



**Politecnico
di Torino**

Politecnico di Torino

Dipartimento di Architettura e Design

Corso di Laurea magistrale in Architettura per il Progetto Sostenibile

A.A. 2023/2024

Tesi di Laurea Magistrale

**L'innovazione tecnologica del settore AEC nel contesto del
Trentino – Alto Adige**

Il processo evolutivo dell'involucro edilizio e il caso studio dell'Hotel La Briosa

Relatore:

Prof. Guido Callegari

Correlatore:

Prof. Paolo Simeone

Studentessa:

Alessandra Tosco, s285885

/ABSTRACT

L'attuale contesto mondiale, caratterizzato da rilevanti problematiche ambientali, climatiche e sociali, impone la necessità di una **riconsiderazione approfondita del settore AEC** introducendo modelli di sviluppo maggiormente sostenibili. In risposta a queste necessità, l'Unione Europea ha avviato politiche, emanato leggi, normative e iniziative, come il New European Bauhaus e il Green Deal, dai quali emergono come imperativi fondamentali l'innovazione del settore edilizio per avviare processi di **decarbonizzazione** e transizione verso la circolarità. Un passo cruciale in questo processo consiste nel trasformare gli edifici in "carbon sink" attraverso l'utilizzo di **materiali di origine Bio-based**, come il legno, e l'applicazione di **Smart Technologies**.

Grazie agli sviluppi tecnologici più recenti, si sono create le condizioni per introdurre un cambiamento significativo nel settore delle costruzioni: l'introduzione dei **Modern Method of Constructions** (MMC). Tali sistemi si configurano come risposte funzionali alle sfide delineate dall'Unione Europea. Affinché queste innovazioni siano efficaci e trovino terreno fertile, necessitano di **reti di sostegno** tra operatori e il supporto di un contesto culturale e collaborativo che coinvolga diverse figure professionali con obiettivi condivisi.

L'obiettivo del presente lavoro di ricerca è quello di esplorare un territorio specifico nel contesto italiano, il **Trentino-Alto Adige**, dove la filiera della ricerca e dell'impresa delle costruzioni in legno è in forte crescita a livello nazionale e internazionale. In momenti storici in cui vengono poste delle sfide, i cambiamenti possono avvenire attraverso trasformazioni di processo e di prodotto in territori dotati di competenze, strutture e infrastrutture adeguate ad accompagnare e sostenere questo cambiamento. Si ipotizza che le condizioni favorevoli alla sperimentazione in questo contesto siano legate dalla **relazione fra i processi di innovazione e i cluster territoriali** che dialogano tra loro e creano reti di sostegno con ricadute positive a livello territoriale. Queste ipotesi sono state indagate sul campo e verificate attraverso il confronto con i progettisti e committenti mediante interviste, sopralluoghi dei casi studio analizzati, visita presso il centro ricerche Eurac e partecipazione al seminario Rothoblaas sul futuro del legno in edilizia in cui sono intervenuti importanti esperti del settore.

E' stata proposta una lettura dello sviluppo delle innovazioni attraverso l'**evoluzione dell'elemento involucro edilizio**, retrofit e nuova costruzione, esplorando il tema con l'analisi di 8 casi studio localizzati nel contesto territoriale del Trentino-Alto Adige. L'indagine si concentra sullo studio delle caratteristiche specifiche degli involucri verticali, costituiti da **pareti prefabbricate multifunzionali in legno** all'interno delle quali sono stati integrati elementi di natura strutturale, impiantistica o architettonica durante le fasi di produzione off-site. Vengono analizzati i caratteri innovativi di questi interventi e i processi di sviluppo che hanno portato in pochi anni a un'evoluzione significativa dei metodi e processi, identificando gli approcci che stanno favorendo questa trasformazione. Particolare attenzione è stata dedicata all'**Hotel La Briosa**, progetto che rappresenta un esempio di architettura innovativa a livello nazionale sia dal punto di vista del processo che del progetto.

/ABSTRACT

The current global context, characterized by serious environmental, climatic and social issues, imposes the need for a thorough **reconsideration of the AEC sector** by introducing more sustainable development models. In response to these needs, the European Union has initiated policies, enacted laws, regulations and initiatives, such as the New European Bauhaus and the Green Deal, from which innovation in the building sector to initiate processes of **decarbonization** and transition to circularity emerge as key imperatives. A crucial step in this process is to transform buildings into “Carbon sinks” with the use of **Bio-based materials**, such as wood and the application of **Smart Technologies**.

On account of the most recent technological developments, conditions have been created for introducing a significant change in the construction industry: the introduction of **Modern Methods of Constructions** (MMC). These systems take the form of functional responses to the challenges outlined by the European Union in promoting meaningful change for the environmental context. For these innovations to be effective and to find fertile ground, they require **support networks** among practitioners and the support of a cultural and collaborative context involving diverse professionals with shared goals.

The objective of the present research work, based on these issues, is to explore a specific territory in the Italian context, **Trentino-Alto Adige**, where the research and business chain of wood construction is growing rapidly at the national and international level. In historical moments when challenges are posed, changes can take place through process and product transformations in territories with adequate skills, structures and infrastructure to accompany and support this change. It is hypothesized that favourable conditions for experimentation in this context are linked of the **relationship between innovation processes and territorial clusters** that dialogue with each other and create supportive networks with positive impact at the district level. These hypotheses were investigated in the field and verified through a discussion with designers and clients through interviews, visits of case studies, Eurac Research Center tour and participation in the Rothoblaas seminar on the future of wood in construction in which leading experts in the field spoke.

A reading of the development of innovations through the **evolution of the building envelope element**, retrofit and new construction has been proposed, exploring the theme through the analysis of 8 case studies located in the territorial context of Trentino-Alto Adige. The investigation focuses on the study of the specific characteristics of vertical envelopes, consisting of **multifunctional prefabricated wooden walls** within which elements of a structural, plant engineering or architectural nature have been integrated during off-site production phases. The innovative features of these interventions and the development processes which leads to a significant evolution of methods and processes in just a few years are analysed, identifying the approaches that are fostering this transformation. Particular attention is paid to **Hotel La Briosia**, which is currently an example of innovative architecture at the national level from both a process and design perspective.

/INTRODUZIONE

CAP 1_ LE SFIDE PER IL SETTORE EDILIZIO

1.1 _ L'ATTUALE CRISI AMBIENTALE E SOCIALE

1.2 _ SFIDE E STRATEGIE EUROPEE

1.3_ IL NEW EUROPEAN BAUHAUS E IL NUOVO CONCETTO DI SOSTENIBILITÀ, UN CAMBIAMENTO CULTURALE

1.4_ UN CAMBIO DI VISIONE PER L'EDILIZIA

CAP 2 _ INNOVAZIONE TECNOLOGICA E RETI DI SOSTEGNO: IL MODELLO DEL TRENTINO-ALTO ADIGE

2.1 _ INNOVAZIONE TECNOLOGICA IN EDILIZIA

2.2 _ LO SVILUPPO TECNOLOGICO: FATTORI PER IL CAMBIAMENTO

2.3 _ I MODERN METHOD OF CONSTRUCTIONS (MMC)

2.4 _ LA RETE PER L'INNOVAZIONE

2.4.1 _ Enti di ricerca, formazione e certificazione

2.4.2 _ La filiera delle costruzioni in legno

CAP 3 _ LA PREFABBRICAZIONE IN LEGNO PER IL PROGETTO DI ARCHITETTURA

3.1 _ IL LESSICO DELLA PREFABBRICAZIONE

3.2 _ ORIGINI E PRIME SPERIMENTAZIONI SULL'INVOLUCRO EDILIZIO NEL XX SECOLO

3.2.1_ Copper House

3.2.2 _ Packaged House, General Panel

3.2.3 _ La Maison des Jours Meilleurs

CAP 4 _ AMBITO DI RICERCA: L'INVOLUCRO EDILIZIO VERTICALE

4.1 _ I LAYERS DELL'EDIFICIO

4.2 _ LA PROGETTAZIONE

4.3 _ L'INVOLUCRO EDILIZIO COME INTERFACCIA DINAMICA

CAP 5 _ L'INVOLUCRO EDILIZIO _ SPERIMENTAZIONE ED INNOVAZIONE CASI STUDIO INTRENTINO - ALTO ADIGE

5.0 _ Premessa e introduzione ai casi studio

5.1 _ Hotel La Briosia

Nuova costruzione, Bolzano, 2022

Sito e contesto

Intervista alla committenza

Intervista ai progettisti

5.2 _ Complesso residenziale Rosenbach

Nuova costruzione, Bolzano, 2002-2003

5.3 _ Uffici amministrativi ExPost

Retrofit, Bolzano, 2012

5.4 _ Complesso residenziale Passeggiata dei Castani

Retrofit, Bolzano, 2016

5.5 _ Residenza universitaria Mayer

Nuova costruzione, Trento, 2015- 2017

5.6 _ Residenza universitaria Unity

Nuova costruzione, Monaco (componenti realizzati a Bressanone (BZ)), 2018

5.7 _ Complesso residenziale ARV

Retrofit, Povo (TN), 2024

5.8 _ Lettura comparata dei casi studio

/CONCLUSIONI

/BIBLIOGRAFIA

/INTRODUZIONE

Il termine “sostenibilità” fu introdotto per la prima volta durante la Conferenza sull’Ambiente del 1972 istituita dal Programma delle Nazioni Unite per l’Ambiente (UNEP) ¹, ma definito con precisione solo nel 1987, nel rapporto “Our Common Future” ² (conosciuto anche come Rapporto Brundtland), pubblicato dalla Commissione Mondiale per l’Ambiente e lo Sviluppo in occasione della Conferenza di Stoccolma. Durante questo incontro, l’attenzione internazionale fu focalizzata sulle problematiche legate all’inquinamento e al degrado ambientale, e venne formulata la celebre definizione di sviluppo sostenibile:

“Il soddisfacimento dei bisogni della generazione presente senza compromettere la possibilità delle generazioni future di realizzare i propri.” (World Commission on Environment and Development, 1987)

Nel corso del tempo, l’avanzamento delle conoscenze e il consolidamento dei principi di sostenibilità hanno generato una varietà di percorsi di indagine, ampliando il concetto stesso e gli obiettivi delle strategie mirate a garantire lo sviluppo sostenibile. Inizialmente associata agli aspetti ecologici e ambientali, si è evoluta per includere le dimensioni sociali ed economiche. Le prime azioni erano mirate alla tutela dell’ambiente, cercando di eliminare progressivamente le fonti di inquinamento che creavano condizioni insostenibili, soprattutto nelle grandi città e nei paesi industrializzati. Successivamente, sono stati introdotti principi di equità sociale e partecipazione nei programmi di sviluppo urbano, mentre l’attenzione economica si è concentrata sul progresso e sul benessere, oltre alle tradizionali metriche basate sul PIL.

I tre pilastri della sostenibilità: ambientale, economico e sociale, costituivano il punto di partenza per individuare l’equilibrio tra tali fattori, considerando le diverse condizioni socio-economiche dei vari Paesi. L’obiettivo era rispettare i criteri e le raccomandazioni per la sostenibilità, pur mantenendo la possibilità di un progresso continuo che migliorasse la qualità della vita. Si tratta di un concetto dinamico che nel corso degli anni ha visto un forte orientamento verso le questioni ambientali. (Sostenibilità- Enciclopedia, s.d.)

La connessione tra ambiente umano ed ecologico è influenzata dal progresso tecnologico, che può alleviare alcuni vincoli. Un ecosistema in equilibrio è implicitamente sostenibile: maggiore è la sua stabilità, maggiore è la sua capacità di autoregolarsi rispetto ai fattori esterni e interni che ne alte-

¹ UNEP: Il Programma delle Nazioni Unite per l’Ambiente (UNEP) è la principale autorità ambientale globale che definisce l’agenda ambientale globale, promuove l’attuazione coerente della dimensione ambientale dello sviluppo sostenibile all’interno del sistema delle Nazioni Unite e funge da autorevole sostenitore dell’ambiente globale.

² Our common Future, Report of the World Commission on Environment and Development, United Nation 1987, “Rapporto Brundtland”, dal nome della coordinatrice della presidente della commissione, Gro Harlem Brundtland allora primo ministro norvegese.

³ per approfondire: Balzani, M., & Giulio, R. D. (2021). Architettura e sostenibilità: Innovazione e sperimentazione tra ambiente costruito e paesaggio. Skira.

⁴ Annuale discorso che il presidente in carica della Commissione europea tiene a settembre per fare il punto socio ed economico-politico dell’Unione europea

⁵ L’11 dicembre 2019 è stato presentato alla Commissione Europea L’European Green Deal, con l’obiettivo di trasformare l’Europa nel primo continente neutrale dal punto di vista climatico entro il 2050, migliorando il benessere delle generazioni future aiutando le persone, l’economia e il pianeta.

fonte: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it

⁶⁶ CESE “organo consultivo dell’UE che comprende rappresentanti delle organizzazioni dei lavoratori e dei datori di lavoro e di altri gruppi d’interesse. Formula pareri su questioni riguardanti l’UE per la Commissione europea, il Consiglio dell’UE e il Parlamento europeo, fungendo così da ponte tra le istituzioni decisionali dell’UE e i cittadini dell’Unione.”

fonte: https://european-union.europa.eu/institutions-law-budget/institutions-and-bodies/search-all-eu-institutions-and-bodies/european-economic-and-social-committee-eesc_it

rano l’equilibrio. L’interazione intensa tra i sistemi complessi antropico ed ecologico aumenta il rischio di reazioni irreversibili. ³ (Balzani, M., & Giulio, R. D., 2021).

Nel tempo, l’enfasi sui fattori sociali ed economici è diminuita, mentre l’attenzione sulle questioni ambientali è aumentata. Oggi, i principali focus sono la riciclabilità dei materiali, la salubrità degli edifici, i processi costruttivi sostenibili e l’efficienza energetica. Le opportunità offerte dal settore della ricerca nell’industria delle costruzioni stanno spingendo il settore verso un cambio di paradigma.

Durante il discorso sullo stato dell’Unione ⁴ pronunciato da Ursula von der Leyen il 16 settembre 2020, è stata manifestata la volontà di implementare un cambiamento sostanziale nella prospettiva della sostenibilità, coinvolgendo l’intera sfera culturale. È stata menzionata per la prima volta l’iniziativa New European Bauhaus (NEB), che mira a trasportare i principi del European Green Deal ⁵ negli spazi abitati. La presidente ha sottolineato la centralità della sostenibilità, evidenziando l’importanza di materiali da costruzione di origine naturale come il legno, efficienza energetica e innovazione digitale sotto il profilo delle risorse, integrati con cultura e arte. I laboratori istituiti rappresentano un punto di partenza per una vasta rete europea, promuovendo una visione più ampia di sostenibilità che include aspetti estetici, visivi e inclusivi. (Von Der Leyen, 2020)

Il settore delle costruzioni esercita un’influenza significativa su questo equilibrio, è responsabile del 39% delle emissioni di CO2 (Global Status Report for Buildings and Construction 2019 – Analysis, 2019), motivo per cui il dibattito su questo tema si è intensificato, concentrandosi particolarmente sulla riduzione delle emissioni di CO2 e sull’uso di energie rinnovabili per l’intero ciclo di vita degli edifici.

L’uso di materiali di origine bio-genica è ritenuto cruciale per la transizione verde, come affermato dal Comitato Economico e Sociale Europeo ⁶ (CESE) (CELEX, 2023). L’utilizzo del legno, ad esempio, rappresenta un’alternativa sostenibile ed efficace ai materiali tradizionali come il calcestruzzo e l’acciaio, riducendo i costi e aumentando la sicurezza durante la costruzione. Prefabbricando componenti in legno, si possono ridurre i costi e migliorare l’efficienza.

“Il Comitato economico e sociale europeo (CESE) sottolinea che l’utilizzo del legno come materiale da costruzione rappresenta una grande opportunità, in quanto costituisce un’alternativa sostenibile ed efficace sotto il profilo dei costi ai materiali da costruzione tradizionali come il calcestruzzo e l’acciaio. Un altro vantaggio è l’elevata produt-

tività della manodopera nel settore dell'edilizia in legno, che consente una costruzione più rapida ed efficiente degli edifici. La possibilità di prefabbricare i componenti riduce inoltre i costi e aumenta la sicurezza durante le fasi di costruzione." (CELEX, 2023).

Incoraggiando un maggior utilizzo del legno in architettura e gestendo attivamente e in modo sostenibile le foreste in Europa, si potrebbero ridurre e stoccare tonnellate di carbonio, in particolare fino a 0,765 tonnellate di CO₂ ogni m³ (CELEX, 2023). L'incentivo per l'utilizzo nel settore delle costruzioni è stato suggerito anche durante il discorso sullo stato dell'Unione pronunciato da Ursula von der Leyen, il 16 settembre 2020 e nella strategia del NEB. Le recenti tecnologie ne permettono un utilizzo innovativo e versatile. (Von Der Leyen, 2020)

Ma il progresso tecnologico ha investito anche moltissimi altri settori negli ultimi anni e si sono create le condizioni affinché potessero svilupparsi innovazioni e sviluppi nel settore delle costruzioni. Settore connotato sempre più dall'implementazione di sistemi stratificati a secco, processi Computer Numerical Control (CNC), nuovi materiali e l'integrazione della digitalizzazione attraverso il Building Information Modeling (BIM). Questi sviluppi hanno portato a una produzione più agevole di sistemi prefabbricati, richiedendo una classificazione precisa che ha portato all'introduzione dei Modern Method of Constructions (MMC) i quali rappresentano l'innovazione contemporanea e digitalizzata dei metodi costruttivi tradizionali. Affinché il processo innovativo sia efficace, è necessaria una normativa di supporto e la creazione di reti di sostegno tra i professionisti.

Le sperimentazioni nel campo dell'edilizia prefabbricata non sono una novità. Già nel XIX e all'inizio del XX secolo, figure come Walter Gropius, Konrad Wachsmann, Jean Prouvé esploravano queste soluzioni in risposta alle emergenze abitative post-belliche e alla necessità di ridurre i costi e velocizzare i processi. Oggi, le sfide sono diverse, focalizzate sulla sostenibilità, con conoscenze e strumenti che permettono un dettaglio e una precisione maggiori.

Sulla base di queste premesse la tesi analizza il contesto territoriale del Trentino-Alto Adige, evidenziando la filiera delle costruzioni in legno, la ricerca e l'impresa. Cercando di indagare su quali siano le condizioni che permettono la sperimentazione in atto in questo territorio e quali siano i legami tra i processi innovazione, cluster territoriali e le reti

di sostegno

In particolare, tale lettura è stata condotta attraverso lo studio dell'evoluzione dell'involucro edilizio in casi studio localizzati nel Trentino-Alto Adige, con un focus specifico sui sistemi costruttivi prefabbricati utilizzati sia negli interventi di retrofit sia nelle nuove costruzioni.

Per approfondire l'analisi di ciò che accade nella pratica professionale, è stato realizzato un confronto diretto con progettisti, committenti e ricercatori. In questo contesto, si è avuta l'opportunità di dialogare con l'ingegnere Stefano Moravi, l'architetto Felix Perasso e la famiglia D'Onofrio, rispettivamente progettisti e committenti dell'Hotel La Briosia, principale caso studio esaminato. Inoltre, durante la stesura della tesi, ho avuto la possibilità di visitare il centro di ricerca Eurac e di dialogare con l'ingegnere Riccardo Pinotti, ricercatore post-doc specializzato in sistemi di involucro avanzati ad elevate prestazioni energetiche e di comfort interno

La tesi si articola in cinque capitoli:

Nel primo è stata fatta una breve panoramica sulla crisi ambientale e sociale a cui stiamo assistendo e vengono indagate le sfide e le strategie proposte dall'UE per il settore edilizio. Viene introdotta la filosofia proposta da NEB a cui fa seguito un "nuovo" concetto di sostenibilità basato su tre principi: inclusività, sostenibilità, bellezza. Viene posta l'attenzione sul cambiamento culturale che deve avvenire per il benessere degli abitanti di questo pianeta.

Nel secondo capitolo viene analizzato il concetto di innovazione nel settore edilizio, esaminando i fattori che stimolano l'innovazione nei processi e nei prodotti e il supporto necessario per la loro gestione. Sono stati approfonditi i recenti sviluppi tecnologici che hanno influenzato l'edilizia, favorendo una sempre maggiore e più agevole produzione di sistemi prefabbricati, tanto da portare alla necessità di una classificazione e definizione precisa, formalizzata attraverso l'introduzione dei Modern Method of Constructions (MMC). Per garantire l'efficacia del processo innovativo, risulta indispensabile disporre di una normativa di supporto e creare reti di sostegno tra i professionisti, al fine di favorire la cooperazione e la sinergia tra di essi. Viene analizzato il contesto territoriale del Trentino – Alto Adige in cui la filiera della ricerca e dell'impresa delle costruzioni in legno è in forte crescita a livello nazionale e internazionale, per cercare di comprendeere

re quali siano i fattori determinanti e le condizioni che favoriscono i processi di innovazione.

Il terzo capitolo si focalizza in modo più approfondito sul tema della prefabbricazione off-site andando a indagarne il lessico, le prime sperimentazioni di inizio Novecento in modo da comprenderne le origini e i vantaggi tecnologici e ambientali.

Nel quarto capitolo viene proposto come tema di indagine l'involucro edilizio verticale. Attraverso la comprensione delle funzioni di tale elemento e come viene concepito nei processi edilizi tradizionali, si ipotizza la possibilità di assumerlo come componente dinamico che si interfaccia con il mondo esterno non limitandosi alla tradizionale funzione passiva, ma svolgendo funzione attiva attraverso l'integrazione di elementi e componenti impiantistiche, architettoniche e strutturali.

Nel quinto capitolo vengono presentati 8 casi studio nel contesto Trentino-Alto Adige, tra Trento e Bolzano. Si tratta di 6 casi studio di edilizia residenziale, 1 pubblica amministrazione e 1 HUB servizi. I casi studio sono stati analizzati interpretando l'evoluzione dell'involucro che è avvenuta in questi progetti virtuosi. In tale evoluzione si può osservare una sempre maggiore integrazione di elementi fino ad arrivare alla creazione di pannelli prefabbricati multifunzionali connotati dall'integrazione di serramenti impianti, parti strutturali ed elementi architettonici. Al termine è stata realizzata un'analisi comparativa che sottolinea l'integrazione crescente di elementi multifunzionali e l'uso di materiali bio-genici.

CAP 1

LE SFIDE PER IL SETTORE EDILIZIO

/INTRODUZIONE

L'attuale crisi ambientale e sociale che il mondo sta affrontando ha un impatto significativo e multifattoriale, con il settore edilizio che gioca un ruolo cruciale. Gli edifici dell'Unione Europea sono responsabili di una considerevole parte del consumo energetico e delle emissioni di gas serra, con cifre che raggiungono il 40% del consumo energetico e il 36% delle emissioni di gas a effetto serra.

La trasformazione del settore edilizio verso pratiche più sostenibili non è solo auspicabile, ma indispensabile per assicurare un futuro più verde e più equo.

In risposta a queste sfide, l'Unione Europea ha messo in campo strategie e traguardi ambiziosi per promuovere la sostenibilità nel settore edilizio. Questo complesso quadro normativo e strategico sottolinea la necessità di un cambiamento profondo e sistematico nel settore edilizio, puntando a una maggiore efficienza, sostenibilità e resilienza. Il New European Bauhaus, in particolare, rappresenta un approccio interdisciplinare e partecipativo per collegare il Green Deal agli spazi abitativi, coinvolgendo una vasta gamma di attori per riprogettare un futuro più sostenibile. Le iniziative promosse evidenziano l'importanza di un'innovazione che integri scienza, arte e tecnologia per creare soluzioni che siano non solo sostenibili ma anche esteticamente piacevoli e inclusive, migliorando la qualità della vita e riducendo l'impatto ambientale.

In questo capitolo verranno illustrate le principali iniziative proposte dall'Unione Europea per comprendere quali sono i punti cardine su cui si stanno basando le trasformazioni del settore.

1.1 _ L'ATTUALE CRISI AMBIENTALE E SOCIALE

L'impatto del settore edilizio

“Complessivamente, gli edifici dell’UE sono responsabili del 40% del consumo energetico e del 36% delle emissioni di gas a effetto serra, dovute principalmente alla costruzione, all’utilizzo, alla ristrutturazione e alla demolizione.” (Commissione europea, 2020)

La crisi ambientale e sociale che il nostro pianeta sta affrontando è una delle sfide più urgenti e complesse del nostro tempo. Questo capitolo si focalizza su un settore specifico che gioca un ruolo cruciale in questa crisi: il settore edilizio. La portata del suo impatto ambientale è tale che necessita di una trasformazione radicale per mitigare gli effetti negativi e contribuire a un futuro sostenibile.

Il settore edilizio è responsabile di una porzione significativa delle emissioni globali di CO2 e del consumo energetico. Secondo la Commissione Europea, gli edifici nell’Unione Europea rappresentano il 40% del consumo energetico totale e il 36% delle emissioni di gas serra, cifre che comprendono le emissioni derivanti dalla costruzione, dall’uso, dalla ristrutturazione e dalla demolizione degli edifici. L’impronta di carbonio del settore edilizio comprende sia le operational emissions, derivanti dal consumo energetico degli edifici durante la loro fase operativa, responsabili di circa il 28% delle emissioni globali di CO2, sia le embodied emissions derivanti dai processi di ristrutturazione, costruzione e demolizione degli edifici e dai materiali utilizzati nei progetti edilizi. (Buildings-Energy System, s.d.)

Un indicatore impressionante dell’impatto umano è la massa antropogenica (“Anthropogenic mass”), che rappresenta la massa totale dei materiali prodotti dall’uomo. Nel 2020, questa massa ha superato la biomassa vivente del pianeta, raddoppiando ogni venti anni. Questa crescita esponenziale è in gran parte attribuibile ai materiali utilizzati nel settore edilizio, che rappresentano la categoria più significativa in termini di massa prodotta.

Come osservabile nel grafico sottostante, i materiali che riguardano prettamente il settore dell’edilizia, introdotti in tempi recenti, rappresentano le categorie con massa antropogenica maggiore. Alla luce di questi dati allarmanti, è chiaro che il settore edilizio deve affrontare una trasformazione significativa per diventare più sostenibile. Questo non solo per ridurre le emissioni di CO2, ma anche per promuovere un uso più efficiente delle risorse e una gestione più sostenibile dei materiali. La riduzione delle operational emissions attraverso l’efficienza energetica e l’adozione di tecnologie rinnovabili è un passo fondamentale. Altrettanto importante è la riduzione delle embodied emissions mediante l’uso di materiali a basso impatto ambientale e la promozione di pratiche di costruzione sostenibili.

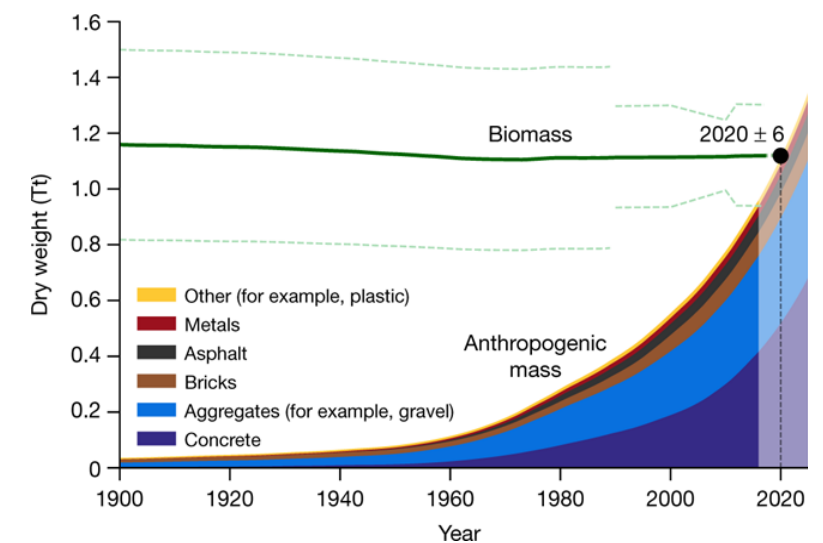


Fig 1: Biomass and anthropogenic mass estimates since the beginning of the twentieth century on a dry-mass basis. Fonte: Elhacham, E., Ben-Uri, L., Grozovski, J., Bar-On, Y. M., & Milo, R. (2020). Global human-made mass exceeds all living biomass. Nature, 442–444. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-3010-5>

1.2 _ SFIDE E STRATEGIE EUROPEE

L'Unione Europea sta ponendo traguardi ambiziosi per promuovere la sostenibilità nel settore edilizio, riconoscendo il significativo impatto che ha sull'ambiente, sull'economia e sulla qualità della vita. Tali traguardi sono delineati in documenti e politiche, che hanno come obiettivo principale il rendere il settore edilizio più efficiente, sostenibile e orientato al raggiungimento degli obiettivi climatici. Nelle seguenti pagine verranno presentati i principali piani e proposte dell'Unione Europea.

Recenti strategie europee e piani di azione

- A partire dal 1992, annualmente, si tiene la Conferenza delle Parti (COP). **Nella COP21**, Parigi 2015, redatto un trattato legalmente vincolante tra 195 nazioni, indicando obiettivi specifici da raggiungere entro il 2050 e 2100 per contrastare aumento temperatura e emissione di gas serra. (United Nations Framework Convention on Climate Change, 2015)

- Nell'**Assemblea Generale delle Nazioni Unite**¹, 193 Paesi delle Nazioni Unite, 25 settembre 2015², adottano il piano d'azione per garantire lo sviluppo sostenibile: Agenda 2030. Obiettivo: fornire linee guida e azioni, attraverso **17 obiettivi** (definiti anche Sustainable Development Goals), sud-divisi in 169 target. Tre dimensioni dello sviluppo (economico, ambientale, sociale) interconnesse e indivisibili. Il concetto di "Sostenibilità" si evolve andando a comprendere altri aspetti. (UN General Assembly, 2015).

- **Green Deal Europeo**³, dicembre 2019, parte integrante della strategia della Commissione Europea per l'attuazione dell'Agenda 2030. Strategia di crescita mirata per rendere l'**Europa climaticamente neutra entro il 2050**. È stata individuata la ristrutturazione di edifici pubblici e privati come un'azione essenziale per promuovere l'efficienza energetica del settore e conseguire gli obiettivi che sono stati prefissati. Per avviare la ripresa economica europea dopo la pandemia COVID-19, il piano di ripresa della Commissione Europea sostiene ulteriormente i progetti di ristrutturazione. Per rispondere a questa doppia ambizione di crescita economica e guadagni energetici. (Commissione Europea, 2021)

¹ È il primo degli organi principali dell'Organizzazione delle Nazioni Unite, è la principale sede di decisione e l'organo più rappresentativo, composto da rappresentanti di tutti gli Stati membri, che dispongono di un voto ciascuno. La sessione annuale ordinaria dell'Assemblea inizia il terzo martedì di settembre e prosegue di regola fino alla terza settimana di dicembre e vi partecipano, invitate in qualità di osservatori, delegazioni parlamentari degli Stati membri. fonte: https://www.camera.it/leg18/399?europa_estero=504

² L'Agenda 2030 per lo Sviluppo Sostenibile è un programma d'azione globale, di portata e rilevanza senza precedenti, finalizzato a sradicare la povertà, proteggere il pianeta e garantire la prosperità e la pace, adottato all'unanimità dai 193 Paesi membri delle Nazioni Unite con la risoluzione 70/1 del 15 settembre 2015, intitolata: "Trasformare il nostro mondo. L'Agenda per lo sviluppo sostenibile". fonte: <https://asvis.it/l-agenda-2030-dell-onu-per-lo-sviluppo-sostenibile/>

³ fonte: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it

⁴ fonte: https://energy.ec.europa.eu/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en

⁵ fonte: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0102>

⁶ fonte: <https://horizoneurope.apre.it/struttura-e-programmi/global-challenges-european-industrial-competitiveness/>

⁷ fonte: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/en/ip_21_4626

-Nel 2020 è stata pubblicata dalla Commissione Europea la strategia **Renovation Wave**⁴. (European Commission, 2020, Renovation Wave). Obiettivo: raddoppiare i tassi annuali di ristrutturazione energetica entro il 2030, riducendo così le emissioni e migliorando la qualità della vita delle persone che ne usufruiscono, contribuendo a creare posti di lavoro. Tre aree di interesse: Affrontare la povertà energetica e gli edifici con le peggiori prestazioni, Edifici pubblici e infrastrutture sociali, Decarbonizzazione del riscaldamento e del raffreddamento.

- **Industrial Strategy 2050 of the European Commission**⁵, annunciata il 10 marzo 2020, ha lo scopo di supportare la duplice transizione: ecologica e digitale. Si concentra sui seguenti aspetti: rafforzare la resilienza del mercato unico, sostenere l'autonomia strategica aperta dell'Europa affrontando le dipendenze, sostenere l'interesse delle imprese per la duplice transizione. Aggiornata l'11 maggio 2021, in seguito alla pandemia COVID-19, per tenere conto degli insegnamenti tratti da questa esperienza. Veicolo principale dell'innovazione nei vari ecosistemi, le piccole e medie imprese (PMI) (Commissione Europea, 2020)

- **Direttiva sull'Efficienza Energetica degli Edifici** (2023/1791/EU), che stabilisce i requisiti per **migliorare la prestazione energetica** degli edifici esistenti e nuovi, promuovendo ristrutturazioni e **interventi di retrofit sull'involucro** degli edifici con l'obiettivo di garantire emissioni zero entro il 2050. Gli Stati membri sono tenuti a fissare standard minimi per la prestazione energetica degli edifici, promuovendo la ristrutturazione energetica e l'impiego di tecnologie a basse emissioni. (European Union, 2023)

- **Horizon Europe Framework Program Pillar 2**⁶, articolato in 6 Cluster, tra cui: Digital, Industry and Space, è il secondo pilastro (Pillar II) di Horizon Europe che **incentiva progetti** per rispondere alle sfide globali e **rafforzare la competitività industriale**. L'obiettivo è quello di sostenere la sovranità tecnologica europea nelle tecnologie fondamentali per i processi produttivi, la digitalizzazione e le tecnologie. Possono parteciparvi Università, Centri di Ricerca pubblico-privati, Grandi imprese, Industrie, Pubbliche Amministrazioni, Associazioni. Viene incoraggiata la partecipazione di piccole e medie imprese che fanno molta ricerca su tecnologie avanzate.

- **New European Bauhaus**⁷. Iniziativa presentata dalla Commissione europea il 1 ottobre 2020 con l'obiettivo di costruire un'**esperienza culturale e tangibile per i cittadini**,

rendere le città europee più accessibili, funzionali, vivibili e trasformandole ponendo una **forte attenzione all'estetica**. Strutturata in tre fasi: tra gennaio 2021 e giugno 2021 si è svolta la prima fase di **co-design**, con l'obiettivo di dare forma al concetto di NEB attraverso un processo di co-creazione e identificazione delle esigenze e sfide più urgenti. È stata creata una piattaforma online in cui artisti, designer, ingegneri, scienziati, imprenditori, architetti, studenti e tutte le persone interessate possono **condividere esempi di realizzazioni stimolanti** per il Nuovo Bauhaus Europeo, le loro idee su come dovrebbe essere modellato e come dovrebbe evolversi, nonché le loro preoccupazioni e sfide. È stato successivamente prodotto il report della fase di co-design, dal quale è emersa la necessità per concentrarsi sul lungo termine, il ciclo di vita coinvolgendo l'ecosistema industriale. È emersa **l'urgenza di affrontare l'uso in-sostenibile dei rifiuti** nei diversi settori industriali. In particolare, sul settore delle costruzioni, l'obiettivo è evitare per quanto possibile le demolizioni e ricostruzioni, concentrandosi piuttosto sul **retrofit e sull'adaptive re-use di vecchi edifici**. Soluzioni e **materiali Bio-based** sono fondamentali per ripensare gli ecosistemi industriali perché possono contribuire in modo significativo alla costruzione di un approccio circolare e più integrato. (Commissione europea, 2021)

È necessario un nuovo paradigma di innovazione per andare oltre i modelli puramente tecnologici e raggiungere un rapporto armonioso tra società e tecnologia. **L'innovazione tecnologica** ha molto da apportare all'ambizione del Nuovo Bauhaus Europeo, dall'uso intelligente degli strumenti digitali ai nuovi materiali. L'impatto dell'innovazione potrebbe non limitarsi alla novità o dalla tecnologia: la sfida può derivare da nuovi metodi industriali che **riducono i costi** e rendono **più accessibili le soluzioni disponibili**, o dall'**intreccio tra nuove tecnologie e soluzioni tradizionali, artigianali e locali**, per adattarsi a contesti specifici o a particolari scelte estetiche.

Nell'aprile 2021 e nel gennaio 2022 e giugno 2023 è stato lanciato il **New European Bauhaus Prize**, a cui seguiranno altri negli anni prossimi, per accelerare la transizione verde e garantire una migliore convivenza per tutti, capitalizzando il patrimonio di conoscenze, esperienze e capacità.

Nel giugno 2022 ha avuto luogo il Festival del NEB, l'evento principale ha avuto sede a Bruxelles, seguito da altri eventi anche esterni all'Europa. **Momenti di forum per incentivare la discussione e lo scambio di idee tra professionisti**, laboratori e esibizioni di progetti rilevanti e prototipi in linea con i valori del NEB, celebrazioni che hanno continuamente unito cultura, arte e convivialità.

Nell'aprile 2022 è stato lanciato il NEB LAB, per rendere con-

creti e tangibili i progetti proposti. L'obiettivo è mettere in contatto le comunità, coinvolgendo direttamente le imprese e gli attori pubblici, le regioni e le città. (Commissione europea, 2021)

Quest'ultimo punto evidenzia un elemento fondamentale che sarà successivamente esaminato nella presente tesi ⁸, ossia l'esistenza di **contesti territoriali** in cui si verifica un processo di **creazione di comunità estese sul territorio**, che collaborano con l'obiettivo di generare progetti virtuosi e innovativi. Verrà approfondito il caso specifico del territorio compreso tra **l'Alto Adige e la provincia di Trento**, dove diverse aziende, progettisti e centri di ricerca e formazione, ormai da anni, stanno contribuendo a stabilire le fondamenta per la formazione di un **Cluster innovativo**.

⁸ Rimando al capitolo 4.1. della presente tesi: IL TERRITORIO DELL'ALTO ADIGE e PROVINCIA AUTONOMA DI TRENTO

Un articolato discorso per l'Unione Europea

A settembre di ogni anno, il presidente della Commissione europea, pronuncia il discorso sullo stato dell'Unione (State of Union Address) ⁹ dinanzi al Parlamento europeo. Viene fatto il punto sui risultati conseguiti nell'ultimo anno e presentate le priorità per l'anno successivo spiegando in che modo la commissione Europea affronterà le sfide più urgenti.

Nel discorso del 16 settembre 2020 pronunciato da Ursula von der Leyen, presidentessa della Commissione europea, sono emersi numerosi temi e approcci che potenzialmente potrebbero contribuire a ridurre l'impatto del settore edilizio. E' una sintesi estremamente esaustiva. In particolare è emersa la volontà di realizzare un cambiamento fondato sulla progettualità realizzabile tramite l'iniziativa NextGenerationEU ¹⁰ .

⁹ State of Union Address
fonte: https://ec.europa.eu/commission/presscorner/detail/ov/SPEECH_20_1655

¹⁰ NextGenerationEU È uno strumento temporaneo di ripresa e rilancio economico europeo volto a risanare le perdite causate dalla pandemia. Si tratta di oltre 800 miliardi di euro che sono stati inseriti all'interno del bilancio europeo 2021-2027 ed è destinato a tutti gli stati membri. Fonte: https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/recovery-plan-europe_it

*“I nostri **edifici** generano il 40% delle nostre emissioni. Devono diventare **meno dispendiosi, meno costosi e più sostenibili**. E sappiamo che il settore edilizio può addirittura trasformarsi da fonte di carbonio in un pozzo di carbonio, se si applicano **materiali da costruzione organici** come il **legno e tecnologie intelligenti** come l'intelligenza artificiale. Voglio che NextGenerationEU dia il via a un'ondata di rinnovamento europeo e che la nostra Unione diventi leader nell'**economia circolare**. Ma questo non è solo un **progetto ambientale o economico**: deve essere un **nuovo progetto culturale** per l'Europa. [...] Per questo motivo istituiremo il **New European Bauhaus**, uno spazio di co-creazione in cui architetti, artisti, studenti, ingegneri e designer lavoreranno insieme per realizzarla. Questo è dare forma al mondo in cui vogliamo vivere.”* (Von Der Leyen, 2020) ⁹

1.3 _ IL NEW EUROPEAN BAUHAUS E IL NUOVO CONCETTO DI SOSTENIBILITÀ, UN CAMBIAMENTO CULTURALE



Fig. 2: Il logo del New European Bauhaus

Nel settembre 2020, durante il discorso sullo stato dell'Unione 2020 precedentemente citato, è stato annunciato per la prima volta il New European Bauhaus (o NEB).

La presidentessa Ursula von der Leyen ha affermato, nel settembre 2021:

“Il New European Bauhaus combina la grande visione del **Green Deal europeo** con un cambiamento tangibile sul campo. Un cambiamento che migliora la nostra vita quotidiana e che le persone possono toccare e sentire negli edifici, negli spazi pubblici, ma anche nella moda o nell'arredamento. Il New European Bauhaus mira a creare un **nuovo stile di vita** che corrisponda alla sostenibilità con un **buon design**, che abbia bisogno di **meno carbonio** e che sia **inclusivo** e **accessibile per tutti.**”¹¹

(Inforegio - Nuovo Bauhaus europeo: nuove azioni e finanziamenti per conciliare sostenibilità, stile ed inclusione, 2021)

¹¹ DISCORSO SU NEB
fonte: https://ec.europa.eu/regional_policy/it/newsroom/news/2021/09/15-09-2021-new-european-bauhaus-new-actions-and-funding-to-link-sustainability-to-style-and-inclusion

¹² Commissaria per la Coesione e le Riforme

I valori promossi

Si tratta di un'iniziativa interdisciplinare con lo scopo di collegare il Green Deal agli spazi abitati e ripensare insieme un futuro più sostenibile e ispirato alla cultura e all'arte senza porre i limiti sulla mera funzionalità. La collaborazione e lo scambio di conoscenze sono di fondamentale importanza per lo sviluppo innovativo, come ha affermato Elisa Ferreira¹² durante la presentazione del settembre 2021. Per questo vengono riuniti cittadini, esperti e professionisti, imprese e istituzioni, creativi e scienziati per riprogettare insieme l'abitare sostenibile sviluppando soluzioni innovative e sostenibili.

Elisa Ferreira, Commissario per la Coesione e le Riforme, ha dichiarato, nel settembre 2021: *“Attraverso il suo approccio transdisciplinare e partecipativo, il New European Bauhaus rafforza il ruolo delle comunità locali e regionali, delle industrie, degli innovatori e delle menti creative che lavorano insieme per migliorare la nostra qualità della vita. La politica di coesione trasformerà le nuove idee in azioni a livello locale”*. (European Commission, 2021)

¹³ fonte: [https://new-european-bauhaus.europa.eu/system/files/2021-09/COM\(2021\)_573_IT_ACT.PDF](https://new-european-bauhaus.europa.eu/system/files/2021-09/COM(2021)_573_IT_ACT.PDF)

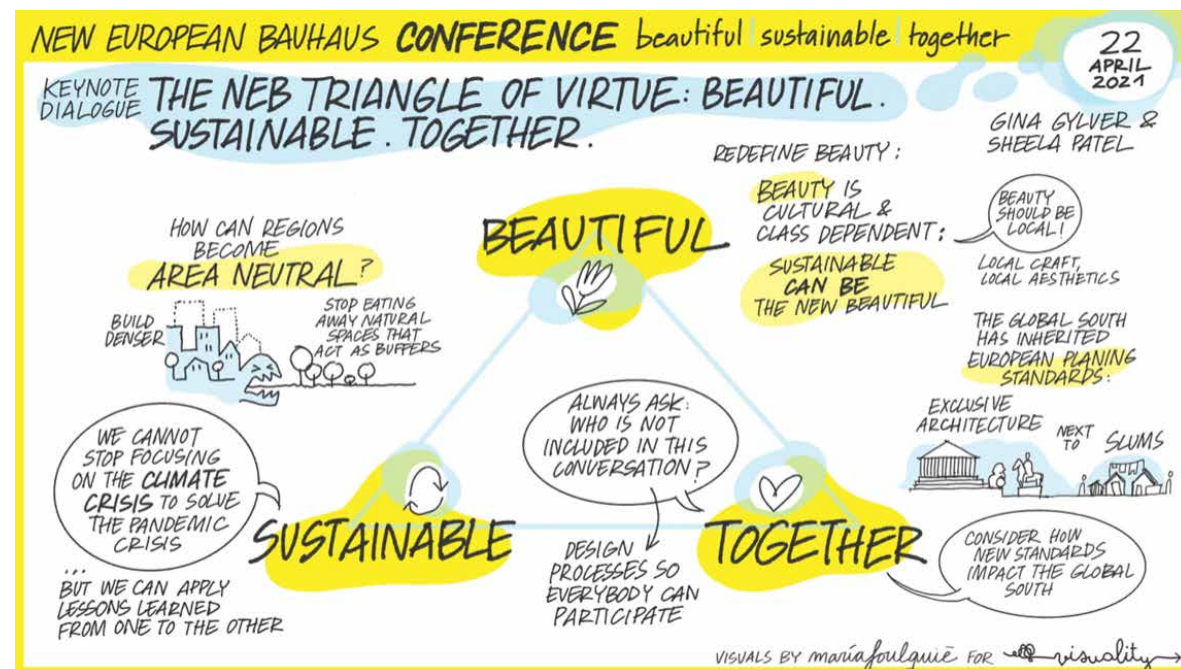
Si basa sulla partecipazione a tutti i livelli per facilitare la trasformazione della società seguendo tre valori inseparabili¹³:

- **La sostenibilità**, intesa come raggiungimento degli obiettivi climatici e circolari, puntando al rispetto della biodiversità, all'inquinamento zero, all'utilizzo di materiali e risorse rinnovabili riducendo le emissioni di carbonio.
- **L'estetica**, non limitandosi alla funzionalità, ma puntando alla qualità e all'esteticamente piacevole e ispiratore. L'obiettivo è creare soluzioni sostenibili che siano attraenti da un punto di vista emotivo e visivo.
- **L'inclusione**, valorizzando le diversità, garantendo l'accessibilità e la convenienza economica per tutti.

Con lo scopo di mobilitare architetti, ingegneri, scienziate, studenti e creative per progettare nuovi modi di vivere insieme, l'iniziativa si traduce in una piattaforma di connessione tra scienza e tecnologia, arte e collettività per rendere gli spazi di vita di domani più sostenibili, economici e accessibili. Promuove la collaborazione interdisciplinare tra architetti, designer, artisti, scienziati e altre parti interessate per creare soluzioni innovative e sostenibili per l'ambiente costruito, incoraggiando lo scambio di conoscenze, idee e buone pratiche per promuovere un cambiamento positivo. Enfatizza l'inclusività e la coesione sociale. Sottolinea l'importanza dell'estetica e della qualità architettonica, con l'obiettivo di creare spazi ispirati e incentrati sull'uomo che migliorino il benessere e la qualità della vita. Abbraccia i principi della sostenibilità e dell'economia circolare, promuovendo l'uso di materiali ecocompatibili, tecnologie ad alta efficienza energetica.

Nell'aprile del 2021 si è tenuta una conferenza per permettere ai partecipanti all'iniziativa di discutere attraverso workshop, presentazioni e dibattiti, su come rendere i luoghi che viviamo più sostenibili e inclusivi, declinando i principi cardine del Green Deal ai luoghi abitati. Le grafiche rappresentate in queste pagine sono il frutto delle discussioni e confronti svoltisi in questa occasione.

