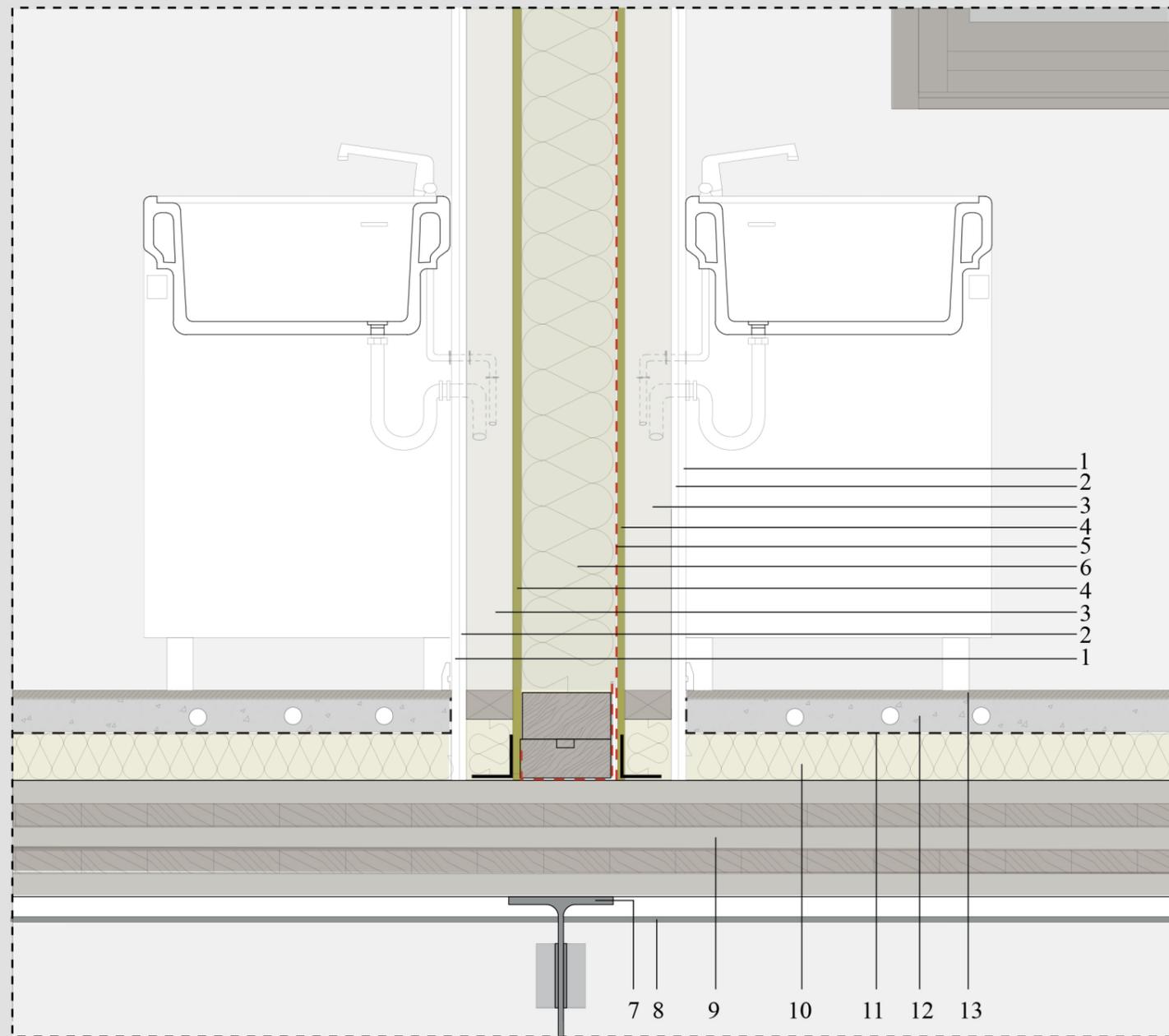
11. Rivestimento in listelli di larice, sp. 2 cm
12. Trave perimetrale
13. Perline in legno a vista
14. Strato di controllo al vapore
15. Strato di isolamento termico (lana o fibra di legno)
16. Pannello OSB 3, sp. 20 mm
17. Travetti
18. Membrana impermeabile
19. Listellatura di supporto - intercapedine ventilata sp.40 mm
20. Tavolato in legno grezzo da 24 mm, distanziato di circa 5 mm per la ventilazione
21. Telo sottomanto impermeabile traspirante
22. Lamiera aggraffata
23. Faldale laterale



Spaccato prospettico Particolare D



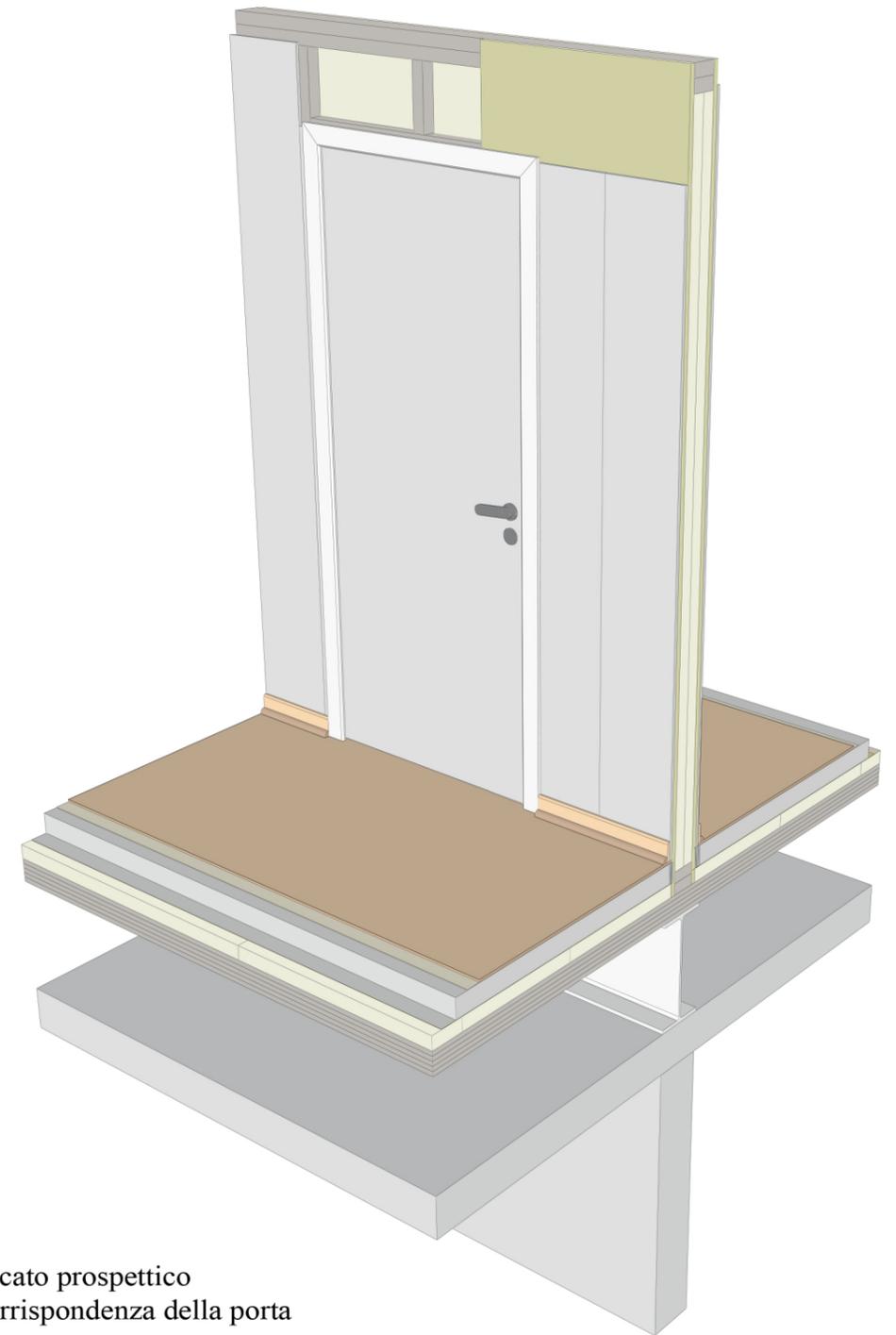
Spaccato prospettico solaio di copertura



E_ COLLEGAMENTO DELLA PARETE INTELAIATA CON SOLAIO A TERRA IN CORRISPONDENZA DEGLI IMPIANTI IDRAULICI DELLA CUCINA. Scala 1:10