Fig. 3: Il NEB triangolo delle virtù
Fonte: grafica a cura di Maria Folquie, European Commission. (2021, aprile 22). New European Bauhaus conference. https://new-european-bauhaus.europa.eu/co-design/conference_en



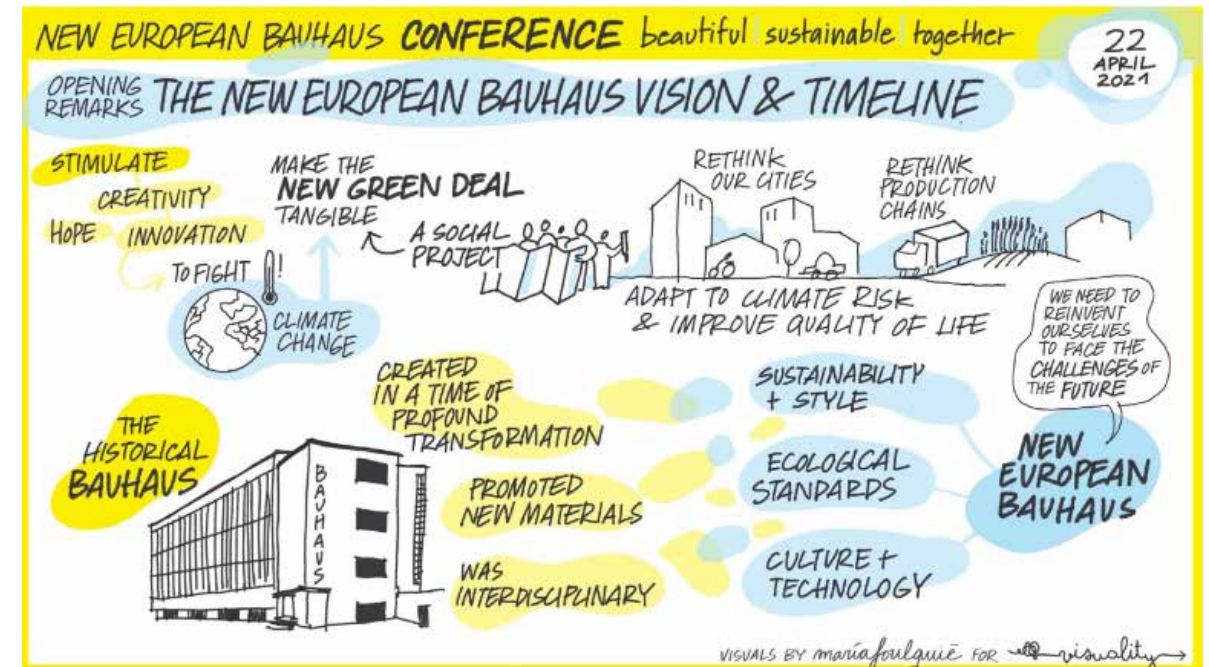
Origini del nome e il Bauhaus di Weimar

Dal Bauhaus: "casa del costruire".

Scuola di architettura arte e design fondata da Walter Gropius, operante in Germania tra il 1919 e il 1933 nel contesto della Repubblica di Weimar. Nacque con il preciso intento di conciliare le arti e il metodo artigianale in un lavoro interdisciplinare, creando un nuovo linguaggio legato alla produzione industriale. Discipline teoriche e pratiche venivano insegnate in contemporanea per sviluppare le capacità creative e allo stesso tempo cogliere la natura fisica dei materiali. Veniva incoraggiata l'innovazione e la ricerca per la creazione di prodotti per la produzione di massa, controllandone i costi, minimizzando i tempi di realizzazione e i materiali di scarto.

Lo spirito del gruppo con cui è stato fondato questo movimento ha influenzato il design e l'architettura di tutto il mondo ed è sopravvissuto nel tempo soprattutto all'interno dell'università di Weimar. L'obiettivo principale era infatti affrontare le sfide che di volta in volta propone il presente.

Fig. 4: La visione la timeline del NEB
Fonte: grafica a cura di Maria Folquie, European Commission. (2021, aprile 22). New European Bauhaus conference. https://new-european-bauhaus.europa.eu/co-design/conference_en



“Il settore edilizio, che ha sempre avuto caratteristiche essenzialmente artigianali, è ormai entrato in un processo di trasformazione in industria organizzata. Una quantità sempre più grande di lavori, che un tempo venivano svolti sulle impalcature, oggi sono realizzati nell’ambiente della fabbrica, lontano dal cantiere. [...] Ci stiamo avvicinando a un livello di perizia tecnica che renderà possibile la razionalizzazione degli edifici e la loro produzione in serie in fabbrica: questo sarà realizzabile scomponendo la loro struttura in una serie di componenti assemblabili. Al pari di scatole composte da mattoni giocattolo, questi componenti saranno assemblati a secco in varie composizioni formali: in tal modo l’edilizia cesserà di dipendere esclusivamente dalle condizioni atmosferiche. [...] è dal 1910 che sostengo caldamente, con articoli e conferenze, la causa delle case prefabbricate; ho inoltre condotto una serie di esperimenti pratici in questo settore di ricerca, valutandone anche le implicazioni a livello economico e industriale.” (Gropius, W., 1965 p. 24)

“Chiunque aspiri a diventare costruttore ha dunque il dovere primario di cogliere il significato della Nuova Architettura, comprendendo altresì i fattori che hanno definito i tratti salienti: semplicità multi-forme, raggiunta attenendosi consapevolmente a una gamma ristretta di forme di base ripetute modularmente, e suddivisione strutturale degli edifici a seconda della loro natura e della strada su cui affacciano. (Gropius, W., 1965, p. 69)

“Ci rendevamo inoltre conto che la rivoluzione estetica ci offriva la possibilità di un approccio inedito al significato di design, così come la meccanizzazione dell’industria ci forniva gli strumenti per rendere concreta questa nuova visione.” (Gropius, W., 1965, p. 71)

La connessione tra l’approccio funzionale, l’efficienza dei materiali e la visione interdisciplinare può contribuire a promuovere soluzioni efficienti. Gli obiettivi della scuola, a Novanta anni di distanza dalla sua chiusura, tornano a farsi sentire e avere applicazioni pratiche.

KEY POINT

OBIETTIVI PER LO SVILUPPO SOSTENIBILE

IL NUOVO CONCETTO DI SOSTENIBILITÀ

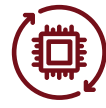
Tra i piani di azione, le politiche più recenti, i discorsi presentati dalla Commissione europea precedentemente esposti, il quadro che emerge è la necessità imperativa di un cambiamento che coinvolga numerosi e diversi aspetti della sfera progettuale e produttiva del settore edilizio.

Al fine di sintetizzare e identificare i principi cardine e fondamentali che possono contribuire a questo cambiamento, si presenta in seguito una sintesi per punti.

A partire dai valori cardine su cui si basa il New European Bauhaus (sostenibilità, estetica, inclusione), integrando ciascun punto con le strategie proposte dall'Unione Europea, si è cercato di individuare i parametri fondamentali da tenere in considerazione per la progettazione nell'ottica di uno sviluppo sostenibile. Sono emersi i punti elencati nella pagina accanto.

Nel capitolo 5 verranno esaminati alcuni casi studio realizzati o progettati con involucri prefabbricati. Al termine della trattazione di ciascun caso studio, verrà rappresentata la seguente tabella per individuare quali di questi aspetti sono stati presi in considerazione della progettazione di ciascun edificio studiato per valutarne l'attenzione alla sostenibilità in modo analitico e individuare le modalità con cui le tecnologie costruttive e i progetti rispondano a questa chiamata dell'Unione Europea.

SOSTENIBILITÀ



ECONOMIA CIRCOLARE

Ridurre gli impatti ambientali e il consumo di risorse attraverso il riutilizzo e riciclo dei materiali.



MATERIALI DI ORIGINE BIO-BASED

Transizione materica, attraverso l'uso di materiali a bassa emissione di carbonio e carbon removal.



FONTI ENERGETICHE RINNOVABILI

Transizione energetica diminuendo il consumo energetico, riducendo le emissioni di gas serra e migliorando le prestazioni complessive del patrimonio edilizio.



RIDUZIONE DEI RIFIUTI

Ridurre gli impatti ambientali e il consumo di risorse attraverso il riutilizzo e riciclo dei rifiuti da costruzione e demolizione.



PREFABBRICAZIONE

Tecnologia costruttiva che risponde alle necessità sopra citate, oltre a ottimizzare i tempi di costruzione e aumentare il controllo della qualità del prodotto finale



INTEGRAZIONE IMPIANTI

Se integrati nel componente involucro dell'edificio, possono contribuire a rendere le facciate dinamiche attive per adattarsi alle condizioni climatiche, alle esigenze degli utenti e contribuire all'autonomia energetica dell'edificio. Tecnologie avanzate e sistemi innovativi contribuiscono a rendere gli edifici più duraturi.



RIDUZIONE DEI COSTI

Per la sostenibilità economica e l'accessibilità di tutti

ESTETICA



CONTESTO AMBIENTALE

Creazione di luoghi belli, sostenibili ed inclusivi, partendo dove possibile dalla materia già esistente, spogliandoli del superfluo e ritornando all'essenza, alla forma e alla funzionalità delle cose.



BENESSERE E COMFORT

Creare spazi ispirati e incentrati sull'uomo che migliorino il benessere e la qualità della vita di chi ne usufruisce.

INCLUSIONE



RICERCA

Individuare le soluzioni più opportune e adattabili a diversi contesti climatici ed estetici, attraverso la collaborazione con Università ed enti di ricerca.



TECNOLOGIE DIGITALI

Adozione di tecnologie digitali e intelligenti per migliorare l'efficienza operativa degli edifici, monitorando e ottimizzando il consumo energetico e favorendo l'interconnessione di sistemi intelligenti.



PARTECIPAZIONE

Fondamentale la collaborazione interdisciplinare tra diverse figure professionali e committenti, per creare soluzioni innovative, sia come diffusione di idee e scambio di conoscenze, che per la concretizzazione delle stesse.

Fig. 5: Elaborato a cura dell'autore della tesi

1.4_ UN CAMBIO DI VISIONE PER L'EDILIZIA

Come espresso precedentemente, il settore edilizio ha un'influenza significativa sull'impatto ambientale.

Numerose ricerche evidenziano come l'era tecnologica del Ventunesimo secolo si basi su conoscenza, informazione e innovazione (Lo & Kam, 2021). Secondo quanto riportato da Lo & Kam nel 2021 nell'articolo Innovation Performance Indicators for Architecture, Engineering and Construction Organization, il settore architecture, engineering and construction (AEC) ¹⁴ non ha tratto considerevoli vantaggi dalle innovazioni dei processi, dei prodotti e dei servizi. Vi è stata molta esitazione nell'adottare le più recenti opportunità di innovazione e la produttività è rimasta invariata o in alcuni casi addirittura diminuita negli ultimi Cinquanta anni, non enfatizzando abbastanza l'innovazione.

Le imprese del settore AEC hanno avuto bassi livelli di innovazione caratterizzati da una crescita della produttività ritardata, da una digitalizzazione limitata, da un utilizzo limitato di nuovi materiali e da una gestione inefficiente dei progetti. Recentemente hanno iniziato a porre maggiore attenzione all'innovazione nelle loro strategie organizzative. Questo cambio di prospettiva è stato stimolato anche dalle nuove politiche proposte dall'UE in materia di sostenibilità.

Il settore edile è conservatore e lento nell'adozione di tecnologie innovative, ma si sta assistendo ad un cambio di paradigma e ad una transizione verso l'edilizia industrializzata che offrirebbe una rivoluzione nel modo in cui i progetti edilizi vengono progettati, appaltati, ingegnerizzati, costruiti e gestiti nei settori dell'architettura, dell'ingegneria e delle costruzioni. Gli ultimi due decenni hanno assistito a una rinascita della costruzione fuori sede all'interno del movimento di costruzione industrializzata. (Wuni & Shen, 2020)

Come accennato precedentemente, il settore delle costruzioni è sottoposto a pressioni affinché evolva e sostenga un livello di miglioramento accettabile, in particolare in termini di velocità, costi e aspetti ambientali. In un settore così frammentato e dominato per lo più da metodi tradizionali che comportano vaste attività in loco, tali miglioramenti sono difficili da raggiungere.

¹⁴ AEC è l'acronimo per "architettura, ingegneria e costruzioni", comunemente usato tra i professionisti e all'interno del settore. Possono provenire da un'ampia gamma di specializzazioni e background: Architetti commerciali, architetti d'interni, ingegneri MEP, ingegneri delle infrastrutture e appaltatori generali...

CAP 2

INNOVAZIONE TECNOLOGICA E RETI DI SOSTEGNO: IL MODELLO DEL TRENTINO- ALTO ADIGE

/INTRODUZIONE

Le trasformazioni indotte sull'attività progettuale dalle molteplici sfide poste dai cambiamenti climatici e emergenze ambientali e crisi economiche, hanno portato gli operatori del settore edile all'obiettivo di incrementare prodotti e processi esistenti per rispondere a nuovi bisogni. Hanno così avuto origine numerose **innovazioni** in questo settore, per apportare valore in risposta ai nuovi bisogni.

Lo produzione di tali innovazioni è stata possibile grazie allo **sviluppo tecnologico** che ha determinato le condizioni per un cambiamento: software per la gestione di flussi di informazioni come l'ambiente BIM, GIS, processi CNC, Off-site manufacturing, processi di lavorazione dei materiali, nuovi materiali ingegnerizzati, nuove generazioni di impianti...

Da un punto di vista storico (approfondimento nel capitolo 4), non è la prima volta nella storia delle costruzioni che si sperimentano innovazioni, in particolare sul componente involucro edilizio. Vi sono progetti pilota, brevetti e sperimentazioni che risalgono ai primi anni del '900. Ma solo adesso riusciamo a progettare e realizzare dei manufatti con un alto grado di complessità grazie all'industrializzazione dei processi.

Grazie a questo sviluppo tecnologico si è resa quindi possibile l'adozione dei **Modern Method of Construction** e oggi questo cambiamento e queste opportunità sono funzionali a supportare le **sfide poste dall'EU**.

Il solo sviluppo tecnologico non sarebbe però sufficiente per un efficace cambiamento, a dimostrazione di questo è stato sviluppato un **quadro normativo** ad hoc per supportare il cambiamento: certificazioni energetiche, normativa sulle costruzioni in legno, carbon removal strategies, certificazioni di sostenibilità, direttive per la gestione delle innovazioni ecc.. In supporto a questo cambiamento è inoltre fondamentale la creazione di **reti di sostegno** tra i vari attori della filiera per valorizzare la creatività e conoscenza dei professionisti e creare cooperazione e condivisione.

In questo capitolo si andranno ad indagare queste sperimentazioni in atto, documentando come questi processi avvengano in modo proficuo in **distretti territoriali specifici**. E' stato individuato il contesto territoriale del **Trentino Alto Adige**. Regione italiana con il più alto numero di aziende specializzate nel settore delle costruzioni in legno, collaborazione stretta tra operatori di settori differenti e investimenti nella ricerca sembrerebbero essere le condizioni adatte per lo sviluppo innovativo del settore edilizio.

2.1 _ L'INNOVAZIONE TECNOLOGICA IN EDILIZIA

Che cos'è l'innovazione?

L'innovazione implica creare da zero o modificare oggetti, metodi, comportamenti rispetto alle pratiche comuni. Può nascere **dal caso o dalla necessità**, da un evento fortuito o, come accade più frequentemente, dal desiderio di risolvere un bisogno o un problema che non può essere affrontato con i metodi tradizionali. L'obiettivo deve essere mettere al centro l'individuo, per evitare che ogni proposta di innovazione sia vista solo come una soluzione a un problema specifico, anziché come un contributo per aumentare la complessità della gestione di uno spazio.

"E' un entità (un prodotto, un processo, un servizio, modello, metodo...) nuova o modificata, che realizza e redistribuisce valore" (Standards, 2020)

Si tratta di **incrementare qualcosa di esistente** e l'innovazione può essere definita tale nel momento in cui genera valore. Per **valore**, si intende un beneficio riconosciuto tale da qualcuno che decide di acquistarlo o investirci e tale valore può essere di natura economica, sociale, ambientale... viene infatti inteso come un *"beneficio derivante dal soddisfacimento delle esigenze e aspettative, in relazione alle risorse utilizzate"*. (Standards, 2020).

Questi due fattori (innovazione e valore) devono di fatto coesistere per poter risuonare e accrescersi esponenzialmente. Come affermato da W. Chan Kim e Renée Mauborgne nel libro Blue Ocean Strategy: *"La ricerca di valore, senza innovazione, tende a focalizzarsi sulla creazione di valore su scala incrementale (es: riduzione dei costi, nuovi clienti... senza distinguersi) La ricerca di innovazione, quando manca il valore, si risolve in un sforzo pionieristico L'innovazione di valore pone la medesima enfasi su valore e innovazione"* (W.C.Kim e R.Mauborgne, 2005)

¹⁵ ICT: Tecnologie riguardanti i sistemi integrati di telecomunicazione (linee di comunicazione cablate e senza fili), i computer, le tecnologie audio-video e relativi software, che permettono agli utenti di creare, immagazzinare e scambiare informazioni.
fonte: Treccani

¹⁶ Nicola Sinopoli, ingegnere e professore di Tecnologia dell'architettura all'istituto di Venezia. Svolge attività di ricerca nei settori della produzione edilizia, dell'innovazione, della qualità, del processo edilizio.

¹⁷ per approfondire: Sinopoli, N., & Tatano, V. (2002). Sulle tracce dell'innovazione: Tra tecniche e architettura. FrancoAngeli.

Innovazione di processo e di prodotto

Può essere distinta in due tipologie: innovazione di **prodotto** e di processo. Quando riguarda un **prodotto** si propone di lanciare un prodotto o servizio che sia nuovo o significativamente migliorato nelle sue caratteristiche e modalità d'uso. Riguardo al **processo**, invece, mira a introdurre un metodo di produzione e consegna notevolmente avanzato. Questo può includere l'adozione di nuove attrezzature automatizzate, l'uso di progetti assistiti da computer per lo sviluppo di prodotti, la modifica delle specifiche tecniche di un prodotto già esistente per un nuovo utilizzo o l'implementazione di nuove tecnologie di comunicazione e informazione (ICT) ¹⁵.

Nicola Sinopoli ¹⁶ illustra le diverse forme che l'innovazione può assumere quando si concentra principalmente sul prodotto o sul processo: *"l'innovazione può riguardare un prodotto o un processo: nel primo caso il risultato dell'innovazione riguarda gli oggetti materiali, la seconda quelli immateriali (e cioè le modalità di svolgimento di determinate operazioni e gli aspetti organizzativi e procedurali). Talvolta alcune innovazioni si manifestano al solo livello del prodotto, talvolta l'esistenza di un nuovo prodotto implica anche delle trasformazioni più o meno profonde del processo nel quale il nuovo prodotto si inserisce, talvolta ancora questi due tipi di innovazioni possono essere a tal punto legate tra loro, che può accadere che un prodotto innovativo debba richiedere una trasformazione dei processi in grado di realizzarlo e/o utilizzarlo e che questi a loro volta agiscano sulle caratteristiche dei prodotti, che alla fine del ciclo possono presentare ulteriori caratteristiche di novità"* (Sinopoli, 2002).

Innovazione in edilizia

Guardando all'edilizia, in particolare nell'ultimo secolo con l'avvento dell'**industrializzazione**, è possibile osservare in modo analogo come in luoghi e tempi precisi siano avvenute delle **"onde di innovazione"** per rispondere a diverse esigenze. Tra queste si potrebbero riconoscere quelle legate all'emergenza abitativa post-bellica, a cui ha seguito l'onda della qualità, successivamente si sono cercate strategie per la manutenzione e il costo di esercizio degli edifici, per arrivare a riconoscere ai giorni nostri l'ondata di innovazioni legate alla richiesta di sostenibilità degli edifici ¹⁷.

Si può arrivare a parlare proprio di **"rivoluzioni industriali"** da un punto di vista tecnologico. Un'innovazione tecnologica in architettura è raramente vista come qualcosa di completa-

mente nuovo che supera qualcosa di vecchio. Nella maggioranza dei casi, si basa su **innovazioni incrementali**, costruendo su ciò che già esiste rispondendo a crisi provocate dall'incapacità delle tecnologie attuali di adattarsi ai cambiamenti del mercato e alle nuove esigenze degli utenti. (Maria Antonia Barucco, 2016). Il **mutamento delle esigenze** nel tempo e nello spazio genera tecnologie che possono essere diverse o simili, ma che sono sempre legate a un contesto specifico e in evoluzione. Un prodotto, per quanto valido, se proposto in un contesto non ancora pronto ad accoglierlo, non riuscirà a trasformarsi in innovazione, o comunque non si osserverà la sua applicazione all'atto pratico (Maria Antonia Barucco, 2016). Non venendo utilizzato non otterrà alcun valore d'uso tale da essere considerato innovativo in quel settore.

Campioli ¹⁸ afferma che *“Nelle politiche dei paesi industrializzati, ormai da tempo, l'innovazione è unanimemente ritenuta processo essenziale alla prosperità economica e alla qualità della vita”* (Campioli, 2011).

In questo quadro diventa però essenziale comprendere le caratteristiche distintive e le specificità dei processi innovativi nel settore delle costruzioni e valutare le strategie da adottare affinché il loro potenziamento possa sostenere l'economia e servire come strumento per una riqualificazione radicale del modo in cui vengono costruiti e trasformati gli spazi e l'ambiente in cui viviamo. Il progetto di architettura e in particolare la ricerca tecnologica potrebbero assumere un ruolo estremamente rilevante.

Secondo Campioli si possono individuare **numerose declinazioni** che caratterizzano il tema dell'innovazione nel settore edilizio. Tra queste ne evidenzia due in particolare. Una forte spinta guidata da una **ricerca estetica** volta a rendere l'architettura spettacolare, per realizzare soluzioni inedite. Le soluzioni messe a punto dalle imprese stentano però poi ad affermarsi oltre al singolo progetto per il quale sono state realizzate. D'altro canto, si osserva un processo incoraggiato dalle **nuove normative** a cui si deve rispondere con azioni concrete nel campo della sostenibilità attraverso, tra gli altri, il contenimento dei consumi energetici, ottimizzazione delle prestazioni e miglioramento del comfort degli occupanti. Da questo punto di vista l'innovazione privilegia i materiali e i componenti, tendendo a diffondersi in modo più ampio e lungo.

Come detto precedentemente, per poter sostenere la sostenibilità nel settore delle costruzioni occorre una **riconsiderazione del processo edilizio** tenendo a mente l'intero ciclo di vita dell'edificio e l'approvvigionamento dei materiali, valutando ogni singola ripercussione sull'ambiente.

¹⁸ Arch. Andrea Campioli, professore di Tecnologia dell'architettura presso il Politecnico di Milano. Impegnato in attività di ricerca sugli effetti dell'innovazione tecnologica sulla cultura progettuale, indaga i processi orientati verso la sostenibilità.

¹⁹ Milan Zeleny (January 1942 – December 2023), economista ceco-americano, professore di sistemi di gestione presso la Fordham University. Ha svolto ricerche nel campo del processo decisionale, dell'economia aziendale, della produttività, della gestione della conoscenza.

Nel settore delle costruzioni coesistono e interagiscono realtà appartenenti all'industria manifatturiera insieme a quelle dell'industria dei servizi, come consulenti, società di progettazione e management. Per questo l'innovazione in questo settore si presenta con carattere molto variegato, ma i percorsi attraverso i quali si manifesta, possono essere complessi e molto articolati. L'affronto di un processo innovativo assunto da un piccolo studio di progettazione o da una piccola società produttiva pone sfide molto diverse da quelle affrontate da una grande società di ingegneria o impresa multinazionale. (Campioli, 2011)

Il concetto di Technology Support Network

L'economista Milan Zeleny ¹⁹ definisce l'innovazione come il cambiamento nell'Hardware, software, brainware o rete di supporto di un sistema, prodotto o processo che ne aumenta il valore per l'utente, aggiungerebbe quindi **valore** che può essere definito solo dopo la valutazione e l'acquisto di un cliente.

Sostiene che ogni tecnologia sia costituita da tre componenti (nuclei tecnologici): Hardware (mezzi), software (regole) e brainware (scopi). Questi elementi sono indipendenti e non possono funzionare l'uno senza l'altro. L'**Hardware** rappresenta l'apparato fisico di una tecnologia (macchine e attrezzi) fornendo i mezzi per svolgere i compiti necessari al raggiungimento degli obiettivi. Il **Software** (programmi, modi d'uso) è l'insieme delle regole e tecniche necessarie per utilizzare l'Hardware definisce come svolgere i compiti per raggiungere gli obiettivi. Il **Brainware** sarebbero gli scopi, applicazioni e giustificazioni per l'uso dei due precedenti.

Secondo Zeleny la **Technology support network (TSE)**, ovvero le strutture fisiche organizzative, culturali, socioeconomiche e amministrative devono incorporare qualsiasi nucleo tecnologico affinché questi possano funzionare, per consentire uno sviluppo corretto. Quindi non potrebbe esistere nessuna tecnologia senza una rete di supporto, senza una complessa rete di relazioni fisiche che ne facciano da sostegno (Zeleny, 2006). (tema approfondito nel paragrafo successivo x) Ogni nucleo tecnologico specifico genera un TSE unico, creando un insieme particolare di relazioni tra le persone. Si può quindi interpretare come l'insieme delle interazioni tra i partecipanti umani necessari all'interno dei contesti sociali cooperativi (iniziatori, fornitori, manutentori...)

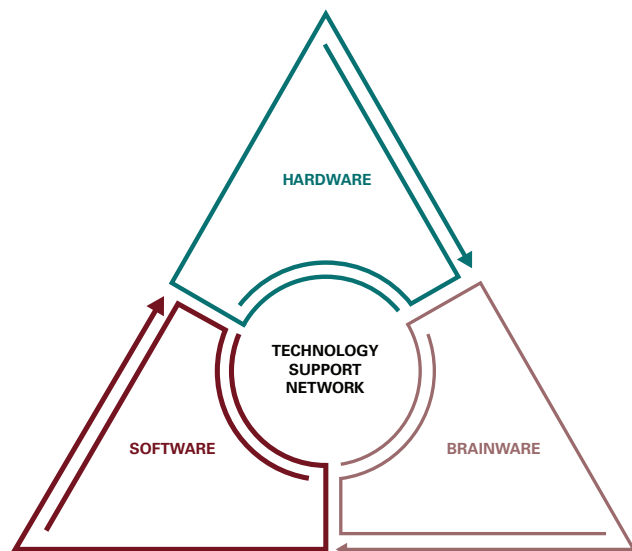


Fig 1: rielaborato a partire da quanto proposto da Milan Zeleny per analizzare le forme di gestione dei sistemi umani fonte: Zeleny, M. (2006). INNOVATION FACTORY: PRODUCTION OF VALUE-ADDED QUALITY AND INNOVATION. Rielaborazione a cura dell'autore della tesi

Le reti di sostegno

Tutto questo processo, ora, è difficilmente portato a compimento da singole imprese. La **cooperazione** tra gli operatori della **filiera**, non più in ordine sequenziale all'attività di progettazione e costruzione, ma sempre più simultanea tra le diverse competenze. Gli operatori sono invitati a collaborare, passando da un modello imprenditoriale a ciclo chiuso a una cooperazione tra i vari attori della filiera.

In questo panorama Campioli ipotizza due strade percorribili: **partenariato orizzontale** e verticale. Con il primo prevede un coordinamento tra soggetti impegnati in uno stesso livello della filiera, che tradizionalmente interagivano in maniera occasionale, ora sarebbero incoraggiati a creare legami più stabili attraverso un rapporto dialettico. In gruppi composti da progettisti, industrie e imprese. Con l'idea di **partenariato verticale**, si fonderebbe l'idea di innovazione di prodotto e di processo, costruendo reti di collaborazione tra operatori durante la varie fasi di vita dell'edificio. Verrebbe ampliato l'ambito dei soggetti coinvolti.

Nel 1996, lo studioso francese Pierre Levy²⁰, diffuse il concetto di **"Intelligenza collettiva"** in un suo libro²¹. Secondo il filosofo francese, la diffusione delle tecnologie di comunicazione digitale ha permesso l'emergere di nuove forme di legame sociale, basate sulla condivisione di interessi comuni, del sapere, su processi di collaborazione e apprendimento comune. Questo fenomeno alimenterebbe l'idea di "intelligenza collettiva", distribuita e valorizzata consentendo una mobilitazione efficace delle competenze. (Lévy, 1996)

Con queste prospettive si rende però evidente la necessità di individuare un metodo strumentale per la condivisione. L'

²⁰ Perre Levy, Filosofo francese, studioso delle implicazioni culturali dell'informaticizzazione e degli effetti della globalizzazione. Egli sostiene che l'uso più elevato di Internet sia l'intelligenza collettiva.

²¹ per approfondire: Lévy, P. (1996). L'intelligenza collettiva. Per un'antropologia del cyberspazio (D. Feroldi & M. Colò, Trad.). Feltrinelli.

interoperabilità offerta dal **BIM** potrebbe essere una delle possibilità, se non forse l'unica in questo momento storico, per poter condividere in un unico modello tridimensionale tutte le informazioni e permettere agli operatori di interagire in modo simultaneo. Anche secondo quanto affermato da Maria Antonia Barucco si è raggiunto un livello di complessità impossibile da gestire senza le macchine.

"Solo considerando le tre componenti hard, soft e know della tecnologia sarà possibile non essere travolti dal 4.0, non sarà più necessario ricercare la resilienza del saper fare tecnico e del progetto d'architettura. Sarà invece possibile trasformare il progetto tecnologico divenendo progettisti ed attori dell'innovazione, consapevoli della rete che supporta la tecnologia e con la quale ogni progetto, prodotto o processo si relaziona, sviluppando guadagno, rendimento o creatività." (Maria Antonia Barucco, 2016)

La gestione del progetto gioca un ruolo fondamentale nella riuscita o nel fallimento dello stesso, indipendentemente dal saper fare. Proprio come affermato dall'Ing. Stefano Menapace²² durante una sua lezione tenuta al Politecnico di Torino: *"L'innovazione è 1% intuizione e 99% management"*

In un lezione tenuta dall'arch. Guglielmo Ricciardi²³ sul tema "Innovazione tecnologica. Dalle imprese all'architettura", ha portato come testimonianza l'esempio di dinamiche vissute in prima persona durante gli anni di lavoro. Secondo la propria esperienza, con l'innovazione di **processo trasversale**, attraverso il dialogo tra i committenti, diverse figure professionali tra progettisti, professionisti e fornitori di attrezzature, l'innovazione è stata proprio l'esito dell'interazione tra i diversi soggetti partecipanti alla filiera. L'esperienza dei professionisti contribuirebbe a confermare quindi l'ipotesi precedentemente proposta.

Comprendere e saper rispondere alle condizioni mutevoli del contesto in cui si opera per poter cogliere le nuove opportunità, essere in grado di valorizzare la creatività e conoscenza dei professionisti che operano insieme e le parti interessate utilizzando un approccio sistemico e strutturato, sono tra le capacità necessarie per un'organizzazione per poter fare innovazione.

²² Ing. Stefano Menapace, Ingegnere, Ideatore della certificazione ARCA, Membro del Comitato di Indirizzo/Scientifico della rete di imprese per l'innovazione Edinno e del Polo Edilizia 4.0, si occupa di Innovazione, project management, conformità dei prodotti da costruzione e organizzazione e gestione.

²³ Arch. Guglielmo Ricciardi, Architetto Pianificatore

2.2 _ LO SVILUPPO TECNOLOGICO: FATTORI PER IL CAMBIAMENTO

Negli ultimi anni, il settore dell'edilizia ha vissuto un significativo **sviluppo tecnologico**, favorito da una serie di condizioni che hanno permesso un cambiamento radicale nei metodi e processi di costruzione.

La crescente domanda di sostenibilità e l'esigenza di ridurre i costi e i tempi di costruzione sono tra i principali driver di questo cambiamento. La globalizzazione e l'aumento della concorrenza hanno inoltre spinto le aziende del settore a innovare e migliorare continuamente le loro pratiche.

Uno dei principali fattori di cambiamento che si possono individuare è rappresentato dai **sistemi stratificati a secco**, che hanno rivoluzionato il modo in cui vengono realizzati gli edifici, offrendo tempi di montaggio più rapidi e una maggiore flessibilità rispetto ai metodi tradizionali. E' una metodologia costruttiva radicata nella storia umana sin dalle origini, non rappresenta di per se un'innovazione, ma innovativi sono i metodi con cui viene coniugata. Solo adesso riusciamo a progettare e realizzare dei manufatti con un alto grado di complessità grazie all'industrializzazione dei processi. Sta trovando sempre più ampio impiego, spesso attraverso soluzioni che si discostano dalle tradizionali pratiche edilizie.

La digitalizzazione, attraverso l'adozione di **Building Information Modeling** (BIM) ha trasformato la progettazione architettonica e ingegneristica, permettendo una maggiore integrazione e collaborazione tra i diversi attori del processo edilizio. Il BIM non solo migliora la precisione e riduce gli errori, ma consente anche di simulare l'intero ciclo di vita di un edificio, dalla progettazione alla demolizione, promuovendo un approccio più sostenibile e olistico. La creazione di un database dinamico che possa registrare ogni fase della progettazione, approvvigionamento, costruzione/assemblaggio, controllo di qualità, di finitura, consegna, locazione/vendita, occupazione e gestione residenziale, sostituzioni, riciclaggio e rinnovamento consente un monitoraggio continuo delle prestazioni. Questo è possibile grazie all'uso del BIM, la Prop Tech, i big data, l'intelligenza artificiale, che garantiscono un ciclo ininterrotto dalla progettazione alla produzione, costruzione e gestione durante tutto il ciclo di vita.

L'adozione di **processi CNC** (Computer Numerical Control) ha automatizzato molte fasi della produzione edilizia, migliorando la precisione delle componenti prodotte e riducendo gli scarti di materiale. Le tecniche di costruzione off-site, che prevedono la prefabbricazione di elementi strutturali in fabbrica e il loro successivo assemblaggio in loco, hanno ulteriormente ridotto i tempi di costruzione e migliorato la qualità del prodotto finale.

I **nuovi materiali**, sviluppati per essere più sostenibili e performanti, stanno cambiando il panorama edilizio.

L'innovazione si muove anche su materiali utilizzati da sempre nel settore dell'edilizia, ma che grazie agli sviluppi tecnologici e recenti ricerche, trovano altre applicazioni e potenzialità in risposta alle recenti sfide, come il **Legno**.

Ha assunto un ruolo centrale dovuto alla sua natura bio-based e alle sue infinite potenzialità. L'uso innovativo del legno, sotto forma di prodotti ingegnerizzati, sta rivoluzionando l'edilizia con soluzioni sostenibili che offrono alta resistenza, leggerezza e capacità di sequestro del carbonio. Il legno non solo è rinnovabile e biodegradabile, ma le moderne tecniche di lavorazione permettono di creare strutture complesse e performanti che competono con materiali tradizionali come l'acciaio e il cemento.

L'Industria 4.0, con l'integrazione di tecnologie avanzate come l'Internet delle Cose (IoT), l'intelligenza artificiale e la realtà aumentata, sta creando edifici intelligenti e interconnessi, capaci di autogestirsi e rispondere in modo proattivo alle esigenze degli utenti.

Sebbene possano sembrare molto diverse, le innovazioni nel settore edilizio presentano significative analogie con quelle del **settore automotive**.

Nel caso della produzione automobilistica, il software del computer stabilisce gli standard per le prestazioni dei componenti del motore. Il prodotto finale, l'automobile, viene creato in un unico luogo utilizzando una combinazione di **forza lavoro qualificata** e **automazione**, con assemblaggio nelle fabbriche tramite processi ripetibili. Al contrario, nell'edilizia tradizionale ci si basa sull'approvvigionamento di grandi quantità di materie prime da diverse fonti e il loro trasporto verso siti di costruzione. La realizzazione del prodotto finale, come un edificio, richiede molti mesi e impiega una forza lavoro temporanea. Sebbene i procedimenti siano diversi, le similitudini emergono quando si considera il prodotto finale. Un appartamento in un blocco residenziale è molto simile a un'auto che esce da una linea di produzione in termini di efficienza e velocità di consegna.

Se consideriamo le **analogie tra i prodotti finali** dell'industria automobilistica e dell'edilizia, diventa evidente che sarebbe opportuno e fattibile applicare anche un analogo approccio nei processi di produzione attraverso **sistemi edilizi prefabbricati**. Così come un'auto è prodotta in fabbrica con processi standardizzati e automatizzati per garantire efficienza e qualità, l'utilizzo di componenti prefabbricati nell'edilizia può portare a edifici costruiti con maggior precisione, riducendo tempi e costi di costruzione.

L'indirizzo verso la prefabbricazione

Gli sviluppi tecnologici nel settore edilizio stanno portando a una significativa evoluzione verso **sistemi di prefabbricazione** avanzati, trasformando radicalmente il modo in cui vengono progettati, costruiti e gestiti gli edifici. Questo metodo consiste nella produzione di componenti edilizi **in fabbrica**, che vengono poi trasportati e assemblati sul sito di costruzione.

Andando a ripercorre i recenti sviluppi precedentemente analizzati: la digitalizzazione e l'uso di software di modellazione 3D, come il **BIM** (Building Information Modeling), consentono di progettare edifici con una precisione senza precedenti, ottimizzando ogni fase del progetto e riducendo al minimo gli errori. La **stampa 3D**, un'altra tecnologia emergente, permette di creare componenti edilizi complessi e personalizzati direttamente in fabbrica, abbattendo i tempi e i costi di produzione. L'integrazione di **sensori IoT** (Internet of Things) nei moduli prefabbricati permette un monitoraggio continuo delle condizioni strutturali e ambientali, migliorando la manutenzione e la gestione degli edifici una volta completati. I materiali innovativi e il massiccio utilizzo del legno, rendono le strutture prefabbricate non solo più durevoli ma anche più sostenibili dal punto di vista ambientale. Infine, la robotica e l'automazione stanno rivoluzionando la catena di produzione, rendendo possibile la realizzazione di componenti con un grado di precisione e ripetibilità che sarebbe impossibile ottenere con i metodi tradizionali.

Pertanto, l'approccio **Design for Manufacture and Assembly** (DfMA) può essere fondamentale per costruire edifici efficienti, di alta qualità, standardizzati e consegnati in tempi precisi, con costi e tempi controllati. Il settore edile può aumentare la produzione e migliorare l'efficienza riducendo gli i problemi che derivano dall'uso di una forza lavoro temporanea e spesso poco formata e specializzata.

L'insieme di metodi costruttivi innovativi, che incorporano la progettazione integrata e l'automazione della costruzione tramite tecnologie digitali, il design modulare, la costruzione off-site in fabbrica, sistemi a pannello o a telaio utilizzando materiali leggeri come acciaio e legno, è noto come **Modern Methods of Construction (MMC)**.

Con questo termine si indicano un insieme di pratiche che mirano a ottimizzare il processo costruttivo, offrendo vantaggi significativi in termini di efficienza, qualità, sostenibilità e flessibilità, e rappresenta una risposta efficace alle esigenze di un settore edilizio in continua evoluzione.

2.3 _ I MODERN METHOD OF CONSTRUCTIONS (MMC)

Le terminologie usate per descrivere i MMC si sovrappongono e vi sono diverse definizioni nel mondo. L'Asia preferisce il termine prefabbricazione o sistemi di costruzione industrializzati, il Regno Unito preferisce il termine MMC e gli Stati Uniti e l'Australia preferiscono il termine metodi di costruzione off-site o ancora costruzione modulare.

Stabilire un lessico comune per sviluppare i successivi contenuti. I termini che descrivono la prefabbricazione si evolvono con essa e possono far insorgere confusione. (Saad et al., 2023).

Sono tecnologie che prevedono la realizzazione di strutture o loro componenti fabbricati negli stabilimenti. La produzione di componenti più o meno finiti delle strutture edilizie ha un alto potenziale per aumentare l'efficienza della costruzione nella fase di produzione, nonché nel processo di assemblaggio in sito. Secondo la definizione fornita da Smith e Timberlake (2011), i MMC rappresentano tecnologie che forniscono procedure efficaci per la preparazione e l'esecuzione della costruzione, determinando un volume di produzione maggiore con una qualità superiore, tempi ridotti di approvvigionamento e costruzione, costi di costruzione complessivi inferiori, più durevole e migliore aspetto architettonico, maggiore tutela della salute sul lavoro e della sicurezza, riduzione del consumo di materiali, meno rifiuti edili, minori emissioni nell'ambiente e riduzione del consumo di energia e acqua. (Švajlenka et al., 2017) (Smith e Timberlake, 2011).

Nel corso degli ultimi 20 anni, l'applicazione dei Modern Method of Constructions (MMC) è cresciuta, per offrire alla ricerca e alla pratica un ambiente controllato durante la realizzazione di progetti edilizi. Il loro utilizzo MMC è però ancora molto limitato. La complessità, la capacità di digitalizzazione, l'origine storica, le catene di fornitura e la domanda di mercato stanno interessando sempre di più gli organismi accademici. (Saad et al., 2023).

Nel 2019, il Ministry of Housing, Communities & Local Government del Regno Unito, ha promosso la formazione di un gruppo di lavoro intersettoriale per promuovere l'adozione dei MMC e fornirne una definizione dettagliata. L'intenzione era quella di regolarizzare e perfezionare il termine "MMC",

sviluppando un quadro di definizione categorizzato per diverse forme di metodologie di costruzione innovative applicate nel mercato residenziale, sia attuali che future. Questa schematizzazione permette di organizzare i dati in maniera più strutturata e costruire una base comune delle diverse forme di utilizzo dei MMC in modo da consentire a progettisti, costruttori, clienti e investitori un dialogo comune. (MMC working Group, Ministry of Housing, C. and Government, L., 2019)

Secondo la definizione fornita del Cabinet Office del Regno Unito: *"MMC è un termine ampio, che copre una gamma di tecniche di produzione off-site e in loco. MMC fornisce alternative ai metodi tradizionali e ha il potenziale per apportare miglioramenti significativi in termini di produttività, efficienza e qualità per il settore edile"*.

Si intendendo quindi l'insieme di sistemi costruttivi non tradizionali che coinvolgono la progettazione integrata e l'automazione nella costruzione attraverso tecnologie digitali quali P-DfMA (piattaforma per la progettazione, la produzione e l'assemblaggio), BIM, GIS, Digital Twin e Realtà Aumentata. Questa denominazione comprende l'off-site e le costruzioni modulari ultimate completamente in fabbrica, così come i sistemi a pannello e quelli a telaio leggero, sia in legno che in acciaio. (MMC working Group, Ministry of Housing, C. and Government, L., 2019)

Quadro normativo e categorizzazione dei MMC

Prima che le categorie possano essere esaminate e applicate è importante definire la tipologia di edificio e il genere materiale. Il genere materiale si applica solo alle categorie strutturali 1-4.

Secondo la classificazione fornita, si possono suddividere in:

- **Category 1**
Pre-manufacturing (3D primary structural systems)

"Un approccio sistematico basato sulla costruzione volumetrica che prevede la produzione di unità tridimensionali in condizioni di fabbrica controllate prima dell'installazione finale. Le unità volumetriche possono essere portate nel sito finale in una varietà di forme che vanno da una sola struttura base a una con tutte le finiture interne ed esterne e i servizi installati, tutti pronti per l'installazione. Il sistema include prestazioni strutturali. Le unità volumetriche complete nei condomini possono includere lo spazio dell'appartamento e lo spazio dell'area comune. Le mini unità strutturali volumetriche possono includere cellule bagno e simili che sono strutturalmente impilate e caricate."



- **Category 2**

- **Pre-manufacturing (2D primary structural systems)**

“Un approccio sistematico che utilizza unità a pannelli piatti utilizzate per strutture di base di pavimenti, pareti e tetti di materiali diversi, prodotte in un ambiente di fabbrica e assemblate sul piano di lavoro finale per produrre una struttura tridimensionale finale. L'approccio più comune consiste nell'utilizzare pannelli aperti, o telai, che consistono solo in una struttura scheletrica, con servizi, isolamento, rivestimento esterno e finiture interne installati in loco. I pannelli più complessi, generalmente definiti pannelli chiusi, implicano una maggiore fabbricazione in fabbrica e comprendono materiali di rivestimento e isolamento. Tra questi possono rientrare anche servizi, serramenti, porte, finiture murarie interne e rivestimenti esterni. Il sistema include le prestazioni strutturali per le pareti primarie e tutti i pavimenti (nota: questo esclude i sistemi di pareti esterne unitizzate o composite che non sono portanti inclusi nella Categoria 5).”



- **Category 3**

- **Pre-manufacturing components (non-systemised primary structure)**

“Utilizzo di elementi strutturali prefabbricati realizzati in legno intelaiato o ingegnerizzato in massa, acciaio laminato a freddo o a caldo o calcestruzzo prefabbricato. Gli elementi includono travi portanti, colonne, pareti, strutture centrali e solette che non sono sostanzialmente costruite in situ e non fanno parte di una progettazione sistematica. Questa categoria, sebbene focalizzata sugli elementi di sovrastruttura, includerebbe anche elementi di sottostruttura come travi anulari prefabbricate, testate per pali, pali battuti e pali a vite.”



- **Category 4**

- **Additive manufacturing (structural and non-structural)**

“La stampa remota, in loco o finale di parti di edifici attraverso vari materiali basati su tecniche di progettazione e produzione digitale.”



- **Category 5**

- **Pre-manufacturing (Non structural assemblies and sub-assemblies)**

“Una serie di diversi approcci di riproduzione che includono sistemi di pareti non strutturali unitizzati, cassette o assemblaggi di finitura del tetto (dove non fanno parte di un sistema di costruzione strutturale più ampio), unità mini-volumetriche non portanti (a volte denominate “baccelli”) utilizzati per aree altamente servite e più ripetibili come cucine e bagni, armadi di servizio, colonne montanti, locali tecnici nonché telai di cablaggio preformati, composti di ingegneria meccanica, rientrerebbero in questa categoria. Gli schemi convenzionali in muratura costruiti in loco utilizzando prodotti da costruzione convenzionali come finestre e porte – che potrebbero altrimenti far parte del processo di fabbricazione nelle altre categorie di prefabbricazione – non dovrebbero essere inclusi come sottoassiemi o componenti in questa categoria a meno che non vi sia un ulteriore livello di consolidamento rispetto alle configurazioni tradizionali. Esclude inoltre eventuali elementi strutturali di base a cui sono fissati gli assemblaggi composti e che devono essere inclusi nelle Cat. 1-4. Qualsiasi struttura in questa categoria serve esclusivamente a supportare il sottoinsieme in fase di trasporto/installazione.”



- **Category 6**

- **Traditional building product led site labour reduction / productivity improvements**

“Comprende prodotti tradizionali per l'edilizia singola realizzati in configurazioni di grande formato, pretagliate o con semplici funzionalità di giunzione per ridurre l'entità della manodopera in cantiere necessaria per l'installazione.”

- **Category 7**

- **Site process led site labour reduction / productivity / assurance improvements**

“Approcci che utilizzano tecniche di costruzione innovative basate sul sito che sfruttano i miglioramenti dei processi del sito. Questa categoria include anche misure standard di incapsulamento della superficie di lavoro di fabbrica, costruzione snella tecniche, potenziamento dei lavoratori fisici e digitali, robotica sul posto di lavoro, esoscheletri e altri dispositivi indossabili, droni, strumenti di verifica e adozione di impianti e macchinari guidati da nuove tecnologie.”



(MMC working Group, Ministry of Housing, C. and Government, L., 2019)

Fig 2-8: rappresentazioni schematiche delle categorie elencate
fonte: Modern methods of construction, introducing the mmc definition framework.

Per una categorizzazione più ampia, si possono individuare due metodologie differenti:

- **MMC on-site** (la categoria 6 e 7), costituiti da materiali tradizionali combinati con processi di produzione innovativi e vengono realizzati e assemblati direttamente in loco.
- **MMC off-site** (dalla categoria 1 a 5), costituiti da pannelli prefabbricati o moduli prefabbricati. Gli elementi della costruzione prefabbricata vengono prodotti in fabbrica e gli elementi finiti vengono trasportati sul posto e li assemblati (Smith e Timberlake 2011).