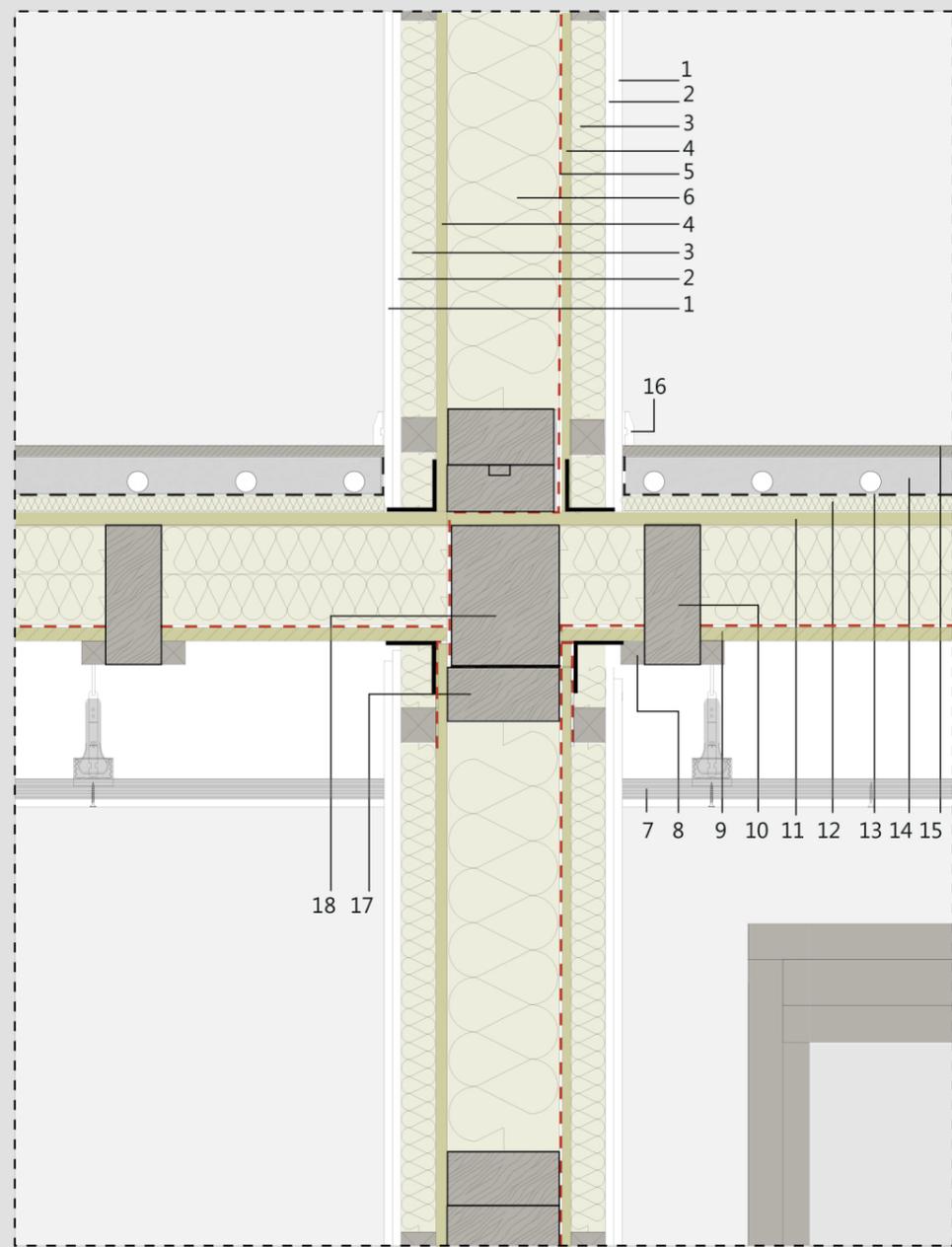
1. Lastra in cartongesso sp. 12,5 mm
2. Lastra in gessofibra sp. 12,5 mm
3. Struttura a orditura in legno riempita con pannello isolante, sp. 80 mm
4. Pannello OSB 3, sp. 18 mm
5. Telo di tenuta all'aria con funzione di controllo del vapore
6. Strato di isolante interposto nell'intelaiatura portante in fibra o lana di legno
7. Trave IPE 400

8. Trave IPE 200
9. Cross Lam 40x40x40x40 (CLT 20L5S), sp. 20 cm
10. Pannello per isolamento acustico anticallpestio
11. Telo per il contenimento del getto del massetto
12. Massetto alleggerito per passaggio impianti, sp. 60 mm
13. Pavimento in legno, sp. 15 mm



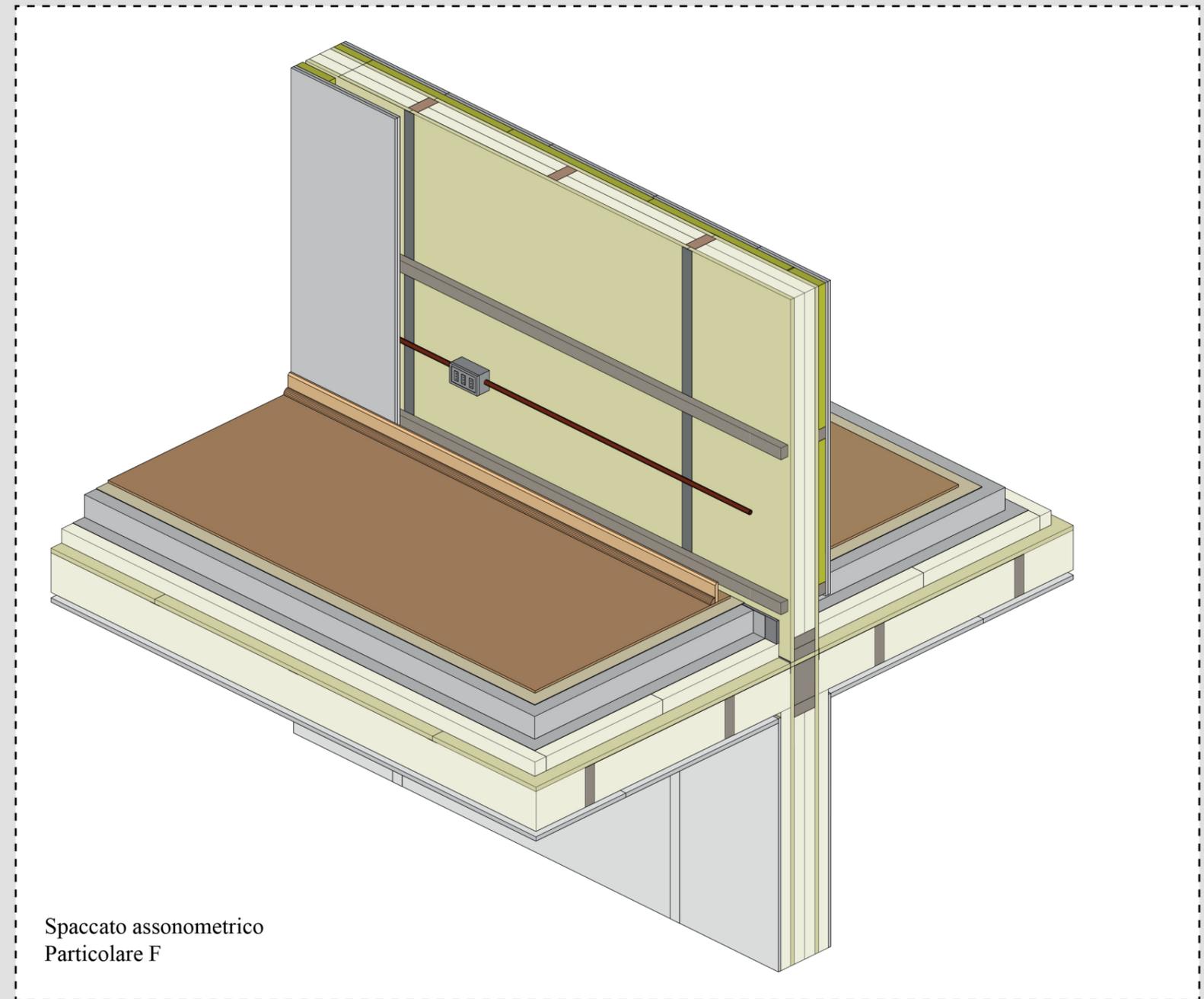
Spaccato prospettico in corrispondenza della porta