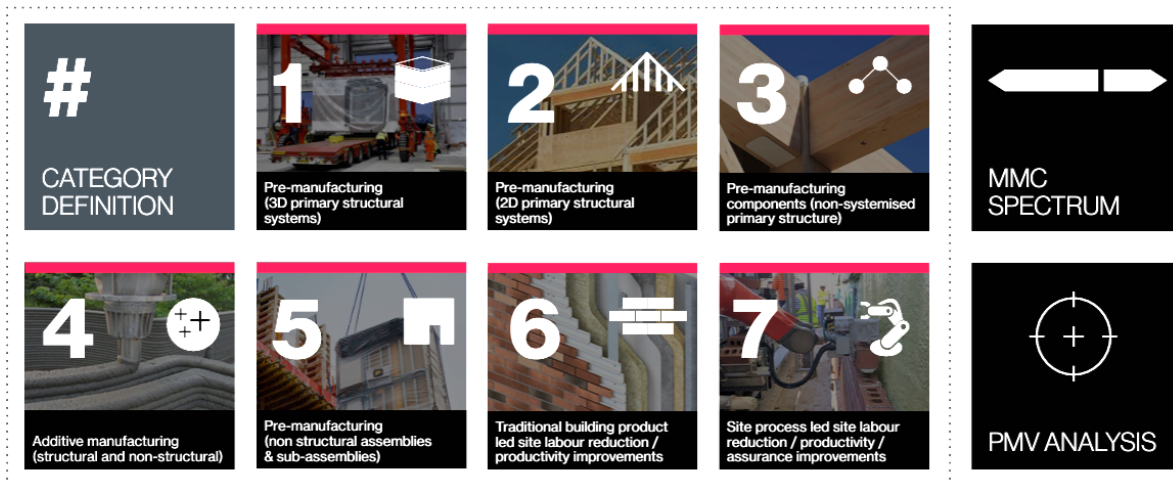


Fig. 9: Categorie MMC
Fonte: Modern methods of construction, introducing the mmc definition framework.



Fig. 10: Categorie MMC
Fonte: Modern methods of construction, introducing the mmc definition framework.

2.4 _ LA RETE PER L'INNOVAZIONE

L'innovazione nel settore edilizio non è un fenomeno casuale, ma è spesso favorita da contesti territoriali che offrono condizioni ideali per il progresso tecnologico e l'adozione di nuove pratiche. Queste condizioni possono includere la presenza di istituti di ricerca di eccellenza, una forte collaborazione tra università e industria, politiche pubbliche incentrate sull'innovazione e una cultura imprenditoriale che promuove la sperimentazione e l'adozione di nuove tecnologie. Cruciale è l'allineamento di obiettivi e coscienze comuni.

CULTURA DELL'INNOVAZIONE E IMPEGNO VERSO LA SOSTENIBILITA'

Le aree con un forte impegno verso la sostenibilità ambientale e una solida cultura dell'innovazione, tendono ad essere più propense a promuovere l'innovazione nel settore edilizio. Priorità strategiche per queste aree includono l'adozione di tecnologie per l'efficienza energetica, la riduzione delle emissioni di carbonio e l'uso di materiali ecocompatibili o di origine bio-based.

Il Trentino-Alto Adige è un esempio di eccellenza in questo ambito. Consolidando la pratica e l'esperienza negli anni, si possono riuscire a leggere diverse fasi temporali di questo processo.

Già negli anni '90, la regione iniziò a porre una crescente enfasi sulla sostenibilità ambientale e sull'efficienza energetica, promuovendo politiche e iniziative volte a ridurre l'impatto ambientale delle costruzioni. Un passo significativo fu l'istituzione dell'Agenzia CASACLIMA (KlimaHaus) a Bolzano nel 2002, che ha introdotto un sistema di certificazione per edifici ad alta efficienza energetica, spingendo le imprese edili ad adottare standard più elevati di sostenibilità e innovazione.

Durante gli anni 2000, la regione ha visto una proliferazione di progetti di ricerca e sviluppo sostenuti da fondi europei e nazionali, che hanno rafforzato ulteriormente l'integrazione tra le università, come l'Università degli Studi di Trento e l'Università di Bolzano, e il settore industriale. Questa collaborazione ha facilitato il trasferimento di conoscenze e tecnologie, promuovendo lo sviluppo di materiali innovativi e tecniche costruttive avanzate.

Intorno al 2012 si può individuare una nuova fase di passaggio che ha visto la nascita di numerose associazioni, conferenze e assemblee sul tema dell'innovazione in edilizia,

come il Gruppo di Lavoro Facciate degli Edifici, nato in seguito al convegno "Questioni di facciata" del 2011.

Nel 2017, il TIS Innovation Park è stato rinominato NOI Techpark, segnando una nuova fase di crescita come polo di innovazione e ricerca tecnologica. Il NOI Techpark ha svolto un ruolo cruciale come incubatore di startup e come facilitatore di progetti pilota nel settore AEC, offrendo alle aziende locali l'accesso a laboratori tecnologici avanzati e supporto tecnico specializzato.

Negli ultimi anni, l'attenzione si è spostata verso l'integrazione di tecnologie digitali e soluzioni smart nell'edilizia, con un focus crescente su edifici intelligenti e reti energetiche integrate. Questa evoluzione è stata supportata da normative sempre più stringenti e incentivi per l'efficienza energetica, che hanno stimolato le imprese a investire in soluzioni innovative e sostenibili. Le politiche pubbliche della regione, orientate verso la promozione dell'innovazione e della sostenibilità, hanno creato un ecosistema favorevole per lo sviluppo di progetti che migliorano non solo l'efficienza energetica degli edifici, ma anche la qualità della vita dei residenti.

TRADIZIONE INDUSTRIALE

La tradizione industriale legata al legno rappresenta un pilastro fondamentale nel settore edilizio del Trentino-Alto Adige. Storicamente la regione ha beneficiato di ampie risorse forestali, che hanno alimentato una solida industria del legno con profonde radici artigianali e industriali. Questa tradizione si è evoluta nel tempo, integrando tecniche moderne e approcci sostenibili alla lavorazione del legno.

Il know-how accumulato nel settore del legno è stato supportato da istituzioni di ricerca come il Centro di Ricerca e Innovazione (CRI) di San Michele all'Adige, che fa parte della Fondazione Edmund Mach, e il Centro di Competenza per l'Edilizia Sostenibile presso NOI Techpark. Questi enti collaborano con imprese locali per sviluppare tecnologie avanzate e processi produttivi sostenibili, promuovendo l'uso del legno come materiale ecologico e rinnovabile nelle costruzioni. Inoltre, la presenza di fiere e manifestazioni come la "Fiera del Legno di Bolzano" ha contribuito a diffondere conoscenze e a creare network tra produttori, ricercatori e professionisti del settore.

L'industria del legno del Trentino-Alto Adige è anche sostenuta da politiche regionali che incentivano la gestione sostenibile delle foreste e la certificazione dei prodotti legnosi secondo standard internazionali come FSC (Forest Stewardship Council) e PEFC (Programme for the Endorsement of Forest Certification). Queste certificazioni garantiscono la sostenibilità delle pratiche forestali e la tracciabilità dei mate-

riali, conferendo un valore aggiunto ai prodotti in legno della regione.

L'integrazione di pratiche sostenibili e tecnologie avanzate ha permesso alla regione di diventare un modello di eccellenza nella bioedilizia, dimostrando come la valorizzazione delle risorse locali possa contribuire al progresso tecnologico e alla sostenibilità ambientale.

COLLABORAZIONE TRA UNIVERSITA' RICERCA E INDUSTRIA

La cooperazione stretta tra università, istituti di ricerca e industria è cruciale. Le università svolgono un ruolo chiave nel formare nuove generazioni di professionisti e nel condurre ricerca accademica nel campo dell'edilizia sostenibile e delle tecnologie energetiche, che può essere poi applicata nell'industria edilizia. La collaborazione con il settore privato permette di trasferire conoscenze e tecnologie dal laboratorio al mercato.

Il progresso nell'innovazione nel Trentino-Alto Adige è dovuto anche alla collaborazione stretta tra università locali come l'Università degli Studi di Trento e l'Università di Bolzano e il settore privato. Tale sinergia è facilitata da programmi di formazione specialistica, da corsi di aggiornamento per professionisti del settore edilizio e da iniziative di sviluppo tecnologico congiunte. Enti di ricerca come il Fondazione Bruno Kessler (FBK) e il Centro Ricerche Progetto Trentino (CRPT) fungono da ponte tra ricerca accademica e applicazioni pratiche nell'industria edile, collaborando con NOI Techpark per sviluppare soluzioni innovative, testare nuovi materiali e tecnologie, e promuovere la standardizzazione e la certificazione di edifici sostenibili secondo normative come CASACLIMA. Inoltre, la cooperazione tra le imprese, supportata da cluster e associazioni gioca un ruolo cruciale. Questi cluster facilitano lo scambio di conoscenze tra aziende, promuovono l'adozione di best practice e favoriscono la collaborazione per affrontare sfide comuni nel settore.

POLITICHE REGIONALI E FINANZIAMENTI

Le politiche regionali giocano un ruolo fondamentale nel creare un ambiente favorevole all'innovazione. La Regione Trentino-Alto Adige, attraverso la sua agenzia di sviluppo e innovazione, promuove attivamente programmi e iniziative finalizzati a sostenere la ricerca e lo sviluppo nel settore delle costruzioni. Questi includono incentivi per la ricerca e lo sviluppo, agevolazioni fiscali per le aziende che investono in innovazione, e programmi di formazione per aumentare le competenze tecniche e manageriali nel settore edile.

I finanziamenti pubblici e privati sostengono progetti innovativi nel settore AEC (Architecture, Engineering, Construction) con fondi europei, nazionali e regionali destinati a progetti pilota che mirano a migliorare l'efficienza energetica degli edifici, adottare materiali sostenibili e implementare soluzioni tecnologiche avanzate.

Questo impegno non solo migliora la competitività delle imprese locali ma contribuisce anche alla sostenibilità ambientale e al benessere delle comunità attraverso l'adozione di edifici più efficienti e salubri.

Rete di imprese

La cooperazione tra imprese in rete si fonda sul principio di reciprocità. Ogni azienda contribuisce con il proprio know-how, beneficiando simultaneamente del know-how condiviso dalle altre. Pertanto, le reti di imprese rappresentano la struttura organizzativa ideale per le aziende, poiché tali collaborazioni facilitano l'implementazione di processi di innovazione efficiente all'interno delle imprese.

Per l'Alto Adige, il valore delle collaborazioni tra imprese risiede nella capacità di conferire visibilità all'eccellenza locale oltre i confini provinciali. Il know-how altoatesino è infatti di ispirazione anche per altre province italiane e può essere esportato con profitto favorendo la creazione di posti di lavoro per profili specializzati. Inoltre, tali collaborazioni tra aziende sono fondamentali per assicurare un futuro comune stabile e prospero.

2.4.1 _ PRINCIPALI ENTI DI RICERCA, FORMAZIONE E CERTIFICAZIONE

Nelle seguenti pagine si illustreranno i principali enti di ricerca, formazione e certificazione operanti nel territorio del Trentino-Alto Adige. È stata redatta una mappa per individuare e distinguere le realtà operanti nella provincia di Bolzano e di Trento e una linea temporale per comprendere le fasi delle loro attività. Saranno presentati alcuni dei progetti di ricerca sull'innovazione dell'involucro edilizio a cui questi enti hanno partecipato.

LA RETE DELL'INNOVAZIONE

ALTO ADIGE

1 ROVERETO

 **habitech**
IL DISTRETTO ENERGIA AMBIENTE

2 TRENTO

 **UNIVERSITÀ DI TRENTO**

 **ARICA**
CERTIFICAZIONE DI QUALITÀ E SOSTENIBILITÀ

 **FONDAZIONE BRUNO KESSLER**

3 SAN MICHELE ALL'ADIGE

 **Consiglio Nazionale delle Ricerche**
Istituto per la BioEconomia



TRENTINO

4 BOLZANO

 **Klimahouse**

 **TECHPARK SÜDTIROL/ALTO ADIGE**

 **eurac research**

 **unibz**
Freie Universität Bozen
Libera Università di Bolzano
Università Liedia de Bulsan

 **KlimaHaus CasaClima**

Fig. 11: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

ARCHITETTURA E INNOVAZIONE NEI PROGETTI DI RICERCA

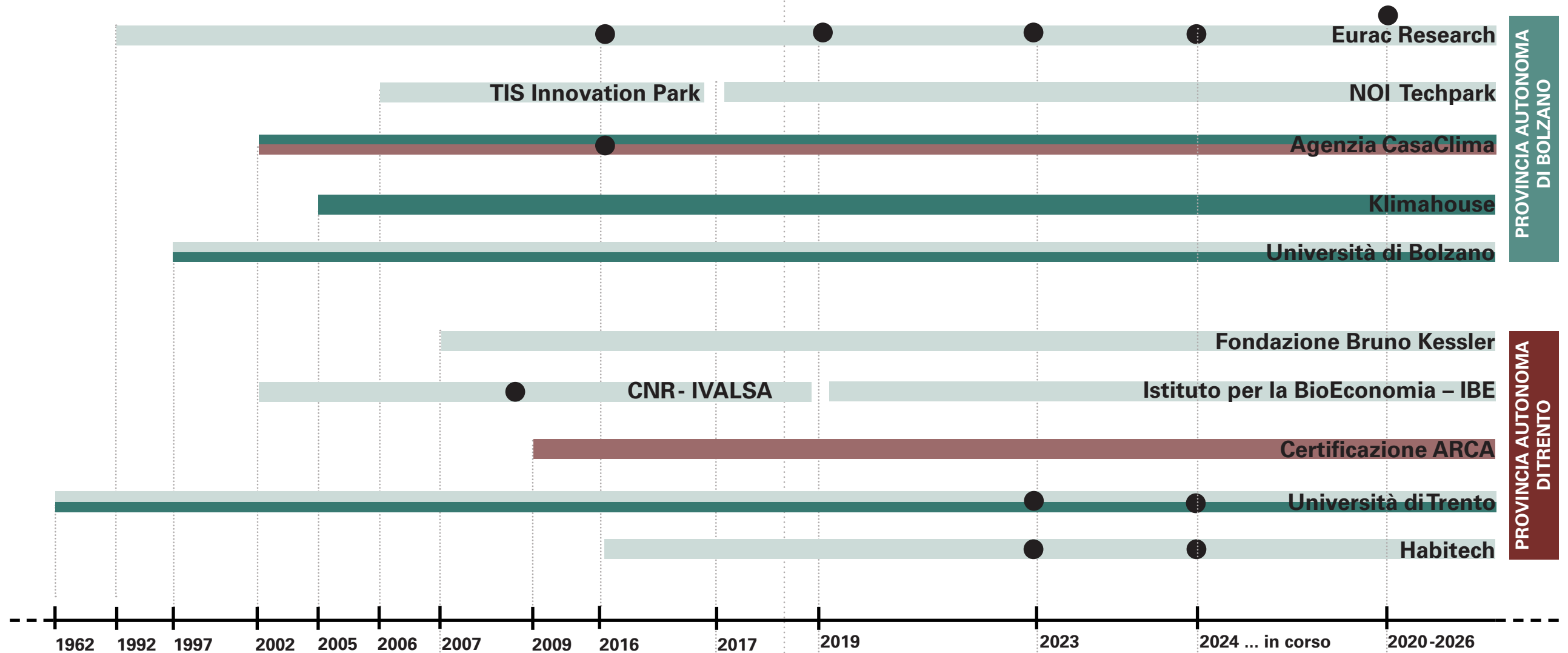


Fig. 12: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

PROGETTI DI RICERCA

2007 Progetto SOFIE

Mikj (JPN) con il sostegno della provincia di Trento

Responsabile scientifico: CNR-IVALSA

Partner: Rasom Wood Technology, Rothoblaas, Provincia autonoma di Trento

Progetto con l'obiettivo di valutare le prestazioni e potenzialità di un sistema costruttivo per edifici multipiano. E' stato realizzato un prototipo di un edificio di 7 piani a struttura portante in CLT con legno proveniente dalle foreste del Trentino, la cui qualità certificata. Nel 2006 tale prototipo è stato trasportato a Miki, in Giappone, per testarne la stabilità tramite **prove sismiche** effettuate sulla piattaforma di simulazione più grande al mondo. Queste prove hanno seguito dei test effettuati l'anno precedente a Tsukuba su un edificio analogo di 3 piani. L'edificio è rimasto quasi impassibile ad una scossa di magnitudo di 7.2 gradi della scala Richter (simulando il terremoto avvenuto a Kobe nel 1995), manifestando danni minimi e riparabili in pochi interventi, dimostrando l'affidabilità e la valida alternativa a sistemi costruttivi tradizionali.

"Ottimo lavoro, è un giorno memorabile, questo progetto italiano è destinato a cambiare il modo di costruire le case in tutto il mondo". (Yoshimitsu Okada, 2007). Inoltre, nel 2006, sono state effettuate **simulazioni di incendio** sul sistema in CLT completo dei materiali costruttivi di rivestimento tradizionali sul prototipo dell'edificio di 3 piani. Tali prove hanno dimostrato una resistenza al fuoco di un'ora, conservando le proprietà meccaniche e lasciando inalterata la struttura portante senza causarne pericolo per gli utenti (CNR-IVALSA, 2007). Andrea Tucci, Presidente della Camera di Commercio Italiana in Giappone, ha sottolineato l'importanza del progetto SOFIE come momento fondamentale nella volontà di collaborazione tra Italia e Giappone, come esempio riuscito di sinergia tra settore pubblico, privato e istituti di ricerca. (CNR-IVALSA, 2006)

2016 Complesso residenziale Passeggiata dei Castani

Bolzano

partner: Eurac, Comune di Bolzano, l'Istituto provinciale per l'edilizia sociale IPES, Alperia e l'Agenzia CasaClima

Intervento all'interno del più ampio progetto Sinfonia (massiccio risanamento di 5 complessi residenziali). Per l'intervento di **retrofit** sono state realizzate pareti prefabbricate multifunzionali a **telaio in legno** con integrato un **sistema monoblocco** costituito da serramento, vmc e sistema oscurante

2019 Progetto FESR Legnattivo (finanziato dal Fondo Europeo di Sviluppo Regionale) Bolzano

partner: Eurac Research, Fraunhofer Italia, Atrium, Marlegno

L'obiettivo è quello di sviluppare soluzioni tecnologiche di facciata per il **retrofit** di edifici residenziali, riducendo i tempi di cantiere tramite sistemi di facciata **prefabbricata multifunzionale in legno**. Lo scopo è minimizzare gli sprechi nella fase produttiva, ridurre al minimo le criticità legate alla posa in opera delle tecnologie assemblandole in fabbrica, raggiungere elevati standard energetici attraverso l'**integrazione di componenti impiantistiche**, come pannelli **PV**, VMC e sistemi di controllo della radiazione solare. (Legnattivo, s.d.)



Fig.13: Prove sismiche su piattaforma vibrante in Giappone, sottoposto a onda d'urto di 7.2 della scala Richter. fonte: <https://www.rasom.it/perche-rasom/antisismica-progetto-sofie/>



Fig. 14: Modulo in legno per retrofit energetico prefabbricato con sistema monoblocco integrato fonte: Vettorato, D. (2018, novembre 23). Eurac Research, RIQUALIFICAZIONE DELL'ABITARE QUALI SFIDE PER IL XXI SECOLO? Il progetto SINFONIA.



Fig. 15: Modulo in legno per retrofit energetico prefabbricato sottoposto a monitoraggio nel parco Eurac fonte: <https://www.marlegno.it/blog/marlegno/facciate-in-legno-per-il-risanamento-energetico>

2023 Complesso residenziale ARV, intervento di Retrofit

Povo, Trento

Partner: Habitech, EURAC Research, Politecnico di Torino, Università di Trento e Dolomiti Energia, Armalam, XLAM Dolomiti e Fanti Legnami

Intervento di retrofit su un edificio con pannello Renew Wall. Progetto di ricerca condotto da Fanti legnami Srl per la realizzazione di pareti prefabbricate in legno. Progettato per essere facilmente applicato su edifici esistenti senza l'utilizzo di impalcature, composto da un pannello isolante con struttura a base legno che può essere integrato con finestre, oscuranti, impianti e completato con finiture personalizzabili.

2024 Edificio Dimostratore ARV

Trento

...
in corso
Partner: Eurac, Politecnico di Torino, ...

Il progetto prevede la realizzazione di edificio dimostratore nZEB, di 2 piani con struttura portante in legno, tamponamenti con pannelli prefabbricati in legno Renew Wall con funzione controventante. L'involucro verticale esterno verrà suddiviso in quattro quadranti sui quali verranno sperimentati prototipi di facciate differenti. Il team del Politecnico di Torino si occupa della progettazione di un quadrante esposto a sud, su quale verrà sperimentato un prototipo di facciata BIPV, con fotovoltaico integrato in una scocca termo-formatata. Tali porzioni di facciata saranno oggetto di monitoraggio in seguito alla realizzazione.

2020 -2026 INFINITE Building renovation

Bolzano

partner: Eurac, Casa Spa, PolyOuvrages, Stanovanjsko podjetje Rubner, Leitat, Phycsee, Synage, Greendelta, Nobatek, Vortice, Bouygues Construction, Grünstattgrau, Huygen Installatie Adviseurs, One Team, Aramis, Instituto Valenciano de la Edificación, Institute for Innovation and Development of University of Ljubljana.

Lo scopo del progetto è sviluppare e specifici kit per la riqualificazione profonda, digitalizzata e industrializzata degli edifici seguendo l'approccio Renovation 4.0. I kit sono stati predisposti da Eurac research e prevedono 5 soluzioni:

1- soluzioni di involucro passivo ecocompatibile e green (verde pensile, fotovoltaico, sistema per il trattamento delle acque grigie e meteoriche)

2- sistema di distribuzione dell'energia e dell'aria fresca

3- finestre intelligenti (vetrate adattive)

4- sistema fotovoltaico integrato nell'edificio (BIPV) (sistema plug & play personalizzabile)

5- sistema di generazione solare-termica (collettore solare termico in grado di generare energia dalla radiazione solare) (INFINITE, s.d.)



Fig- 16: Prototipo del pannello prefabbricato multifunzionale Renew Wall
fonte: Renewwall



Fig. 17: Elaborato grafico del prospetto dell'edificio dimostratore ARV
fonte: materiale fornito dai progettisti

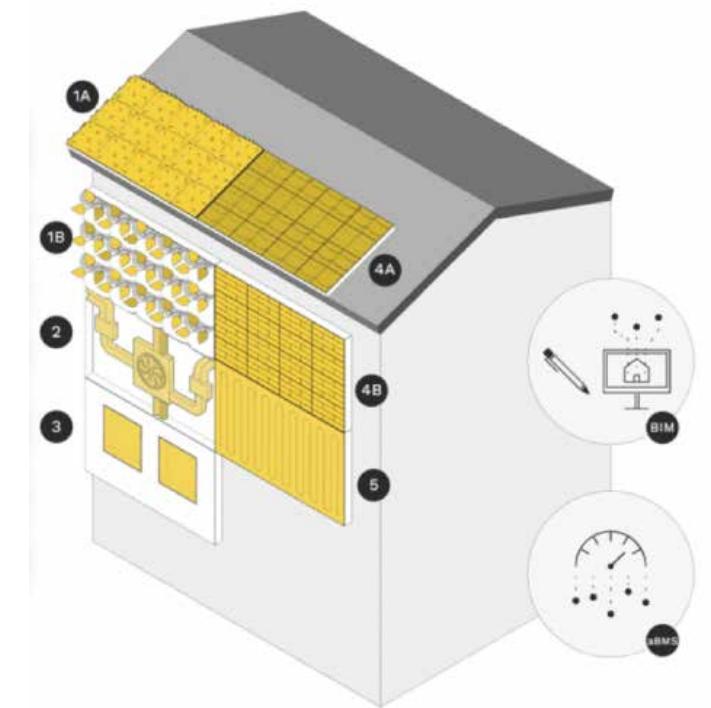


Fig. 18: Rappresentazione grafica dei kit proposti dal progetto Infinite
fonte: Infinite

Eurac Research

Centro di ricerca, fondato nel 1992, l'organizzazione è stata inizialmente istituita come Istituto per la Ricerca Scientifica e Tecnica dell'Alto Adige (IRST) e ha poi assunto il nome di Eurac Research nel 2012. Il suo obiettivo principale è condurre ricerca scientifica interdisciplinare di alta qualità in vari settori, con un focus particolare su questioni rilevanti per la regione alpina.²⁴

Le aree di ricerca di Eurac sono diverse e comprendono temi come ambiente e risorse naturali, salute, società e cultura, tecnologia e sistemi energetici. L'organizzazione collabora con istituzioni accademiche, enti pubblici, industrie e altre organizzazioni per condurre ricerche avanzate e contribuire alla soluzione di sfide complesse in questi campi. Vengono svolte ricerche e progetti per trovare soluzioni innovative di involucri edilizi.

Nell'ambito di ricerca per la stesura della tesi, vi è stata l'opportunità di visitare il centro.

All'interno della struttura²⁵ si trova un'area esterna di laboratorio per il monitoraggio di prototipi in fase sperimentale, che ospita il "Facade System Interaction Lab". Si tratta di un edificio in cui vengono installati i prototipi di involucro studiati, per monitorarne il comfort interno.

All'interno del NOITech Park si trovano i laboratori per il monitoraggio delle sperimentazioni, tra cui una doppia came-

eurac
research

²⁴ Fonte: <https://www.eurac.edu/it>

²⁵ Fonte: Sopralluogo effettuato durante le ricerche sui temi della tesi



Fig 19: Laboratorio Pompe di calore
Fonte: Foto di Ivo Corrà, <https://www.eurac.edu/it/institutes-centers/istituto-per-le-energie-rinnovabili/pages/heat-pumps-lab>

ra per la simulazione accelerata e controllata dell'ambiente esterno con cui è possibile simulare gli apporti solari, calcolare la trasmittanza reale dell'involucro attraverso sonde, accelerare il processo di invecchiamento di pannelli PV... Tra i progetti di ricerca realizzati e in corso: BuildUPSpeed, Cultural-E, Legnattivo, Geo4civHic, Arv, Sinfonia.

(Eurac Research, s.d.)

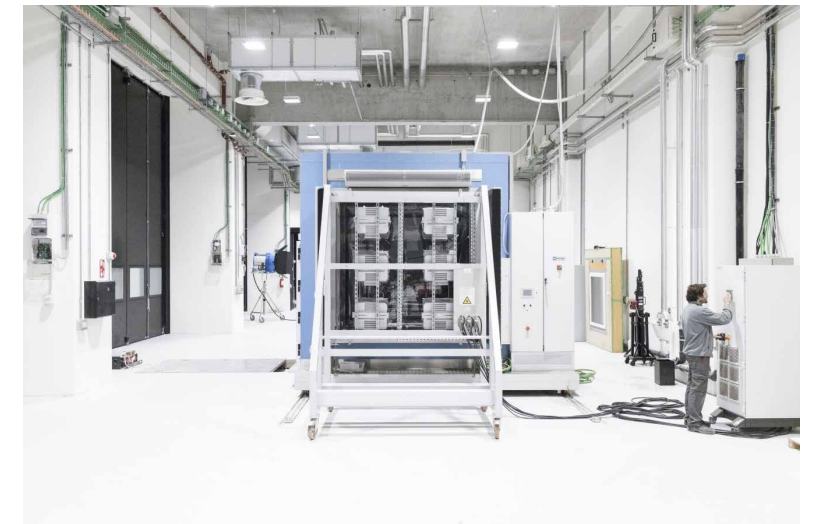


Fig 20: Laboratorio facciate. Verifica di sistemi di involucro innovativi.
Fonte: Foto di Fabrizio Giraldi, <https://www.eurac.edu/it/institutes-centers/istituto-per-le-energie-rinnovabili/pages/multifunctional-facade-lab>

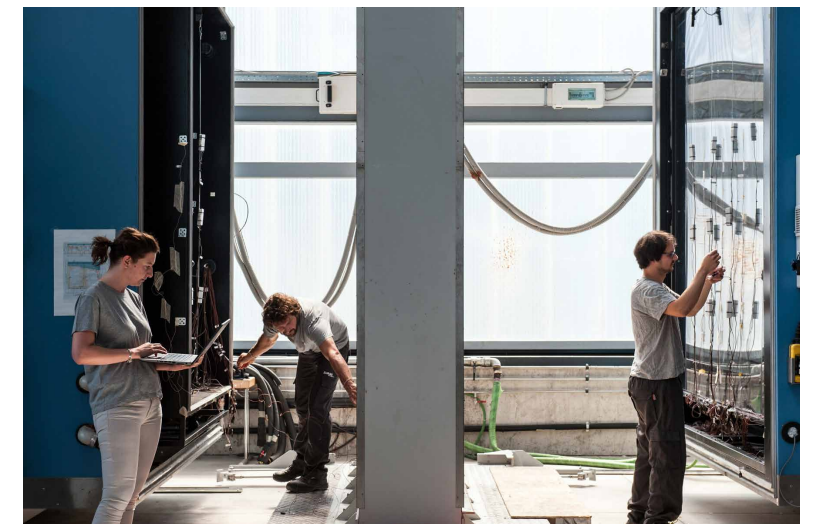


Fig 21: Misura della performance termica delle facciate.
Fonte: Foto di Ivo Corrà, <https://www.eurac.edu/it/institutes-centers/istituto-per-le-energie-rinnovabili/pages/multifunctional-facade-lab>

Agenzia CasaClima

L'Agenzia CasaClima è un'ente pubblico della Provincia Autonoma di Bolzano, che rappresenta uno standard per la costruzione e la certificazione di edifici ad alta efficienza energetica e sostenibili. Ormai riconosciuto in tutto il Paese e sempre più anche a livello internazionale.

Pioniere in questo campo dal 2002, si è posta come obiettivo fin dagli albori di ridurre il consumo energetico degli edifici e, conseguentemente, le emissioni di gas serra. Questo viene ottenuto attraverso la promozione di tecniche costruttive avanzate, l'uso di materiali sostenibili e l'implementazione di sistemi energetici efficienti sia su edifici di nuova costruzione che in interventi di retrofit. Propone di creare edifici che non solo consumino meno energia, ma che offrano anche un elevato livello di comfort e salubrità per gli occupanti. Oltre agli standard di sostenibilità, pone attenzione anche sugli aspetti economici e pratici, sviluppando e costantemente migliorando i suoi standard, creando sigilli di qualità per prodotti da costruzione e certificazioni di edifici.

Fortemente impegnata in iniziative di sensibilizzazione e di consulenza per cittadini e committenti, formazione di progettisti e artigiani, scambio costante e la cooperazione istituzionale con stakeholder pubblici e privati, ordini e collegi professionali, associazioni di categoria e di tutela dei consumatori, nonché con altri gruppi di interesse.

Ha inoltre all'attivo numerosi progetti di ricerca, come ad esempio Sinfonia, Triple Wood, Ceaser 2 e altri, sia propri che in collaborazione con altre realtà che vedremo nelle prossime pagine, come ad esempio il centro ricerche Eurac.²⁶



²⁶ fonte: <https://www.agenziacasaclima.it/it/chi-siamo-5.html>



Fig 22: Sede Agenzia CasaClima
Fonte: <https://www.agenziacasaclima.it/it/chi-siamo-5.html>

Certificazione CasaClima

La certificazione CasaClima è un marchio di qualità che viene assegnato agli edifici che rispettano determinati criteri di efficienza energetica e sostenibilità ambientale. Il processo di certificazione è articolato e rigoroso, garantendo che solo gli edifici che effettivamente rispettano gli standard stabiliti possano ottenere il marchio CasaClima. Si svolge in diverse fasi essenziali a partire dalla progettazione, costruzione e fino alla verifica finale sottoponendo l'edificio a una serie di test strumentali.

La certificazione ottenibile si suddivide in diverse categorie, che riflettono il livello di efficienza energetica e sostenibilità raggiunto dall'edificio: CasaClima Oro (Gold), A, B, C, D-G. Inoltre di recente sono state introdotte anche le certificazioni di sostenibilità: Nature, School, Wine, Work and Life, ClimaHotel, che oltre ai requisiti energetici, considerano anche l'uso di materiali ecocompatibili e il comfort abitativo complessivo.

Klimahouse- Fiera Messe di Bolzano

Nata nel 1948 come **fiera internazionale** di riferimento per il settore dell'**efficienza energetica** e della sostenibilità nell'edilizia, ha luogo annualmente a Bolzano.

Nota per la sua capacità di mettere in luce le innovazioni tecnologiche e le buone pratiche nel campo dell'edilizia sostenibile, si pone come importante punto di incontro per professionisti, aziende, ricercatori e il pubblico interessato alle tematiche della **bioedilizia** e del risparmio energetico. Aziende nazionali e internazionali presentano soluzioni innovative, tra gli espositori si trovano produttori di materiali da costruzione, impianti di riscaldamento e raffreddamento, sistemi di isolamento termico, finestre e serramenti ad alta efficienza energetica. Durante i giorni di fiera hanno luogo conferenze, seminari e workshop su temi come l'innovazione tecnologica, normative energetiche e legislazione ambientale, utilizzo di materiali sostenibili e strategie di ristrutturazione energetica degli edifici esistenti. Questi eventi creano numerose opportunità di **networking**, favorendo lo scambio di conoscenze e l'avvio di collaborazioni tra i professionisti del settore edilizio.

In occasione della fiera vengono assegnati premi per le migliori innovazioni nel campo dell'edilizia sostenibile per valorizzare le aziende e i progetti che si distinguono per l'alta qualità e l'impatto positivo sull'ambiente. Dal 2023 è stato istituito il **Wood Architecture Prize**, prestigioso riconoscimento che celebra l'eccellenza nell'architettura in legno, con particolare attenzione alla sostenibilità, all'innovazione e alla qualità estetica. L'obiettivo del premio è incentivare l'utilizzo del legno come materiale da costruzione e contribuire alla diffusione di Buone Pratiche nel settore edilizio. I progetti vengono valutati sulla base della loro efficienza energetica, sostenibilità, innovazione, qualità architettonica e comfort abitativo.



Fig 22: Sede FieraMesse
Fonte: <https://www.fierabolzano.it/>



Università di Bolzano

L'Università di Bolzano è nota per il suo impegno nell'innovazione nel settore edilizio. Attraverso le sue facoltà e centri di ricerca, l'università svolge un ruolo cruciale nello sviluppo di tecnologie avanzate e sostenibili per migliorare l'efficienza energetica e il comfort abitativo degli edifici.

Tra le ricerche degli ultimi anni vi è il progetto SINFONIA, a cui l'università ha contribuito con ricerche sull'ottimizzazione degli **involucri edilizi** e l'integrazione di sistemi energetici rinnovabili per la riqualificazione energetica di quattro edifici siti a Bolzano. Un altro esempio di questo impegno è il progetto LESS, che si concentra sullo sviluppo di **sistemi di isolamento innovativi** e sostenibili per edifici storici, cercando di combinare efficienza energetica e conservazione del patrimonio architettonico.

Collabora inoltre con aziende del settore edilizio, enti pubblici e altre istituzioni accademiche che portano spesso alla realizzazione di progetti pilota e case study per testare tecnologie e materiali in contesti reali. Ad esempio, la collaborazione con l'azienda Rubner Haus ha portato allo sviluppo di case prefabbricate in legno ad alta efficienza energetica, dimostrando l'applicabilità di tecniche costruttive sostenibili su larga scala.

Viene offerto un percorso di studio che porta alla laurea professionalizzante in **Tecnologie del Legno**. La filiera del legno è infatti considerata di estremo valore per l'Università per l'elevata propensione alla flessibilità e all'innovazione con particolare sensibilità alla tutela ambientale e all'uso sostenibile delle risorse a disposizione sul territorio.



Fig 23: Sede università di Bolzano
Fonte: <https://www.unibz.it/it/faculties/engineering/bachelor-wood-technology/study-plan-wooden-buildings/>

NOI Techpark Alto Adige prima TIS Innovation Park

Techno Innovation Park South Tyrol (TIS) o anche conosciuto come TIS Innovation Park è stato il centro per l'innovazione, il trasferimento scientifico-tecnologico e la cooperazione nella provincia di Bolzano.

Ora noto come NOI Techpark, rappresenta un importante polo di innovazione nel Trentino-Alto Adige, focalizzato sul **supporto alle imprese** attraverso **ricerca applicata**, sviluppo tecnologico e trasferimento di conoscenze.

Uno dei principali obiettivi di NOI Techpark è quello di supportare lo sviluppo di **soluzioni innovative nel settore AEC** (Architecture, Engineering, Construction) attraverso progetti pilota, prototipazione rapida e test di nuove tecnologie. Questo approccio permette alle aziende di implementare idee innovative nel campo dell'edilizia sostenibile, dell'efficienza energetica e della digitalizzazione dei processi costruttivi. Le imprese innovative della regione collaborano in rete nei principali settori economici, generando ricchezza, valorizzando le risorse naturali e affermandosi come leader nei rispettivi ambiti. Le strutture del parco includono **laboratori tecnologici avanzati**, spazi per l'innovazione, centri di competenza e incubatori di startup, che favoriscono la collaborazione interdisciplinare tra imprese, istituti di ricerca e università, permettendo di integrare ricerca scientifica e tecnologica con le esigenze pratiche delle imprese.

Le competenze chiave sono infatti la cooperazione tra imprese, definite **Cluster**, il trasferimento di conoscenze tecnologiche e lo sviluppo e ottimizzazione di servizi e prodotti esistenti. Fin dalle origini, il gruppo ha collaborato attivamente con le altre istituzioni del territorio, come la Libera Università di Bolzano, il Centro ricerche Eurac e le imprese presenti

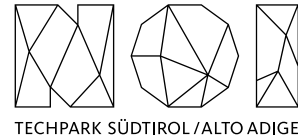


Fig 24: Sede NoiTechPark
Fonte: <https://noi.bz.it/it>

nel territorio. I focus sono concentrati sulle tecnologie per l'utilizzo del legno, nell'edilizia energeticamente efficiente, la ricerca di nuovi materiali e soluzioni tecnologiche a basso impatto ambientale.

Nel 2012 nasce il "**Gruppo di Lavoro Facciate**" che includeva i più importanti operatori altoatesini del settore delle facciate complesse: general contractor, aziende, fornitori, committenti, progettisti, centri di ricerca, laboratori, università. Operando come incubatore di idee e progetti innovativi, forniva alle aziende la possibilità di cooperare in svariate attività al fine di consolidare l'eccellenza altoatesina. (Carlo Battisti, 2014)

"La cooperazione delle imprese in rete è basata sul concetto di "dare e avere". Ogni azienda porta il proprio know-how nella rete e, allo stesso tempo, tutte le aziende approfittano del know-how delle altre. Per questo le reti di imprese sono la forma ideale che hanno le imprese per organizzarsi tra di loro: le cooperazioni infatti aiutano l'ingresso di processi d'innovazione efficienti nelle aziende." (Roberto Bizzo, TIS Innovation Park, 2012) ²⁷

²⁷ Assessore provinciale all'Innovazione e allo Sviluppo cooperativo nel 2012 a Bolzano

Così ha dichiarato Roberto Bizzo nella pubblicazione "Gruppo di Lavoro Facciate degli edifici" pubblicato nel 2012. Secondo quanto affermato, la cooperazione tra le imprese deve avere tre caratteristiche principali per tendere all'innovazione e avere successo: intraprendere il proprio lavoro con un obiettivo e una strategia, garantire valore aggiunto per le altre aziende partecipanti, essere attive in uno dei settori più importanti dell'Alto Adige. Questo è ciò che è stato raggiunto dal Cluster Edilizia del TIS, non fermandosi al contesto territoriale, ma lavorando anche su progetti internazionali. L'alto valore e il Know-how altoatesino è un'eccellenza apprezzata internazionalmente, che crea prodotti che possono essere esportati perché vi è ampia richiesta, soprattutto in altre province italiane. (TIS Innovation Park, 2012)

Dal punto di vista delle politiche regionali, NOI Techpark beneficia di finanziamenti europei e nazionali dedicati all'innovazione e alla ricerca applicata. Questi fondi supportano progetti strategici che mirano a potenziare la competitività delle imprese locali e a promuovere la crescita economica attraverso l'adozione di tecnologie all'avanguardia.

Habitech

Distretto Tecnologico Trentino per l'Energia e l'Ambiente, riconosciuto dal Ministero dell'Università e della Ricerca. Società consortile nata nel 2006 con l'obiettivo di realizzare reti di impresa e filiere produttive specializzate nei settori dell'edilizia sostenibile, dell'efficienza energetica e delle tecnologie intelligenti per la gestione del territorio. Promuove lo sviluppo di soluzioni innovative per l'edilizia attraverso progetti di ricerca che mirano a migliorare l'efficienza energetica degli edifici. Ad esempio, il progetto "ECO-BUILD" è focalizzato sullo sviluppo di tecnologie costruttive avanzate per edifici a basso consumo energetico. Il progetto include la ricerca su materiali isolanti innovativi, finestre ad alte prestazioni e sistemi di ventilazione meccanica controllata. Altro pilastro fondamentale è la ricerca sui materiali. Con il progetto "NanoInsulate" esplorano l'uso di nanomateriali per migliorare le proprietà isolanti dell'involucro edilizio. Per quanto riguarda l'integrazione di tecnologie smart building, con il progetto "Smart Energy Building" ha implementato sistemi di gestione energetica avanzati con sensori intelligenti e algoritmi di intelligenza artificiale per monitorare in tempo reale le prestazioni energetiche e regolare automaticamente i sistemi di riscaldamento, raffreddamento. E' inoltre punto di riferimento in Italia per la certificazione LEED e il protocollo GBC Italia.²⁸



²⁸ fonte: <https://www.habitech.it/>

*"La Mission di Habitech è trasformare il mercato dell'edilizia e dell'energia creando innovazione e portando ispirazione attraverso nuovi processi sostenibili e filiere integrate"*³



Fig 25: Sede Habitech
Fonte: <https://www.habitech.it/>

Progetto di certificazione ARCA



La certificazione ARCA (ARchitettura Comfort Ambiente) è un sistema di certificazione volontaria per edifici in legno, sviluppato dalla provincia autonoma di Trento attraverso Habitech, il Distretto Tecnologico Trentino per l'Energia e l'Ambiente nel 2006. E' stato ideato integrando le conoscenze locali provenienti dalla ricerca condotta presso l'Università degli Studi di Trento e il CNR-Ivalsa, insieme alla competenza delle imprese, dei progettisti e delle istituzioni, nonché all'esperienza di GBC (Green Building Council) Italia. Concepito per promuovere e garantire: la qualità attraverso la selezione di materiali e tecniche di costruzione adeguate; la sicurezza per resistere a eventi rischiosi come terremoti e incendi, verificata attraverso test e prove specifiche; la sostenibilità minimizzando rifiuti e utilizzando legname proveniente da foreste certificate; il comfort abitativo attraverso un'adeguata gestione del microclima interno, isolamento acustico e illuminazione naturale.

ARCA può essere utilizzata per certificare una vasta gamma di edifici realizzati in legno, tra cui abitazioni, strutture alberghiere, scuole, edificati con diversi sistemi costruttivi come i pannelli X-LAM, telai in legno, pannelli intalati, costruzioni blockbau e elementi in legno massiccio. Vengono inoltre certificati anche singoli componenti in legno come finestre, porte, prodotti in legno e accreditati professionisti e aziende.

La certificazione valuta gli edifici secondo una serie di criteri suddivisi in quattro macro aree: qualità del progetto della costruzione, sicurezza, sostenibilità ambientale, comfort e benessere.

Istituto per la BioEconomia – IBE prima CNR IVALSA San Michele all'Adige

Fondato nel 2002 come Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree del Consiglio Nazionale delle Ricerche (CNR-IVALSA), è stato il più grande istituto italiano nel settore legno-foresta.

Con la fondazione dell'Istituto per la BioEconomia (IBE), l'ente ha ampliato il proprio ambito di ricerca per includere una prospettiva più ampia sulla bioeconomia. La bioeconomia rappresenta un approccio innovativo e sostenibile che utilizza le risorse biologiche rinnovabili (come biomasse vegetali e animali) per la produzione di cibo, energia, materiali e servizi. Le sue attività di ricerca comprendono lo sviluppo tecnologico del legno, l'edilizia, e la conservazione dei beni culturali, la tutela e la valorizzazione del patrimonio forestale, il supporto alle imprese e il servizio di documentazione. I laboratori, dotati di strumentazioni di prova avanzate e innovative, offrono consulenza tecnica e certificazione.

L'istituto collabora con Università e partecipa a molti progetti di ricerca nazionale e internazionale, essendo attivo nei processi di normazione del settore legno, sia in ambito italiano che europeo.

“IVALSA è luogo di confronto scientifico e tecnico, il riferimento naturale per il settore del legno e per chi di legno si occupa da progettista, da imprenditore, da ricercatore e da specialista del settore.” (CNR-IVALSA)



Fig 26: Sede CNR-IBE
Fonte: <https://www.ibe.cnr.it/>



Consiglio Nazionale
delle Ricerche
Istituto per la BioEconomia



UNIVERSITÀ
DI TRENTO

²⁹ fonte: <https://www.dicam.unitn.it/1333/energia-sostenibile>

Università di Trento

L'università di Trento, in particolare il dipartimento di Energia civile ambientale e meccanica, ospitano il Sustainable Energy Laboratory ²⁹ è attivo nell'analisi e nell'ottimizzazione di sistemi attivi e passivi per l'efficienza energetica e per lo sfruttamento di energie rinnovabili.

Il laboratorio svolge attività di consulenza a privati e pubbliche amministrazioni nell'ambito della modellazione dinamica di edifici, impianti di climatizzazione e di sistemi energetici. Inoltre vengono svolte attività sperimentali come: caratterizzazione della conducibilità e diffusività termica di materiali, calibrazione di sensori di temperatura, analisi del comportamento termo-igrometrico di componenti di involucro edilizio in condizioni stazionarie e in regime dinamico, misure in situ del reale comportamento degli edifici e degli impianti, monitoraggio delle condizioni di comfort interno degli edifici. ²⁹



Fig 27: Sede Università di Trento
Fonte: <https://www.dicam.unitn.it/1333/energia-sostenibile>

2.4.2 _ LA FILIERA DELLE COSTRUZIONI IN LEGNO

La tendenza Europea nel realizzare edifici in legno è in rapida crescita, e stanno emergendo sempre di più le potenzialità espressive di tale materiale. Vi è una pluralità di linguaggi morfologici e architettonici, influenzati dal valore culturale del procedimento costruttivo di ciascun contesto territoriale. Di conseguenza, la filiera delle costruzioni in legno è in forte crescita a livello nazionale e internazionale. Fino a pochi anni fa, l'edilizia del legno era principalmente limitata ad alcuni contesti geografici in cui era facile l'approvvigionamento della materia prima, o in elementi edilizi di piccole dimensioni, raramente coinvolgeva l'intera struttura dell'edificio.

L'EDILIZIA IN LEGNO IN ITALIA

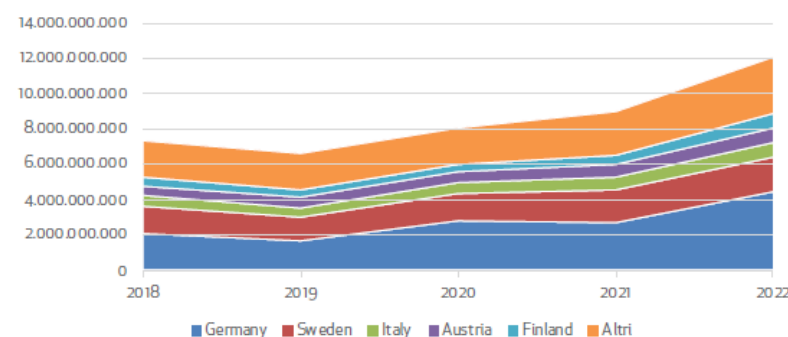
In Italia, l'introduzione del legno come materiale da costruzione nelle Norme Tecniche delle costruzioni (N.T.C. 2008) ha facilitato il processo di diffusione di questo materiale. Il Centro Studi di Federlegno Arredo per conto di Assolegno, dal 2015 conduce ogni anno un'analisi statistica denominata "Relazione Edilizia in Legno". Nel documento vengono presentati i dati di mercato degli edifici a struttura in legno realizzati l'anno precedente, e una panoramica e stima delle previsioni per l'anno in corso. (Federlegno Arredo, 2023). Viene fornito inoltre il posizionamento del mercato italiano all'interno dell'Europa, confrontandolo con gli altri Paesi.

La produzione di edifici in legno in Europa viene rilevata dall'indagine Prodcop³⁰ che può offrire spunti per la lettura del settore all'interno dell'andamento delle costruzioni. Dal grafico presentato a fondo pagina, si può notare il forte in-

³⁰ Prodcop è un'indagine svolta ogni anno da ISTAT, con l'obiettivo di produrre statistiche annuali sulla produzione industriale elaborate secondo metodi, concetti, definizioni e classificazioni armonizzati a livello comunitario. La rilevazione è condotta sulle unità locali produttive delle imprese industriali con almeno 20 addetti (circa 65 mila stabilimenti). I dati utilizzati fanno riferimento al codice "16232000 - Prefabricated buildings of wood".

I dati del confronto si riferiscono alla sola produzione di edifici, escludendo quindi sia la produzione di pareti o di altri prodotti destinati all'edilizia; escludono altresì l'attività di realizzazione di edifici da parte di aziende edili che acquistano dai produttori per la fase finale di assemblaggio.