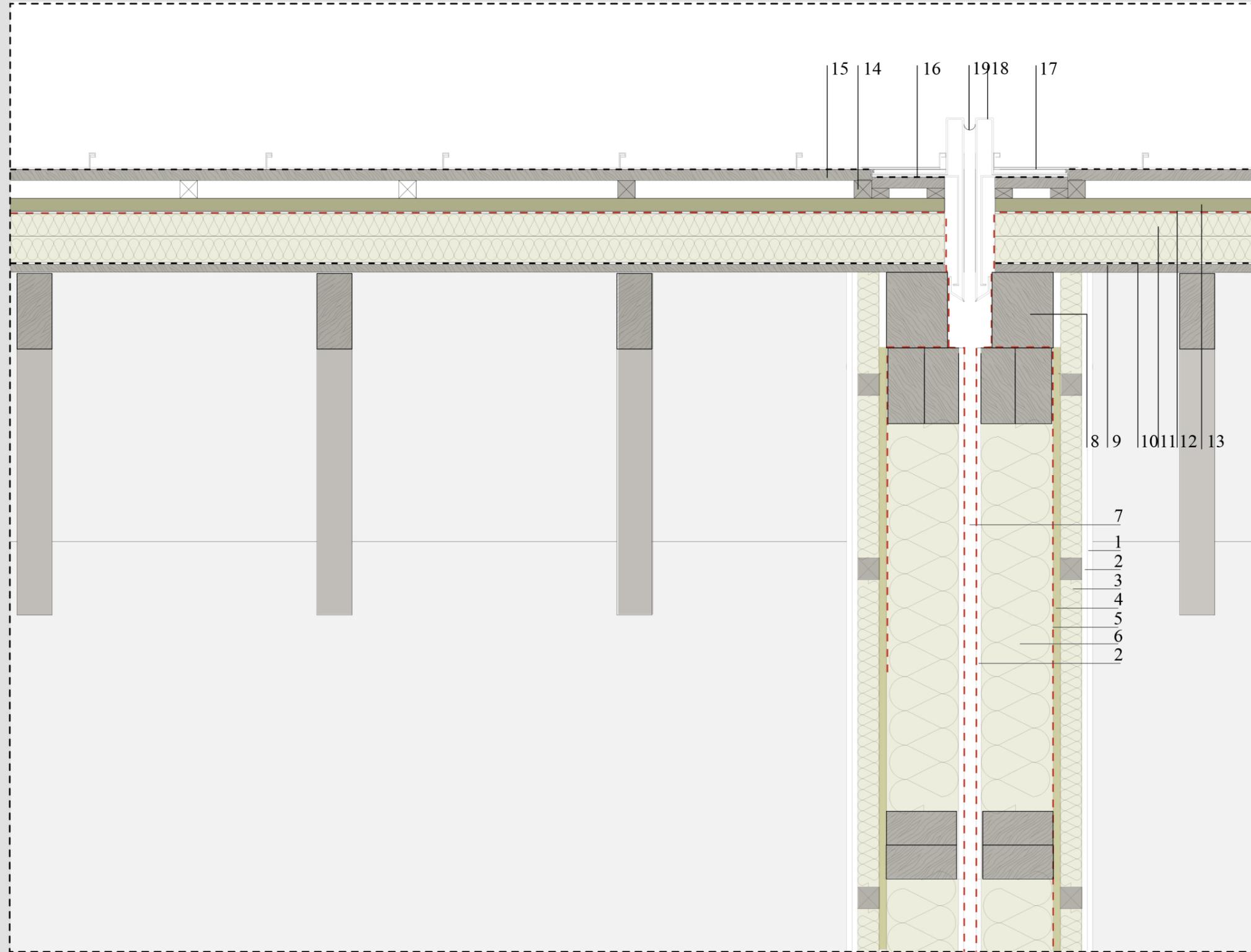


F_ COLLEGAMENTO DELLA PARETE INTELAIATA CON SOLAIO INTERMEDIO. Scala 1:10

1. Lastra in cartongesso sp.12,5 mm
2. Lastra in gessofibra sp.12,5 mm
3. Struttura a orditura in legno riempita con pannello isolante, sp. 50 mm
4. Pannello OSB 3, sp.18 mm
5. Telo di tenuta all'aria con funzione di controllo del vapore
6. Strato di isolante interposto nell'intelaiatura portante in fibra o lana di legno
7. Controsoffitto
8. Listello di sostegno
9. Pannello OSB sostegno pannelli isolanti e telo di protezione
10. Travetti
11. Pannello OSB 3, sp. 20 mm
12. Pannello per isolamento acustico anticalpestio sp. 20 mm
13. Telo per il contenimento del getto del massetto
14. Massetto alleggerito per passaggio impianti, sp. 60 mm
15. Pavimento in legno, sp. 15 mm
16. Battiscopa
17. Traversi in legno