Fig. 28: Grafico Produzione UE27 in valore di edifici prefabbricati in legno (Prodcop), dati in miliardi di euro. fonte: Federlegno Arredo, 2023



cremento della produzione di edifici in legno rispetto al 2019. La Germania risulta essere il primo Paese per produzione, l'Italia si è mantenuta al terzo posto dopo l'Austria, come negli precedenti. In Italia, nel 2022, il valore della produzione delle aziende che operano nell'edilizia in legno ha superato i 2,2 miliardi di euro, con il maggiore fatturato di 866 milioni di euro per la realizzazione di edifici residenziali.

8° RAPPORTO EDILIZIA IN LEGNO

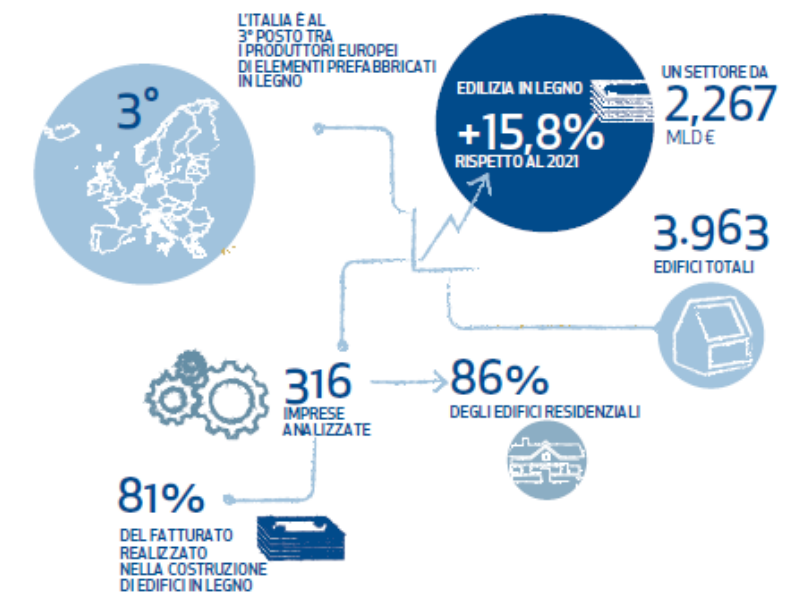


Fig. 29: 8° rapporto edilizia in legno, 2023 fonte: © Centro Studi Federlegno Arredo Eventi SpA

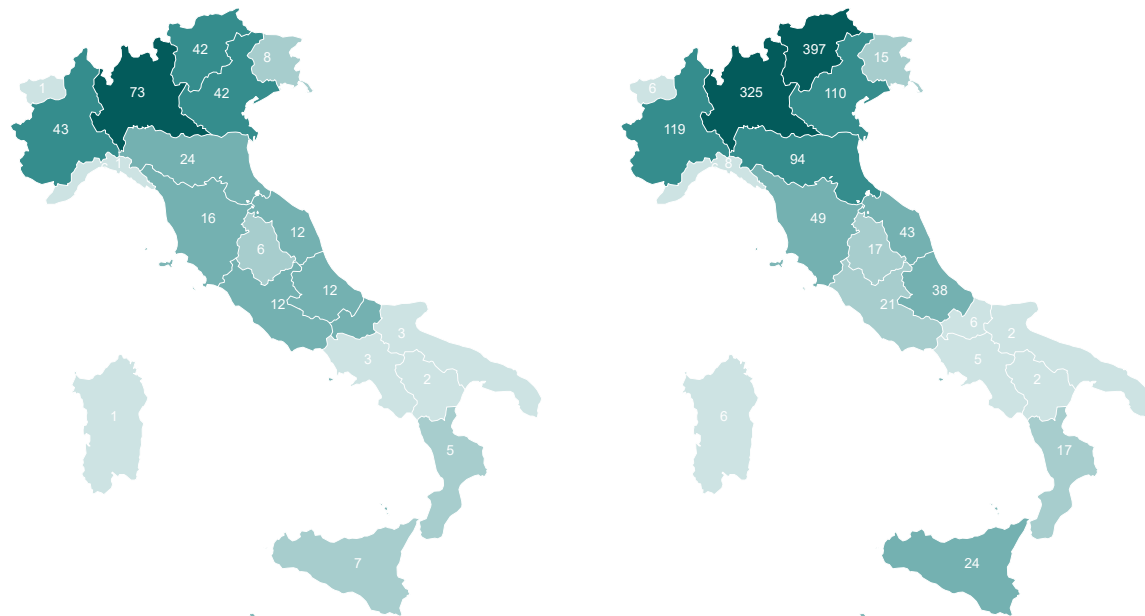
LE IMPRESE DEL SETTORE E IL VALORE DELLA PRODUZIONE

Nell'analisi effettuata da Federlegno sono state considerate 316 aziende per un fatturato complessivo di 1,3 miliardi di euro per la costruzione di edifici in legno di cui 703 milioni di euro (pari al 53,9%) in edifici residenziali e 600 milioni di euro in edifici non residenziali e copertura di grandi superfici. Si tratta di operatori di medie dimensioni specializzati, più numerose piccole imprese o imprese diversificate che non realizzano solamente edifici in legno. I maggiori primi 10 operatori coprono la produzione del 31% rispetto alla produzione totale.

Analizzando la localizzazione delle imprese prese in esame, si può osservare la più alta concentrazione di operatori tra la Lombardia (prima con 73 imprese) e il Trentino-Alto Adige e Veneto (entrambe con 42 imprese). Ma è proprio in **Trentino-Alto Adige** che si rileva la presenza delle **imprese più grandi specializzate nel settore** e in cui viene realizzato il 34% della produzione complessiva italiana. (Federlegno Arredo, 2023)

Il grafico presentato a fondo pagina è estremamente significativo ai fini della ricerca effettuata nella presente tesi. Si ipotizza infatti che sia proprio l'elevato numero di aziende e soprattutto l'alto valore della produzione uno dei punti chiave che contribuiscono a sostenere lo sviluppo e la sperimentazione che avviene in questo contesto geografico.

Fig. 30: Distribuzione del valore della produzione (valori in milioni di euro)
immagine x: Distribuzione degli operatori sul territorio nazionale
fonte: Federlegno Arredo, 2023
Elaborazione a cura dell'autore della tesi



LA CULTURA DEL LEGNO IN TRENTINO-ALTO ADIGE

Secondo uno studio condotto da Viganò et al. (2023), sono state identificate due dinamiche che si tendono a costruire nell'area geografica dell'Alto Adige. La prima legata all'affinità e allo stretto legame che si viene a creare tra le persone che crescono in quello specifico territorio e il materiale legno, dovuto a un radicato e tradizionale attaccamento al paesaggio boschivo che caratterizza quei luoghi. D'altro canto, la presenza di numerose industrie legate alla lavorazione del legno, nonché l'attenzione al consumo sostenibile di tale materiale da sempre fondamento della cultura insita negli abitanti del Trentino-Alto Adige, contribuiscono alla prosperità del settore.

La conoscenza della tecnica artigianale è considerata indispensabile per poter lavorare in modo efficace la materia prima, sviluppando nuovi processi produttivi e macchinari che si adattino alle esigenze del mercato attuale. Creare ponti tra il tradizionale settore artigianale e la produzione industriale, consente di creare nuovi metodi e percorsi per lo sviluppo locale, innovando la tradizione.

Dall'analisi empirica condotta da Viganò et al. (2023) attraverso una serie di interviste poste a operatori del settore, l'autrice propone l'esistenza di tre distinte aree emergenti in un ecosistema in cui industria e artigianato collaborano tra loro: Materialità, località, competenze/conoscenze.

Concentrandosi sull'aspetto **materialità**, l'esistenza di una rete di cooperazione permette lo scambio di materiali e altri sottoprodotti. Risulta essere una pratica sempre più utilizzata dalle industrie per supportare l'economia circolare. Ma questo approccio potrebbe portare benefici ben più ampi se studiato più approfonditamente.

Relazionandosi con la **località**, il background storico delle imprese artigianali permette una forma di differenziazione progettuale, creando un arricchimento valoriale nel risultato. Diventa quindi una risorsa di narrazione storica costruendo un valore fortemente legato al patrimonio e alle tradizioni del luogo in cui si colloca. (Viganò et al. 2023).

Per quanto riguarda le **competenze e conoscenze**, la maggior parte degli intervistati si è formata localmente basandosi sulle conoscenze tradizionali del cluster. Particolarmente importante nel contesto rurale in quanto consente la conservazione delle risorse (persone e competenze) che altrimenti potrebbero andare perse a favore delle grandi città o dei centri urbani. Pur lavorando in contesti industriali e con processi ad alta tecnologia (tra cui taglio di precisione, fresatura CNC e rilevamento di qualità e difetti dei materiali), rappresentanti

e proprietari di aziende ad alta tecnologia/ingegneria hanno evidenziato come i loro servizi specialistici e le loro conoscenze avessero alla base l'artigianato.

Qui, reti e diversi gruppi di competenze e capitale umano all'interno delle organizzazioni combinano l'artigianato tradizionale con la tecnologia per raggiungere l'innovazione del prodotto.

"Le macchine sono al 90%, ma la differenza la fa quel 10% di artigiano" (Focus group 1, Ingegneria tecnologica industria del legno). (Viganò et al. 2023).

In tale affermazione, emersa dalle interviste svolte da Viganò, si possono cogliere le connessioni ecosistemiche tra artigianato, design e industria all'interno di una singola azienda, rappresentando un'integrazione di competenze tra artigianato, design e produzione industriale. Combinando tecnologia e lavoro manuale, competenze artigiane e macchinari, si riesce a formare personale competente che sappia combinare abilità differenti in diversi aspetti: sia manuali che digitali. I finanziamenti provenienti dalla provincia incentivano e incoraggiano certamente le aziende e i progettisti ad andare verso questa direzione e poter espandere il campo di ricerca, come affermato da professionisti del settore e proprietari di aziende, intervistati da (Viganò et al., 2023).

ASSOCIAZIONI - TRENTINO

L'associazione Polo Edilizia 4.0

Nata nell'ottobre 2019, è una realtà pratica che unisce gli enti del Trentino occupati nel settore edilizio, con lo scopo di promuovere la ricerca e lo sviluppo di processi innovativi e sostenibili.⁸ Seleziona aziende innovative e ne promuove le attività attraverso l'organizzazione di incontri per la divulgazione e formazione, favorendo l'interscambio di competenze ed informazioni tra gli associati, istituti, enti sia a livello regionale che nazionale e internazionale.

Si fonda su quattro pilastri:

Operatori - Imprese artigiane e industriali, di costruzione, manifatturiere e di servizi, imprese cooperative e professionisti. L'approccio collaborativo prevede che gli operatori utilizzino l'infrastruttura, i laboratori ed interagiscano in molteplici modi con l'acceleratore d'innovazione.

Infrastruttura - Comprende reti tecnologiche evolute (co-



Fig. 31: Logo dell'associazione

⁸ fonte: <https://www.poloedilizia.tn.it/progetti/>

³¹ CNR-IBE: L'Istituto per la BioEconomia, nato il 1 giugno 2019 dalla fusione dell'Istituto di Biometeorologia (IBIMET) e dell'Istituto per la Valorizzazione del Legno e delle Specie Arboree (IVALSA), che nel corso degli anni hanno sviluppato competenze e complementarietà nel settore strategico della bioeconomia.

municazione, BIM, database), servizi di consulenza economica, finanziaria, legale e amministrativa, servizi di formazione e servizi logistici (spazi per riunioni, manifestazioni, coworking).

Laboratori - Prestazioni dei materiali e dei sistemi, sviluppando nuovi processi in collaborazione con università ed istituti di ricerca, lavorando per le aziende, le start-up e il mercato esterno.

Acceleratore di innovazione - Seleziona ed incuba start-up innovative. L'approccio collaborativo permette alle start-up di utilizzare l'infrastruttura e i laboratori interagendo con gli operatori.

Tra i progetti in cantiere legato al pilastro "laboratori", vi è il "Tavolo Mappatura Laboratori", il cui scopo è localizzare la presenza di laboratori e test center sul territorio trentino, legati al settore dell'edilizia. L'obiettivo è raccogliere i dati per elaborarli e creare un archivio consultabile e fruibile dagli associati, consentendo un'agevole individuazione delle competenze e risorse disponibili sul territorio. Le prospettive di sviluppo prevedono un continuo aggiornamento dei database. Il capofila del progetto è CNR-IBE³¹.

"L'obiettivo del Polo è quello di creare innovazione con uno sguardo rivolto a tutti gli operatori coinvolti nel settore dell'edilizia ed ecco perchè fare rete è così importante. Stiamo attraversando un momento sicuramente molto difficile: pensiamo al rincaro dei costi dell'energia e delle materie prime, che sta influenzando non poco il comparto. Ma è proprio in questo periodo che dobbiamo fare squadra per continuare a essere performanti, superando ostacoli e puntando a costruzioni di alto livello." Marco Segatta³².

³² Presidente Associazione Artigiani Trentino nel 2022.

CAP 3

LA PREFABBRICAZIONE IN LEGNO PER IL PROGETTO DI ARCHITETTURA

/INTRODUZIONE

La prefabbricazione in legno costituisce un ambito sempre più rilevante nel panorama dell'architettura contemporanea, coniugando tradizione e innovazione per rispondere alle sfide moderne di sostenibilità, riduzione dei tempi di realizzazione e miglioramento della qualità costruttiva. L'esplorazione delle tecniche prefabbricate affonda le radici nei primi anni del XX secolo, ma ha subito un significativo impulso negli ultimi decenni grazie all'introduzione di nuove tecnologie, strumentazioni e macchinari per le lavorazioni, come trattato nel capitolo precedente.

Questo capitolo si sofferma sull'esplorazione del lessico utilizzato nell'ambito di tali sistemi costruttivi. Termini come "modular", "volumetrico", e "flat-packed" delineano le diverse modalità di trasporto e assemblaggio dei componenti prefabbricati. Concetti quali "manufactured", "factory-built", e "mass-customised" sottolineano il grado di industrializzazione e la personalizzazione possibile dei moduli prefabbricati. Inoltre, l'uso di termini come "off-site" evidenzia il luogo e il metodo di fabbricazione dei componenti, che avviene al riparo dalle intemperie e in condizioni controllate.

L'involucro edilizio prefabbricato con pareti multifunzionali, non rappresenta una novità per il settore delle costruzioni. Nella seconda parte di questo capitolo vengono indagate le origini delle prime sperimentazioni sull'involucro edilizio prefabbricato multifunzionale, momento che ha segnato un punto di svolta nell'evoluzione dell'architettura moderna. Negli anni precedenti alla seconda guerra mondiale, Gropius introdusse l'idea di case prefabbricate, anticipando un processo di trasformazione dall'edilizia artigianale verso una produzione industriale sempre più avanzata. Questo cambiamento non solo mirava a ridurre i costi e i tempi di costruzione, ma anche a migliorare gli standard qualitativi e funzionali mediante l'impiego di componenti fabbricati in serie. Sono stati analizzati alcuni progetti pilota, sperimentazioni e brevetti che hanno dato il via alle sperimentazioni attuali, al fine di comprendere i punti di partenza, le motivazioni che hanno guidato verso tale percorso e gli sviluppi che vi sono stati in seguito.

3.1 _ IL LESSICO DELLA PREFABBRICAZIONE

Esistono numerosi termini associati con le tecnologie di edifici industrializzati, cambiano da Paese a Paese, ciascuno di questi può rappresentare piccole differenze di metodo, tecniche o tradizioni.

Secondo la classificazione dei termini presentata da Aitchison possiamo individuare I Modular, system, kit o packaged indicano la natura flessibile della prefabbricazione. Oggi sentiamo anche i termini volumetric o flat-packed che vengono utilizzati per indicare se i componenti dell'edificio vengono portati in cantiere come volumi da accatastare e impilare, o come elementi da assemblare in loco. Manufactured, factory-built, mass-produced and mass-costumised si riferiscono tutti alla scala e al livello di industrializzazione coinvolti. I termini Portable, mobile, transportable evidenziano la natura mobile di alcune di queste costruzioni. Infine, il modo e il luogo in cui vengono realizzati i componenti sono noti come costruzione off-site o Indoor construction. Pre-made e Pre-built sono utilizzati come sinonimi di prefabbricazione. (Aitchison, 2018)

Nel 1951 Burnham Kelly affermò che nei decenni successivi, la distinzione tra prefabbricazione e costruzione convenzio-

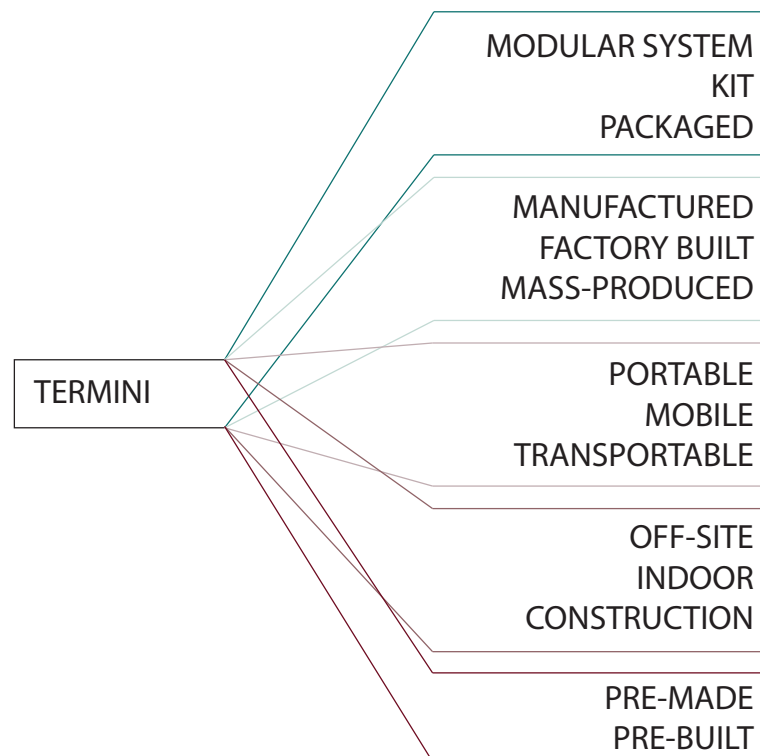


Fig. 1 Terms
Fonte: (Aitchison, 2018) pag. 15
Rielaborazione grafica a cura dell'autrice della tesi

nale avrebbe perso di significato. Questo chiaramente non si è verificato nella misura prevista da Kelly. L'elenco crescente di termini utilizzati nel campo della prefabbricazione suggerisce che le sfumature intorno al termine sono cresciute in modo notevole. Sessanta anni più tardi, Smith's e Ryan hanno affermato:

"...prefabrication, off-site fabrication and offsite production are used interchangeably to mean elements intended for building construction that are produced offsite to a grater degree of finish and assembled onsite." (Smith e Timberlake 2011).

Secondo gli autori di Prefab Housing and the Future of Building, piuttosto che cercare di raggiungere un consenso definitivo sulla terminologia e sulla definizione, potrebbe essere più vantaggioso considerare la prefabbricazione e i termini associati tenendo conto dei loro punti in comune e dei risultati previsti. (Aitchison, 2018)

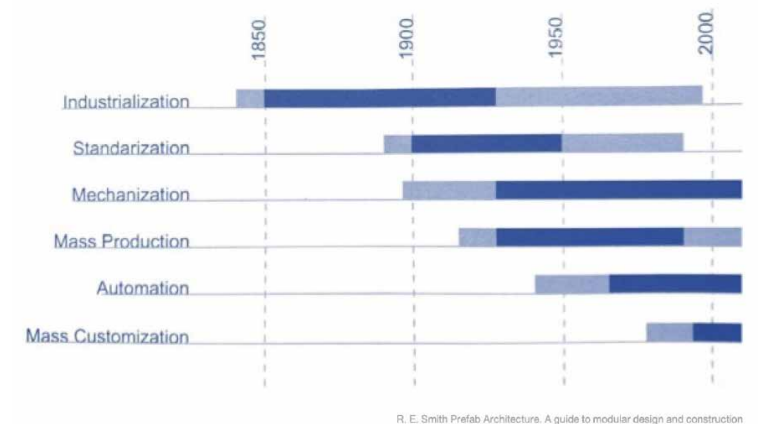


Fig. 2: Terms
Fonte: Smith, R. E. (2011). Prefab architecture: A Guide to Modular Design and Construction. John Wiley & Sons.

GLOSSARIO

TERMINI ASSOCIATI ALLA PRODUZIONE INDUSTRIALE

Industrializzazione e standardizzazione

L'industrializzazione dei componenti edilizi è una realtà concreta fin dagli inizi del XIX secolo, con l'avvento dell'industrializzazione. Agli inizi fu innovativa perché permise la standardizzazione degli elementi e riducendo il tempo e le risorse impiegate. Inizialmente non era prevista la meccanizzazione.

Al giorno d'oggi consiste nella produzione di componenti per mezzo di lavorazioni industriali trasferendola in fabbriche specializzate in cui i prodotti vengono assemblati al riparo e in condizioni ottimali che consentono una qualità controllata. (Staub et al., 2010). Con le metodologie industriali,

i componenti edilizi sono prodotti in fabbrica e testati sotto vari aspetti di controllo qualità, talvolta anche in laboratori specializzati. È un preciso processo che considera gli elementi di time management, costi, e qualità standards per la produzione di massa. Quindi in accordo con questa definizione, l'industrializzazione ha molti benefici sulla produzione di massa, ma anche buoni riscontri in progetti a scala ridotta. (BorjeGhaleh & Sardroud, 2016)

Tipizzazione Si intende il processo in cui forma e funzione degli elementi vengono prestabiliti già in sede di progettazione, è il processo attraverso il quale vengono descritte le caratteristiche di un elemento costruttivo. (Staib et al., 2010)

Meccanizzazione si intende l'utilizzo dei macchinari per sostituire parzialmente o totalmente la manodopera. Precede l'epoca della rivoluzione industriale nonostante si sia legata ad essa con il tempo.

Modulo Definisce sia un elemento di un sistema basato su un principio ordinatore,

Produzione in Serie (o di massa) Strategia di produzione legata alla ripetitività di elementi identici. L'utilizzo dei macchinari industriali permette un'organizzazione efficiente e una riduzione dei costi unitari sulla larga scala. Attualmente il termine viene associato all'industrializzazione, ma non ne è sinonimo. Infatti le sue origini sono di molto precedenti.

Sistemi di prefabbricazione

Tradizionalmente, la costruzione degli edifici avviene in cantiere e i materiali, i componenti e gli elementi da costruzione vengono trasferiti dai produttori al sito. Al contrario, la prefabbricazione si riferisce al processo di produzione, preassemblaggio di pannelli, elementi o moduli realizzati in fabbrica e in ambienti controllati, che vengono poi trasportati e assemblati nel cantiere finale. Quindi rispetto alla costruzione di edifici tradizionali, hanno una fase aggiuntiva (prefabbricazione in uno stabilimento), una fase di trasporto (dallo stabilimento al sito) e prestazioni differenti (essendo basate su una costruzione leggera). (Tavares et al., 2021).

Anche se non si tratta di un approccio nuovo, recenti innovazioni sono state introdotte nel settore delle costruzioni che ne hanno rapidamente accelerato lo sviluppo e l'applicazione. La costruzione prefabbricata può rispondere ad esigenze del mercato. Permette di costruire più velocemente per rispondere alle esigenze abitative in caso di catastrofi naturali o instabilità politica; consente di ridurre i costi, ad esempio trasferendo alcune attività produttive in luoghi con minore manodopera o costi energetici; può migliorare la produttività del settore edile attraverso la produzione di massa; ridurre gli oneri edilizi diminuendo l'uso dei materiali e la produzione di rifiuti. Tuttavia, i vantaggi e le sfide derivanti da un'ampia adozione della prefabbricazione devono essere valutati attentamente. (Tavares et al., 2021). Nella ricerca effettuata da Tavares et al., (2021) è stato valutato l'effetto dell'adozione della prefabbricazione su vasta scala. Questo sistema potrebbe aiutare a ridurre gli impatti sul patrimonio edilizio principalmente diminuendo gli impatti incorporati e di fine vita degli edifici, ma i costi potrebbero rappresentare un ostacolo. Costituiti da elementi che includono le strutture portanti o involucri, allestimenti interni e impianti, i sistemi edilizi possono essere suddivisi in: sistemi chiusi o sistemi aperti.

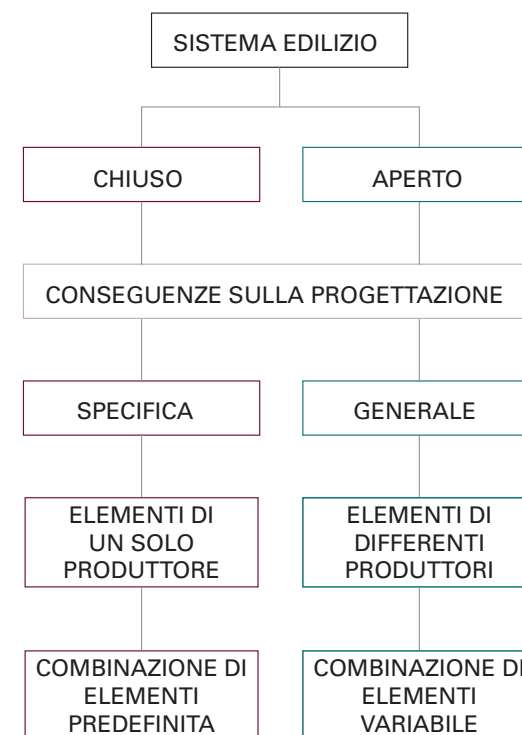
Sistemi chiusi: Un unico produttore realizza tutti gli elementi. Possono riguardare l'intero edificio o suoi sottosistemi. Gli elementi non possono essere sostituiti o integrati perché sono coordinati tra loro. Un esempio è la produzione di automobili, così come i prodotti industriali in serie. Ha numerose limitazioni, non consente personalizzazione che può essere legata a richieste specifiche del committente, contesti edilizi o luoghi. Generalmente associati alla prefabbricazione pesante. Richiedono investimenti molto consistenti per l'acquisto di macchinari specifici.

Sistemi aperti: Vi è la possibilità di integrare in modo flessibile componenti di produttori diversi. Non finalizzati alla costruzione di un particolare edificio, ma consentono il collegamento tra elementi prefabbricati di diversa provenienza. In sede di progettazione vengono stabilite le funzioni degli elementi costruttivi e scelti i produttori. Tipizzando gli elementi in anticipo, prestabilendo la coordinazione dimensionale e le regole per la correlazione, si evitano problemi in fase di assemblaggio. Sistemi chiusi e aperti possono essere combinati tra loro. (Staib et al., 2010)

Off-site

Il termine "off-site" nell'edilizia si riferisce a processi o attività che vengono eseguiti al di fuori del sito di costruzione principale. Prevede la fabbricazione di componenti o moduli in un luogo diverso dal sito di costruzione, solitamente in fabbriche specializzate, per poi essere trasferiti e installati sul sito principale. Ciò può includere la costruzione di elementi strutturali, pareti, pavimenti, tettoie e altri componenti architettonici o costruttivi. Migliora l'efficienza, la qualità del prodotto finito, accelera i tempi di costruzione e riduce il disturbo sul sito di costruzione principale. Rispetto alla prefabbricazione è un termine più ampio che si riferisce a tutte le attività svolte al di fuori del sito, può includere la prefabbricazione e altre fasi del processo edilizio

Fig. 3: Caratteristiche di un sistema edilizio
Fonte: (Staib et al., 2010) pag. 43
Rielaborazione grafica a cura dell'autrice della tesi



3.2 _ORIGINI E PRIME SPERIMENTAZIONI SULL'INVOLUCRO EDILIZIO NEL XX SECOLO

Come detto precedentemente, l'involucro edilizio prefabbricato con pareti multifunzionali, non rappresenta una novità per il settore delle costruzioni. Negli anni precedenti alla seconda guerra mondiale, Gropius introdusse l'idea di case prefabbricate, anticipando un processo di trasformazione dall'edilizia artigianale verso una produzione industriale sempre più avanzata. Questo cambiamento non solo mirava a ridurre i costi e i tempi di costruzione, ma anche a migliorare gli standard qualitativi e funzionali mediante l'impiego di componenti fabbricati in serie. Nelle seguenti pagine sono stati analizzati alcuni progetti pilota, sperimentazioni e brevetti che hanno dato il via alle sperimentazioni attuali, al fine di comprendere i punti di partenza, le motivazioni che hanno guidato verso tale percorso e gli sviluppi che vi sono stati in seguito.

I principi della prefabbricazione per il Bauhaus

Walter Gropius, nel 1965 suo libro "The New Architecture and The Bauhaus", affermava che il settore edilizio, tradizionalmente artigianale, stava entrando in un processo di trasformazione che avrebbe portato ad una sempre maggiore industrializzazione. Grazie ad un sempre più specializzato livello di perizia tecnica, si sarebbe arrivati ad una realizzazione di edifici in serie in fabbrica, scomponendo la struttura in una serie di componenti assemblabili a secco, simili a scatole composte da mattoni giocattolo. Fin dal 1910 Gropius sosteneva la causa delle case prefabbricate, conducendo anche esperimenti pratici e valutazioni economiche.

"L'impulso fondamentale di qualsiasi economia nazionale scaturisce dal desiderio di soddisfare i bisogni della comunità al minor costo e con il minor sforzo possibile, tramite il miglioramento dell'organizzazione produttiva. Ciò ha condotto progressivamente alla meccanizzazione, alla specializzazione del lavoro e alla razionalizzazione: passaggi apparentemente obbligati dello sviluppo industriale, il cui riflesso nel campo delle costruzioni si avverte come in qualsiasi altro campo della produzione organizzata." (Gropius, W., 1965).

All'interno della scuola ci si rendeva conto che la rivoluzione estetica a cui stavano partecipando, permetteva di ridefinire il significato e l'approccio al design, la meccanizzazione industriale permetteva di avere gli strumenti per concretizzare la nuova visione.

Si voleva unire il valore estetico di un oggetto, la sua bellezza, con la componente tecnica e funzionale. L'obiettivo era restituire alla produzione industriale una qualità che si stava perdendo nel tempo e con cui creare un nuovo e comune linguaggio. Combinava arte, architettura e artigianato in un lavoro interdisciplinare in cui la figura dell'artigiano e la funzionalità rappresentavano punti cardine per il nuovo modo di progettare.

Questi aspetti salienti del movimento richiamano inequivocabilmente i principi del New European Bauhaus ¹ precedentemente menzionato. In questo passaggio emerge chiaramente come l'intenzione del nuovo movimento sia ispirata ai principi fondamentali del Bauhaus. Tale collegamento è evidente nell'adozione di concetti e approcci che riflettono l'eredità e la filosofia del Bauhaus nell'attuale contesto europeo. Le tematiche centrali della scuola, includevano l'industrializzazione, la funzionalità, e l'uso di materiali moderni. Il movimento era interessato a trovare soluzioni pratiche e funzionali per i problemi del design e dell'architettura nell'era industriale. Tra gli obiettivi vi era il controllo dei costi, minimizzare i tempi di realizzazione e un utilizzo dei materiali in modo efficiente riducendo gli scarti in un'ottica di produzione di massa.

Molti dei principi, idee e approcci che hanno caratterizzato il Bauhaus possono essere reinterpretati e applicati oggi per affrontare le sfide contemporanee legate alla sostenibilità, nonostante tale concetto, per come lo intendiamo oggi, non era ampiamente discusso durante il periodo storico in cui la scuola è stata attiva.

Inoltre, si sottolinea che, similmente all'apprendimento di altri principi, anche quelli associati alla prefabbricazione possono costituire una fonte di ispirazione per il percorso innovativo delineato dal movimento moderno.

¹ Rimando al capitolo 1.3. della tesi: IL NEW EUROPEAN BAUHAUS

3.2.1 _ Copper House

LUOGO: Berlino, Germania

PROGETTISTA: Walter Gropius, Hirsch Kupfer

DIMENSIONE: 1 piano

NUOVO/RETROFIT: Nuovo

UTILIZZO: Residenziale

RICERCA: Sperimentazione

MOTIVI DI PREFABBRICAZIONE: produzione di massa, economica



Fig 4: Casa Förster-Krafft-System esposta alla mostra "Das wachsende Haus", Berlino, 1931-1932.

Fonte: Seelow, 2018, p. 23

² Per un resoconto dello sviluppo storico della società di rame Hirsch, vedere "Hirsch, Aron Siegmund (1858-1941?)", Encyclopaedia Judaica, 1972, v.8

³ Förster era probabilmente un ingegnere, Krafft potrebbe essere stato l'architetto Robert Krafft, che vinse un premio al concorso Berlin Growing House del 1931-1932

La Hirsch Copper and Brass Works, un'azienda metallurgica fondata nel 1906 da Aron Siegmund Hirsch con sede a Halberstadt, in breve tempo diventò una delle maggiori industrie tedesche del rame. Venne descritta come avente ruolo di primo piano nella vita economica tedesca ². (Paul Mebes) Inizialmente si occupò della fabbricazione di prodotti da costruzione in rame, per poi espandersi. (Gropius & Wachsmann, 2021). Nel 1930 la società Hirsch iniziò a sperimentare **l'utilizzo del rame nell'edilizia**, acquistando i diritti per un sistema di abitazioni prefabbricate sviluppato da Friedrich Forster ³ e Robert Krafft. Nella domanda di brevetto originale, Forster evidenziò i tentativi precedentemente falliti nel progettare edifici facilmente assemblabili e smontabili, a causa di elevati costi e inadeguati standard prestazionali e costruttivi.

"Riconoscendo l'importanza di tali considerazioni, ho costruito un edificio di tipo smontabile, composto da elementi strutturali realizzati in fabbrica nella forma desiderata e nelle dimensioni desiderate dall'acquirente. Ciascun elemento strutturale costituisce una sezione di parete di una costruzione a telaio scatolare, ed è adattato ai suoi bordi per essere unito ad altre sezioni per fornire una parete completa.

Le sezioni delle pareti possono essere costituite da telai a scheletro di legno ricoperti su entrambi i lati da una guaina metallica. Lo spazio tra la guaina metallica è riempito con materiale isolante come lana di legno, segatura, trucioli o simili. I bordi delle sezioni possono portare tiranti o forme equivalenti di mezzi di fissaggio che collegano facilmente le sezioni insieme. La costruzione generale delle sezioni è tale che possono essere prontamente assemblate in fabbrica e trasportate al punto di costruzione." Forster, 1924 (Gropius & Wachsmann, 2021)

GLI ASPETTI INNOVATIVI

L'ipotesi progettuale prevedeva un **sistema di costruzione modulare a pannelli autoportanti intelaiati in legno**, alti un piano, uniti da chiusure a U e rivestiti all'esterno da lastre di rame goffrato. (Gropius & Wachsmann, 2021)

Il concetto proposto da Forster non seguiva alcun prototipo strutturale né tra i progetti tedeschi né tra gli ammirati modelli Britannici. Ciò sottolinea il **carattere estremamente avanzato** di queste proposte, nonché l'anticipo sui tempi nel contesto europeo.

Con la creazione di pannelli autoportanti rivestiti in metallo, si eliminava la necessità di un telaio strutturale, senza aggiun-

gere peso al pannello, ma fornendo un grado di isolamento maggiore rispetto ai modelli simili precedentemente prodotti da altre aziende. **L'innovazione** più rilevante va individuata nella possibilità di realizzare l'intero pannello in fabbrica per ridurre al minimo i tempi e lavori di cantiere.

L'EVOLUZIONE DELLA TECNOLOGIA

Nel 1930 Förster, e Krafft, modificarono il concetto di isolamento sostituendo il riempimento di materiale isolante con una serie di partizioni parallele di un materiale è impermeabile all'aria. Venne ipotizzato l'utilizzo del metallo. Questo principio era stato utilizzato e pubblicato nel 1922 dall'azienda Holzbau A.G., sotto la direzione dell'architetto Kunz, per la costruzione di un sistema a pannelli per case in legno. Secondo Krafft e Förster la performance delle pareti poteva essere ulteriormente migliorata rivestendo la parete divisoria con uno strato di materiale fibroso poco conduttore di calore per impedire il movimento verticale dell'aria all'interno dei pannelli ed ridurre la possibilità di ponti termici. Secondo l'opinione di Hirsch, questo sistema avrebbe migliorato di molto la capacità termica di un equivalente muro in mattoni, per il quale sarebbero stati necessari 220 mm di spessore per raggiungere le stesse performance.

Hirsch istituì una **nuova divisione nella fabbrica**, denominata il **CopperHouse Department**. Mise a punto un attento processo di produzione per la fabbricazione delle case, comprendendo l'assemblaggio dei sotto componenti per realizzare elementi edilizi su un nastro di produzione in movimento. (Gropius & Wachsmann, 2021)

LA PRIMA ESPOSIZIONE

Per pubblicizzare questo sistema venne stampato un catalogo e furono esposti sei esempi di case complete, alcune all'Esposizione Coloniale Internazionale di Parigi del **1931** (vincendo un "Grand Prix") e altre alla Mostra dell'Edilizia tedesca di Berlino "**Haus in Allkupfer-Bauweise der Hirsch Kupfer-u-Messingwerke A.-G. Berlin**". Alla mostra di Berlino del 1931 venne esposta una grande struttura a due piani (fig.x) realizzata con pannelli modulari intelaiati in legno, con incrementi di 1 m fino a un massimo di 4 m, e in due altezze: 2,35 e 2,80 m. Ricoperti esternamente con lastre di rame, internamente con piastre di acciaio pressato e isolato. Anche i soffitti in acciaio stampato, sospesi a capriate di legno pre-tagliate e numerate per facilitarne l'assemblaggio, che sostenevano il tetto di rame. Il tempo di montaggio fu di sole 24 ore, con una squadra di sei operai ed è stato stima-

Fig. 5: Case prefabbricate in pannelli di rame,
fonte: Gropius, 2004, p.71

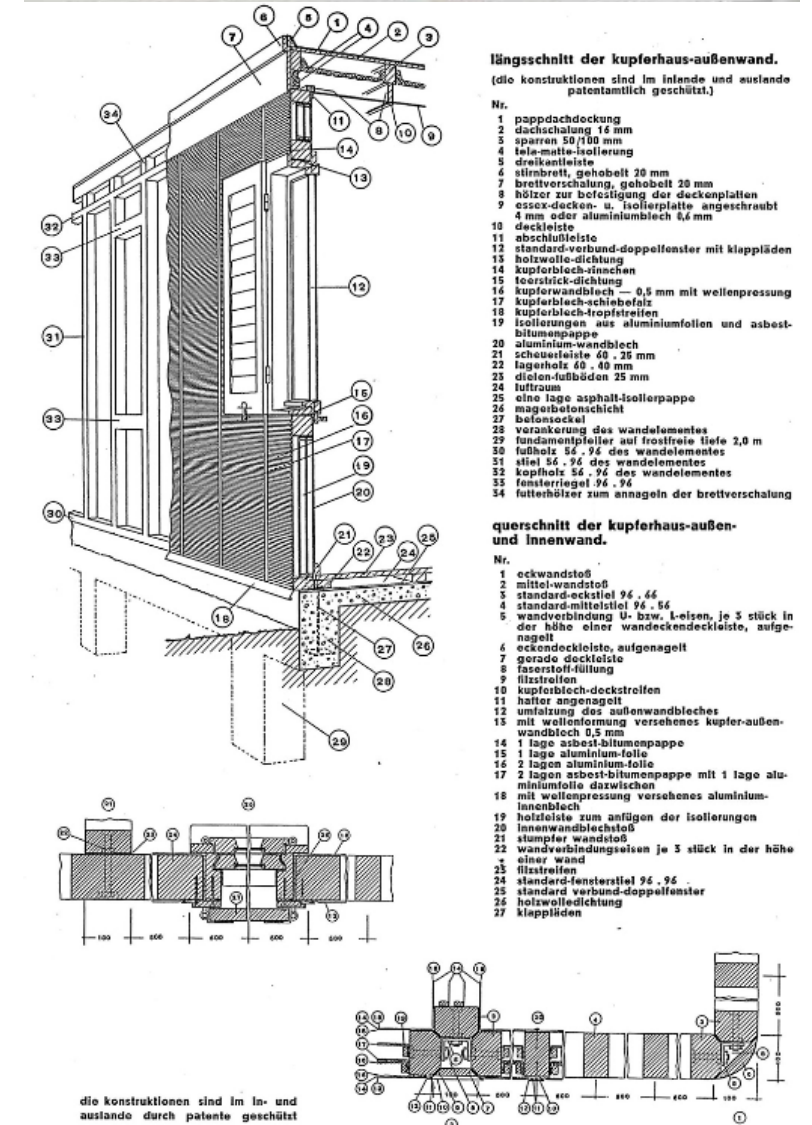


Fig 6: Processo di assemblaggio e dettaglio costruttivo della facciata.

Fonte: Seelow, 2018, p. 23

to un costo di RM 10.900. Uscivano completi dalla fabbrica, completamente isolato con alluminio e amianto e dotato di finestre a battente con doppi vetri. (Gropius & Wachsmann, 2021)

Nella presentazione del progetto venne prodotto un catalogo in cui si attirava l'attenzione sulla sua precisione (essendo assemblata meccanicamente) sulle qualità igieniche, sull'efficiente isolamento termico, che rendeva economico il riscaldamento, sulla resistenza al fuoco, ai fulmini e ai terremoti, che potesse essere eretto in 24 ore e sulla flessibilità delle partizioni interne.

LE REAZIONI ALL'ESPOSIZIONE

Molto controverse furono le reazioni a questa esposizione:

Il direttore della rivista *Bauwelt*, in una lettera privata, espresse la sua titubanza riguardo ai problemi tecnici che ne sarebbero derivati, come la conduttività termica dei pannelli di rame. Ipotizzava problemi di manutenzione a lungo termine, mancanza di manodopera competente e dei materiali necessari se fossero state costruite in aree con difficile reperibilità di tali competenze. Inoltre riteneva che la differenza di prezzo con l'edilizia convenzionale non sarebbe stata sufficiente per incoraggiare i committenti a investire in un progetto così poco sperimentato, soprattutto a causa del carattere architettonico (più pittoresco che funzionale) che avrebbe arretrato di trent'anni la causa dell'architettura moderna.

Walter Gropius si dichiarò molto colpito nel complesso. Convinto della bontà della resistenza agli agenti atmosferici del rame. Espresse l'intenzione di approfondire gli aspetti tecnici più in dettaglio poiché nutriva alcune riserve sia sugli aspetti tecnici che sul loro carattere architettonico conservativo. (Gropius & Wachsmann, 2021)

LA COLLABORAZIONE CON GROPIUS E IL PERCORSO DI RICERCA

Dal mese successivo a tale esposizione, iniziò una stretta collaborazione tra Hirsch e Gropius, attraverso non solo la progettazione architettonica ma anche la ricerca e sviluppo tecnico nonché la promozione del mercato e delle vendite. Al termine delle sue analisi, Gropius produsse un'ampia valutazione del progetto ⁴, affrontando questioni generali di politiche abitative, sul conflitto che si sarebbe creato tra l'edilizia industrializzata e le organizzazioni convenzionali dei lavoratori edili, per passare poi a un'analisi critica dettagliata degli aspetti tecnici del progetto. Come piano di azione propose di interrompere la progettazione la proposta di nuove varianti,

⁴ dal "Rapporto sulle case in rame di Hirsch, Kupfer- und Messingwerke A.G.", Charlottenburg 2, Hardenbergstr. 43 (19 giugno 1931)



Fig 7: Hirsch Kupfer-und Messingwerke, copper house, German building exhibition, Berlin, 1931

Fonte: (Gropius & Wachsmann, 2021)

fino alla completa risoluzione dei dettagli tecnologici da migliorare.

Fu quindi intrapreso un lungo processo di test, sondaggi e valutazioni per migliorarne le performance attraverso tre forme: esame degli elementi del sistema costruttivo e dei sistemi di assemblaggio e produzione, pareri di esperti da parte di importanti istituti di ricerca tedeschi, la costruzione di prototipi per testarne i materiali e tecniche per periodi prolungati. La politica fu quella di continuo miglioramento ed evoluzione, senza cambi radicali. Fu mantenuto un dialogo costante tra i tecnici dello stabilimento produttivo, i progettisti dello studio di Gropius, per creare una interazione creativa tra architetto e industria come presupposta nella fondazione del Deutscher Werkbund.⁵

Sebbene tutti gli aspetti della costruzione e progettazione delle case in rame fossero stati sottoposti ad analisi e rielaborazioni, l'attenzione su maggiormente focalizzata sui **pannelli parete**, elemento più significativo del sistema. Fu esaminato e provato lo spessore, la rigidità e stabilità delle pressature, i problemi di patine delle lastre in rame che costituivano il rivestimento esterno. Così come le lamiere in acciaio pressato che costituivano i rivestimenti interni, valutandone possibili alternative in alluminio in sostituzione al rame⁶. Si può ipotizzare che Hirsch non fosse favorevole al tentativo di sostituire il rame, materiale dal quale era partito l'intero progetto, ma vista la mentalità aperta del proprietario dell'azienda, non ha mai opposto resistenza. Esaminando disegni e modelli, proposero le possibilità di un ingegnoso sistema di giunzione che eliminava la necessità di connettori con sezione a U, fissando i pannelli direttamente insieme mediante bulloni a molla. Tuttavia venne respinto in quanto comportava molti nuovi problemi, tra cui nuovi strumenti nelle officine, deviazione dal modulo standard, sconvolgimento nelle disposizioni di imballaggio e schemi di fissaggio più complicati. Il contributo di Gropius fu nel perfezionamento tecnico ed estetico del modello progettato da Forster e Kraft. Trasformò il prototipo base e tradizionale di Hirsch in una casa prefabbricata ma caratterizzata da eleganza, potendo finalmente mettere in pratica l'idea di prefabbricazione che sosteneva fin dal 1910⁷, secondo la quale cercava di unire i vantaggi della standardizzazione con l'obiettivo della variabilità.

⁵ per approfondimenti: Gropius, W., & Wachsmann, K. (2021). 4. Gropius, Hirsch, and the Saga of the Copper House. MIT Press Open Architecture and Urban Studies. <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/vyw6e8nx/release/1>

⁶ Si veda a questo proposito lo scambio di corrispondenza tra Gropius e W. Kurz della Aluminium-Walzwerke di Singen, dal 3 al 5 marzo 1932.

⁷ "L'idea, da me espressa per la prima volta nel 1910 in un opuscolo sull'industrializzazione dell'edilizia abitativa e che da allora è stata oggetto di molte controversie, di produrre case in serie in officine fisse nelle loro parti e di mettere insieme tipi variabili da esse in poi ora finalmente si realizza su larga scala, come da un mattone." fonte: Gropius, in Wagner, La casa che cresce, 1932, p. 65.

IL SEGUITO E I RISVOLTI CONCRETI

Nonostante i **prototipi siano stati acclamati dalla critica** durante le mostre a Berlino del 1931 e 1932, la speranza di Gropius di aver progettato una casa prefabbricata pronta per essere commercializzata, non si concretizzò. I consensi professionali non furono sufficienti, mancò un consenso commerciale.

Provando a indagarne le ragioni, si potrebbe ipotizzare cause finanziarie e di politica tedesca ed economia internazionale. Infatti sebbene nella seconda metà degli anni '20 in Germania vi fosse stata una grande ripresa economica, e nel 1929, quando si stava per avviare il progetto della casa in rame, l'industria tedesca appariva solida. Ma nel 1932 scoppiò la bolla e si ridusse la domanda di costruzione di case e il potere d'acquisto. Inoltre la Hirsch Kupfner era un'azienda ebraica che volle mantenere con orgoglio la sua identità. Con la salita al potere di Hitler, tutto l'impero industriale internazionale dell'azienda venne minacciato. In questo quadro, nonostante la solida base tecnica posseduta dall'azienda, vi era carenza di capitale, non sufficiente per sostenere una produzione in un mercato in contrazione e mostrare prospettive redditizie a breve termine. Nonostante il grande ottimismo degli anni precedenti, Hirsch dovette affermare: *"la possibilità di vendere queste case. . . erano davvero pochissimi. Le case in rame non sono molto più economiche delle case prodotte normalmente, e quindi non hanno creato un grande fermento di domanda"*⁸ ("Nicht Mehr Kupferhäuser," Bauwelt)

Ma fu anche espressa la speranza che si potesse presto arrivare a un momento in cui vi sarebbe stata richiesta di case costruite in officina, che potessero essere rapidamente assemblate in cantiere. Osservando i recenti sviluppi trattati all'interno della presente tesi, si presuppone che tale momento auspicato all'inizio del '900 sia sempre più concreto.

⁸ "Nicht Mehr Kupferhäuser," Bauwelt, 30, 28 July 1932, p. 744

3.2.2 _ Packaged House, General Panel

ANNO: 1941 - 1943

LUOGO: Somerville, Massachusetts, USA

PROGETTISTA: Konrad Wachsmann e Walter Gropius

DIMENSIONE: 1 piano

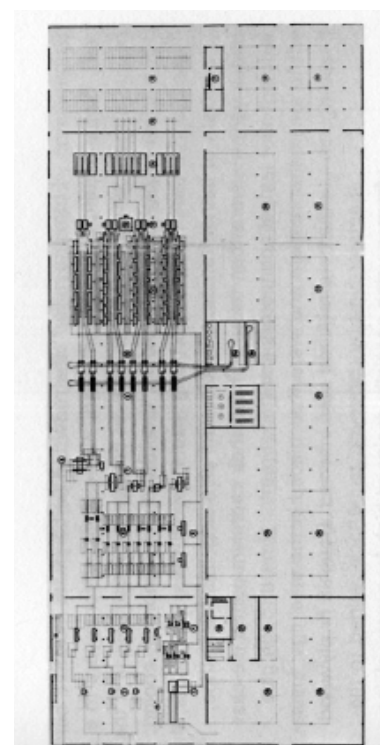
NUOVO/RETROFIT: Nuovo

UTILIZZO: Residenziale

RICERCA: Sperimentazione

MOTIVI DI PREFABBRICAZIONE: produzione di massa, economica

Fig 8. The General Panel Factory in Burbank, California, 1947. From Herbert Gilbert *The Dream of the Factory-Made House* (Cambridge, Mass.: MIT Press, 1984), 291.



⁹ per un approfondimento: Herbert, G. (1984). *The Dream of the Factory-Made House: Walter Gropius and Konrad Wachsmann*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/2494.001.0001>

La "Packaged House" è un sistema di costruzione modulare prefabbricato progettato da Konrad Wachsmann e Walter Gropius,

I progettisti emigrarono negli Stati Uniti dalla Germania durante la seconda guerra mondiale. (Wachsmann, 1981)

Il progetto "Packaged House" non è mai stato realizzato poiché non ha raggiunto il successo commerciale.

Il libro pubblicato da Gilbert Helbert nel 1984 dal titolo "The Dream of the Factory-Made House: Walter Gropius and Konrad Wachsmann"⁹ è significativo di quanto la Packaged House sia stato un progetto fortemente sentito dai progettisti, ma rimasto un sogno incompiuto, non essendo mai entrata in produzione.

Ma è stato un risultato incredibile su cui si pone l'attenzione ancora ai giorni nostri. (Seelow, 2018)

TEORIA DEI SISTEMI E SISTEMI COSTRUTTIVI

Durante la guerra, sistemi di costruzione prefabbricati e rapidamente impiegabili si resero necessari per accogliere le truppe e le attrezzature militari.

Furono costruite appositamente fabbriche che producevano aerei, attrezzature e armi e di conseguenza erano necessari anche alloggi adiacenti che ospitassero i lavoratori migranti.

Per velocizzare questi processi erano necessari sistemi di costruzione prefabbricati. Si pensava che le stesse fabbriche potenziate in tempo di guerra, avrebbero potuto essere riorganizzate per produrre alloggi prefabbricati a prezzi contenuti per le famiglie dei veterani di ritorno dalla guerra e così avvenne. I progressi compiuti dalla tecnologia e dalla produzione industriale in periodo di guerra, condividono una relazione simbiotica con i progressi fatti in architettura.

Konrad Wachsmann

Studiò alle scuole di arti e mestieri di Berlino e Dresda e all'Accademia delle arti di Berlino come apprendista ebanista. Lavorò poi come progettista di case prefabbricate in legno per l'impresa di costruzioni di Christof unmäck. Wachsmann fu detenuto in un campo di internamento in Francia. Come dichiarò nella sua autobiografia "Timebridge"¹⁰, durante il tempo trascorso nel campo di internamento in Francia, aveva sviluppato un sistema universale di componenti edilizi industrializzati rappresentandolo in 13 disegni a inchiostro e 12 schizzi di un sistema di struttura tubolare in acciaio. Il 16 maggio 1941, ricevette il visto per recarsi negli Stati Uniti dove raggiunse Gropius, portando con sé solamente i

¹⁰ per un approfondimento: Wachsmann, K. (1981). *Konrad Wachsmann autobiography and inventory of drawings*, 1981.

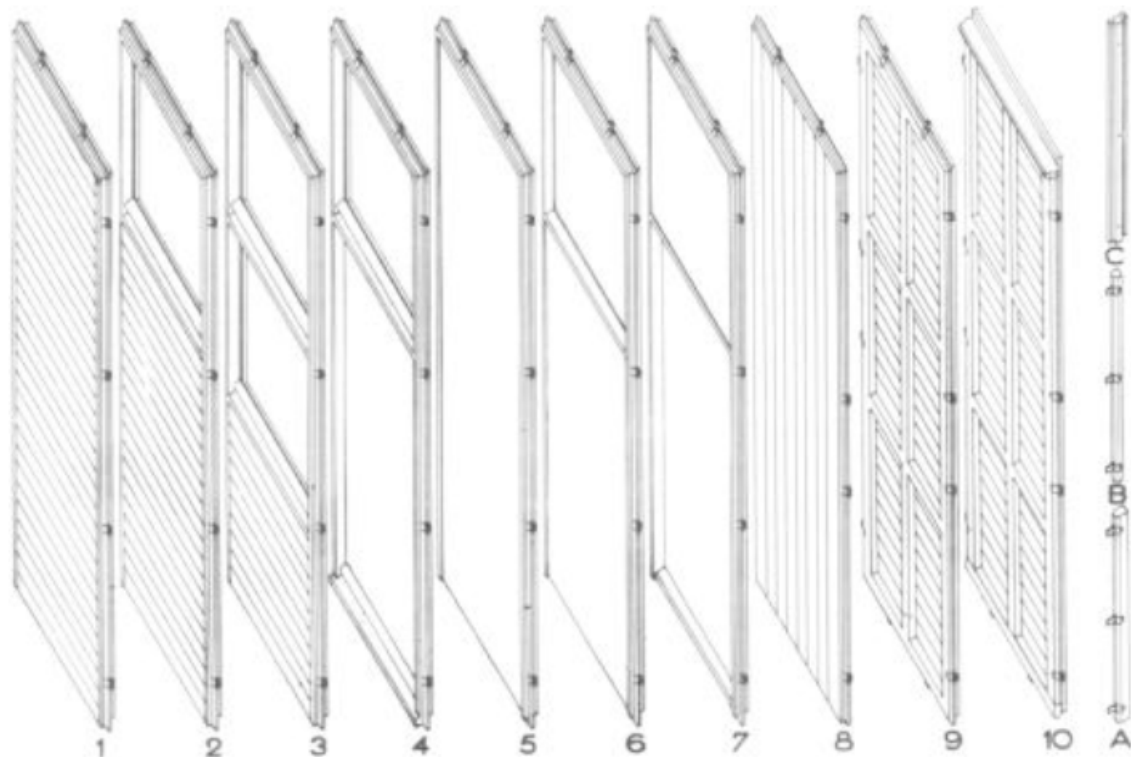


Fig 9. Konrad Wachsmann, modified scheme, panels, 1941

suoi preziosi disegni. Iniziò una collaborazione con Gropius e per alcuni mesi, fino agli attacchi di Pearl Harbor nel dicembre del 1941, Sempre nell'autobiografia egli racconta di come quei giorni furono significativi per lo sviluppo del sistema "Packaged House", perché la percepì come un momento di svolta. Così Wachsmann e Gropius, entrambi emigrati tedeschi negli Stati Uniti, iniziarono a collaborare a un progetto di edilizia modulare industrializzata, The "Packaged House".

IL SISTEMA

Il "giunto universale" di Wachsmann avrebbe conferito grande stabilità strutturale all'unione di pannelli prefabbricati. Tutte le superfici dell'edificio dovevano essere realizzate con gli stessi pannelli: pareti esterne, partizioni interne, pavimenti, soffitti e tetto e il sistema di giunzione era basato su connessioni a 2, 3 e 4 vie tra i pannelli. Il sistema era semplice e architettonicamente non particolare. Pianta rettangolare con un unico piano, tetto a falde con un piccolo portico frontale. L'aspetto interessante era però che utilizzando i moduli, si potevano costruire infinite configurazioni del sistema, adattandolo alle diverse condizioni climatiche del sito e al gusto dei committenti e progettisti. Non era concepita come un'unica unità ripetitiva. (Herbert, 1984)

I FINANZIAMENTI

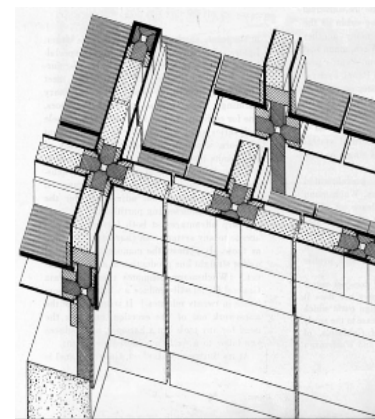
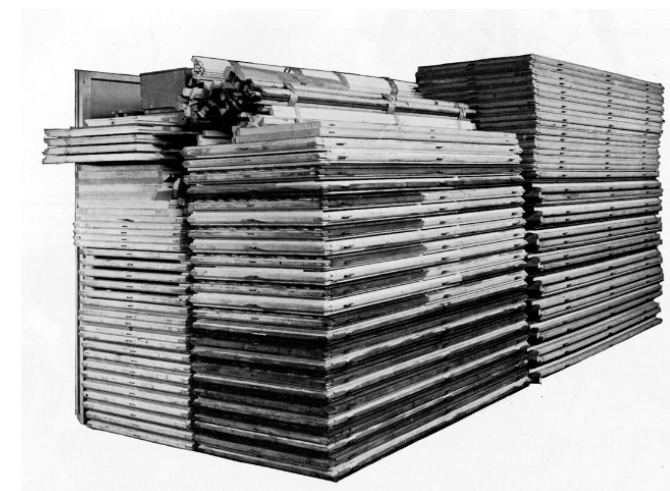


Fig 10. The Packaged House System in László Moholy-Nagy, Art and Vision, 1946.

Fig 11. "The GENERAL PANEL system locks together like a Chinese puzzle." From (Architectural Forum, February, 1947): 116.



Come anticipato precedentemente, Nel 1942, la National Housing Agency stanziò 153 milioni di dollari per l'alloggio dei militari sfollati. Venne fondata la General Panel Corporation per la produzione della "Packaged House", l'obiettivo era la produzione di 42.000 case.

La General Panel Corporation raccolse fondi per poter rilevare l'ex fabbrica Lockheed a Burbank, in California, che era stata costruita per produrre aerei in tempo di guerra per contratti governativi. Le fabbriche che producevano armamenti furono riorganizzate per costruire case e furono messi a disposizione incentivi provenienti da sovvenzioni federali. Wachsmann assunse il ruolo di leader e iniziò a progettare la linea di produzione della fabbrica, che fu pronta entro la metà del 1947, ma il progetto sbagliò nuovamente nei tempi. A quel punto il programma di alloggi di emergenza per veterani era stato cancellato e il governo aveva ritirato il suo sostegno. (Herbert, 1984)

PUBBLICITÀ

La casa di prova che Wachsmann e Gropius hanno esposto a Somerville, Massachusetts, ha seguito le linee guida della casa TU1. Cercarono di far conoscere il sistema al pubblico attraverso una campagna pubblicitaria sulla stampa specializzata e quella non professionale. Furono realizzati alcuni prototipi e circa 150-200 unità, ma tale sistema non ebbe successo e terminò con il fallimento della General Panel Corporation³, società fondata per questo scopo. (Seelow, 2018)

3.2.3 _ La Maison des Jours Meilleurs

ANNO: 1953

LUOGO: Parigi, Francia

PROGETTISTA: Jean Prouvé

DIMENSIONE: 1 piano

NUOVO/RETROFIT: Nuovo

UTILIZZO: Residenziale

RICERCA: Sperimentazione, solo 5 prototipi

MOTIVI DI PREFABBRICAZIONE: carenza abitativa

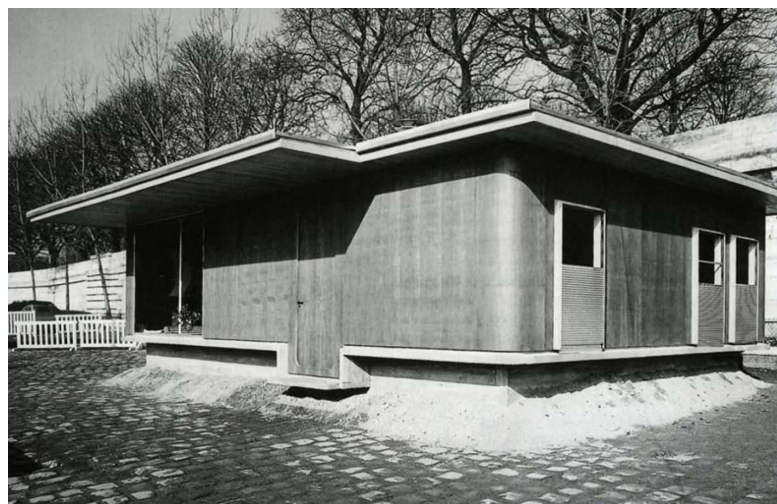


Fig. 12: esposizione de La Maison des Jours Meilleurs lungo Senna.
fonte: JOSÉ JUAN BARBA. (2012). Jean Prouvé—“Les Jours Meilleurs” house—(1956). Metaculus. <https://www.metalocus.es/en/news/jean-prouve-les-jours-meilleurs-house-1956>

Commissionata dopo l'inverno '54 dal padre Pierre Jean Prouvé, si rivela come un manifesto a favore dell'industrializzazione dei processi di costruzione.

Dopo un inverno particolarmente rigido a Parigi nel 1954, durante il quale i senzatetto morivano per strada, l'Abbé Pierre, l'equivalente francese di Madre Teresa, lanciò un appello per raccogliere donazioni per costruire alloggi di emergenza e si rivolse all'architetto Jean Prouvé per trovare una soluzione.

Prouvé progettò la Maison des Jours Meilleurs- che misurava 57 metri quadrati e comprendeva due camere da letto e un'ampia zona giorno- che poteva essere assemblata da pochi uomini in sette case con pochi e semplici attrezzi. Nonostante il plauso di Le Corbusier, che la definì “la casa più bella che io conosca: l'oggetto più perfetto per viverci, la cosa più scintillante che sia mai stata costruita”, solo cinque case furono costruite. (Bousquet-Reszetcloviski, 2012)

JEAN PROUVÉ

Jean Prouvé, allievo del metalmeccanico Emile Robert e collaboratore di architetti come Robert Mallet-Stevens, Le Corbusier, Albert Laprade e Tony Garnier, Jean Prouvé si dimostrò un tecnico lungimirante e in grado di adattarsi alle questioni del suo tempo lavorando in una struttura collettiva.

L'ambizione di Jean Prouvé era quella di creare prodotti per il maggior numero di persone possibile, credendo nell'idea del progresso a beneficio di tutti. Questo lo spinse a progettare abitazioni e mobili di qualità concepiti come strutture comunitarie, pur non perdendo mai il suo carattere avanguardista, in particolare nel dopoguerra, quando gli alloggi scarseggiavano.

Dal 1946 poté godere di uno strumento essenziale per raggiungere questo obiettivo: la fabbrica di Maxéville. Installata su un grande sito e adattata alla produzione di massa, le parti prefabbricate venivano prodotte nell'officina della fabbrica e assemblate in loco.

UNA RISPOSTA ALLA CARENZA ABITATIVA

Le misure adottate dal governo francese nel dopoguerra furono una risposta insufficiente a una crisi abitativa che colpì duramente le persone svantaggiate.

All'appello di Abbé Pierre nell'inverno del 1954: “Come possiamo ospitare i senzatetto che muoiono di freddo?” (Abbé Pierre, 1954)

Prouvé rispose con un'idea di una casa di 50 mq, assimilabile a un appartamento standard con due camere da letto, prodotta industrialmente in serie e assemblata in loco. Venne chiamata la "Maison des Jours Meilleurs" (1956),

OPERA INNOVATIVA E ICONICA

L'idea costruttiva si basava su un concetto creato nel 1952 dall'architetto Maurice Silvy. Tale sistema combinava due elementi per formare la struttura principale: un blocco centrale prefabbricato in acciaio, che ospitava la cucina e i bagni, era posizionato sulla base in cemento e sostenuto da una trave in lamiera piegata per formare la struttura portante. **L'involucro, costituito da massicci pannelli sandwich** con porta e finestre ad anta, in legno termoformato. Il tetto rivestito da pannelli in alluminio, la cui sporgenza di 1,20 m sulla facciata principale formava la tettoia per proteggere il bovindo.

Rappresenta perfettamente l'idea del progettista di "leggero e dinamico" alloggio di produzione di massa. Creato per rispondere a un'emergenza abitativa, combinava esperimenti precedenti con tecniche di costruzione innovative.

Il suo aspetto semplice e armonioso nascondeva **innovazioni nei dettagli costruttivi** e nelle procedure basate sull'uso di materiali all'avanguardia. Il titolo ottimistico meglio... era emblematico dell'impegno sociale di Abbe e Prouvé e delle battaglie che combattevano contro ogni pronostico e in particolare contro la burocrazia. (JOSÉ JUAN BARBA, 2012)

IDEA DEL PROGETTISTA

Jean Prouvé, che disse " *Non c'è differenza tra costruire un mobile e costruire una casa*", questo esempio emblematico di architettura moderna ci ricorda l'importanza dell'industrializzazione nel processo di costruzione.

Fig. 15: fasi dell'assemblaggio della casa smontabile. Disegni attribuiti a Jean Prouvé, 1956 circa.
fonte: Jean Prouvé, Les Jours Meilleures house, 1956. (s.d.). <https://www.jeanprouve.com/en/fiche/1956-5>

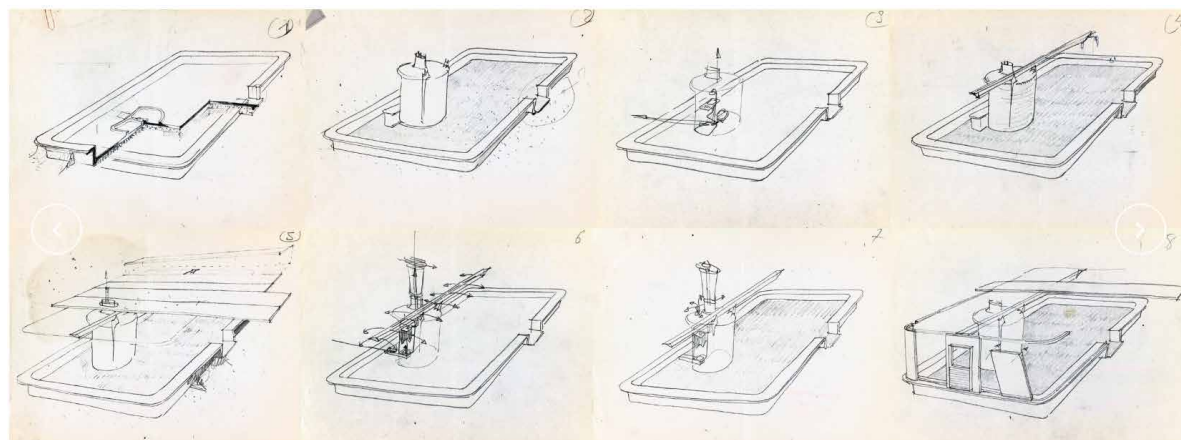


Fig. 13,14: installazione dei pannelli in legno per i soffitti e pavimenti.
fonte: Jean Prouvé, Les Jours Meilleures house, 1956. (s.d.). <https://www.jeanprouve.com/en/fiche/1956-5>



Fig. 16: assemblaggio del prototipo sungo Senna, 1956
fonte: JOSÉ JUAN BARBA. (2012). Jean Prouvé—"Les Jours Meilleures" house—(1956). Metaculus. <https://www.metalocus.es/en/news/jean-prouve-les-jours-meilleures-house-1956>



L'OPINIONE PUBBLICA E DEL GOVERNO

Osannato dal giornalismo e dall'architettura e accolto con entusiasmo dal pubblico quando fu presentato al Salon des Arts Ménagers nel 1956, il prototipo sembrava soddisfare tutti i requisiti per un'imminente produzione di massa.

Si trattava però di una proposta **troppo rivoluzionaria** per l'epoca, non ottenne l'approvazione tecnica per la produzione di massa dai funzionari del governo, impedendone così la produzione industriale. Rifiutarono la collocazione di un bagno doccia nel cuore dello spazio abitativo, rifiuto che portò alla sospensione del progetto e poi alla conclusione definitiva. L'obiettivo della produzione industriale non venne mai raggiunto e se ne costruirono solo pochi prototipi. (Jean Prouvé, Les Jours Meilleures House, 1956, s.d.)



Fig. 17,18,19: Costruzione de La Maison des Jours Meilleurs presso la galleria Patrick Seguin, nel 2012.

fonte: Bousquet-Reszetcowski, J. (2012, luglio 18). La casa dei giorni migliori di Jean Prouvé alla Galleria Patrick Seguin. Espazium. <https://www.espazium.ch/fr/actualites/la-maison-des-jours-meilleurs-de-jean-prouve-la-gallerie-patrick-seguin>

CAP 4

AMBITO DI RICERCA: L'INVOLUCRO EDILIZIO VERTICALE

/INTRODUZIONE

Come raccontato nei capitoli precedenti, la prefabbricazione di un edificio può riguardare l'intera struttura dell'edificio o singole parti che lo costituiscono. Può riguardare le parti strutturali, le coperture, singole partizioni o pareti, può essere di diversi gradi e integrazioni.

Nell'ambito della ricerca di questa tesi, si è deciso di indagare il processo innovativo che riguarda l'elemento involucro verticale esterno.

Nel contesto della progettazione architettonica contemporanea, l'attenzione si focalizza sempre più sull'involucro edilizio verticale come elemento cruciale nella definizione e nella performance degli edifici. L'involucro rappresenta la superficie di separazione tra l'ambiente interno e quello esterno, svolgendo un ruolo fondamentale non solo nella protezione dagli agenti atmosferici, ma anche nell'efficienza energetica, nell'estetica e nell'interazione con il contesto urbano.

Concependo il sistema edificio secondo il principio della stratificazione in Layers, viene facilitata la gestione della complessità degli edifici, promuovendone l'adattabilità e la flessibilità in risposta alle mutevoli esigenze ambientali e sociali. Permette di analizzare l'involucro non solo come una semplice barriera fisica, ma come una superficie dinamica che oltre a rispondere alle esigenze di comfort termico, acustico e visivo degli occupanti, permette l'integrazione di componenti strutturali, architettoniche e impiantistiche. Dalla progettazione di superfici attive capaci di regolare autonomamente il flusso energetico, all'integrazione di sistemi fotovoltaici BIPV, a impianti di ventilazione meccanica controllata, l'involucro edilizio si evolve verso una concezione proattiva, capace di contribuire attivamente alla sostenibilità ambientale e al benessere degli utenti.

La prefabbricazione dell'elemento involucro permette di integrare questi componenti fin dalle fasi di produzione in fabbrica, consentendo un estremo controllo sulla qualità dei prodotti, ottimizzando i tempi di costruzione e soprattutto consentendo agevole manutenzione e sostituzione dei componenti poiché l'assemblaggio degli elementi avviene prevalentemente con sistemi stratificati a secco.

4.1 _I LAYERS DELL'EDIFICIO

Il sistema edificio è un oggetto estremamente complesso. Costituito da un insieme di diverse strutture e sistemi che possono essere suddivisi in strati separati. L'idea di concepire l'edificio con tale suddivisione migliora la comprensione della complessità degli stessi e della loro evoluzione nel tempo, riconoscendo ad ogni livello una stabilità e durata diversa. Questa comprensione è essenziale per la progettazione, la manutenzione e la gestione, poiché consente di pianificare correttamente le modifiche e gli aggiornamenti in modo da soddisfare le esigenze che cambiano nel tempo.

Nel 1992, Francis Cuthbert Duffy ha coniato il concetto di "Shell, Services, Scenery and Sets" (o Shearing layers), un concetto di stratificazione che concepisce gli edifici come insieme di componenti che si evolvono in tempi diversi, al fine di facilitare l'adattamento ai cambiamenti tecnologici e organizzativi. Secondo tale ipotesi l'edificio può essere scomposto in:

- **Shell**- la struttura tradizionale dell'edificio che potrebbe durare 30-50 anni.
- **Services**- cablaggi, impianti idraulici, aria condizionata che devono essere sostituiti ogni 15 anni.
- **Scenery** - disposizione delle pareti divisorie e del controsoffitto che durano 5 anni.
- **Set** - la disposizione degli arredi che può cambiare ogni pochi mesi, settimane o anche più frequentemente.

"Il nostro argomento di base è che non esiste una cosa come un edificio. Un edificio correttamente concepito è costituito da diversi strati di longevità di componenti costruiti" (Brand, 1994)

"Thinking about buildings in this time-laden way is very practical. As a designer you avoid such classic mistakes as solving a five-minute problem with a fifty-year solution, or vice versa. It legitimizes the existence of different design skills - architects, service engineers, space planners, interior designers - all with their different agendas defined by this time scale. It means you invent building forms which are very adaptive." (Francis Cuthbert Duffy, 1992, citato da Brand, 1994)

Nel 1994 questo concetto è stato rielaborato da Brand nel libro "How Buildings Learn: What Happens After They're Built".

Basandosi sull'idea che in natura esistano processi che operano su scale temporali diverse, è stata traferita questa intuizione agli edifici. Notando infatti come gli edifici tradizionali erano in grado di adattarsi perché gli strati sottoposti a cam-

biamenti più rapi-di non erano ostacolati dagli strati più lenti come ad esempio la struttura. Brand ha introdotto il termine “pace-layering” (Brand, 1994), ovvero il principio di progettazione secondo il quale la disposizione appropriata degli strati può consentire la massima adattabilità.

Amplia il sistema proposto da Duffy a sei elementi:

“- **Site** - È il luogo fisico in cui si trova l’edificio, la posizione urbana e il lotto definito, i cui confini e il cui contesto superano le generazioni di edifici effimeri. Le modifiche a questo livello sono molto lente e possono riguardare cambiamenti nell’uso del terreno o nella topografia. “Il sito è eterno”

- **Structure** - Si riferisce alla struttura portante di un edificio, le fondamenta, gli elementi e le pareti portanti. Elementi costosi e difficili da cambiare. La durata può variare in base ai materiali e alle condizioni ambientali. Edifici in acciaio e calcestruzzo tendono ad avere durata più lunga rispetto a quelli in legno.

- **Skin** - L’involucro esterno dell’edificio, compresi materiali, design esterno, facciata. Le modifiche possono essere relativamente rapide ed economiche consentendo aggiornamenti, la durata varia notevolmente a seconda del materiale. Tuttavia, la durata può essere compresa tra i 20 e i 50 anni.

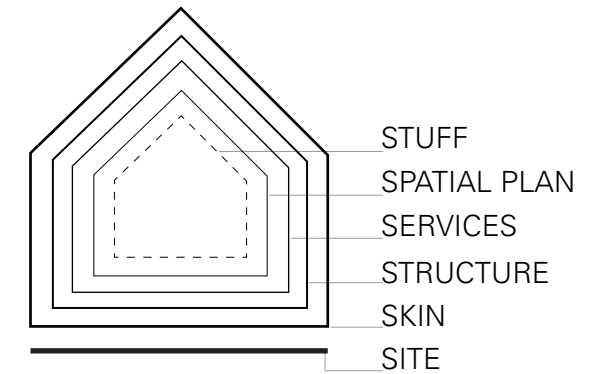
- **Services** - Sono gli elementi solitamente interni all’edificio, fondamentali per il suo utilizzo, come impianto elettrico, idraulico, HVAC, sistemi antincendio, parti mobili come ascensori e scale mobili. Le modifiche possono risultare costose, ma apportano miglior comfort ed efficienza. Possono richiedere aggiornamento dopo circa 20-50 anni. Molti edifici vengono demoliti in anticipo se i loro sistemi obsoleti sono troppo radicati per essere sostituiti facilmente.

- **Space Plan** - La disposizione degli interni: pareti, soffitti, pavimenti e porte. Il layout essere modificato più facilmente e frequentemente. Cambiamenti significativi potrebbero verificarsi ogni 5-20 anni.

- **Stuff** - Mobili, attrezzature, oggetti all’interno degli edifici. La durata varia notevolmente a seconda dell’uso, vengono sostituiti o aggiornati ogni 10-20 anni. “ (Brand, 1994).

Si tratta di stime temporali approssimative, la durata di ciascun elemento può variare in modo consistente in base a numerosi fattori e la manutenzione adeguata può estendere la vita di alcuni di questi elementi. È importante sottolineare che i progressi tecnologici possono influenzare notevolmente la durata e la necessità di aggiornamenti.

Fig. 1: Shearing Layers of Change (Brand, 1994).
Fonte: (Brand, 1994) rielaborazione a cura dell’autore della tesi



Garantire l’indipendenza durante l’integrazione di sistemi o strati all’interno di un edificio è anche evidenziato in letteratura come un principio chiave di adattabilità che consente di rimuovere, sostituire o aggiornare i componenti senza influenzare l’efficienza dei sistemi ad essi adiacenti (Russell, Moffatt, 2001). A questo proposito, Geldermans (Geldermans, 2016) ha sottolineato la necessità di fornire una chiara identificazione dei componenti e dei materiali che costituiscono ciascuno degli strati di taglio per poter svolgere una valutazione accurata dei componenti e determinarne la funzionalità. La valutazione può essere effettuata attraverso punti di accesso designati che garantiscono che i componenti adiacenti a quello sostituito non vengano danneggiati. Per far ciò deve essere prestata la massima attenzione alle zone di intersezione per garantire un facile accesso. Contemplate soluzioni smontabili e reversibili aumenta la capacità adattiva di un edificio, consentendo la flessibilità nel rispetto dei principi di circolarità.

Il concetto di Layers ha fornito spunti essenziali per cambiare la percezione convenzionale degli edifici come strutture statiche e iniziare a contemplarli come sistemi dinamici (Schmidt, R., Austin, S., & Brown, D. 2009). Comprendere la composizione di un edificio e identificare i suoi strati temporali è una strategia importante per abilitare la sua capacità adattiva consentendo flessibilità a strati o componenti di vita più breve e durabilità a strati e componenti di vita più lunga.

Tutti gli elementi che costituiscono il concetto di Shearing Layers, a esclusione del sito, possono essere realizzati in

fabbrica con sistemi prefabbricati (approfondiremo il concetto più avanti nella tesi). In questo elaborato ci concentreremo in particolare sugli ultimi tre livelli, ovvero Structure, Skin, Services. Si può affermare che ciascuno dei componenti può essere realizzato off-site con diversi gradi di prefabbricazione: la Struttura, la Skin, sotto forma di pannelli, completa di tutti gli elementi o parzialmente. Tali pannelli che costituiscono la Skin possono concorrere alle componenti Strutturali e a loro volta integrare Services di diversa natura.

Seguendo il concetto di Shearing Layer, si può quindi affermare che nella progettazione di elementi prefabbricati viene concepita la distinzione tra i diversi livelli, in alcuni casi più Layers vengono assemblati in componenti unici. Tale processo viene realizzato per lo più con tecnologie stratificate a secco che permettono numerosi vantaggi, quali: flessibilità e adattabilità in risposta ai cambiamenti delle esigenze, maggiore qualità che consente una durata più lunga, ispezionabilità e manutenzione più accessibile.

Questi approcci consentono di gestire meglio la complessità degli edifici, consentendo aggiornamenti e modifiche in modo più rapido ed economico, fondamentale in un mondo in costante evoluzione.

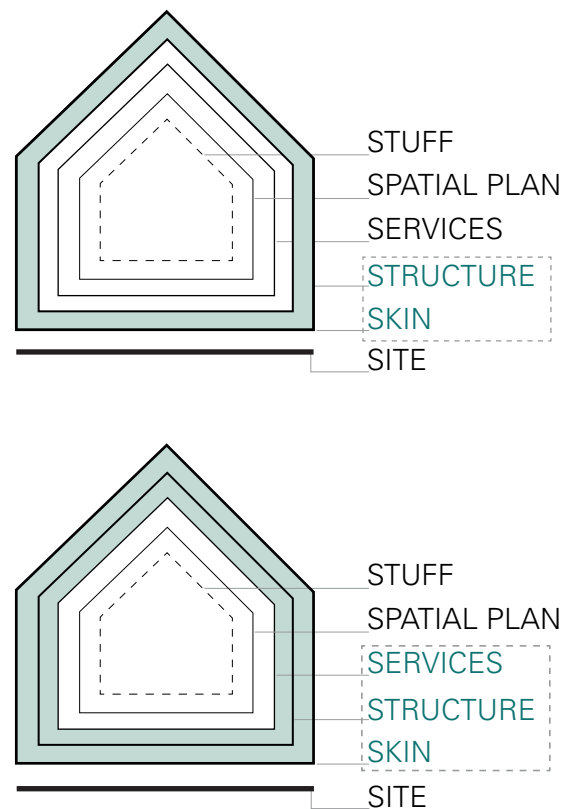


Fig. 2,3: Shearing Layers of Change (Brand, 1995).
Fonte: rielaborazione a cura dell'autore della tesi

4.2 _ LA PROGETTAZIONE DELL'INVOLUCRO: FUNZIONE, COSTRUZIONE, FORMA, ECOLOGIA

L'involucro, elemento architettonico che costituisce la frontiera di separazione tra l'ambiente interno e quello esterno, luogo di transizione.

Svolge diverse funzioni fondamentali, tra cui:

- Isolamento termico, serve per regolare il flusso di calore tra interno ed esterno dell'edificio, mantenendo un adeguato livello di comfort interno, riducendo le dispersioni di calore in inverno e l'ingresso di calore in estate.
- Proteggere dagli agenti atmosferici
- Delimitare la proprietà privata e garantire la privacy
- Estetica e culturale, funzione demandata alla facciata esterna, contribuisce all'identità dell'edificio e deve essere inserita nel contesto in modo opportuno.
- Filtro visivo, acustico, riducendo la trasmissione di rumore tra interno ed esterno

Da diversi anni, l'interesse sempre maggiore per raggiungere gli obiettivi di sviluppo sostenibile in architettura, ha spinto le attività di progettazione verso l'adozione di sistemi in grado di adattarsi alle mutate esigenze abitative e ambientali. Qualsiasi indagine in questo contesto deve affrontare le seguenti questioni, di vitale importanza per la teoria e l'analisi, nonché per la pianificazione e la progettazione:

- **Funzione:** Qual è lo scopo pratico dell'edificio/dell'involucro dell'edificio?
- **Costruzione:** Quali sono gli elementi/componenti dell'involucro dell'edificio e come sono assemblati questi elementi in un insieme?
- **Forma:** Che aspetto ha l'edificio/ dell'involucro?

Se le questioni relative all'edilizia sostenibile sono al centro del processo di pianificazione, questo cambiamento richiede una riconsiderazione fondamentale dei concetti di funzione, costruzione, e forma dell'involucro edilizio. Tenendo presente questa relazione, all'elenco precedente si dovrebbe aggiungere il seguente quesito:

- **Ecologia:** qual è il consumo energetico dell'edificio/della pelle dell'edificio durante la costruzione, l'uso e la demolizione?

In tutti i sottosistemi di un edificio, l'involucro edilizio è tra i sistemi dominanti, sia in termini di progettazione sia per i molteplici compiti che compie. È fondamentale comprendere che è il principale responsabile del consumo energetico degli edifici. (Schittich, 2006)

Per quanto riguarda l'aspetto della "Forma", è ciò che comunemente viene definito "facciata" a svolgere un ruolo cruciale in diversi aspetti. Deve relazionarsi armoniosamente con il contesto circostante, rispettando il paesaggio e l'architettura circostante, contribuendo all'identità visiva dell'edificio.

La questione "Costruzione" si concentra sugli aspetti più tecnologici del progetto, relativamente ai materiali utilizzati e le modalità di assemblaggio nell'insieme.

Tenendo in considerazione l'aspetto "Funzione" vi sono differenti elementi da tenere in considerazione, rispetto alle attività che verranno svolte all'interno dell'edificio, rispetto alla localizzazione geo-grafica... può essere prevista una schermatura solare per ridurre l'irraggiamento diretto e il surriscaldamento interno, offrire spazi all'aperto come balconi o terrazze creando una connessione con l'esterno, può integrare tecnologie per migliorare il comfort interno, come isolamento acustico e soluzioni termiche avanzate, regola lo scambio di calore, luce e aria tra l'interno e l'esterno dell'edificio, garantendo il comfort termico e la ventilazione.

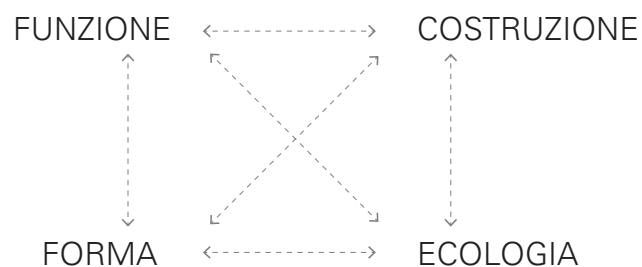


Fig. 4: Aspetti dell'involucro edilizio, (Schittich, 2006)
Fonte: rielaborazione a cura dell'autore

4.3 _L'INVOLUCRO EDILIZIO COME INTERFACCIA DINAMICA

L'attuale panorama nel settore edilizio sta aprendo l'opportunità per un significativo cambio di paradigma sul concetto di "Funzione" descritto nel sottoparagrafo precedente. Tradizionalmente, l'involucro degli edifici è stato concepito come elemento passivo, in grado di fornire protezione dagli agenti atmosferici e isolamento termico. Nel campo della progettazione architettonica, alcune strategie consentono di plasmare gli elementi e le forme degli edifici con l'obiettivo specifico di massimizzare o ridurre il guadagno solare mirando ad ottimizzare l'efficienza energetica degli edifici. Da un lato, la progettazione di estese superfici vetrate per massimizzare il guadagno solare, consentendo alla luce solare di penetrare negli interni e contribuire al riscaldamento naturale degli ambienti. I principi di inerzia termica ed effetto serra consentono un guadagno diretto se la radiazione entra direttamente negli spazi interni o se il calore dei raggi solari viene convertito in calore. (Balzani, M., & Di Giulio, R. 2021). Dall'altro lato, per ridurre il guadagno solare in climi caldi o per mitigare il surriscaldamento degli spazi interni, si possono adottare strategie come l'uso di tende per schermare la luce diretta del sole o la scelta di materiali riflettenti. Sistemi classificati come sistemi "a doppia pelle" o "a doppio involucro", in cui la stratigrafia perimetrale è sdoppiata per creare una camera d'aria tra lato interne ed esterne

In tempi recenti si sta assistendo a una trasformazione radicale in cui gli edifici non sono più solo volumi statici, ma diventano componenti dinamici nel panorama energetico.

Questo cambio di prospettiva suggerisce che gli edifici non debbano essere semplici consumatori di energia, ma possono svolgere un ruolo attivo nella produzione e gestione dell'energia stessa. L'idea che un edificio possa partecipare attivamente al bilancio energetico e persino condividere energia con l'ambiente circostante rappresenta una svolta innovativa e sostenibile. Immaginando un edificio dotato di tecnologie avanzate che consentono la produzione di energia rinnovabile, l'accumulo efficiente e l'eventuale condivisione di surplus energetico con la rete circostante, si apre la strada a edifici "pro-attivi" che vanno oltre il mero scopo di fornire un rifugio, trasformandosi in risorse dinamiche per la comunità e l'ambiente. (Balzani, M., & Di Giulio, R. 2021)

L'involucro edilizio è nel tempo diventato una superficie di confine dinamica, in grado di modificare le sue prestazioni in risposta alle condizioni ambientali esterne e alle esigenze

delle persone che vivono all'interno, In grado di ospitare diversi tipi di dispositivi impiantistici nel tentativo di sfruttare le risorse naturali per generare energia.

In questi ultimi anni, la superficie e quindi i materiali che compongono la facciata, sono diventati oggetto di indagini approfondite. Nuove sperimentazioni nell'ambito della ricerca tecnologica, mostrano la possibilità di fornire soluzioni per le superfici di chiusura con caratteristiche di dinamicità che consentono di gestire i flussi di energia.

“Se intendiamo l'involucro come “pelle” dell'edificio. Che protegge l'interno dagli agenti atmosferici ma allo stesso tempo ne sfrutta in modo funzionale la potenza, allora possiamo pensare alla creazione di uno spazio protetto controllabile. In questo caso le condizioni ambientali esterne diventano una risorsa e non una forza contro cui lottare mentre l'involucro una “pelle reattiva” che migliora il benessere interno ed evoca molte possibilità di cambiamento” (Perriccioli & Rossi, 2006)

Gli standard attualmente in vigore identificano parametri progettuali qualitativi che influenzano significativamente l'efficienza energetica di un edificio a causa della complessità dell'interazione tra ambiente, edificio e uomo: fattore di forma, caratteristiche dell'involucro edilizio, strategie di ventilazione, sistemi impiantistici e orientamento rispetto ai punti cardinali e ai venti prevalenti.

L'obiettivo principale del progetto di costruzione sostenibile è sviluppare un modello di involucro per-formante che possa ridurre i consumi e promuovere l'utilizzo di energia rinnovabile, sia in modo attivo che passivo. Lo scopo è quello di migliorare le condizioni di comfort negli ambienti interni riducendo i carichi tradizionalmente affidati agli impianti tecnici.

CAP 5

L'INVOLUCRO EDILIZIO

SPERIMENTAZIONE ED INNOVAZIONE CASI STUDIO INTRENTINO - ALTO ADIGE

CASI STUDIO:

5.1 _ Hotel La Briosa

Nuova costruzione, Bolzano, 2022

5.2 _ Complesso residenziale Rosenbach

Nuova costruzione, Bolzano, 2002-2003

5.3 _ Uffici amministrativi ExPost

Retrofit, Bolzano, 2012

5.4 _ Complesso residenziale Passeggiata dei Castani

Retrofit, Bolzano, 2016

5.5 _ Residenza universitaria Mayer

Nuova costruzione, Trento, 2015- 2017

5.6 _ Residenza universitaria Unity

Nuova costruzione, Monaco, (componenti realizzati a Bressanone (BZ)), 2018

5.7 _ Complesso residenziale ARV

Retrofit, Povo (TN), 2024

/INTRODUZIONE

La collaborazione tra ricercatori internazionali, aziende produttrici orientate verso la sperimentazione, imprese, committenti e progettisti che mirano verso obiettivi comuni, può portare ad una visione progettuale di insieme in cui l'innovazione tecnologica risponde ai nuovi principi di sostenibilità? Non si intende effettuare la trattativa di una varietà di casi studio, l'obiettivo è quello di evidenziare diversi approcci al processo che articola e caratterizza sia un intervento di riqualificazione dell'esistente che progetti di nuova costruzione.

5.0 _ Premessa e introduzione ai casi studio

CRITERI DI SCELTA

Tutti i casi studio analizzati sono nuove costruzioni e interventi di retrofit, localizzati o realizzati off-site da progettisti, architetti, centri di ricerca, aziende situate in Trentino-Alto Adige. Verrà analizzato il contesto culturale e l'attenzione all'innovazione che ha portato questo territorio a ottenere risultati così all'avanguardia.

Sono stati esaminati sei edifici residenziali, uno di pubblica amministrazione e un HUB servizi. Di proprietà pubblica e privata, i cui aspetti di innovazione e ricerca nascono per motivazioni differenti. Accomunati dalla progettazione dell'involucro edilizio in legno con diversi gradi di prefabbricazione e diversi gradi di integrazione impiantistica in facciata.

ANALISI DEI CASI STUDIO

Di ciascuno dei casi studio è stata svolta una analisi per individuare i processi progettuali, partendo dalle caratteristiche generali del sito e del contesto, individuandone gli obiettivi, il concept e l'organizzazione progettuale che ha portato a determinare il processo costruttivo.

Cercando di seguire una struttura il più possibile uniforme, limitata solo dalla possibilità di reperimento dei dati utili, sono stati riportati i dati relativi alla struttura dell'involucro seguendo un approccio multidisciplinare e indagando nell'ordine le questioni precedentemente descritte nel capitolo 2.2, fondamentali per la pianificazione e progettazione dell'involucro: FUNZIONE, FORMA, COSTRUZIONE, ECOLOGIA.

Analizzate: l'integrazione degli impianti, i materiali utilizzati, le modalità di assemblaggio in fabbrica, il trasporto e il conseguente assemblaggio in cantiere; l'approccio estetico e formale; dove previsto, sono state analizzate le modalità di monitoraggio e i relativi dati acquisiti.

E' stata realizzata una scheda di analisi per ciascun caso studio, il cui obiettivo è l'individuazione delle innovazioni tecnologiche integrate negli involucri presi in esame. Attraverso una rappresentazione grafica tabellare, è stato analizzato dapprima il rapporto tra l'involucro e la struttura portante. Successivamente, utilizzando come asse delle ascisse la rappresentazione grafica dell'involucro sotto forma di esplosione assonometrica, è stata affinata la lente di analisi sull'involucro verticale e sulle reazioni che intercorrono tra lo stesso e i componenti integrati.

Per ciascun caso studio, è stata redatta la tabella di valutazione dei punti che caratterizzano il nuovo concetto di Sostenibilità seguendo i principi del New European Bauhaus e le strategie europee, presentata precedentemente nel capitolo 1.4.

SCHEMA DI ANALISI

La scheda di analisi dei casi studio ha come obiettivo l'individuazione delle innovazioni tecnologiche integrate negli involucri verticali prefabbricati, osservandone l'evoluzione e le differenti interpretazioni. Attraverso una rappresentazione grafica tabellare, sono stati analizzati differenti aspetti che caratterizzano l'involucro.

In una prima parte viene individuata la tipologia strutturale dell'edificio:

- muri portanti
- telaio

dell'involucro verticale:

- pannelli intelaiati
- pannelli x-lam
- sistema travi-pilastri

conseguentemente, la relazione che intercorre tra le due parti, se l'involucro svolge funzioni strutturali. Tutti i casi studio individuati presentano un sistema di facciata prefabbricata in legno. Per questo motivo nella scheda di analisi, alla voce "involucro verticale", sono proposti solamente i principali sistemi costruttivi in legno.

Nella seconda parte della scheda, è stata affinata la lente di analisi sull'involucro verticale prefabbricato e le relazioni che intercorrono tra gli elementi che lo compongono. Rappresentando l'involucro in esame in forma grafica di esplosione assonometrica, viene utilizzata tale rappresentazione come asse delle ascisse. Per ogni elemento che costituisce l'involucro verticale, sono stati analizzati differenti aspetti.

Segue l'individuazione della componente innovativa integrata negli involucri prefabbricati di questi casi studio. Sono state individuate tre funzioni possibili delle componenti integrate:

- strutturali
- impiantistiche
- espressione del linguaggio architettonico del progetto

Per ciascun componente e materiale che costituisce l'involucro, si è cercato di individuare il potenziale di circolarità, sia da un punto di vista di riciclabilità a fine vita sia, quando possibile risalire alle informazioni, le percentuali di provenienza da fonti riciclate.

Sono state analizzate le prestazioni acustiche, termiche, di salubrità e di resistenza al fuoco per comprendere su quali aspetti prestazionali si siano più focalizzati i casi studio e quali ragioni hanno spinto verso determinate direzioni. L'attenzione per il tipo di progettualità e realizzazione dei componenti, se di origine industriale o artigianale, è di fondamentale importanza per comprendere lo studio e le sperimentazioni effettuate per raggiungere l'obiettivo, nonché la replicabilità del progetto.

ASPETTI METODOLOGICI

Sono state svolte interviste con i progettisti. In un caso specifico è stato possibile intervistare anche la committenza che ha preso ampiamente parte al processo progettuale.

Sono stati svolti sopralluoghi presso L'Hotel la Briosà e via Passeggiata dei Castani, al fine di condurre osservazioni dettagliate e acquisire una comprensione approfondita che non può essere completamente trasmessa attraverso immagini e rappresentazioni.

La finalità di questa indagine è di raccontare esempi di buone pratiche e investigare quali contesti e processi hanno condotto a tali realizzazioni al fine di identificare potenziali indicatori di innovazione e ipotetici futuri scenari.