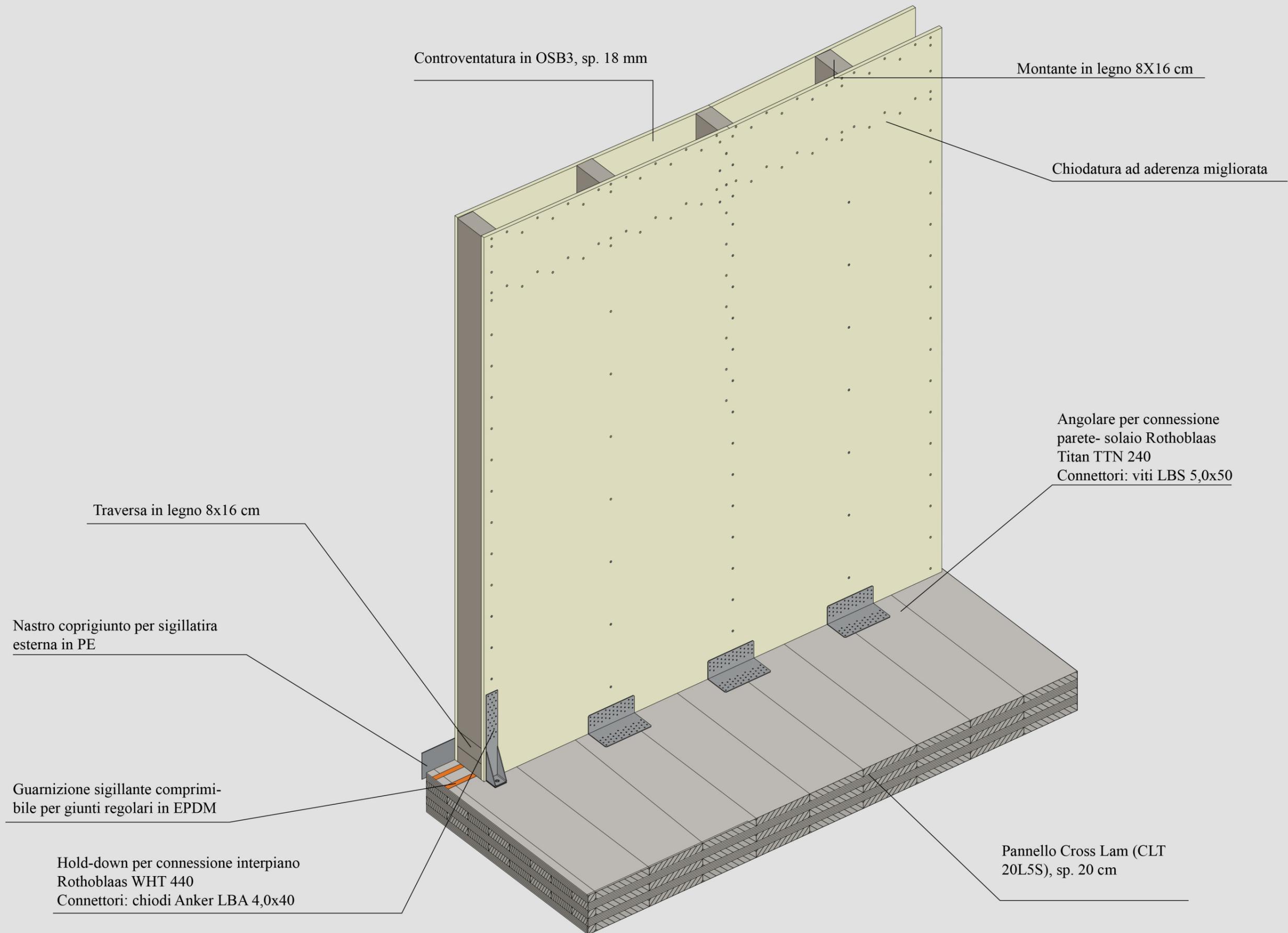
Spaccato assonometrico
Particolare F



G_ COLLEGAMENTO DELLA PARETE PERIMETRALE CON IL SOLAIO DI COPERTURA IN CORRISPONDENZA DEL GIUNTO DI DILATAZIONE STRUTTURALE. Scala 1:10