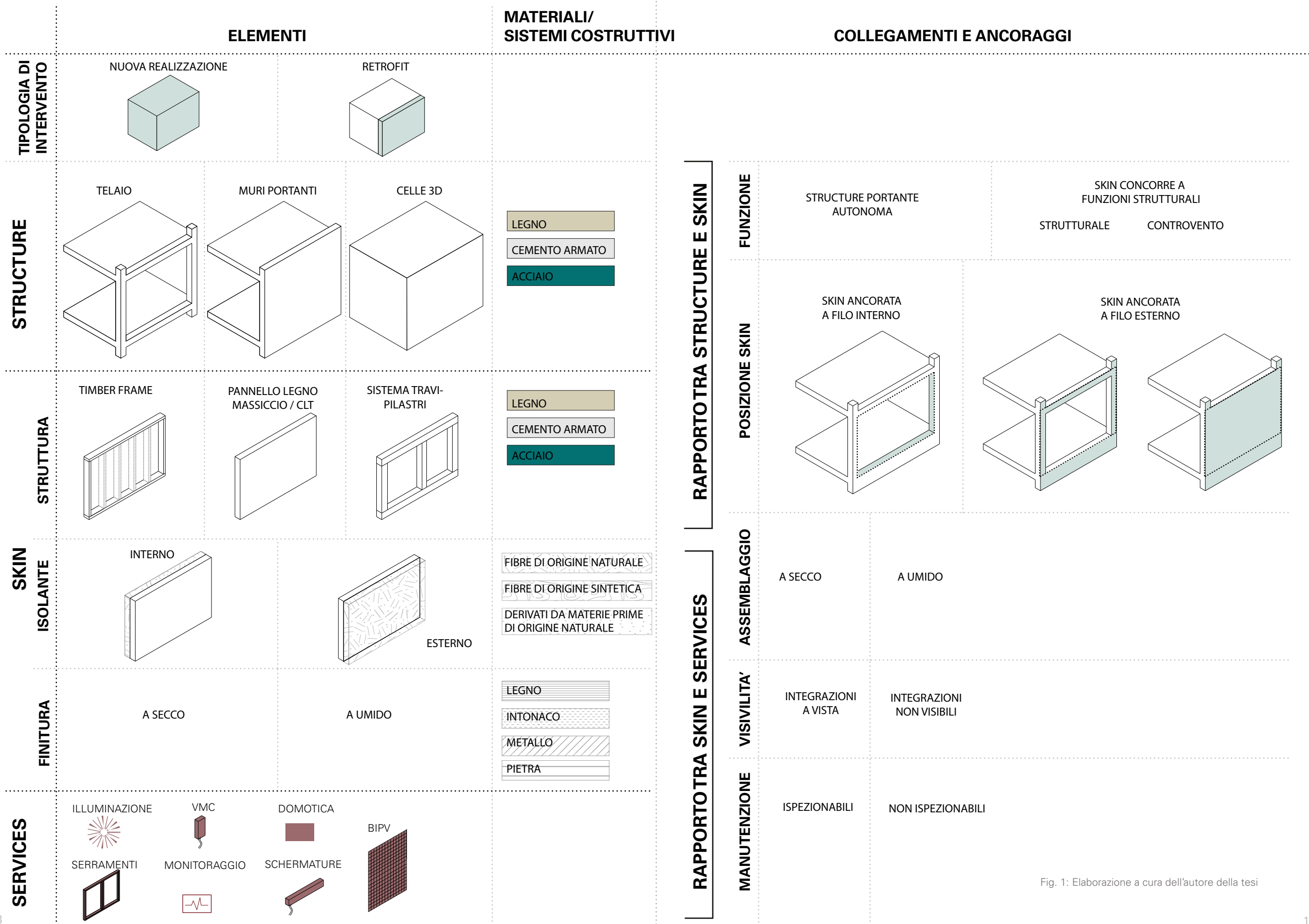
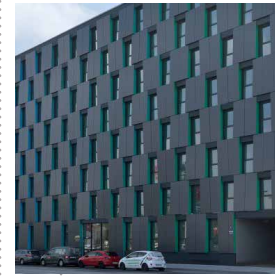


Fig. 1: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

LINEA TEMPORALE CASI STUDIO



2003

2012

2016

2017

2018

2022

2024

Complesso residenziale Rosenbach

Bolzano

Telaio in legno

Uffici amministrativi ExPost

Bolzano

Pannelli Polistirene espanso

Complesso residenziale Passeggiata dei Castani

Bolzano

Telaio in legno, integrazione serramenti, vmc, sistemi schermature solari

Residenza universitaria Mayer

Trento

Scatolare in legno, integrazione serramenti

Residenza universitaria Unity

Monaco (GE)
Involucro realizzato a Bressanone (BZ)

Telaio in legno, integrazione serramenti, vmc, sistemi schermature solari

Hotel La Briosa

Bolzano

Pannelli in legno, integrazione componenti architettonici, serramenti, schermature solari

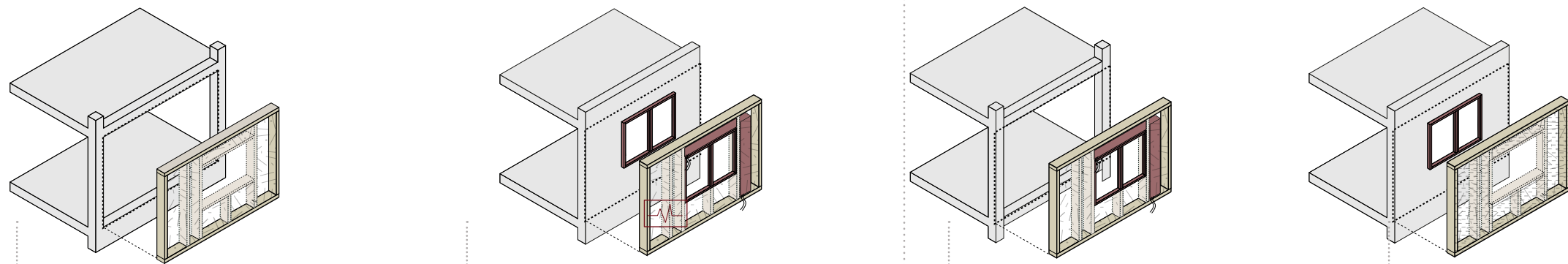
Complesso residenziale ARV,

Povo, Trento

Telaio in legno, integrazione serramenti

Fig. 2: Elaborazione a cura dell'autore della tesi fonti delle immagini nelle pagine seguenti

MONTAGGIO PANNELLI ASSEMBLATI OFF-SITE



NUOVA
REALIZZAZIONE

RETROFIT

RETROFIT

NUOVA
REALIZZAZIONE

NUOVA
REALIZZAZIONE

NUOVA
REALIZZAZIONE

RETROFIT

2003

2012

2016

2017

2018

2022

2024

**Complesso
residenziale
Rosenbach**
Bolzano

**Uffici
amministrativi
ExPost**
Bolzano

**Complesso
residenziale
Passeggiata
dei Castani**
Bolzano

**Residenza
universitaria
Mayer**
Trento

**Residenza
universitaria
Unity**
Monaco (GE)
Involucro
realizzato a
Bressanone
(BZ)

**Hotel
La Briosa**
Bolzano

**Complesso
residenziale
ARV,**
Povo, Trento

Fig. 3: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

**MONTAGGIO RIVESTIMENTI REALIZZATI OFF-SITE
RASATURE E FINITURE INTONACO ON-SITE**

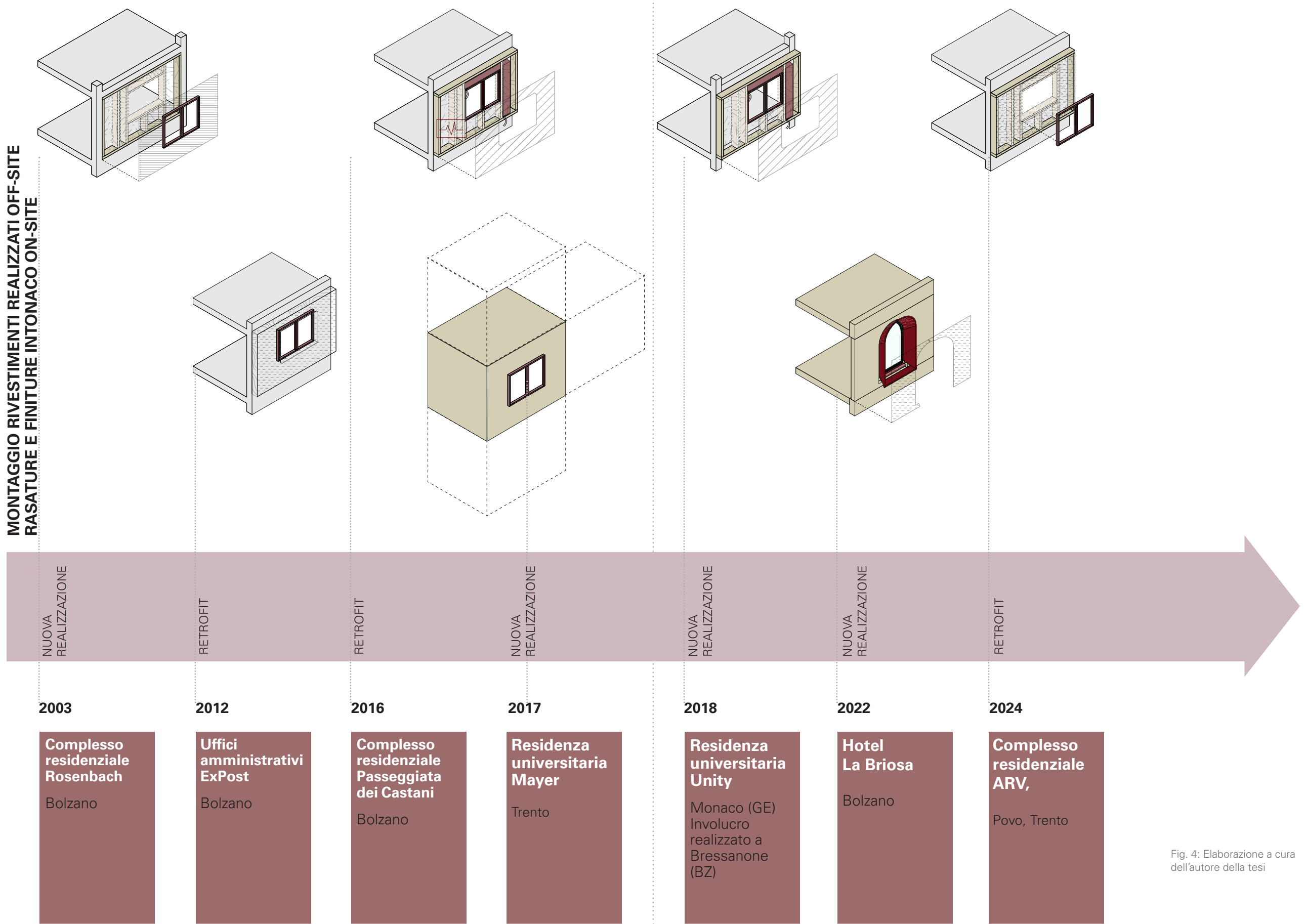


Fig. 4: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

5.1

Hotel La Briosia



INFORMAZIONI

NOME DEL PROGETTO: La Briosia

POSIZIONE: Bolzano, Italia

DATA DI PROGETTAZIONE: 2020

DATA DI COSTRUZIONE: 2021

TEMPI DI REALIZZAZIONE:

DIMENSIONE: 6 piani fuori terra, 340 mq

COMMITTENTE: Famiglia d'Onofrio

MANAGEMENT DI PROGETTO: Armin Strickner

PROGETTISTI: Arch. Felix Perasso, Arch. Daniel Tolpeit, Tiftla, Ing. Stefano Moravi

PROGETTISTI PARTE IMPIANTISTICA: Ing. Andrea Ducati

BUILDING TEAM:

COSTO: /

FINANZIAMENTI: /

NUOVO / RETROFIT: Parziale recupero e nuovo ampliamento

UTILIZZO: Hotel

STRUTTURA: Prefabbricata, sistema Holzhaus

MATERIALI: Legno, cemento

ORIGINE DEL LEGNO E CERTIFICAZIONE:

FILIERA FORESTA-LEGNO: Esclusivamente imprese locali

IMPIANTI INTEGRATI IN FACCIATA: Sistema oscuramento motorizzato

LINK SITO: <https://www.la-briosia.it/>

Fig. 5: Facciata nel contesto

Fonte: <https://www.fierabolzano.it/it/klimahouse/story/vincitori-wap-2023>

RICONOSCIMENTI

Wood Architecture Prize 2023

by KlimaHouse

categoria Architettura sperimentale

Motivazione della giuria per il premio Wood Architecture Prize by KlimaHouse 2023, Categoria: Architettura sperimentale.

“Questo progetto è stato scelto quale interpretazione architettonica, audace e innovativa, del tema dell’edificio multipiano in legno nel contesto della città storica. Il progetto, sviluppato nell’ambito di un intervento di rigenerazione urbana, è caratterizzato da un approccio sperimentale sia con riferimento alle scelte formali che agli aspetti processuali e costruttivi. Dell’edificio esistente, demolito in modo parziale, è stato recuperato il basamento, a partire dal quale è stata realizzata la nuova struttura multipiano con pareti prefabbricate in legno caratterizzate dall’integrazione di aperture strombate in cemento che declinano un’inedita configurazione di facciata. Hotel La Briosa rappresenta un modello di ospitalità sostenibile ed integrata al territorio, finalità che è stata assunta dal progetto architettonico attraverso una visione di filiera territoriali mediante la produzione dei componenti ingegnerizzati in legno regionale e il coinvolgimento delle maestranze locali.” (Giuria Wood Architecture Prize, 2023) ¹

¹ I vincitori del Wood Architecture Prize by Klimahouse», KlimaHouse, consultato 3 maggio 2023, <https://www.fierabolzano.it/it/klimahouse/story/vincitori-wap-2023>



SITO e CONTESTO



Fig. 6: Sito di progetto

Fonte: Geobrowser Maps

Bolzano, città di frontiera caratterizzata da sempre da legami tra culture, lingue, tradizioni e visioni di mondi molto diversi tra loro. La storia di questa città è ancora leggibile nella sua architettura. La maestosa cattedrale gotica di origini romai-che, i portici sedi storiche del commercio, la commistione di elementi del gotico tedesco e di elementi del rinascimento italiano che diedero origine allo stile architettonico d’Oltradi-ge che caratterizza le facciate degli edifici del centro storico, con bifore, bovindi, scale esterne e logge. Andando verso l’esterno della città si possono osservare edifici dalle linee più razionali.

Negli anni seguenti, questa spinta ha rallentato il suo corso, in attesa di una visione urbana più forte e chiara che sappia ricostruire la rete di iniziative e associazioni culturali.

E’ in questo contesto che si inserisce il progetto dell’Hotel La Briosa. Situato in prossimità del centro storico della città di Bolzano, in via dei Cappuccini, inserito in un contesto urbano ricco di preesistenze rilevanti. L’edificio esistente non era però legato ai beni culturali e ciò ha permesso la realizzazione di intervento di rigenerazione urbana molto consistente.

Esempio virtuoso di bio-edilizia avanzata, l’Hotel La Briosa è un progetto di recupero parziale di un edificio storico in muratura, in abbinamento a un ampliamento ed estensione in struttura in legno lunare dell’Alto Adige.

INTERVISTA ALLA COMMITTENZA

Luogo: Hotel La Briosia, Bolzano

Data: 27.05.2023

Intervistati: Committenti dell'Hotel La Briosia, Francesco D'Onofrio, Fabio D'Onofrio, Sandra D'Onofrio

Famiglia di piccoli imprenditori di origine italo-tedesca, hanno lavorato per tutta la vita nel settore alberghiero, in Italia e all'estero. Dal 1980 si sono trasferiti a Bolzano per la direzione dell'Hotel Alpi e successivamente per la gestione dell'Hotel Città. La ferma convinzione di voler collaborare con le istituzioni culturali della città di Bolzano, ha portato alla realizzazione di grandi iniziative ed eventi culturali che hanno coinvolto l'intero territorio Bolzanino, tra cui "Piazza Walzer", evento che per sei anni ha trasformato la centrale piazza Walther nella più grande pista da pallo d'Europa.

Negli ultimi anni la decisione della Famiglia D'Onofrio di realizzare il proprio Hotel "La Briosia" nel capoluogo Altoatesino, a conduzione familiare all'insegna della sostenibilità.



Francesco D'Onofrio



Fabio D'Onofrio



Sandra D'Onofrio



Hannelore Scharmacher D'Onofrio

"Lavorare in hotel è la maniera più semplice di conoscere il mondo intero attraverso gli ospiti"

INTRO:

Il progetto relativo all'Hotel la Briosia è emerso come il risultato di un approccio integrato che ha coinvolto diverse figure professionali nel processo progettuale.

Al fine di indagare i fattori che hanno favorito questa integrazione e approfondire il ruolo della Committenza in questo processo, è stata adottata un'intervista non strutturata come modello di indagine. Questo tipo di intervista si è basata su una conversazione aperta con i Committenti, che ha permesso di ottenere una comprensione approfondita delle loro esperienze, opinioni e prospettive, consentendogli di esprimere in libertà i punti ritenuti da loro di maggior rilevanza per il racconto di questo progetto.

All'inizio di ogni paragrafo sono state indicati gli argomenti trattati, ma è importante sottolineare che sono stati riportati in un ordine diverso rispetto a quello avvenuto nella conversazione originale.

Questo approccio ha rappresentato un valido strumento per il confronto, consentendo di comprendere quanto un committente illuminato possa contribuire al successo complessivo del progetto.

INTERVISTA:

Il progetto dell'Hotel La Briosia è nato da una vostra visione molto chiara e innovativa. Quale è la vostra storia? Quali esperienze professionali e personali hanno contribuito alla realizzazione di questo progetto?

FRANCESCO D'ONOFRIO: Mi sembra interessante capire quello che il passato nostro per capire perché siamo arrivati a questo progetto.

Abbiamo sempre lavorato con tanto piacere e gioia, coinvolgendo sempre gli ospiti e mettendoli nelle migliori condizioni per godersi il soggiorno.

Io e mia moglie ci siamo conosciuti in Inghilterra, nello Yorkshire alla fine degli anni Sessanta. Io cameriere, mia moglie receptionist. Per una decina di anni, abbiamo lavorato nel Sud Italia, tra Gargano e Sicilia. Nel 1980 ci siamo trasferiti a Bolzano iniziando la direzione dell'Hotel Alpi, per 34 anni. Per sei anni abbiamo gestito anche il ristorante di Castel Mareccio e dal 2001 l'Hotel Città.

Quando siamo diventati piccoli imprenditori, lavoravamo per il profitto, ma ritenevamo fondamentale **la soddisfazione di aver fatto qualcosa per gli altri**. Nella gestione dell'Hotel Città, abbiamo sempre voluto guardare anche alla città di Bolzano, collaborando con le istituzioni culturali del territorio. Per sei anni abbiamo trasformato piazza Walther in "Piazza Walzer", la pista da ballo più grande d'Europa.

Dopo anni abbiamo deciso di voler costruire qualcosa di nostro, che ci rispecchiasse. Abbiamo investito molti ma poi il risultato non può prescindere da quello economico, deve esserci la soddisfazione anche di aver fatto qualche cosa di piacere.

In tal proposito, quali sono state le ragioni che vi hanno spinto a voler realizzare questo progetto e come sono stati mossi i primi passi verso questa direzione?

FABIO D'ONOFRIO: L'edificio preesistente è stato acquistato nel 2016 con idee poco chiare. Il sogno dei miei genitori era quello di avere un appartamento in centro, comodo, accessibile e dal quale si potesse godere della vista delle montagne circostanti.

SANDRA D'ONOFRIO: E' capitata questa opportunità e da qua sono iniziate le idee. Abbiamo compreso che si sarebbe potuto ampliare e sopraelevare, per cui ha iniziato ad aver senso pensare ad un albergo, ma non avevamo esperienza, non siamo costruttori, non abbiamo mai avuto alberghi di proprietà.

FABIO D'ONOFRIO: Così ci siamo affidati a quello che è diventato il nostro project manager, Armin Strickner, che ci ha aiutato a definire il nostro **Brand Code**. A partire da quiz con cui si stabilisce chi siamo e cosa vogliamo, viene creato un piccolo dossier in cui sono indicate tutte le informazioni, partendo dalle basi per arrivare alla definizione del nome. In questo documento c'era **tutta la nostra esperienza, gli anni all'estero, gli anni qua a Bolzano**, la voglia di guadagnare però anche di **investire sul territorio per restituire** qualcosa. Di far proprio quel che piace a noi, per lavorare meglio e avere un personale a cui piaccia lavorare con noi, in cui gli ospiti vengano e si sentano bene fin da subito.

È stato rappresentato l'albergo come una persona: com'è questa persona? Aperta, allegra, ospitale, le piacciono le cose vecchie, però anche quelle nuove... È uscita la parola fusione molto fortemente: la fusione fra Nord e Sud, Bolzano e la Germania, Napoli, il vecchio e il nuovo. Il colore e le forme femminili. Siamo riusciti a capire dove volevamo arrivare e a farlo capire a chi lavora con noi e per noi.

Ci è stato domandato se avessimo un'azienda di riferimento. Noi abbiamo pensato a Cucinelli, a Solomeo in provincia di Perugia. Un imprenditore italiano che ha deciso di investire e produrre tutto in Italia, in questo piccolo borgo, rendendo il paese molto virtuoso. Ha lavorato per sé ma anche per il territorio e per i dipendenti ottenendo un ottimo risultato.

Questo documento viene poi fornito agli architetti e alle ditte per spiegare ciò che vogliamo essere, questo è quello che vogliamo rappresentare. Da qua è iniziata la ricerca degli architetti che sulla base di questo documento hanno realizzato diverse proposte. Insieme ad Armin Strickner ci ha aiutato a scegliere le persone che sembravano più disponibili a farsi condizionare da un concetto già elaborato.

SANDRA D'ONOFRIO: Infatti, attraverso Armin abbiamo conosciuto l'ingegner Moravi e gli architetti Tolpeit e Perasso.

FRANCESCO D'ONOFRIO: Però queste cose funzionano sempre quando si parte da una base chiara in cui si sa già quello che si vuole ottenere, poi si chiede di collaborare. Insomma, noi avevamo il piacere di fare qualcosa di nostro senza dover discutere per trovare accordi.

Il progetto rappresenta un modello di ospitalità sostenibile e integrata nel territorio. Quali sono stati i valori e principi fondamentali che vi hanno guidato nelle decisioni e che volevate trasmettere agli ospiti? Quale impatto ha avuto sulla comunità locale e quali influenze avete accolto?

FRANCESCO D'ONOFRIO: Già vent'anni fa gestivamo l'hotel Città, in piazza Walther. Allora avevamo già delle idee. La

struttura era di proprietà del comune, però **abbiamo sempre voluto lavorare per la città** e non solo. Tutto quello che abbiamo fatto è stato per **offrire questa nostra azienda alla città**, per interessare.

Per esempio, vent'anni fa si parlava molto dell'acqua naturale di Bolzano. Noi abbiamo messo al bar della sala colazione delle fontane di design, tecnicamente molto belle e ben visibili a tutti, dove chiunque poteva prendere l'acqua. Tutti ci consigliavano "invece di fargli bere l'acqua, fargliela pagare". E invece noi la offrivamo. L'idea era nata proprio da Torino, dove tutti i bar avevano le fontanelle con il bicchieri, per rendere l'acqua accessibile a tutti, era dappertutto. Abbiamo voluto riproporre questo elemento anche nella hall del nuovo hotel.

Siamo sempre stati rivolti verso la città. Con questo progetto volevamo inserirci nel contesto territoriale, non volevamo che qualcuno potesse sentirsi privato della luce o dell'aria, se c'era qualche piccolo problema è stato risolto. Siamo riusciti a ottenere un bel risultato e sono tutti contenti di quello che abbiamo realizzato.

SANDRA D'ONOFRIO: Per noi era molto importante il concetto di **ospitalità**. Vediamo a Bolzano, così come in tante altre parti del mondo, questo fenomeno dilagante dell'airbnb. Tutto viene affittato affermando che in tal modo si vive l'esperienza più autentica. Invece noi vediamo che in realtà è una spersonalizzazione di quella che è l'ospitalità. Spesso non si incontra nessuno alla reception, si accede con un codice, nessuno si occupa dell'ordine delle camere... Noi volevamo realizzare un Hotel che fosse piccolo, ma in cui ciascun ospite potesse trovare al suo arrivo qualcuno alla reception, con cui parlare e poter avere un'assistenza. Abbiamo riflettuto molto e ci siamo concentrati per capire come poter offrire un servizio adatto ai tempi in cui viviamo.

FABIO D'ONOFRIO: Uno di quegli aspetti dove di nuovo si intreccia il discorso architettonico, tecnico con il tipo di **ospitalità che vogliamo fornire è lo spazio**. Avevamo l'idea di voler dare tanto spazio ovunque, anche se è una struttura piccola, all'interno ma anche davanti alle camere e negli spazi più pubblici. Non volevamo utilizzare i metri cubi al massimo ma dare il senso di apertura e accoglienza.

La grande collaborazione tra voi Committenti e i Progettisti è stata di fondamentale importanza per ottenere questo risultato. Sapreste raccontarmi come è stata gestita?

FRANCESCO D'ONOFRIO: Noi volevamo che gli architetti e le aziende sviluppassero delle idee interessanti, che però corrispondessero a quelli che sono i nostri desideri. Molti architetti fanno ed è difficile indirizzarli verso un'altra maniera.

SANDRA D'ONOFRIO: Spesso ci viene chiesto dalle persone che visitano l'hotel "chi è l'architetto?". Noi ci teniamo sempre a sottolineare che certo, l'importanza degli architetti è rilevante, però è stato veramente **un lavoro di squadra fin dall'inizio**. Se non avessimo avuto l'esperienza dell'ingegner Moravi, che ha speso veramente moltissimo tempo su tutte le questioni tecniche e ha cercato soluzioni innovative; se non ci fosse stato Armin Strickner che coordinava tutto quanto, anche a livello di aziende e artigiani che hanno lavorato con noi; se non ci fosse stata l'esperienza nel settore alberghiero per tutti gli aspetti più pratici e funzionali che sono fondamentali per una efficiente gestione dell'hotel, che prescindono dalla mera estetica ma sono fondamentali, il prodotto non sarebbe stato questo.

FRANCESCO D'ONOFRIO: Abbiamo lavorato tanto, con piacere, imparando molte cose. Ma penso che anche tutti quelli che hanno contribuito anche noi, hanno imparato qualche cosa e questo è sicuramente rilevante. Perciò il lavoro di gruppo, secondo me, è riuscito.

FABIO D'ONOFRIO: Quando abbiamo vinto il premio di architettura sperimentale, a noi la parola sperimentale ha colpito, ci siamo chiesti cosa avessimo combinato. Il premio è sicuramente un bel riconoscimento, una sorpresa. Ma per noi è comunque in secondo piano perché, se l'ospite dice "Ah che bello, sono stato bene", è ancor più importante. Al momento ci sono le due cose per cui va bene. Con questo lavoro di team con il nostro input, forzando anche ogni tanto la mano, abbiamo trovato dei compromessi. A volte seguendo aspetti un po' meno pratici ma più belli esteticamente.

Il coinvolgimento degli artigiani locali, il sostegno dell'economia, la valorizzazione delle tradizioni artigianali e una connessione più autentica con il territorio sono aspetti fortemente interconnessi e riscontrabili nel progetto. Potreste menzionarmi alcuni esempi di lavori artigianali presenti nella struttura?

FRANCESCO D'ONOFRIO: Non abbiamo voluto cercare artigiani o un'impresa che proponesse un progetto chiavi in mano, perché Armin Strickner si è preso il compito di coordinare tutte le maestranze. Un lavoro non da poco. Abbiamo cercato sempre **artigiani locali** molto bravi, conosciuti sul territorio.

Ad esempio, le piccole pareti nella hall dell'ingresso, dietro le sedute, sono realizzate da una signora di Bressanone. Non sono vetrate, ma resina all'interno della quale vengono poste foglie secche di bosco. Così come le lampade, in cui vi sono foglie di ginkgo biloba e acero rosso.

Ogni anno, in un Paese diverso nel mondo, vengono fatti i mondiali di artigianato. L'Italia è rappresentata dal 90% di ar

tigiani sudtirolesi. Qua vi sono scuole che funzionano e c'è questa passione. In Italia vi erano le scuole di avviamento professionale, poi sono spariti eppure ce ne sarebbe molto bisogno.

Un altro esempio è il pavimento a terrazzo veneziano, realizzato da una piccolissima azienda di Asolo, unica ditta da fuori, vicino Vicenza. L'unica che lavora con una base di calce e pochissimo cemento, lavorato a secco, che lo rende molto più flessibile e le crepe sono più difficili. Altrimenti nei terrazzi normale le crepe sono abbastanza frequenti.

FABIO D'ONOFRIO: Altro motivo di questa scelta è stato proprio il ridotto utilizzo dell'acqua che avrebbe creato problemi con la struttura in legno. Abbiamo realizzato tutte le superfici dei pavimenti con questo materiale, differenziano i colori e le finiture, delle aree pubbliche dalle camere e le docce.

Anche il cibo per la colazione, il caffè, i prodotti per il bagno e le pulizie provengono tutti da aziende locali che hanno passione ed è bello lavorare con loro perché hanno la stessa nostra idea di impresa. Le persone che realizzano queste cose in questo modo sono tutte un po' bizzarre.

Per il design della facciata quali scelte estetiche e funzionali sono state fatte? Quali obiettivi volevate raggiungere?

SANDRA D'ONOFRIO: Devo dire che lì è stato veramente fondamentale il contributo degli architetti. Abbiamo detto da subito che la facciata, l'aspetto esteriore per noi era molto importante. Volevamo realizzare qualcosa che si facesse notare.

FRANCESCO D'ONOFRIO: L'avevamo chiamato il fattore WOW. Volevamo che i passanti, guardando, rimanessero stupiti. Sentiamo il sospiro di soddisfazione e di meraviglia, sia quando l'ospite entra in camera sia quando osserva da fuori. Quindi questo fattore Wow è stato raggiunto.

SANDRA D'ONOFRIO: Quando abbiamo visto i disegni, i colori, questi archi, eravamo un po' dubbiosi. Ci siamo messi nelle mani degli architetti. È sempre molto difficile vedere dal disegno o anche in 3D l'effetto che farà effettivamente dal vivo. C'erano ovviamente le restrizioni della Commissione degli insiemi, l'arch. Tolpeit si è occupato della parte urbanistica.

FABIO D'ONOFRIO: I moduli dei serramenti sono un prototipo su cui hanno lavorato tre o quattro aziende, chi ha progettato la pietra, chi il motore, chi il serramento, è molto sperimentale. L'asimmetria degli archi ha suscitato molta attenzione anche tra gli storici di Bolzano, hanno detto che questo elemento si rifà proprio alle antichità, dove si tendeva a realizzare un'apertura più ampia verso il centro, verso la città. Era più semplice perché le finestre erano rettangolari, qui

invece le finestre sono ad arco e quindi è stato necessario realizzare degli stampi, dei casseri in laboratorio.

Il legno lunare dell'Alto Adige, utilizzato per la struttura dell'edificio, è uno dei più antichi sistemi costruttivi dell'edilizia in legno. Quali motivazioni vi hanno spinto a optare per la scelta di questo materiale?

FRANCESCO D'ONOFRIO: Anni fa lessi un libro, scritto da un signore austriaco circa vent'anni fa, **sul legno lunare** e lì abbiamo iniziato a interessarci. In questo libro l'autore raccontava tutto ciò che veniva fatto dai suoi nonni contadini, in Austria, che facevano delle cose che sembrano scoperte adesso. Elencando tutti i vantaggi per la salute di chi vive dentro una casa di legno, la robustezza e l'antincendio. In Alto Adige vi sono edifici in legno da 400 anni, secoli, insomma.

SANDRA D'ONOFRIO: C'era un **interesse personale** nell'uso di questo materiale. Abbiamo visitato l'albergo San Luis ad Avelengo, anch'esso realizzato in legno lunare, di grande bellezza. Ci ha affascinato e da lì abbiamo preso questa decisione.

Il legno lunare è solo strutturale perché essendo una conifera non è particolarmente bello esteticamente. Ha tutte qualità ottimali per la costruzione.

FRANCESCO D'ONOFRIO: Mi sembra che si stia iniziando a intravedere una realizzazione di sempre più costruzioni in legno, ma molto lentamente. Si guarda poco al futuro, anche politicamente si guarda a domani, ma non più avanti. È un peccato perché vi sono tanti ricercatori che operano in questo campo.

Sapreste raccontarmi, dal vostro punto di vista, i progetti nel progetto che ritenete rilevanti e significativi per la vostra esperienza?

FRANCESCO D'ONOFRIO: Un intervento rilevante è stato la **progettazione della scala**. Se noi avessimo fatto la classica scala con all'interno l'ascensore, avremmo risparmiato spazio avendo una cosa un po' più "normale". Ma grazie all'esperienza che ci siamo fatti lavorando all'estero, abbiamo capito quanto sia importante lavorare in un posto che sia bello. Vedevo che gli alberghi più belli avevano tutti questa grande scalinata, un punto d'attrazione, mantenendo ampi spazi davanti alle camere. Ma la sua realizzazione è stato un momento di grande tensione. La struttura in legno era già stata realizzata fino al quinto piano, ma non c'era ancora la scala. È stata realizzata prefabbricata e calata dal lucernario, non tutti i pezzi sono uguali e a dovevano combaciare al centimetro. Ma è una chicca, una follia.

FRANCESCO D'ONOFRIO: Con l'Ing. Moravi siamo riusciti a **conservare la vecchia cantina** proteggendola con dei sup

porti in cemento. Volevamo far risaltare questa fusione fra il vecchio e il nuovo e quindi avevamo piacere che qualcosa di vecchio rimanesse, che si potesse osservare.

Due pareti originali sono state mantenute, una supportata per proteggere la volta con struttura in cemento armato.

L'impegno e l'attenzione per la sostenibilità sono punti chiave di questo progetto. Quali sforzi sono stati fatti per ridurre al minimo gli sprechi e quali scelte sostenibili per minimizzare l'impatto ambientale?

FABIO D'ONOFRIO: Per il concetto di **fusione tra il vecchio** e il nuovo, poiché è parte della nostra storia, abbiamo deciso di portarci anche oggetti dell'hotel Città, per risparmiarci un po' di soldi, ma perché erano cose belle, con una storia.

Ad esempio, tavolini e sedie sono stati ritappezzati, però le abbiamo portate dietro. Addirittura, i ventilatori, che sembrano fatti apposta per questo ambiente, li abbiamo da vent'anni, erano nell'Hotel Città.

INTERVISTA AI PROGETTISTI

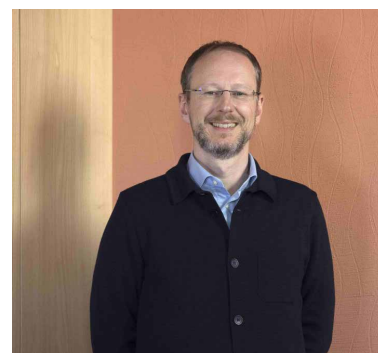
Luogo: Meeting online

Data: 21.07.2023

Intervistati: Progettisti dell'Hotel La Briosia

Ing. Stefano Moravi

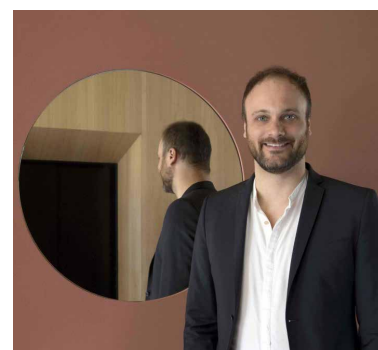
Consegue la laurea in Ingegneria presso l'università degli Studi di Trento nel 1994, con la tesi in "Identificazione dinamica di strutture monumentali". Dal 2012 è Consulente CasaClima. Dal 2013 al 2017 svolge il ruolo di docente presso l'Associazione Nazionale Italiana Case Prefabbricate in Legno (Lignius), in cui nel 2016 consegue la nomina a direttore tecnico. È relatore presso vari convegni come Relatore tecnico su temi inerenti l'edilizia in legno.



Ing. Stefano Moravi

Arch. Felix Perasso

Consegue la laurea in Architettura a Innsbruck con la tesi di master sulle strategie per l'attivazione di infrastrutture abbandonate e applicazione della ricerca a una visione per la città di Genova. Ha lavorato presso OMA a Rotterdam. In seguito, è entrato a far parte di Snøhetta a Innsbruck. È stato membro della giuria del concorso per la casa osservatorio di Roccasalegna organizzato da YAC nel 2017. Nel 2017, 2018 e 2023 ha insegnato come docente presso l'Università di Innsbruck. Nel 2019 ha fondato l'Atelier di Architettura Felix Perasso, con sede in Altoadige. La sua architettura è caratterizzata da un approccio concettuale che parte da un'idea iniziale, piuttosto che da uno stile formale.



Arch. Felix Perasso

INTERVISTA:

IL CONTESTO DEL PROGETTO

Sostenibilità, qualità estetica, inclusione, connettività e partecipazione sono i principi alla base del New European Bauhaus. Il progetto Hotel La Briosa come inserisce nel contesto della Città di Bolzano quale operazione di intervento nel centro storico/rigenerazione urbana? L'opera è stata realizzata in prossimità del centro storico: quali sono i presupposti dai quali è partito il progetto? Sono stati previsti scenari d'intervento alternativi fra loro? Eventualmente questi scenari sono stati confrontati da un punto di vista economico, processuale? Quali argomenti, obiettivi sono prevalsi nello sviluppo definitivo del progetto?

MORAVI: Prima del nostro intervento era stato ipotizzato un altro progetto. E' stata quindi seguita la traccia dello schema strutturale precedentemente stabilito, che Felix Perasso ha seguito per la progettazione architettonica. E' stata una progettazione insolita che ha dato molti limiti, ma poiché le regole di posizione e forma erano quelle date da un edificio in legno, lo schema strutturale sarebbe variato di poco.

Altro limite rilevante è che le pareti in legno erano già state tagliate e sagomate. Il committente aveva deciso con largo anticipo che avrebbe voluto la struttura in legno lunare, erano già state contattate le aziende per richiedere l'intaglio perché vi sono delle tempistiche precise da rispettare.

L'idea iniziale era quella di mantenere l'edificio preesistente. Sono state fatte delle indagini sulle strutture e sono emerse tipologie stratigrafiche completamente diverse tra loro, tra cui: pareti in laterizio, pareti in mattoni, in pietra mista a laterizio, legno e tamponamento in laterizio, i solai erano quasi tutti in legno. La costruzione dell'autorimessa nel cortile interno ha provocato dei danni strutturali a tutti gli edifici nei dintorni. Per questa ragione e per le fessure riscontrate nelle pareti interne dell'edificio abbiamo dovuto optare per una demolizione e una ricostruzione, nemmeno la sopraelevazione l'edificio non sarebbe stata sicura.

PERASSO: Per quanto riguarda gli scenari di intervento, durante il concorso per la progettazione ci è stato chiesto di proporre due ipotesi di intervento, una con la sola struttura a torre, l'altra con l'ampliamento e oggetto laterale, che è lo scenario che è stato poi scelto dei Committenti.

Quanta rilevanza ha avuto nella progettazione l'integrazione con il contesto esistente nei termini di continuità o reinterpretazione dell'esistente?

PERASSO: Si è cercato di integrare l'edificio nel contesto utilizzando colori che si accostassero con quelli degli edifici della via, ma che non fossero già stati utilizzati.

Anche la grana dell'intonaco è grezza per riportare l'idea di imperfezione e diventa più fine man mano che si sale di piano. Le aperture ad arco richiamano le aperture del piano terra preesistente e degli edifici nei dintorni. Sono stati presentati diversi scenari ai committenti nel corso dei meeting.

Non vi era nessun vincolo per edifici storici, ma per regolamento abbiamo dovuto mantenere le pareti perimetrali del piano terra e parte del primo piano. Questo ha costituito grandi problemi nella progettazione strutturale perché le pareti in pietra e mattoni hanno un comportamento strutturale diverso rispetto alla struttura in legno di cui è costituita la sopraelevazione.

La scelta di realizzare un rooftop con una copertura estensiva permeabile fa parte di una strategia di sostenibilità ambientale insieme ad altre scelte progettuali?

PERASSO: Abbiamo rispettato le scelte della committenza, ci è stata richiesta espressamente un'attenzione particolare alla sostenibilità ambientale e all'utilizzo di materiali sostenibili, ma ci è stata data carta bianca.

I criteri seguiti seguono quelli del buon senso e delle buone pratiche, ma non sono state fatte analisi ambientali.

Quale ruolo ha avuto la Committenza nelle scelte operate all'interno del progetto architettonico?

MORAVI: La committenza ha avuto un ruolo fondamentale nel processo decisionale con Armin Strickner e nella creazione del Brand, in cui sono state definite dettagliatamente tutte le caratteristiche e gli obiettivi che si volevano raggiungere.

Per la loro esperienza nel settore alberghiero, hanno consigliato e richiesto specifici spazi e caratteristiche necessari per la conduzione dell'hotel.

MORAVI: Senza i D'Onofrio non saremmo qui a parlare di questo edificio. Forse il ritorno della vittoria del premio, che se ne parli anche in altri ambiti, può procurare un ritorno economico e di immagine che può compensare all'investimento maggiore che c'è stato. Certo non ci sono tanti alberghi di questo tipo, specialmente in centro città.

Sotto quali aspetti è stato affrontato il tema della sostenibilità? Quali strategie e approcci sono stati adottati per ridurre l'impatto ambientale dell'intervento? Sono stati condotti studi preliminari sulle operational ed embodied emissions? L'utilizzo di sistemi costruttivi in legno ha una relazione con una visione più sostenibile dell'intervento o è da considerare come una scelta coerente con la presenza di un ecosistema di competenze e imprese presenti a livello territoriale?

PERASSO: Era il punto focale richiesto dai committenti, non sono stati condotti studi preliminari sulle emissioni, ma l'utilizzo dei sistemi costruttivi in legno è stata una scelta di buon senso.

SVILUPPI FUTURI e TERRITORIO

La scelta di utilizzare materiali locali, riuscire a coinvolgere maestranze, competenze e risorse del territorio è di fondamentale importanza per perseguire gli obiettivi di sostenibilità e circolarità. Ritenete che il territorio dell'Alto Adige abbia un ecosistema orientato a queste sfide oggi perseguite in ambito europeo? Per la vostra esperienza ritenete sia facilmente replicabile in altri contesti? Influiscono più aspetti culturali, come ad esempio la formazione dei professionisti, dei tecnici coinvolti nel processo, la committenza o un sostegno politico e strumenti incentivanti a livello territoriale?

MORAVI: In Italia vi sono altre regioni, soprattutto nel centro Italia, in cui le costruzioni in legno sono più numerose rispetto al Trentino, per quanto le più grandi aziende e i costruttori di edifici in legno si trovino proprio nella nostra regione.

In Trentino si tende a costruire ancora con il mattone nonostante non sia zona a rischio sismico. Questo è dato da una **mancanza di conoscenza e cultura dei committenti.**

Chi decide di costruire in legno e perché si è informato e documentato, è una scelta consapevole. Le aziende più grandi, come ad esempio Rubner, si sono specializzate e lavorano in tutta Italia.

Comunque le **maestranze locali** e soprattutto quelle scelte per contribuire alla realizzazione del progetto, sono sicuramente tra le migliori in Italia.

Tra gli obiettivi posti dall'unione Europea per uno sviluppo sostenibile, vi è quello di favorire la connessione tra le diverse aree disciplinari promuovendo la condivisione di conoscenze. Come progettisti, ritenete possa essere efficace la creazione di reti e piattaforme di scambio che facilitino la connessione tra professionisti? Sareste stati agevolati nella progettazione o ritenete che il caso de La Briosa potrebbe portare a sviluppi futuri significativi nel campo della progettazione sostenibile?

MORAVI: Da normativa dovevamo raggiungere la certificazione CasaClima C, essendo un ampliamento e sopraelevazione. L'obiettivo era arrivare in classe B.

Le scelte progettuali, tutte finalizzate al raggiungimento di una sostenibilità elevata, hanno fatto sì che a fine progetto l'edificio sia stato classificato in **classe A.**

Si sarebbe potuto certificare anche CasaClima Nature (protocollo di sostenibilità). Aveva tutte le caratteristiche per rientrare nel protocollo.

PERASSO: C'è stato anche un momento in cui ci è stato proposto dalla stessa azienda di far certificare come Clima Hotel, marchio di Clima House. Si è deciso di non farlo perché ci si inserisce in un linea di edifici che forse come qualità, non rispecchiano tutte le filosofie che ci sono state in questo edificio, sarebbe stato quasi come sminuire lo sforzo.

MORAVI: Per quanto riguarda la creazione di reti e piattaforme di scambio, trovo sia una domanda molto interessante. Ritengo però che non sia possibile. La condivisione delle esperienze avviene tra professionisti che si ritrovano a collaborare o si conoscono e si scambiano informazioni. Non conoscendo le persone, il modo di lavorare di chi condivide un progetto, non posso farvi affidamento. L'unico modo per condividere informazioni e con professionisti o colleghi con cui si creano contatti diretti.

PERASSO: io ritengo sia fondamentale questo tipo di **condizione e creazione di piattaforme soprattutto tra e per i giovani e gli studenti.**

MORAVI: Può essere utile pensare di guardare quello che è stato progettato e costruito per capire ciò che è possibile fare e avere un panorama delle possibilità. Ma sta al progettista partire da zero. Per mia esperienza ho imparato tutto da solo e trovo sia più utile progettare qualcosa da zero perché si ha più controllo e una conoscenza più approfondita.

Il progetto della Briosa potrebbe portare sviluppi futuri aiutando a trarre spunti di riflessione, ma al momento non sappiamo.

PROCESSO PROGETTUALE

Quello del progetto relativo all'Hotel La Briosa sembrerebbe essere il risultato di un approccio integrato fra le diverse figure professionali coinvolte nel processo progettuale. Quali sono stati i fattori che hanno favorito questa integrazione. Le competenze professionali dei singoli interlocutori, la loro formazione, l'esperienza pregressa in processi simili, l'eco sistema di competenze e imprese presenti sul territorio dell'Alto Adige?

MORAVI: Assolutamente sì. Le diverse figure professionali coinvolte hanno interagito sempre grazie ad Armin Strickner che ha coordinato tutto ed è stato colui che ha favorito questa integrazione e dialogo. Si è occupato di fare da tramite e scambiare i documenti e materiali tra le diverse figure che interagivano.

Quali sono aspetti critici affrontati e risolti nel corso del processo progettuale? La domanda fa riferimento in particolare alla necessaria interpretazione del quadro normativo nel contesto di un progetto con molti vincoli e ad imprevisti che normalmente si presentano nella conduzione di un opera in cantiere.

MORAVI: Per normativa abbiamo dovuto conservare parte delle pareti perimetrali esterne del piano terra e del piano interrato, parzialmente in muratura e pietra.

Il solaio tra il primo e il secondo piano è stato realizzato con **due strutture differenti**, per la metà sopra la parte esistente in cemento armato, la parte aggettante in legno. La problematica è stata di riuscire a far **dialogare** queste due strutture che hanno un comportamento alle sollecitazioni molto diverso tra loro.

La parte aggettante poggia su una trave reticolare di grandi dimensioni annegata nel calcestruzzo, sorretta da tre pilastri. Per sostenere questi tre pilastri sono stati inseriti dei profondi pali nel terreno. Non è stato possibile scavare delle fondazioni consistenti perché non vi erano molte informazioni su cosa ci fosse nel terreno di scavo e dove fossero i collegamenti con gli edifici accanto. In merito al posizionamento dei pilastri, di particolare rilevanza è stata richiesta della commissione edilizia una verifica in sito dell'accessibilità dell'autoscala dei vigili del fuoco per rispettare i requisiti in materia di prevenzione incendi e poter ricevere il permesso di costruire. La prova ha sostanzialmente evidenziato la possibilità di accedere alla casa di riposo per i mezzi di soccorso provenienti dalla via Cappuccini.

Quali strumenti digitali di supporto sono stati utilizzati per la progettazione? Quanto, secondo voi, è e sarà in un prossimo futuro, il peso e la rilevanza della capacità di gestione del flusso di informazioni nell'ambito di un processo progettuale?

PERASSO: Ognuno di noi ha utilizzato i software cui è abituato. Sono stati utilizzati i più svariati. Inizialmente Rhino, Archicad, autocad, grasshopper. Tutti i file sono stati poi condivisi ma non vi è stato il passaggio ad un software Bim. Sarebbe stato impossibile pensare di uniformare il team nell'utilizzo di un unico programma. Ognuno di noi utilizza software differenti ed è abituato in modo diverso, alcune cose non si possono fare con alcuni software perché hanno delle limitazioni, soprattutto negli aspetti più architettonici e di design. Sarebbe possibile per un team che lavora abitualmente insieme.

MORAVI: Fondamentale però è stata la progettazione in 3D, non ci sono alternative per un edificio così complesso.

SFIDE TECNICHE

Se doveste individuare i "progetti nel progetto" che ritenete più rilevanti, su quali vi soffermereste? Quali sono state le più grandi sfide tecniche?

MORAVI: La progettazione della **scala prefabbricata** è stato certamente uno di questi. Idealmente poteva essere più vantaggioso avere un controllo in fabbrica della qualità e della struttura, poiché poggia su travi in acciaio al primo e secondo piano ed è avvitata alla struttura in legno sovrastante, richiedeva massima precisione. La posa è risultata molto difficoltosa, alcune componenti superavano le quattro tonnellate e la gru non aveva la forza necessaria per sollevarla e vi erano scarti di pochi centimetri che non erano controllabili nei disegni. E' stata installata pochi mesi prima della conclusione del cantiere. Anche la conservazione del piano interrato e delle volte a botte, storiche e di particolare pregio, era importante riuscire a conservarle, ma il lavoro di consolidamento è stato molto impegnativo.

MORAVI: l'impianto antincendio.

PERASSO: anche la parte di realizzazione degli archi e delle strutture in legno che ricoprono il piano terra hanno richiesto moltissima precisione e approfondimenti.

Quali vantaggi ha portato l'utilizzo del legno ingegnerizzato e come sono state affrontate le sfide che si sono poste? In particolare, qual è l'origine della scelta dell'utilizzo del legno lunare?

MORAVI: La struttura in legno ingegnerizzato realizzato con il sistema Holzius, senza utilizzo di chiodi, se non nelle giunzioni tra pareti e pilastri e travi che sono tenute insieme da elementi di fissaggio. i pannelli delle pareti sono tenute insieme da incastri a coda di rondine.

Si può dire che di tutto l'hotel **non vi è alcun utilizzo di colla.**

Vi è una relazione fra il contesto nel quale operavate, il centro storico di Bolzano, e la scelta di utilizzare sistemi e componenti prefabbricati per la realizzazione dell'Hotel La Briosia? Questo aspetto sembrerebbe identificabile nella scala prefabbricata, nelle pareti multifunzionali prefabbricate.

MORAVI: La scelta di utilizzare sistemi prefabbricati era influenzata dalla **complessità** dell'elemento ed alla necessità di integrare materiali differenti quali il **calcestruzzo** di cui sono costituiti gli **archi**.

I pilastri che sorreggono lateralmente il serramento verticalmente, fungono anche da **pilastri e strutturali** dell'intero edificio. Siamo così riusciti a ottimizzare le parti strutturali.

MORAVI: Anche a livello di tempistiche, una volta concepito e ultimato il blocco finestra, è stato possibile assemblare le finestre in officina, nello stabilimento di produzione. Questo ha permesso un flusso di lavoro molto veloce, perché a quel punto la finestra era già pronta e finita, compresa di l'alloggiamento per l'avvolgibile. Esecutivamente ha consentito una certa velocità di realizzazione

Quale processo ha portato alla scelta di progettare gli involucri edilizi come componenti prefabbricati? In particolare, i moduli finestra prefabbricati hanno richiesto una integrazione di componenti e materiali molto diversi fra loro? Vi è una componente di ricerca in questo progetto, come è stata affrontata? Quali criticità avete incontrato nello sviluppo di questi sistemi di involucro e come sono state affrontate?

PERASSO: Fin dall'inizio è stato stabilito un budget specifico per la progettazione della facciata, per raggiungere l'obiettivo dei committenti di esprimere e aprire l'hotel verso l'esterno, verso il centro. Si è quindi creato un dialogo con l'architettura, volevamo creare una forma attuale, reinterpretando l'arco asimmetricamente.

L'obiettivo era creare un riquadro che contenesse tutti gli elementi che compongono il modulo finestra, da assemblare insieme al restante involucro.

Per il comportamento strutturale di un edificio in legno, è molto importante cercare di non togliere lunghezza alle pareti per dare maggiore stabilità. I serramenti del progetto sono di dimensioni molto considerevoli, era necessario un architrave strutturale che prendesse i carichi della finestra.

Sono quindi stati progettati **due pilastri laterali** alla finestra che hanno **duplice funzione**: creare il **telaio del modulo**, fungere da **colonne strutturali dell'edificio**. L'elemento parte della finestra stessa è anche elemento strutturale. Nel momento in cui sono state assemblate le strutture dell'edificio, sono stati installati anche i serramenti in contemporanea.

MORAVI: La forma particolare dei serramenti, ha richiesto anche la progettazione di un sistema di oscuramento adeguato che si adattasse all'altezza considerevole. E' stato quindi progettato per salire dal basso verso l'alto, cosa che ha anche il vantaggio di garantire privacy se alzato parzialmente, lasciando comunque entrare la luce.

MORAVI: la progettazione di questi serramenti ha permesso un controllo di qualità più preciso grazie alla realizzazione in fabbrica. Ha certamente contenuto i tempi, in quanto i serramenti sono stati installati in concomitanza con la realizzazione delle pareti perimetrali, anche se questo ha richiesto una perfetta **organizzazione del cantiere** e dei trasporti dei materiali.

In parte i costi sono stati contenuti perché vi sono solamente due dimensioni diverse di serramenti, date dagli squinci orientati in direzioni opposte, questo ha permesso di poter creare un unico prototipo e replicarlo nelle stesse identiche dimensioni.

Come è stata gestita l'integrazione degli impianti in facciata? E quanto questo ha influito nella progettazione estetica dei componenti?

MORAVI: In facciata vi è il sistema di oscuramento e le luci poste nella parte bassa del serramento, inseriti e coperti da un carter metallico del colore degli archi. Tale componente del blocco finestra è stato progettato **integrato** con il modulo serramento, realizzato su misura e tramite taglio laser, ispezionabile e apribile per sostituire la lampadina e fare manutenzione.

Le simulazioni antincendio effettuate sono estremamente innovative. In quale aspetto è individuabile l'innovazione?

MORAVI: Dovevamo garantire una classe di resistenza al fuoco pari a REI 60 in tutto l'edificio. In particolare al piano terra poiché interamente rivestito in legno, privo di trattamenti e vernici intumescenti. Come misura compensativa è stato installato un impianto di spegnimento automatizzato di tipo Water Mist, che nebulizza una minima quantità d'acqua in caso di incendio, senza rovinare le superfici il legno presenti. Abbiamo dovuto svolgere delle **simulazioni di scenari di progetto**. In caso di **incendio**, nel volume d'aria superiore le temperature si innalzano rapidamente, nel giro di pochi secondi si attiva l'impianto Water Mist e le temperature scendono rapidamente. Dai grafici ottenuti si può notare che nello spazio d'aria più basso, la temperatura rimaneva sempre entro i limiti previsti dal codice. Abbiamo dimostrato l'efficacia dell'impianto in base a queste simulazioni.

Dal mio punto di vista progettuale, è stata la parte più complessa. E' un sistema che viene utilizzato raramente, in teatri e in edifici molto grandi con particolari caratteristiche, non vi è una casistica sufficiente, soprattutto per ambienti così piccoli in cui le vie di fuga sono raggiungibili in un percorso di 9 metri. E' qui che individuerei l'innovazione.

STRUTTURA

PREESISTENZA

L'idea iniziale era di tentarne la conservazione della preesistenza. Nel 2017 sono state eseguite indagini sperimentali sulle strutture portanti dell'edificio preesistente e prove di laboratorio, dalle quali sono emerse numerose tipologie di stratigrafie differenti tra loro e fessurazioni importanti delle strutture portanti (Fig. x). Ciò non ha permesso la conservazione a causa dell'instabilità dell'edificio.



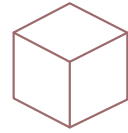
LA NUOVA STRUTTURA MULTIPIANO

L'edificio è composto di un unico corpo di fabbrica a pianta rettangolare di dimensioni massime di circa 15,20 m x 17,90 m, articolato su un piano interrato e sei piani fuori terra per una quota massima pari a circa 22,90 m dal piano di campagna.

La struttura di fondazione è di tipo superficiale a platea massiccia con una palificata per il sostegno di carichi concentrati provenienti da colonne in c.a.

Le strutture del piano interrato, piano terra e parte del primo piano sono in c.a. gettato in opera e prefabbricate. Le rimanenti strutture sono in legno e acciaio, composte da travi e colonne in acciaio o legno e setti portanti in legno lunare³ massiccio. I solai in legno sono tutti in legno massiccio.

La leggerezza del legno ha consentito la realizzazione del grande sbalzo della zona laterale dell'edificio, con luce pari a 5 m e 4 piani di edificio sopra di esso, senza la necessità di ricorrere ad elementi strutturali particolarmente complessi.



² Approfondimento per il sistema Holzlius: <https://www.holzlius.com/it/>

³ LEGNO LUNARE: Si intende il legname tagliato seguendo le fasi lunari, ossia procedendo al taglio degli alberi solo nei giorni previsti dal calendario forestale lunare, nei periodi di luna calante, quando la linfa è entrata in fase di riposo e si ha maggior acqua legata al suo interno.

I tronchi vengono lasciati asciugare in verticale, capovolti, con la corteccia e alcuni rami intatti. La gravità fa sì che la linfa residua scenda verso i rami rimanenti che vengono successivamente tagliati. Il processo di essiccazione avviene in modo naturale. Non comporta alcun uso di tossine o forni di essiccazione, creando così un impatto ambientale inferiore. Durante l'essiccazione esso denota un maggior ritiro, ovvero riduce le proprie dimensioni in maniera sensibile, rendendo il legno più denso. L'aumento di densità del "legno lunare" ammonta al 5-7%, rendendolo più resistente, durevole e con maggior resistenza ai parassiti. Inoltre permette elevati standard di benessere abitativo, in quanto il legno può essere non trattato. Controllato e certificato dalle autorità forestali, con attenzione alla selezione dei boschi. Prove svolte nel 2003 dal prof. Ernst Zürcher dell'università ETH di Zurigo, per trovare evidenza scientifica dimostrano maggior durevolezza e resistenza alla degradazione dovuta agli agenti ambientali rispetto al legno tagliato in modo convenzionale. fonte: Thoma, azienda austriaca che si occupa della produzione di legno. <https://www.thoma.at/it/legno-lunare/> (Thoma, 2016)

Le strutture in legno sono di due tipi:

- In sistema "Holzius"², una tecnica costruttiva brevettata che reinterpreta e combina antiche tradizioni artigianali. Realizzata utilizzando legno lunare³. Costituiscono le strutture prevalenti.

- In CLT con pareti massicce in legno, composte da 5 strati incrociati e incollati di tavole di legno per uno spessore totale di 120 mm e 140 mm. Utilizzate unicamente nella struttura del vano scala e ascensore, a partire dal secondo piano.

Composto da montanti verticali di spessore 6x17 cm in legno di conifera, affiancati e collegati tra loro con giunti a pettine e disposti su 2 o 3 strati (in base allo spessore della parete). Gli strati sono poi interconnessi tra loro tramite tasselli in legno di conifera o latifoglia, con i due lati sagomati a coda di rondine (fig. 11). La resistenza delle sollecitazioni verticali è data dalla presenza di montanti, mentre quella alle sollecitazioni orizzontali è garantita dai listelli orizzontali

Tale metodo consente di realizzare costruzioni senza l'impiego di colla e parti metalliche, garantendo comunque stabilità di forma e duratura tenuta all'aria. Questo permette anche di reimmettere completamente il materiale nel ciclo produttivo a fine vita dell'edificio. Viene richiesta una profonda conoscenza del legno e delle tecniche costruttive per realizzare un edificio completamente in legno, per questo vi sono stretti legami tra gli artigiani locali che hanno approfondita conoscenza delle particolarità regionali.

Anche i blocchi finestra (approfonditi successivamente) contribuiscono alla parte strutturale. Infatti gli elementi sono stati assemblati in un telaio ligneo i cui montanti sono colonne strutturali dell'edificio stesso, hanno il compito di sostenere l'architrave posto al di sopra delle aperture. Tali componenti sono stati prefabbricati completamente off-site, completi di telaio e anta apribile, coibentazione termica e acustica, l'alloggiamento per il sistema di oscuramento motorizzato dal basso. Dal punto di vista strutturale in tal modo si è potuto avere elementi parete più grandi a vantaggio del comportamento globale dell'edificio.

Fig. 13: Fessurazioni presenti nell'edificio preesistente

Fonte: Materiale fornito dai progettisti

Fig. 14: Edificio preesistente

Fonte: Materiale fornito dai progettisti

Fig. 15,16 Dettagli assemblaggio sistema Holzlius

Fonte: <https://www.holzlius.com/it/>

Fig. 17: Pannelli CLT

Fonte: <https://www.archiexpo.it/prod/stora-enso/product-97776-1411543.html>

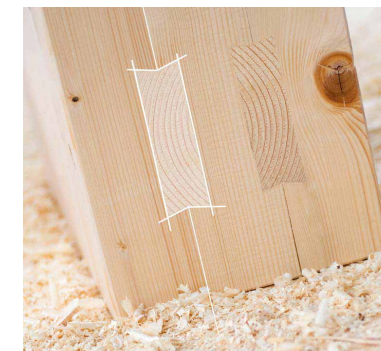




Fig. 18: Sezione A-A
 Fonte: Materiale fornito dai progettisti



Fig. 19: Sezione B-B
 Fonte: Materiale fornito dai progettisti

Il piano interrato è stato parzialmente conservato e riqualificato strutturalmente perché dotato di valenza significativa per i proprietari, volendo trasmettere il senso di fusione con la tradizione e la storia. Parzialmente adibito a sala multifunzione, dispone di servizi igienici, locali di servizio e deposito e cantina, per una superficie complessiva di 120 m²

Rappresentazioni fuori scala

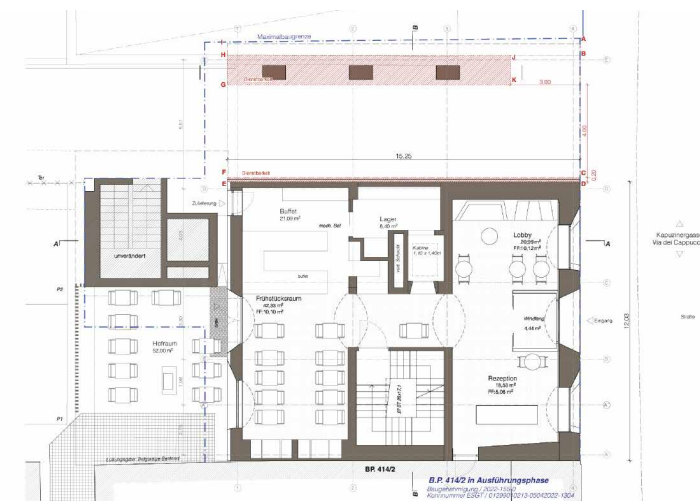


Fig. 6: Planimetria piano terra
 Fonte: Materiale fornito dai progettisti

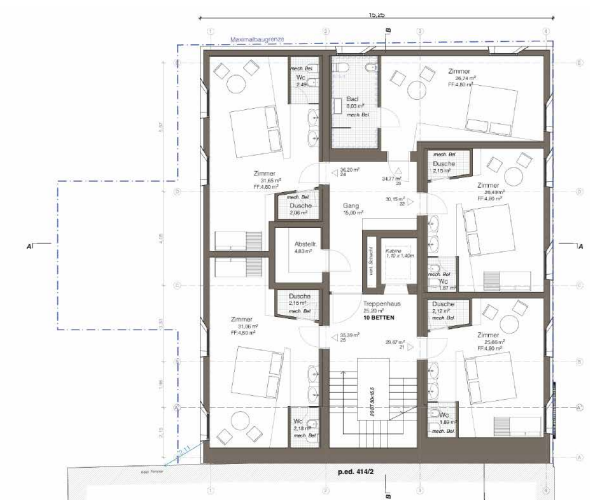


Fig. 20: Planimetria piano tipo
 Fonte: Materiale fornito dai progettisti

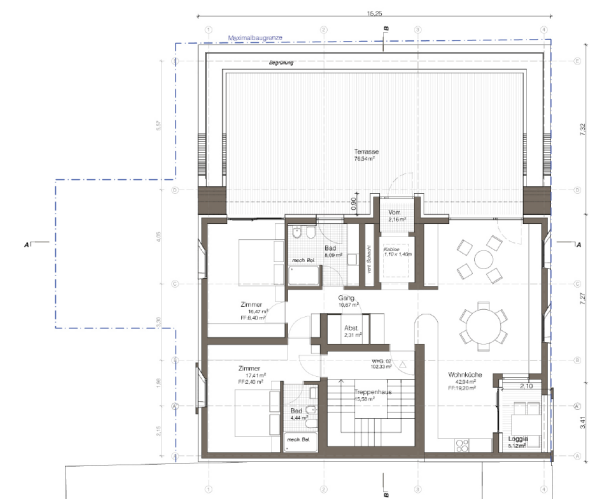


Fig. 21: Planimetria piano cinque
 Fonte: Materiale fornito dai progettisti

Al piano terra è ubicata la reception, cucina, atrio, sala colazioni e accesso al cortile interno esistente. Dal piano primo al piano quarto si trovano le diciassette camere dell'attività ricettiva (di cui il 10% accessibili e fruibili da persone disabili). Al piano quattro e cinque vi sono due unità abitative.

PROGETTO

Lo scopo del progetto è quello di definire e veicolare un marchio olistico e inconfondibile, che abbia un posizionamento mirato sul mercato alberghiero. Combinando elementi architettonici che a prima vista contrastano, l'obiettivo è creare un linguaggio sorprendentemente inaspettato. Utilizzando sia i principi della cultura edilizia locale conosciuti dalla tradizione (fino ad oggi), sia elementi stilistici nuovi, senza che competano tra loro ma piuttosto fondendoli in un nuovo aspetto olistico, in modo che gli elementi costruttivi di base originali siano visibili solo ad un occhio allenato.

Elementi giocosi e contemporanei derivati dall'artigianato locale hanno lo scopo di sorprendere l'ospite in continuo, attirando l'attenzione del cliente su di se, ma senza voler mettere troppo risalto su se stessa.



FUSION- FUSIONE

[lat. fusio-onis = Schmelze, Guss]

“Verschmelzung von zwei oder mehr Elementen zu einem neuen Organismus”

“Unione di due o più elementi diversi a formare un unico organismo nuovo”

Le immagini nella pagina adiacente illustrano i concetti fondamentali del progetto architettonico, nato dal dialogo tra la committenza e Armin, e messo in pratica dai progettisti arch. Perasso e ing. Moravi. Esse sintetizzano i principi che hanno guidato alla redazione del Book, di cui si è parlato nell'intervista sopra importanza rivolta alla committenza. Il contrasto tra forme, materiali, metodologie costruttive e terminologie selezionate è il risultato di questo elaborato. Queste rappresentazioni visuali offrono una comprensione approfondita delle scelte progettuali, evidenziando l'interazione tra estetica e funzionalità.

ESISTENTE



NUOVO



LINEARE



ROTONDO



LISCIO



STRUTTURATO



PREFABBRICAZIONE



ARTIGIANATO



Fig. 22: Elementi di fusione

Fonte: materiale fornito dai progettisti (230307 PDF Interattiva Presentazione Feltracco.pdf)

Il concetto architettonico è basato sulla fusione di elementi contrastanti che danno come risultato un unico organismo, nel quale coesistono:

Tradizione e modernità che si fondono in un linguaggio atemporale. Elementi architettonici tipici del centro storico di Bolzano sono combinati con un linguaggio moderno e contemporaneo, dando all'edificio un'apparenza inaspettata ma rispettosa del contesto storico.

L'esistente e il nuovo si fondono in un unico aspetto uniforme. L'edificio esistente risulta scavato internamente, ampliato e alzato tramite un sistema costruttivo in legno. Il guscio esterno presenta un'apparenza unica con la memoria degli archi dell'edificio originale visibile nelle nuove aperture dei prospetti, mentre all'interno un nucleo di legno garantisce comfort e benessere.

L'imperfezione e la perfezione si fondono in un linguaggio stilistico fresco, allegro e leggero. L'imperfezione tipica degli edifici storici della città, che racconta le tecniche di costruzione di un'altra epoca, viene riportata in facciata attraverso i diversi intonaci grezzi e con gradazioni cromatiche leggermente diverse che sfumano in verticale. La cornice interna degli archi a tutto sesto che circondano le aperture sono sfalsate asimmetricamente e curvano in due direzioni, creando prospettive diverse a seconda del punto di vista dell'osservatore.

Il progetto unisce conservazione storica e nuova realizzazione, rivisitando in chiave moderna e gli elementi autoctoni tipici della tradizione altoatesina.

«La nostra sfida è preservare il più possibile la struttura esistente, in controtendenza rispetto all'attuale orientamento ad abbattere edifici per costruirne di nuovi da zero. La strategia che abbiamo scelto è quella di reinterpretare elementi architettonici tipici del centro storico di Bolzano attraverso un linguaggio contemporaneo, dando all'edificio un'apparenza inaspettata ma rispettosa del contesto storico. La Briosa si distinguerà anche per le scelte architettoniche, non solo in termini di materiali, ma anche per colore e stile. Al bando grigio e colori neutri, per dare spazio al divertimento, all'allegria e alla leggerezza», commentano Felix Perasso e Daniel Tolpeit. (Mariagrazia Barletta, 2020)

INVOLUCRO

La facciata è caratterizzata da intonacature grezze con angoli leggermente arrotondati che parlano di un metodo costruttivo di altri tempi, espresso attraverso curve e pendenze. Una leggera gradazione cromatica verso l'alto, sottolineata da un diverso trattamento superficiale dell'intonaco che conferisce all'edificio un aspetto più leggero riprendendo nuovamente il riferimento a un linguaggio di design arrotondato e morbido.

L'elemento dell'arco a tutto sesto, presente negli edifici limitrofi, nel centro storico e nell'edificio esistente, è diventato il tema centrale della facciata. Le cornici che circondano i serramenti sono elementi prefabbricati in calcestruzzo, intonacati di bianco e leggermente sporgenti rispetto alla nuova linea della facciata, che gli conferiscono una profondità spaziale. Tali cornici curvano in due direzioni, creando una percezione diversa a seconda della posizione dell'osservatore. Infatti provenendo da sud verso il centro storico, emerge il lato diagonalmente arrotondato della cornice con aperture più morbide e arrotondate, che rimandano al paesaggio urbano del centro storico retrostante. Provenendo da nord, invece, l'aspetto più lineare e rettilineo dell'edificio si integra nel linguaggio architettonico moderno del contesto retrostante. Costituiscono accenti di design e riflettono simbolicamente sia l'interno dell'edificio che l'esterno, come si può notare nelle immagini seguenti.

Le pareti in legno massiccio e il cappotto esterno sono aperti alla diffusione e necessitano solamente un telo traspirante, la tenuta all'aria è garantita dal legno e dall'intonaco.

In corrispondenza dei serramenti vi sono elementi con materiali diversi e calcestruzzo che causano possibili ponti termici. E' stata quindi posta una membrana al vapore perché non ci fosse migrazione di umidità che andasse a condensare all'interno del blocco finestra. Tale membrana è stata integrata nella struttura prefabbricata e lasciata fuoriuscire leggermente per raccorderla alle pareti portanti. Così come la tenuta all'aria.

Per quanto riguarda l'isolamento termico, nella linea della finestra sono stati utilizzati dei pannelli correnti in Purenit, elemento resistente e molto isolante termicamente



Fig. 23: Facciata

Fonte: Felix Perasso

Fig. 24: Sperimentazioni sul prototipo della cornice

Fonte: Materiale fornito dai progettisti



SCHEMA DI ANALISI

INTERVENTO

NUOVA REALIZZAZIONE
RETROFIT

STRUTTURA

EDIFICIO
MURI PORTANTI
TELAIO
CELLE 3D
INVOLUCRO VERTICALE
TIMBER FRAME
PANNELLO LEGNO
MASSICCIO/X-LAM
SISTEMA TRAVI-PILASTRI

FUNZIONE INVOLUCRO VERTICALE
PORTANTE
NON PORTANTE
CONTROVENTO

MONTAGGIO
GRU
GRU MOBILE
PONTEGGI

MATERIALI

DI ORIGINE BIOLOGICA
DI ORIGINE TECNICA / SINTETICI

COMPONENTI INTEGRATI

STRUTTURALI

ESPRESSIONE ARCHITETTONICA
INTEGRAZIONE NEL CONTESTO
MODULARITA'

IMPIANTISTICI

ILLUMINAZIONE
VMC
BIPV
OSCURAMENTO
MONITORAGGIO
DOMOTICA
SERRAMENTI

ASSEMBLAGGIO

A SECCO
A UMIDO

PROGETTUALITA'

INDUSTRIALE
ARTIGIANALE
RICERCA

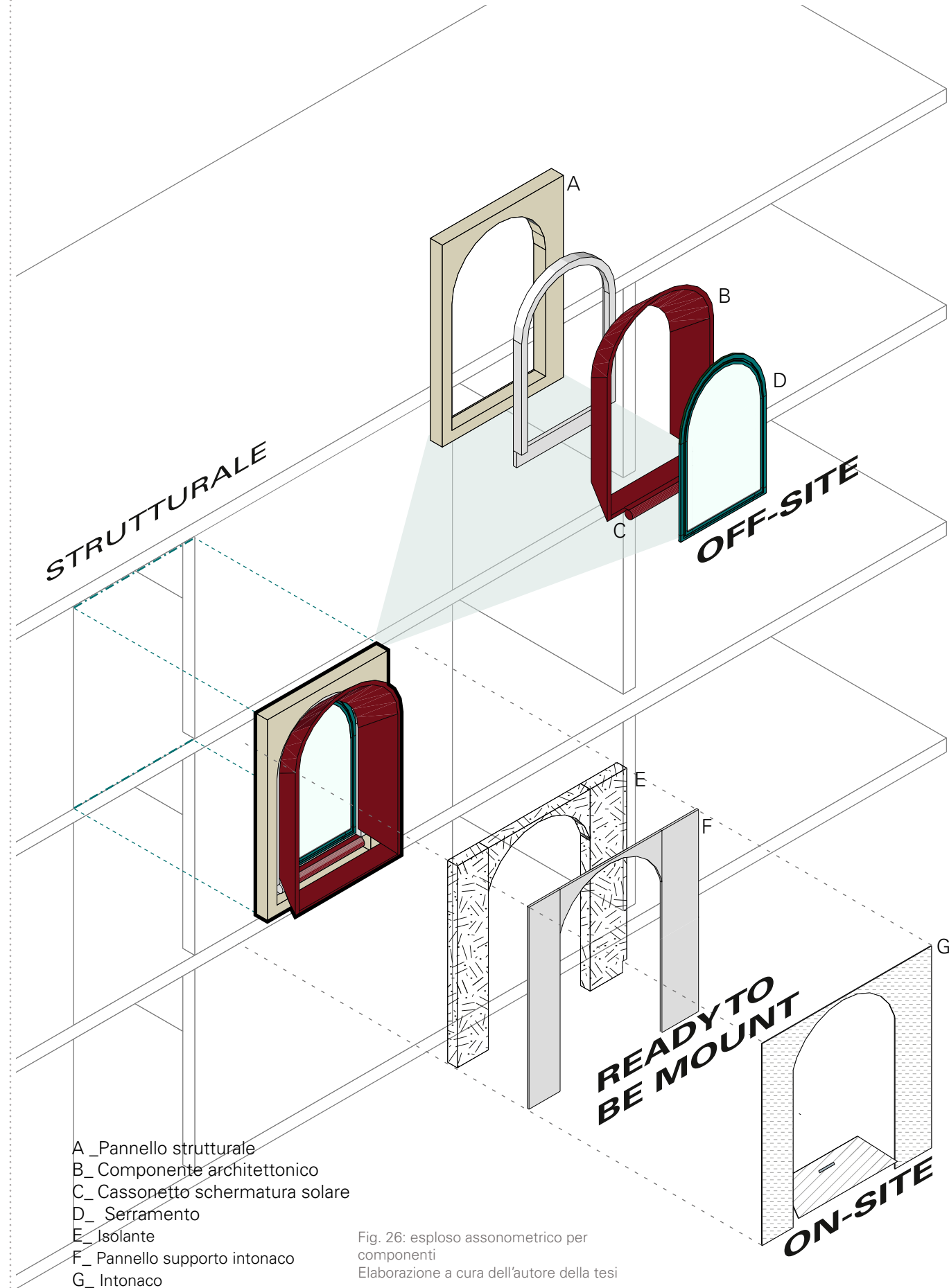


Fig. 26: esploso assometrico per componenti
Elaborazione a cura dell'autore della tesi

I componenti dell'involucro

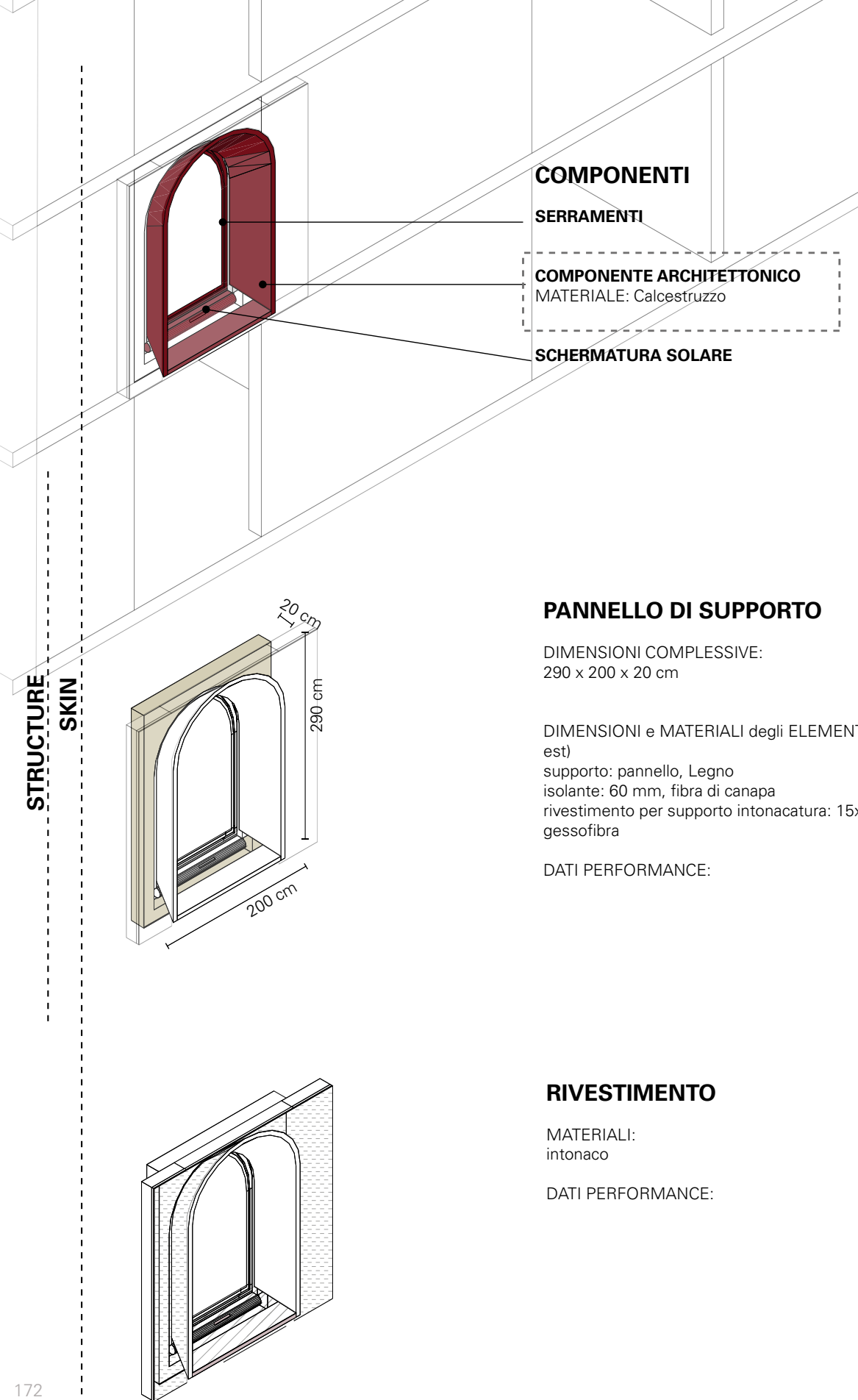


Fig. 27: elementi che compongono l'involucro
elaborazione a cura dell'autore della tesi

IL PROTOTIPO



Fig. 28, 29: realizzazione del prototipo dell' arco in calcestruzzo che circonda i serramenti
fonte: materiale fornito dai progettisti

ASSEMBLAGGIO OFF-SITE e ON-SITE DELLA FACCIATA

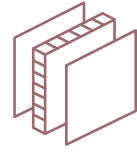


Fig. 30, 31: Immagini di cantiere, assemblaggio delle componenti strutturali

Fonte: Materiale fornito dai progettisti (230307 PDF Interactive Presentazione Feltracco.pdf)

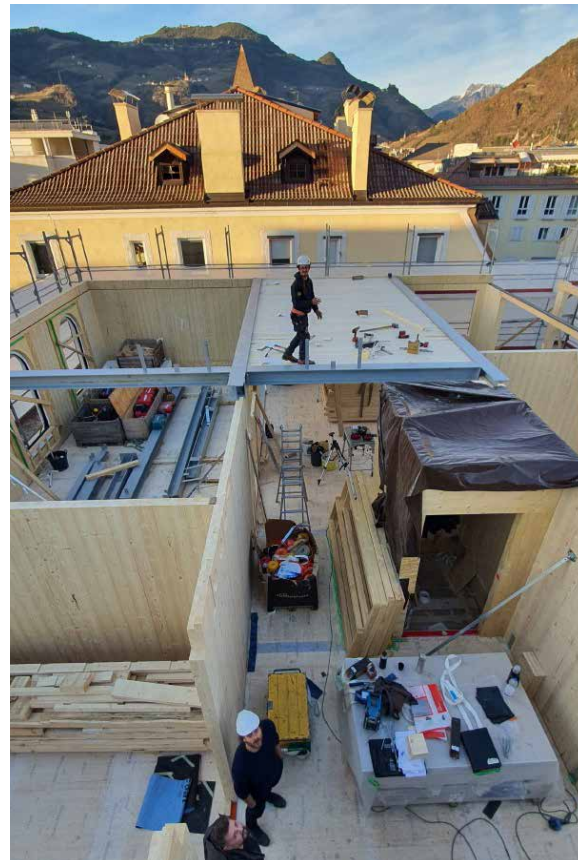
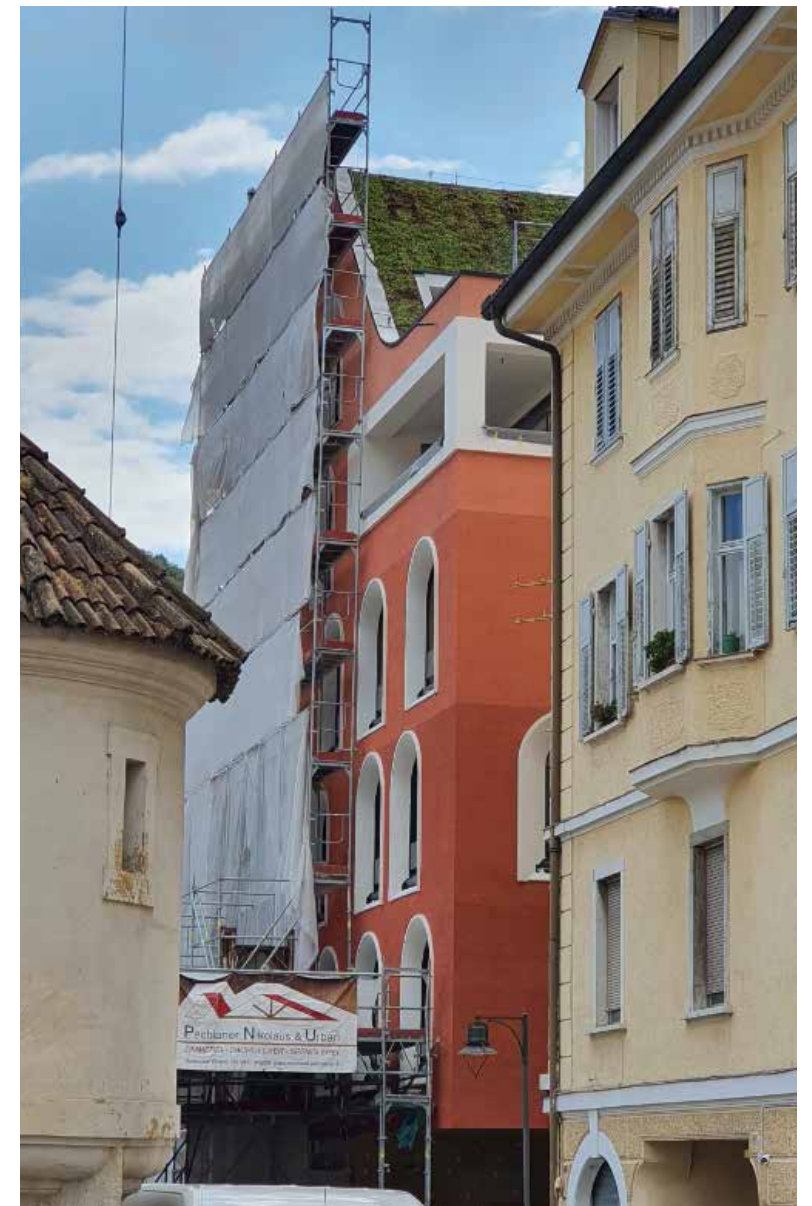


Fig. 32, 33, 34: Immagini di cantiere

Fonte: <https://www.ingenio-web.it/articoli/architettura-in-legno-soluzioni-e-tecnico-costruttive-innovative-usate-nell-hotel-briosa/>



ALTRI APPROFONDIMENTI

INTERNI

Per quanto riguarda gli ambienti interni, per i committenti e proprietari della struttura, un aspetto fondamentale del progetto era il ritorno alla tradizione e all'ospitalità, trasmettendo il senso di accoglienza tramite l'uso di materiali e colori caldi, percepiti in modo più consapevole e resi tattilmente percepibili attraverso il loro utilizzo su componenti insoliti. La volontà era anche quella di creare delle percezioni spaziali inaspettate che sorprendano di continuo l'ospite che vi soggiorna.

«Il comfort naturale e la qualità del sonno nelle 17 ampie stanze sarà garantito anche dall'assenza di colle, chiodi o vernici e dall'eliminazione di fonti di inquinamento elettromagnetico», precisano gli architetti. (Mariagrazia Barletta, 2020)



4 definita dalla UNI CEI EN ISO 13943 come la "capacità di un elemento di conservare, per un periodo di tempo di 60 minuti, la richiesta stabilità e tenuta e isolamento termico al fuoco e/o ogni altra prestazione attesa definita in una prova normalizzata di resistenza al fuoco"

Fig. 35: Camera

Fonte: Felix Perasso

Fig. 36: Sala delle colazioni

Fonte: Felix Perasso

Fig. 37: Hall di ingresso

Fonte: Armin Strickner



RESISTENZA AL FUOCO

Ogni struttura dell'edificio è stata progettata allo scopo di garantire una classe di resistenza al fuoco pari a REI 60⁴. Sono state osservate tutte le prescrizioni inerenti alla reazione al fuoco dei materiali esposti, in particolar modo per quanto concerne il vano scala e le vie di fuga.

Il piano interrato e piano terra sono stati raggruppati in un compartimento pluripiano, mentre ogni piano successivo costituisce compartimento antincendio a se stante. La comunicazione tra i compartimenti avviene attraverso il vano scala.

Per quanto riguarda le componenti strutturali, le pareti in legno massiccio realizzate con il sistema Holzplus, composte da 2 strati di listelli spessore 60 mm ciascuno e le pareti in Xlam di spessore 120 mm e 140 mm, sono esposte al fuoco su entrambi i lati in quanto posizionate all'interno di uno stesso compartimento. Per tale motivo è necessaria una protezione su ambo i lati con doppio strato di cartongesso di spessore 15 mm ciascuno che proteggono per l'intera durata al fuoco richiesta. Pertanto la parete non subisce riduzione di sezione e, in condizioni di incendio, offre la stessa resistenza della condizione a temperatura ambiente.

Nel piano terra dell'edificio, poiché rivestito in legno per quanto concerne pareti e soffitti, privo di trattamenti e rivestimenti intumescenti, si è resa necessaria la progettazione antincendio prestazionale per dimostrare il grado di sicurezza. Come misura compensativa è stato previsto un impianto di spegnimento automatizzato di tipo Water Mist, collegato all'impianto di rilevazione automatica dell'edificio. Tale sistema garantisce l'estinzione dell'eventuale incendio con una quantità minima di acqua nebulizzata. L'efficacia del sistema è stata dimostrata tramite analisi preliminari e quantitative effettuando simulazioni di scenari di progetto (Fig. x), tramite l'approccio ingegneristico della Fire Safety Engineering.

SISTEMI IMPIANTISTICI

Il locale tecnico principale si trova in copertura. Sono state installate due pompe di calore aria-acqua reversibile che producono sia la generazione di riscaldamento che di raffrescamento, per una potenza termica totale di 120kW.

La soluzione adottata ha previsto pannelli radianti a soffitto (Fig. x) e sistema radiante tradizionale a pavimento per quanto riguarda i bagni. La composizione delle lastre dei pannelli radianti è in gesso e zeolite, contribuiscono a ridurre la concentrazione di inquinanti nell'aria in ambienti chiusi.

L'impianto di ventilazione centralizzata garantisce, oltre ai ricambi d'aria igienici e l'abbattimento dell'umidità, contribuisce anche alla copertura del fabbisogno di raffrescamento sensibile. E' stata installata in copertura una unità trattamento aria con recupero di calore ad alta efficienza. All'interno di ogni camera dell'Hotel è installato un sistema manuale, tramite il quale è possibile agire sulle serrande presentemente ai serramenti. Queste hanno funzionamento verticale dal basso verso l'alto per poter garantire al contempo la privacy degli occupanti e l'illuminazione naturale se non completamente alzate. Vi sono inoltre i canali di ventilazione di mandata e ripresa delle stanze stesse.

ISOLAMENTO ACUSTICO

Grazie all'impiego di stratigrafie multistrato completamente in legno e pannelli in cartongesso sono stati ottenuti livelli di isolamento acustico particolarmente performanti, richiesti per un ambiente alberghiero che deve garantire il massimo comfort. Particolare cura anche l'acustica all'interno dei vani, garantita dal contro-soffitto radiante fonoassorbente (Fig. x).



Fig. 38: Controsoffitto radiante fonoassorbente

Fonte: <https://www.ingenio-web.it/articoli/architettura-in-legno-soluzioni-e-tecniche-costruttive-innovative-usate-nell-hotel-briosa/>

PAVIMENTAZIONE

La pavimentazione di tutti gli spazi dell'Hotel (a esclusione dei bagni) è stata realizzata in terrazzo alla veneziana. Costituita da legante a base di calce invece che cementizio, ha consentito la levigatura delle superfici completamente a secco (la levigatura classica prevede grandi quantità di acqua) prevenendo così possibili danneggiamenti ai rivestimenti in legno interni.

Per la pavimentazione delle docce è stata prevista una doppia protezione. Ogni livello di impermeabilizzazione ha il suo sistema di scarico dell'acqua in modo da minimizzare al massimo il rischio di danni derivante da eventuali perdite.

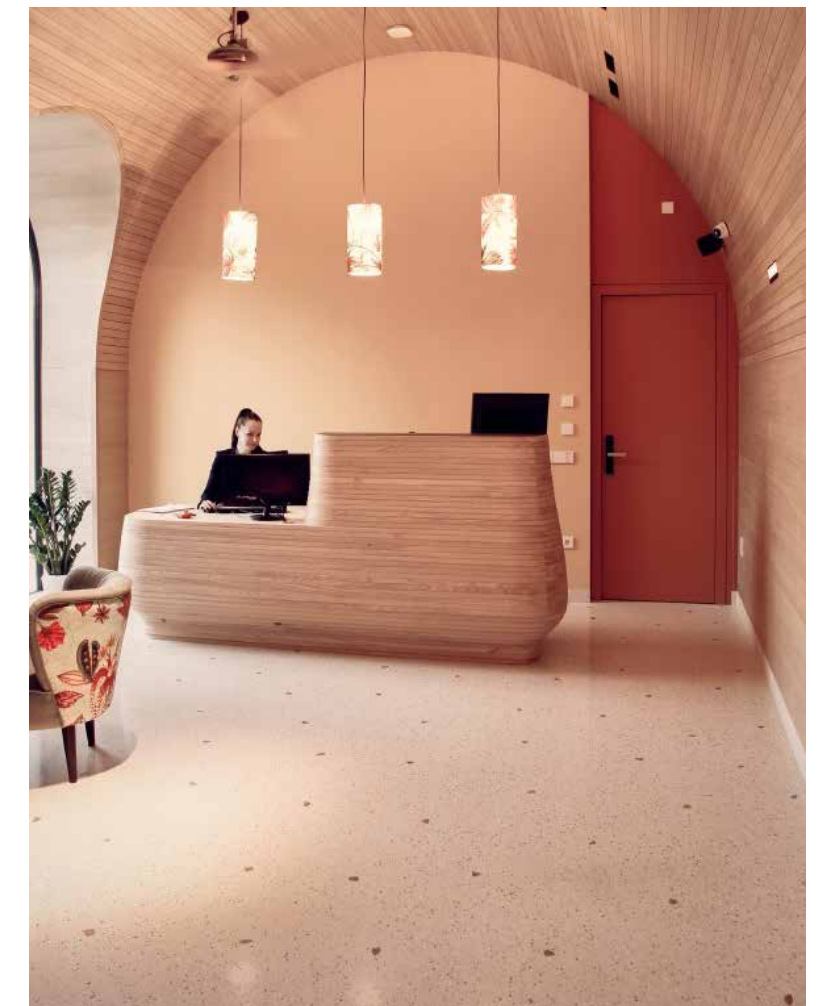


Fig. 39: Pavimentazione terrazzo alla veneziana

Fonte: Materiale fornito dai progettisti

KEY POINT OBIETTIVI PER LO SVILUPPO SOSTE- NIBILE

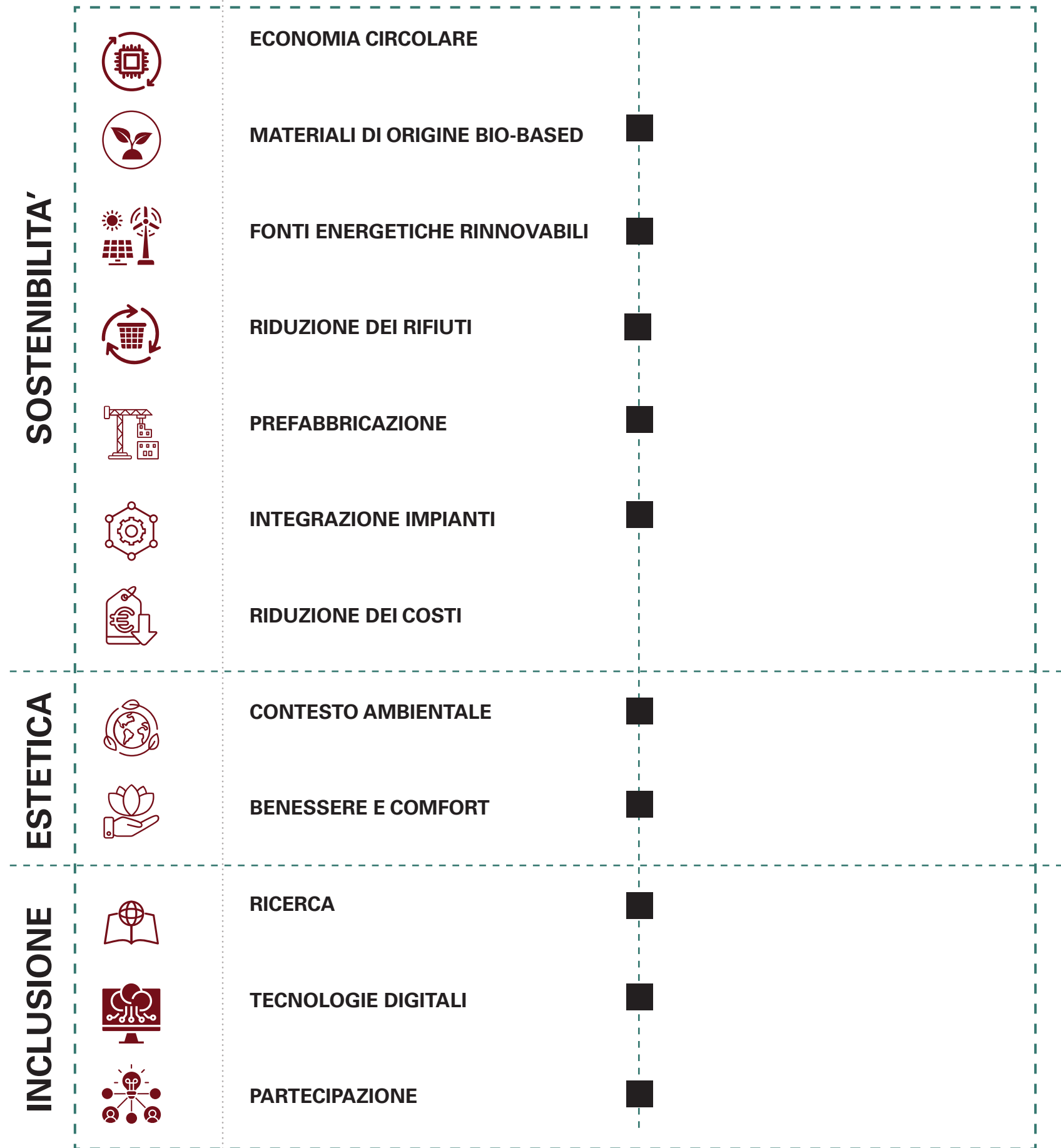


Fig. 40: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

5.2

Complesso residenziale Rosenbach



INFORMAZIONI

NOME DEL PROGETTO: Complesso residenziale Rosenbach

POSIZIONE: Bolzano, Italia

DATA DI PROGETTAZIONE: 2003

DATA DI COSTRUZIONE: 2004

TEMPI DI REALIZZAZIONE: /

DIMENSIONE: 64 appartamenti

COMMITTENTE: Cooperativa Bolzano 1

PROGETTISTI PARTE ARCHITETTONICA: Menz&Gritsch
Architektbüro

PROGETTISTI PARTE IMPIANTISTICA: /

BUILDING TEAM: /

FORNITORE STRUTTURE IN LEGNO: /

COSTO: 8.880.000 €, 780 €/m²

FINANZIAMENTI: /

NUOVO / RETROFIT: Nuova Costruzione

UTILIZZO: Complesso residenziale

STRUTTURA: costruzione mista legno, c.a.