1. Lastra in cartongesso sp. 12,5 mm
2. Lastra in gessofibra sp. 12,5 mm
3. Struttura a orditura in legno riempita con pannello isolante, sp. 50 mm
4. Pannello OSB 3, sp. 18 mm
5. Telo di tenuta all'aria con funzione di controllo del vapore
6. Strato di isolante interposto nell'intelaiatura portante in fibra o lana di legno
7. Giunto di dilatazione strutturale, sp. 3 cm
8. Trave perimetrale
9. Perline in legno a vista
10. Strato di controllo al vapore
11. Strato di isolamento termico (lana o fibra di legno)
12. Membrana impermeabile
13. Pannello OSB 3, sp
14. Listellatura di supporto - intercapedine ventilata sp. 40 mm
15. Tavolato in legno grezzo da 24 mm, distanziato
16. Telo sottomanto impermeabile traspirante di circa 5 mm per la ventilazione
17. Lamiera aggraffata
18. Faldale laterale
19. Coprigiunto

NODO TRA PARETE INTELAIATA E SOLETTA DI FONDAZIONE



Conclusioni

Questo progetto di tesi ha portato alla realizzazione di un modello di intervento edilizio sul costruito che, mediante un'operazione di sopraelevazione architettonica, ha reso protagoniste le coperture della città. Si è partiti dall'individuazione dei problemi che caratterizzano la città contemporanea e dalla convinzione che l'assenza di un'adeguata offerta abitativa in linea con le odierne esigenze sociali abbia in qualche modo influenzato la crescita e lo sviluppo del Paese. L'inadeguatezza del comparto edilizio disponibile sul territorio ha reso quasi impossibile l'accesso al bene dell'abitazione all'interno della città a gran parte della popolazione, costringendola a spingersi verso le periferie alla ricerca di prezzi più contenuti. Da queste considerazioni si è giunti alla volontà di sviluppare una proposta incrementale, rispondente ai variegati bisogni sociali, evitando al contempo l'utilizzo di suolo vergine, bensì sfruttando come nuovo suolo il "pieno" della città.

Sono moltissimi all'interno del territorio nazionale i casi di cattiva gestione di immobili la cui integrità è ormai compromessa dal passare del tempo. Densificare porta all'accrescimento delle qualità del manufatto edilizio, facendo emergere l'esistente tramite la sua continuazione in qualcosa di nuovo, in quanto, la nuova "aggiunta" ne sottolinea le peculiarità. La città cresce e si sviluppa per aggiunte e stratificazioni, acquisendo spessore grazie ad un riutilizzo dei suoi frammenti. Tale pratica costituisce occasione per utilizzare il costruito come suolo, favorendo la creazione di nuove volumetrie senza la necessità di intaccare quel territorio non ancora antropizzato, utilizzando come suolo "vuoto" il costruito, intervenendo non per estensione ma per densificazione.

Gli edifici che compongono il complesso residenziale selezionato per il progetto di tesi rispecchiano una tipologia edilizia molto diffusa nella realtà torinese, ed ancora più in generale nel panorama nazionale, soprattutto se si considera l'edilizia economica sovvenzionata. È opportuno sottolineare come la tipologia di intervento proposta in tale sede, concepita per rispondere alle caratteristiche specifiche del complesso edilizio di via Pietro Cossa, è tuttavia generalizzabile ed applicabile ad altri contesti che presentano simili connotazioni, previa valutazione delle specificità di ogni singolo caso preso in considerazione.

L'obiettivo ultimo della tesi, non per importanza, è dar voce agli scenari edilizi "marginali", nella speranza che nel futuro le autorità competenti diano il giusto peso al patrimonio architettonico disponibile, regalando una seconda possibilità a quegli immobili che presentano potenziale inespresso.

Bibliografia

1. Alessi, A. (2011), “*Riguardare lo spazio*”, in *Materialelegno 4*, Lo spazio ritrovato, Milano.
2. Belatti, L. (2011), “*L’edificio come suolo. Strategie per un rinnovo del patrimonio residenziale pubblico tramite addizione*” Università degli studi di Ferrara, Dottorato di ricerca in Tecnologie dell’architettura, XXIV ciclo.
3. Bernasconi A., *Dispense corso base Promolegno-Costruzione di edifici di legno*, Promolegno, Aosta, 2009.
4. Calcara A., *Addizione urbana : architettura parassita come strategia per una micro-densificazione della città*, Rel. Davide Maria Giachino, Andrea Cavaliere. Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Architettura Per Il Progetto Sostenibile, 2016
5. Callegari, G., Zanuttini R. (2010) (a cura di), *Boislab. Il legno per un’architettura sostenibile*, Alinea, Firenze.
6. Ferrero P., *Legno e durabilità in architettura. Ricerca e progetto dei nodi costruttivi per i sistemi a telaio e cross laminated timber (CLT)*., Rel. Davide Maria Giachino. Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Architettura Costruzione Città, 2017
7. Fregolent, Laura, and Rossana Torri. *L'Italia Senza Casa: Bisogni Emergenti e Politiche per L'abitare*. FrancoAngeli, 2018.
8. Gaspari J. (2011), *La “strategia dell’addizione” nei processi di riqualificazione energetica del costruito*, Il Progetto Sostenibile, Recupero e conservazione tra innovazione e permanenza, n° 28, giugno 2011, EdicocmEdizioni.
9. Gavora L., *Il retrofit energetico: strategie di riqualificazione edilizia in ambito europeo: una ipotesi progettuale per un complesso residenziale ATC a Torino.*, Rel. Guido Callegari, Cristina Becchio, Paolo Rosasco. Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Architettura Costruzione Città, 2014
10. Lupacchini A., *Sistemi di prefabbricazione in legno*, Altralinea Edizioni, 2018
11. Marini S., *Architettura Parassita. Strategie di riciclaggio per la città*, Macerata, Quodlibert, 2009.
12. Messina G., *Progettazione di un’abitazione monofamigliare in legno, adattabile in funzione dell’utenza e del contesto*. Rel. Valentino Manni, Silvia Gron. Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Architettura Per Il Progetto Sostenibile, 2015
13. Pavani F., *Built-on : riqualificazione del patrimonio di edilizia sociale ITEA : sopraelevazione del complesso residenziale Brione a Rovereto.*, Rel. Guido Callegari, Gustavo Ambrosini. Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Architettura Costruzione Città, 2014
14. “Rapporto Su Torino 2017.” *Rapporti Su Torino - Recuperare La Rotta*, www.rapporto-rota.it/rapporti-su-torino/2017-recuperare-la-rotta.html.
15. Rolando G., *Architettura parassita: i muri ciechi di Torino si popolano di nuovi spazi da vivere*. Rel. Davide Maria Giachino, Riccardo Bedrone, Sara Marini. Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Architettura Per La Sostenibilità, 2012

16. Sinopoli N., Tatano V., *Sulle tracce dell'innovazione. Tra tecniche e architettura*, Franco Angeli, 2002
17. Smith R., *Architettura prefabbricata - Una guida alla progettazione e costruzione modulare*, Wiley, 2010
18. Vento I., *La sopraelevazione del complesso ATC di via Pietro Cossa a Torino : l'impiego della prefabbricazione in legno in risposta alle esigenze progettuali*, rel. G. Ambrosini, G. Callegari, Corso di laurea magistrale in Architettura Costruzione Città, 2013
19. Viviani D., *La sopraelevazione del complesso ATC di via Pietro Cossa a Torino: la strategia della prefabbricazione modulare in pannelli X-Lam*. Rel. Gustavo Ambrosini, Guido Callegari. Politecnico di Torino, Corso di laurea magistrale in Architettura Costruzione Città, 2013

Sitografia

1. <https://www.ambros-haus.de/tes-energy-facade-projekt.html>
2. www.atc.torino.it/
3. www.bauart.ch/
4. www.basicvillage.com
5. www.blog.lecittainvisibili.org
6. www.bpie.eu/
7. www.building/XBO-p-a-r-a-s-i-t-e
8. www.comune.torino.it
9. www.convertiblecity.de
10. www.cittametropolitana.torino.it
11. www.cresme.it/
12. www.dataholz.com
13. www.davoine.net/piper-penthouses
14. www.dbz.de
15. www.domusweb.it/
16. www.geoportale.comune.torino.it

17. www.holz.ar.tum.de/forschung/tesenergyfacade/
18. www.housingeurope.eu
19. www.ipostudio.it
20. www.istat.it
21. www.ivalsa.cnr.it
22. <https://issuu.com>
23. www.jkarch.at/
24. www.kaufmannzimmerei.at
25. www.kraus-schoenberg.com/
26. www.loftcube.net/
27. www.madihome.com/
28. www.mcarchitects.it/project/aler
29. www.oict.polito.it/
30. www.oursecretgarden.it
31. www.promolegno.com
32. www.rapporto-rota.it/
33. www.reha-puca.fr
34. www.surefit.eu
35. www.swisswoodhouse.ch/
36. www.urbancenter.to.it
37. www.vg-hortus.it
38. www.virtuel.fr/
39. www.weehouse.com
40. www.world-architects.com/en