MATERIALI: legno, isolante fibra di legno e cellulosa, calce-
struzzo

ORIGINE DEL LEGNO E CERTIFICAZIONE: /

FILIERA FORESTA-LEGNO: /

IMPIANTI INTEGRATI: /

LINK SITO: /

fig. 40: Facciata sud, verso la corte
interna

fonte: Hans Glauber. (s.d.). Perché una
CasaClima? CasaClima e paesaggio.
<https://slideplayer.it/slide/933128/>

SITO



Rosenbach, complesso residenziale che comprende 64 unità abitative, il committente Cooperativa Bolzano ha indetto un appalto di concorso.

Un team di progettisti ha lavorato per conto della cooperativa nello sviluppo del progetto. Un buon coordinamento tra i progettisti, il tempo per la gestione del progetto e la cooperativa, ha reso possibile la realizzazione in tempi rapidi poiché il tempo a disposizione per volgere i lavori e prendere le decisioni era molto breve.

I progettisti sono rimasti sorpresi dalle competenze tecniche dei committenti, dalle loro richieste, e dalla motivazione con cui hanno accompagnato l'evoluzione dei lavori. I committenti erano i proprietari delle 64 abitazioni. È importante sottolineare che per la scelta impiantistica, dei materiali e l'organizzazione interna degli appartamenti, è stata data grande libertà di scelta ai singoli committenti. Per rendere omogenea l'immagine esterna dell'edificio, sono state considerate e attentamente esaminate tutte le proposte, prendendo poi una decisione democratica che tutti hanno accettato.

L'edificio è stato concepito come una casa a basso consumo energetico. Tra gli interventi per raggiungere questo obiettivo

Fig. 41: Corte intera

Fonte: (Lantschner, 2008)

Fig. 42: Facciata esterna esposta a nord

Fonte: (Lantschner, 2008)



erano diversi:

Forma semplice,

balconi sporgenti

piccole aperture a nord

eliminazione ponti termici con struttura portante posta all'interno dell'edificio e separazione termica tra balconi sporgenti e solai

tetti verdi

COSTRUZIONE

La struttura statica dell'edificio è formata da uno scheletro con pilastri portanti in cemento armato ed acciaio; i solai in c.a.; i cornicioni e i balconi sporgenti sono in calcesruzzo a vista.

Le pareti esterne dei piani fuori terra sono elementi prefabbricati in legno a più strati. Rivestimento bifacciale e ed interposto isolante termico. Pareti costruite in officina e montate con una gru, che è stata costruita appositamente per questo cantiere. In un secondo momento sono stati montati i rivestimenti interni ed esterni.

Con queste soluzioni progettuali è stato possibile ridurre notevolmente i tempi di costruzione.

Di interesse per la tesi è la realizzazione delle pareti esterne: a secco. Grazie a questa tecnologia è stato possibile un tempo di costruzione di 18 mesi, come previsto in fase progettuale.

Gli elementi prefabbricati delle pareti esterne sono realizzati con telai in legno, pannelli in fibra di legno tipo OSB, ed isolamento in cellulosa.

La composizione dei due edifici ha portato alla creazione di una corte interna che ha determinato anche la scelta dei materiali di rivestimento delle facciate. Le facciate rivolte verso il cortile, a sud, sono state rivestite in legno, e le altre facciate orientate verso la strada con tavole di fibra di cemento (eter-nit???)

Il rivestimento esterno è in legno sul lato sud, pannelli in fibra di cemento nel lato esposto a nord. Il piano attico è completamente in legno e le coperture sono terrazze e tetti verdi.



Fig. 43: Cantiere

Fonte: (Lantschner, 2008)



Fig. 44: Cantiere 2

Fonte: (Lantschner, 2008)

INSTALLAZIONI:

Avendo costruito anche i pavimenti a secco, la struttura a doghe in cui è stato frapposto materiale minerale, isolamento acustico garantito dalla fibra di legno per poi seguire il sottofondo a secco e infine il pavimento.

"E' da due anni che abito al Rosenbach con la mia famiglia. Molte cose erano nuove per noi, Costruzione a secco, impianto di ventilazione controllata, per noi erano parole incomprensibili: oggi invece siamo orgogliosi e ci sentiamo davvero a nostro agio nel nostro appartamento" Edith Ploner tratto da (Lantschner, 2008)

BLOWER DOORTEST

La tenuta all'aria dell'involucro di un edificio, ha la stessa importanza delle performance di coibentazione. In considerazione del fatto che gli edifici sono composti da elementi e materiali diversi, è scontato ci siano sovrapposizioni e incastri che potrebbero compromettere la tenuta d'aria dell'edificio. Perché questo presupposto venga garantito, deve essere fatta una progettazione molto accurata e conseguentemente un'attenta tecnica costruttiva, in particolar modo nelle costruzioni leggere.

SCHEDA DI ANALISI

INTERVENTO

NUOVA REALIZZAZIONE
 RETROFIT



STRUTTURA

EDIFICIO MURI PORTANTI
 TELAI
 CELLE 3D

INVOLUCRO VERTICALE
 TIMBER FRAME
 PANNELLO LEGNO MASSICCIO/X-LAM
 SISTEMATRAVI-PILASTRI



FUNZIONE INVOLUCRO VERTICALE
 PORTANTE
 NON PORTANTE
 CONTROVENTO



MONTAGGIO

GRU
 GRU MOBILE
 PONTEGGI



MATERIALI

DI ORIGINE BIOLOGICA
 DI ORIGINETECNICA / SINTETICI



COMPONENTI INTEGRATI

STRUTTURALI

ESPRESSIONE ARCHITETTONICA
 INTEGRAZIONE NEL CONTESTO
 MODULARITA'



IMPIANTISTICI

ILLUMINAZIONE
 VMC
 BIPV
 OSCURAMENTO
 MONITORAGGIO
 DOMOTICA
 SERRAMENTI

ASSEMBLAGGIO

A SECCO
 A UMIDO



PROGETTUALITA'

INDUSTRIALE
 ARTIGIANALE
 RICERCA

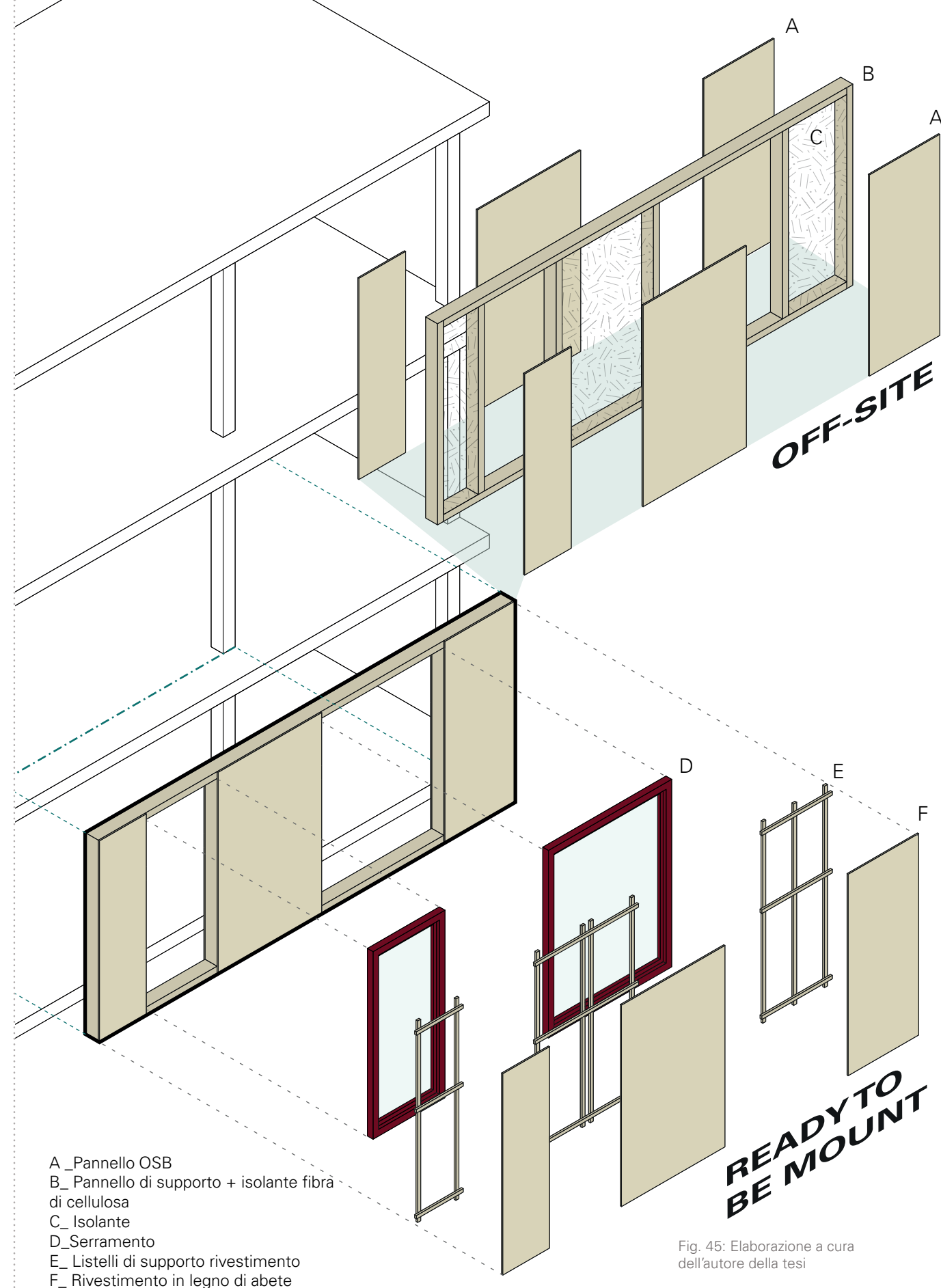


Fig. 45: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

KEY POINT OBIETTIVI PER LO SVILUPPO SOSTE- NIBILE

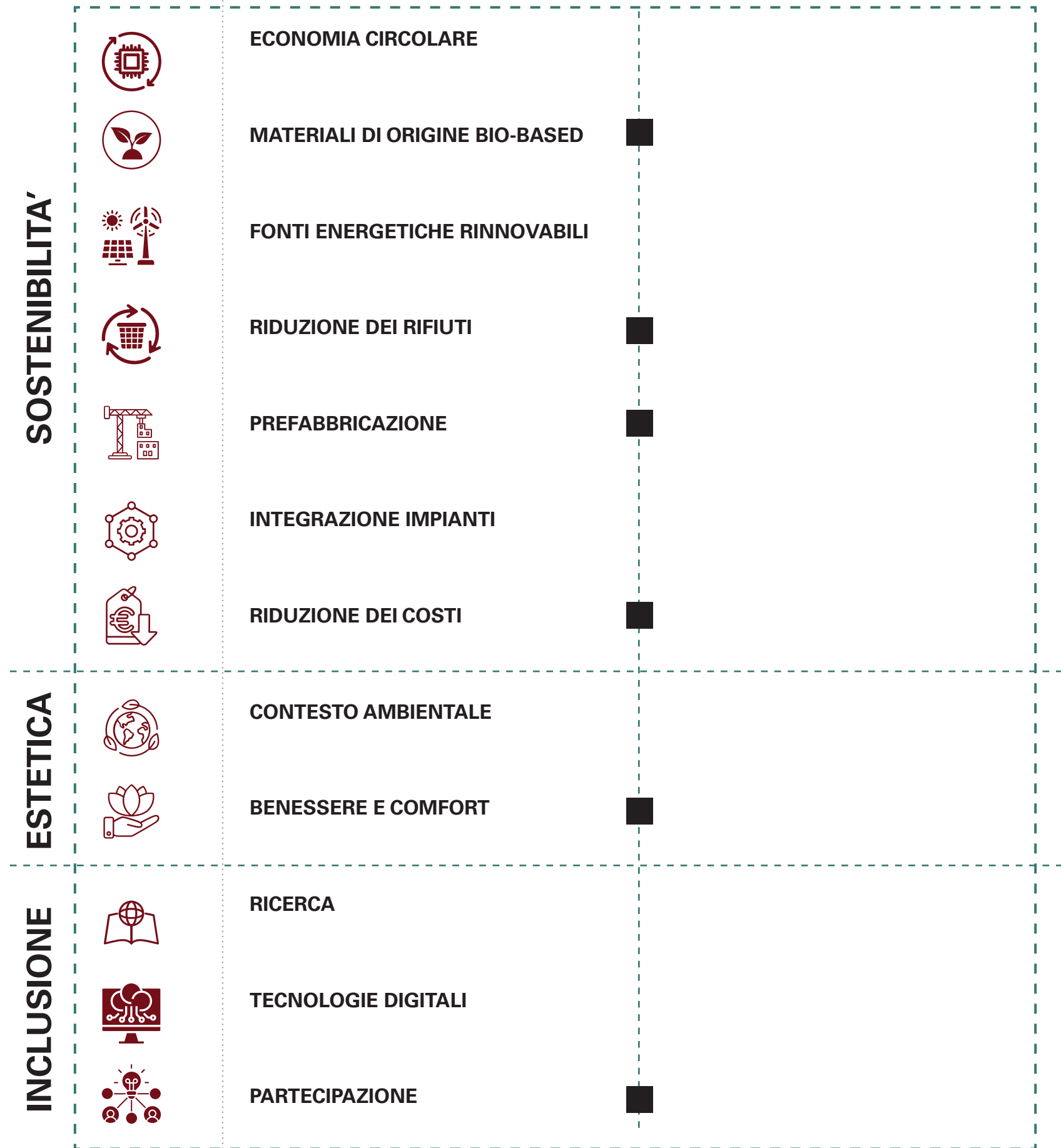


Fig. 46: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

5.3

Uffici amministrativi ExPost



INFORMAZIONI

NOME DEL PROGETTO: ExPost

POSIZIONE: Bolzano, Italia

DATA DI PROGETTAZIONE: 2011

DATA DI COSTRUZIONE: 2012

TEMPI DI REALIZZAZIONE: 2 anni

DIMENSIONE: 24.000 mq (12.000 mq recupero, 8.000 nuova costruzione)

COMMITTENTE: Amministrazione provinciale di Bolzano

PROGETTISTI PARTE ARCHITETTONICA: Michael Tribus Architecture

PROGETTISTI PARTE IMPIANTISTICA: /

BUILDING TEAM: /

FORNITORE STRUTTURE IN LEGNO: /

COSTO: /

FINANZIAMENTI: /

NUOVO / RETROFIT: Retrofit e parziale nuova costruzione

UTILIZZO: Uffici

STRUTTURA: Calcestruzzo

MATERIALI: laterizi, polistirene espanso

ORIGINE DEL LEGNO E CERTIFICAZIONE: /

FILIERA FORESTA-LEGNO: /

IMPIANTI INTEGRATI: /

LINK SITO: <https://www.michaeltribus.com/it/expost>



fig. 47: Facciata Ex- Post

fonte: Massima efficienza per l'ExPost di Bolzano. (2011, agosto 2). Arketipo. <https://www.arketipomagazine.it/massima-efficienza-per-lexpost-di-bolzano/>

SITO



fig. 48: Facciata pre-intervento

fonte: Cipria.org. (2010). Landhaus Nummer.

Costruzione eretta nel 1954, precedentemente ospitava le vecchie Poste. E' stato sottoposto a un intervento con una doppia strategia: ridefinizione dell'involucro e sostituzione degli impianti.

fig. 49: Facciata post-intervento

fonte: Cipria.org. (2010). Landhaus Nummer.



LA STRUTTURA

Caratterizzata da una struttura puntiforme in calcestruzzo armato, tamponamenti in laterizio privi di isolamento termico. Rimossa la sopraelevazione realizzata negli anni '70 e ampliato di due piani. Demolite tutte le partizioni verticali interne.

L'INTERVENTO

Il progetto di retrofit si concentra sulla ridefinizione dell'involucro trasparente e opaco.

Raggiungere un isolamento ad altissime prestazioni

E' stato incollato sull'intonaco esistente un **cappotto in polistirene espanso** da 35 cm di spessore con Sistema di Protezione Termica Integrale StoTherm Classic, che presenta resistenza rispetto agli urti 10 volte superiore rispetto ai sistemi minerali e difficile formazione di crepe. Successivamente stuccato e intonacato in bianco per limitare il riscaldamento estivo

Le **aperture delle finestre**, sono state modellate sui pannelli in polistirene rendendo tutte le cornici delle finestre strombate, con gli stipiti tagliati obliquamente in profondità. Il taglio è stato effettuato con una taglierina a filo caldo.

In questo modo la facciata è stata rimodellata in funzione non solo dell'impatto estetico che manifesta, infondendo vivacità al corpo dell'edificio dall'impatto precedentemente geometrico e rigoroso, ma anche della necessità di apporto di luce solare per le stanze retrostanti ciascuna finestra.

Tutti i **serramenti** sono stati sostituiti da finestre a triplovetro.

Gli **impianti** sono stati sostituiti da una caldaia a condensazione e recupero di calore.

In ultimo, in copertura è stato creato un **tetto verde** per ridurre l'effetto isola di calore e il surriscaldamento dell'edificio con conseguente risparmio energetico in stagione estiva per il raffrescamento degli ambienti.

Questo intervento ha condotto da un edificio energivoro a prima Casa Passiva in Italia (Ex Edificio Delle Poste, Bolzano, 2012), abbattendo costi di esercizio per raffrescamento e riscaldamento del 90% e ottenendo la certificazione Casa Clima Oro. («Massima efficienza per l'ExPost di Bolzano», 2011)



fig. 50: Facciata ExPost

fonte: («Massima efficienza per l'ExPost di Bolzano», 2011)

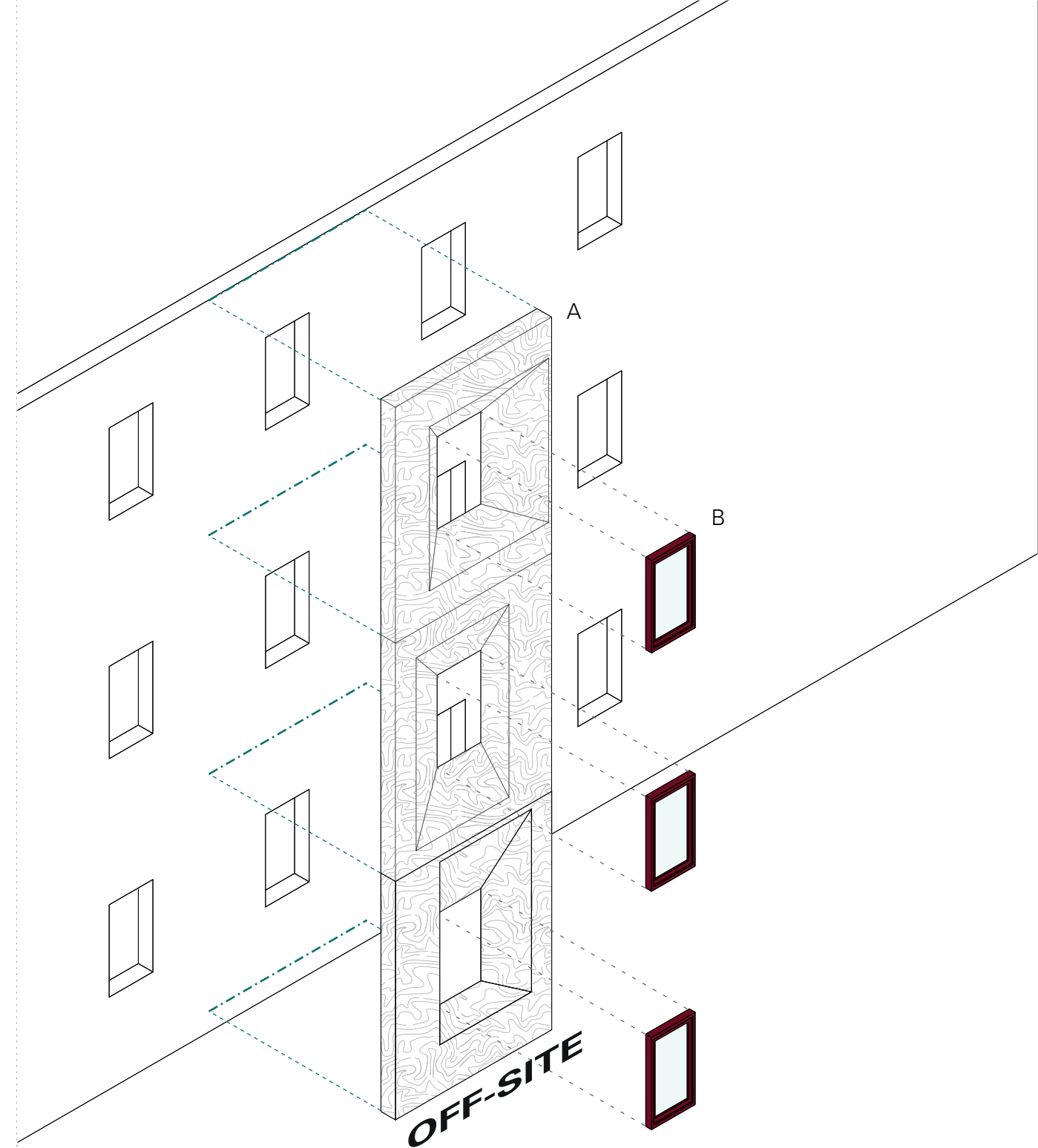
fig. 51: Focus sulla posa del pannello in polistirene espanso sagomato off.site

fonte: (Ex Edificio Delle Poste, Bolzano, 2012)



SCHEDA DI ANALISI

INTERVENTO		
	NUOVA REALIZZAZIONE	■
	RETROFIT	■
STRUTTURA		
EDIFICIO	MURI PORTANTI	■
	TELAIO	■
	CELLE 3D	■
INVOLUCRO VERTICALE	TIMBER FRAME	■
	PANNELLO LEGNO MASSICCIO/X-LAM	■
	SISTEMA TRAVI-PILASTRI	■
FUNZIONE INVOLUCRO VERTICALE	PORTANTE	■
	NON PORTANTE	■
	CONTROVENTO	■
MONTAGGIO	GRU	■
	GRU MOBILE	■
	PONTEGGI	■
MATERIALI		
	DI ORIGINE BIOLOGICA	■
	DI ORIGINE TECNICA / SINTETICI	■
COMPONENTI INTEGRATI		
STRUTTURALI		
ESPRESSIONE ARCHITETTONICA	INTEGRAZIONE NEL CONTESTO	■
	MODULARITA'	■
IMPIANTISTICI	ILLUMINAZIONE	■
	VMC	■
	BIPV	■
	OSCURAMENTO	■
	MONITORAGGIO	■
	DOMOTICA	■
	SERRAMENTI	■
ASSEMBLAGGIO		
	A SECCO	■
	A UMIDO	■
PROGETTUALITA'		
	INDUSTRIALE	■
	ARTIGIANALE	■
	RICERCA	■



A _ Isolante
B _ Serramento

Fig. 52: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

KEY POINT OBIETTIVI PER LO SVILUPPO SOSTE- NIBILE

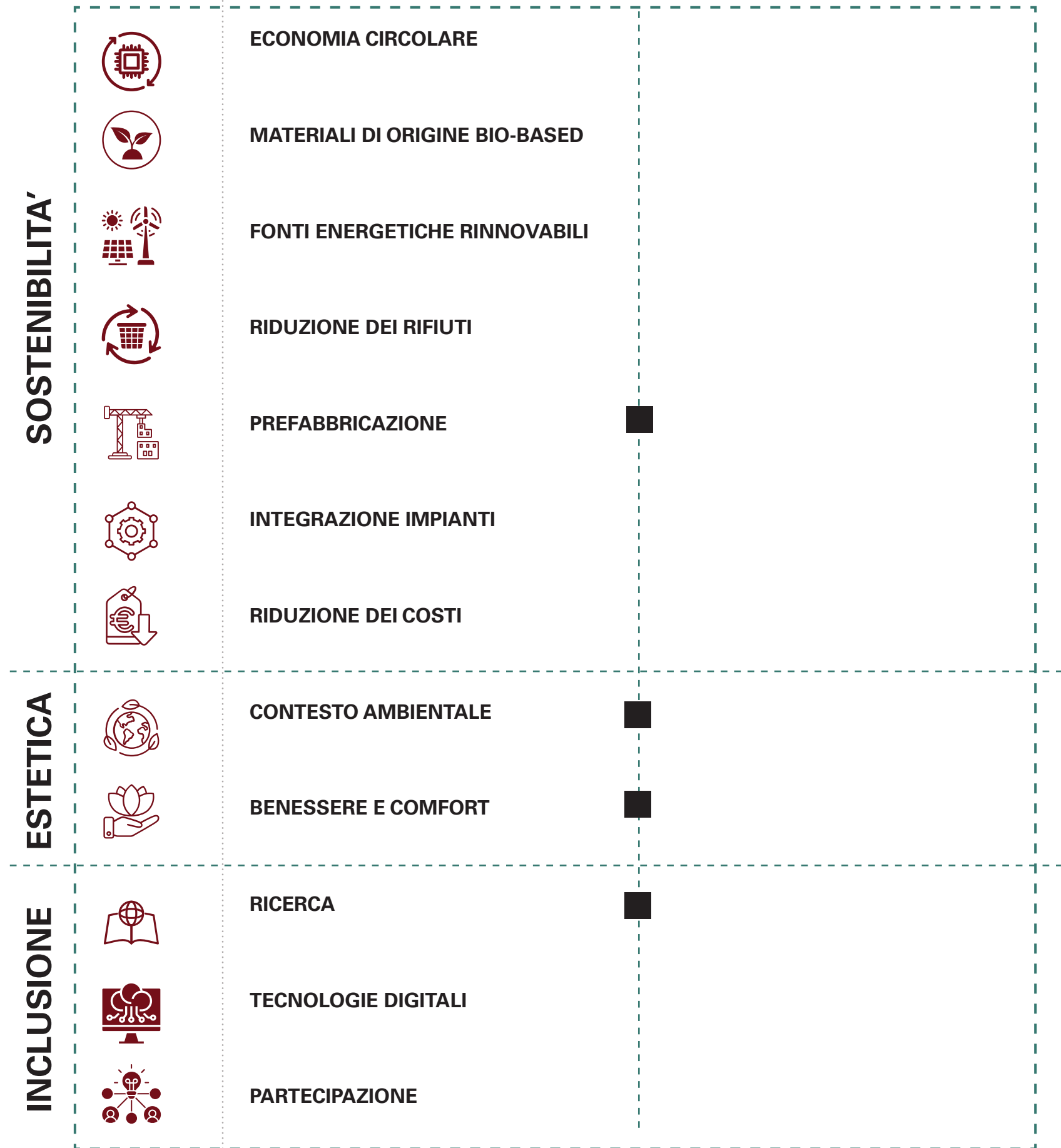


Fig. 53: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

5.4

Complesso residenziale Passeggiata dei Castani



INFORMAZIONI

NOME DEL PROGETTO: SINFONIA, via Passeggiata dei Castani

POSIZIONE: Bolzano, Italia

DATA DI PROGETTAZIONE: giugno 2014

DATA DI COSTRUZIONE: 2017-2019

TEMPI DI REALIZZAZIONE: 12 mesi ogni edificio

DIMENSIONE: superficie lorda complessiva 7.364,8 m², 72 abitazioni, 5 piani

COMMITTENTE: Comune di Bolzano

PROGETTISTI PARTE ARCHITETTONICA: Ing. Giorgio Sandrone, Ing. Paolo Sobrino, arch. Elisabetta Marocco di Studio Mellano Associati, arch. Alberto Sasso di Officina di Architettura, arch. Manuel Benedikter, Ing. Giuseppe Glionna,

PROGETTISTI PARTE IMPIANTISTICA: Ing. Andrea Cagni di EQ Ingegneria, Studio Tecnico Vettori, arch. Gerhard Kopeinig dello Studio ARCH+MORE

BUILDINGTEAM: Carron Bau Srl, Aster Gmbh, Wolf Fenster SpA, Alpac Srl

FORNITORE STRUTTURE IN LEGNO: Carron Bau Srl/ Gmbh di Bolzano (IT), Aster Holzbau Gmbh di San Genesio Atesino (IT)

COSTO: € 4.787.808, 630 €/m² (netti)

FINANZIAMENTI: FP7 project, Unione europea

NUOVO / RETROFIT: RetrofitW

UTILIZZO: Residenziale plurifamiliare

STRUTTURA: facciata prefabbricata intelaiata in legno

MATERIALI: legno, fibra di legno, lana di roccia

ORIGINE DEL LEGNO E CERTIFICAZIONE: FSC/PEFC

FILIERA FORESTA-LEGNO: Esclusivamente imprese locali

IMPIANTI INTEGRATI: Geotermia, pompe di calore, ventilazione meccanica con recupero energia termica, fotovoltaico, impianto solare termico

LINK SITO: <https://www.agenziacasaclima.it/it/progetti-di-ricerca/archiv-progetti-di-ricerca/sinfonia/sinfonia-risanamento-via-passeggiata-dei-castani-1783.html>

fig. 54: Facciata ovest

fonte: <https://www.benedikter.biz/it/sinfonia/>, foto di Dario Conci

Progetto SINFONIA

Introduzione del progetto Sinfonia

Il progetto SINFONIA è stata un'iniziativa quinquennale, cofinanziata dall'Unione Europea, con l'obiettivo di implementare e promuovere interventi di riqualificazione energetica e ambientale con soluzioni energetiche integrate, estese e scalabili, nelle città europee di medie dimensioni.

L'obiettivo è raggiungere un risparmio di energia primaria tra il 40% e 50%, aumentando la quota da fonti rinnovabili del 20%.¹

Con un coinvolgimento di 25 partner europei, la riqualificazione energetica dell'esistente è una grande opportunità economica e di crescita sia in ambito di ricerca che di sviluppo, perché presuppone una grande ricerca a livello di tutti gli attori coinvolti: centri di ricerca e università, amministrazioni pubbliche, imprese, industrie, professionisti e privati.

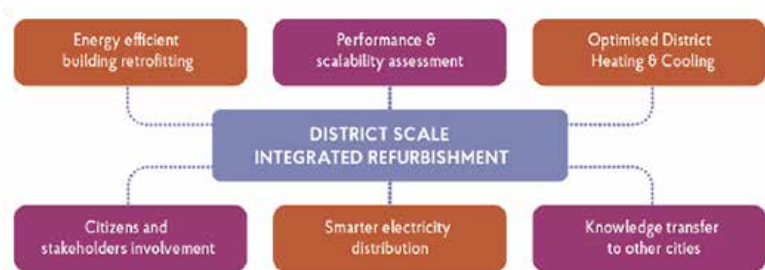
Obiettivo fondamentale è la scalabilità e trasferibilità delle soluzioni adottate. Per permettere ciò sono state definite delle tipologie distrettuali e modelli che consentano alle città di valutare la strategia più adatta al loro contesto. Bolzano e Innsbruck le due città pilota (più altre cinque città "Early Adopted" Boras, Paros, Sevilla, La Rochelle, Rosenheim) in cui sono svolte le sperimentazioni. Città con caratteristiche climatiche e contesti normativi differenti e complementari.



¹ <http://www.sinfonia-smartcities.eu/it/citta-pilota-dettaglio/bolzano>

Fig. 55: schematizzazione dei principi del progetto Sinfonia

Fonte: <http://www.sinfonia-smartcities.eu/en/project>



² Eurac Research è un centro di ricerca applicata privato con sede a Bolzano, in Alto Adige. Nata nel 1992/93, conta oggi undici istituti di ricerca. Gli studi del centro di ricerca a vocazione europeista muovono dalla conoscenza e dalle esigenze del territorio montano e plurilingue dove è sorta per essere sviluppati a livello internazionale. I ricercatori lavorano al fianco di organizzazioni internazionali quali le convenzioni dei Carpazi e delle Alpi, l'UNEP e l'UNIDO nell'ambito dello sviluppo sostenibile e delle tecnologie energetiche. Conta oltre 800 partner sparsi in 56 paesi.

³ CasaClima società della provincia di Autonoma di Bolzano, in qualità di ente pubblico non coinvolto nel processo edilizio, si occupa della certificazione energetica e ambientale di edifici e prodotti, e lo standard CasaClima è integrato nella legislazione provinciale quale requisito energetico da rispettare per la realizzazione di nuovi edifici, il risanamento dell'esistente o l'accesso a incentivi.

⁴ IDM Südtirol, acronimo di Innovators, Developers and Marketers, è un pioniere dello sviluppo economico in Alto Adige. Forniscono servizi a imprenditori e commercianti, con l'obiettivo di garantire una crescita e uno sviluppo sostenibili che aumentino la competitività delle imprese locali. Incoraggiano l'internazionalizzazione e l'innovazione, con particolare attenzione alle piccole e medie imprese, e promuove gli investimenti in Alto Adige.

Nella città di Bolzano è stato previsto:

- il risanamento energetico degli edifici di edilizia sociale, tramite isolamento dell'involucro, integrazione di fonti di energie rinnovabili (pannelli solari e fotovoltaici) e sopraelevazioni tramite tecnologie innovative in legno.

- l'efficientamento del sistema di teleriscaldamento.

- l'installazione della rete USOS (Urban Service-Oriented Sensible Grid) costituita da smart point per il monitoraggio del clima, qualità dell'aria e traffico, stazioni di ricarica per i veicoli elettrici.

Nel dettaglio del risanamento di edifici, sono stati ristrutturati 37.000 m² di alloggi sociali degli anni '50 e '60, per garantire il comfort interno degli abitanti e migliorare le performance energetiche, minimizzando i costi e l'impatto sui residenti.

Più di venti i partner locali coinvolti, tra cui EURAC², Comune di Bolzano, IPES, Alperia, Agenzia per l'Energia Alto Adige-CasaClima³ e IDM Südtirol-Alto Adige⁴.

Cinque i siti dimostratori: Via Palermo, Via Similaun, Via Cagliari /Via Brescia, Via Aslago, Via Passeggiata dei Castani.

Brevi schede riassuntive degli interventi effettuati nei siti dimostratori:

Via Palermo

Anno: 2019

Progettisti: Laboratorio di Architettura- Arch. R. Casarini, Arch. A. Rinaldi

Interventi: Retrofit sull'involucro.

Struttura prefabbricata in legno degli elementi finestra, ventilazione meccanica sotto davanzale.

Impianti: collegamento a rete di teleriscaldamento, installazione impianto solare termico (50% di ACS) e fotovoltaico in copertura.

Estetica: finitura in alluminio estruso bianco, elementi "loggia" bianche alternati a rosso ruggine per ridurre rigidità compositiva e dare identità all'edificio.

Performance CasaClima A, Da 204,41 kWh/m² anno a 46,41 kWh/m² anno



Facciata intervento in Via Palermo, foto a cura dell'autore

Via Similaun

Anno: 2018

Progettisti: area architetti associati architektensozietät- Bolzano

Interventi: retrofit per eliminare ponti termici, ampliamento profondità balconi.

Struttura metallica sovrapposta ai balconi, modulare, di supporto per i nuovi parapetti e fioriere

Impianti: collegamento a rete di teleriscaldamento, Installazione impianto solare termico (ACS in estate) e fotovoltaico in copertura.

Cassonetti con tapparelle motorizzate e ventilazione controllata decentrata (con recupero di calore)

Estetica: maglia strutturale modulare e costante nell'intero sistema, con distribuzione puntuale e ordinata delle fioriere.

Performance CasaClima A, Da 211,93 kWh/ m² anno a 43,61 kWh/ m² anno.



Facciata intervento Via Similaun, foto a cura dell'autore



Facciata intervento Via Cagliari-Via Brescia, foto a cura dell'autore

Via Cagliari / Via Brescia

Anno: 2018

Progettisti: Studio Tecnico Vettori- Bolzano

Interventi: retrofit e sopraelevazione di un piano con struttura in legno.

Struttura Coibentazione tradizionale a cappotto

Impianti: collegamento a rete di teleriscaldamento, Installazione impianto solare termico in facciata e in copertura, impianto fotovoltaico in copertura.

Estetica:

Performance CasaClima A, Da 220,78 kWh/ m² anno a 25 kWh/ m² anno.

Via Aslago

Anno: 2018

Progettisti: area architetti associati architektensozietät

Interventi: retrofit e sopraelevazione in X-lam

Struttura Coibentazione tradizionale a cappotto

Impianti: nuova centrale termica a pellet per ACS e riscaldamento, Ventilazione meccanica controllata con recupero di calore

Estetica: interruzioni rettangolari irregolari in corrispondenza delle aperture, percezione volumetrica omogenea e dinamica, differenze cromatiche e granulometrie dell'intonaco.

Performance CasaClima A, Da 264,29 kWh/ m² anno a 26,19 kWh/ m² anno.



Facciata intervento Via Aslago, foto a cura dell'autore

Fig. 56, 57, 58, 59: Facciate post intervento progetto Sinfonia

Fonte: <http://www.sinfonia-smartcities.eu/en/project>

SITO e CONTESTO

Complesso di edilizia economica popolare costruito nel 1989 dal Comune di Bolzano, situato in via Passeggiata dei Castani 33. Costituito da due edifici di cinque piani, ciascuno dei quali composto da 4 scale per un totale di 72 appartamenti, più un garage al piano interrato.

Struttura a telaio in calcestruzzo armato e solai interpiano con struttura tipo predalles. Non presenta elementi a sbalzo e i balconi sono costituiti da logge chiuse lateralmente.

Situato a ridosso di una collina montuosa sul lato sud-est che penalizza fortemente i guadagni solari in facciata soprattutto invernali e conseguentemente l'aspetto energetico dell'involucro

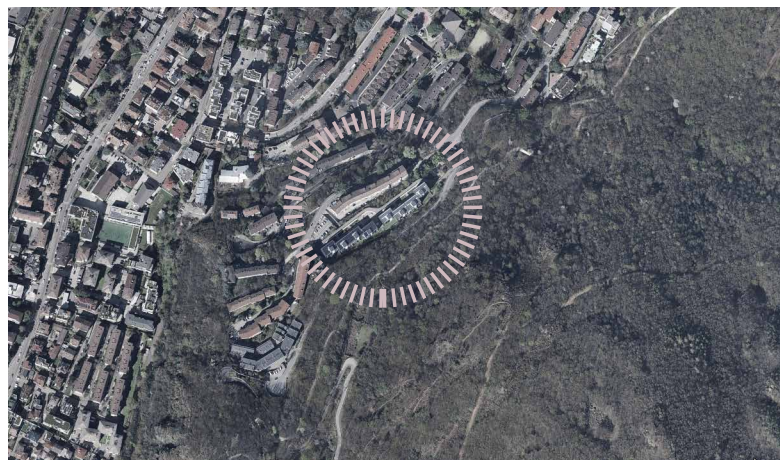


Fig. 60: immagine aerea del sito

fonte: google Earth



CONCEPT E FUNZIONI

Queste sfide precedentemente citate, hanno orientato il team di progettazione verso la scelta di progettare dei pannelli prefabbricati, realizzati off-site, da installare sulle facciate esistenti, al fine di ridurre i tempi di cantiere e minimizzare il disagio degli inquilini, garantendo comunque un elevato controllo di qualità.

Cuore del progetto è stata quindi l'applicazione della facciata prefabbricata in legno, plug&play, con un innovativo sistema di isolamento e ventilazione, primo caso in Trentino-Alto Adige.

Le criticità maggiori dell'esistente: infiltrazioni attraverso il tetto e i balconi, condensazione superficiale dovute alla presenza di ponti termici geometrici e alla discontinuità dell'isolamento termico.

L'obiettivo principale è stato la drastica riduzione del fabbisogno energetico per riscaldamento e acqua calda sanitaria, attraverso un rilevante efficientamento dell'involucro e dell'impianto ricorrendo a tecnologie ad alte prestazioni. Per arrivare ad una riduzione del 40% - 50% di fabbisogno energia primaria.

L'architetto Manuel Benedikter ha spiegato: "il bando vincolava all'uso di fonti rinnovabili per l'80% del fabbisogno di riscaldamento e acqua calda sanitaria. Un obiettivo non facile, considerato che l'immobile è posizionato in costa alla montagna e d'inverno riceve pochissimo irraggiamento. Sono state effettuate quindici simulazioni, ma trovare l'equilibrio tra fonti energetiche rinnovabili e non è stata una sfida progettuale" (Manuel Benedikter in (De Meo, 2022))⁵

Trattandosi di edifici completamente abitati, altro obiettivo fondamentale era garantire il minor impatto possibile sulle abitudini dei residenti, cercando di mantenere gli inquilini all'interno delle abitazioni durante i lavori di ristrutturazione e riducendo i tempi del cantiere al minimo. (<https://www.benedikter.biz/it/sinfonia/>)

5 Fonte: https://www.benedikter.biz/wp-content/uploads/2022/09/CN98_condominio_Ohne-Startseite.pdf



Fig. 61: Facciata post intervento

fonte: <http://www.sinfonia-smartcities.eu/it/demo-site/housing-complex->

STRUTTURA

I moduli leggeri sono stati realizzati con struttura a telaio in legno, coibentazione in lana di vetro che ha portato a un valore di trasmittanza termica U medio di 0,13 W/mqK K

La finitura, anch'essa estremamente leggera per esigenze statiche sulla struttura esistente e per durabilità e manutenzione è realizzata in pannelli di alluminio ed hpl.

Al fine di evitare la demolizione di ampie partizioni all'interno degli alloggi, il progetto esecutivo ha previsto la creazione di intercapedini esterne all'involucro esistente per il passaggio dei pali dell'impianto e dei sistemi di collegamento agli alloggi in corrispondenza delle scale. Questa opzione progettuale ha ottimizzato anche il passaggio dall'impianto esistente al nuovo impianto centralizzato, senza dover ricorrere a soluzioni transitorie.

I pannelli sono stati fissati alle pareti esistenti mediante supporti in acciaio armato, collegandoli alle esistenti solette in cemento armato. Sono stati dotati di sistemi auto compensanti (?) isolati per le correzioni geometriche in parete e tra elementi per risolvere i ponti termici. Particolare attenzione è stata posta nell'allineamento laterale dei pannelli al fine di garantire il corretto allineamento della nuova facciata ed evitare ponti termici. (<https://www.benedikter.biz/wp-content/uploads/2022/09/CasaClima-sinfonia.pdf>)

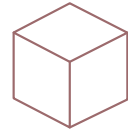
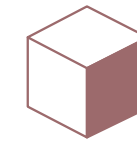


Fig. 62, 63, 64: Realizzazione dei prototipi nei laboratori del centro ricerche Eurac

fonte: <http://www.sinfonia-smartcities.eu/it/demo-site/housing-complex->



DETTAGLI DEL PANNELLO PREFABBRICATO

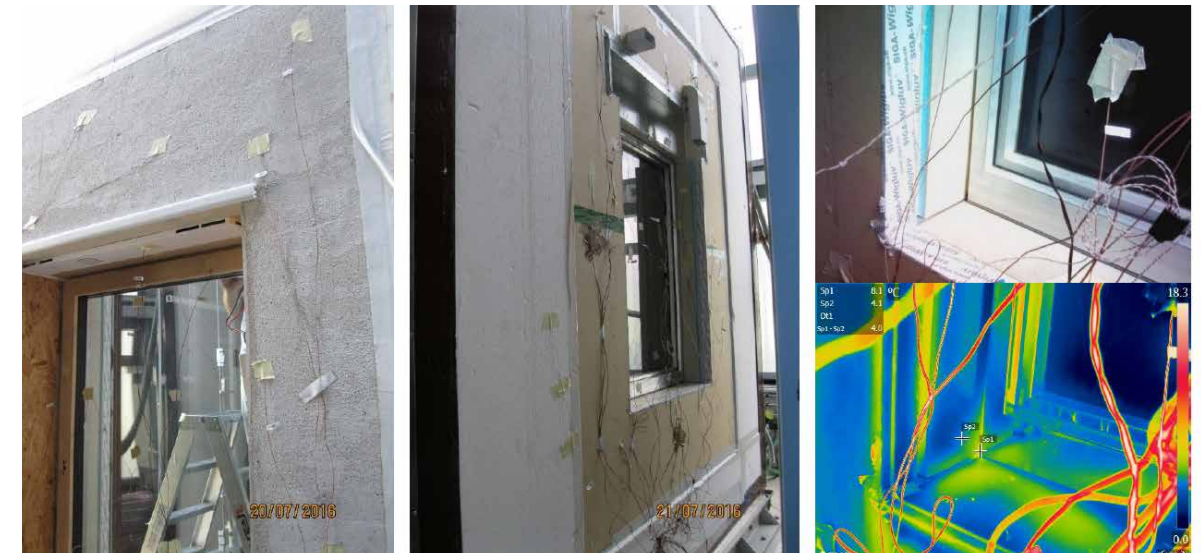
Per ridurre il fabbisogno di energia fossile e garantire bassi costi operativi, l'edificio è stato dotato di un sistema ibrido comprendente una caldaia a gas per produzione di ACS e una pompa di calore geotermica (caratterizzata da due anelli verticali con 15 fori profondi 150 metri) per l'impianto di riscaldamento centralizzato, un campo solare termico e un campo fotovoltaico da 20kWp in copertura.

La riqualificazione complessiva ha raggiunto l'obiettivo progettuale passando da un iniziale Fabbisogno di Energia Primaria da Fonti Fossili di 238 Kwh/mq/anno a soli 22,50 kWh/mq/anno ed una copertura da fonti rinnovabili con utilizzo di fotovoltaico (RES 75%), Solare termico (RES 60%) e geotermico (RES 73%).

È stato implementato un sistema di ventilazione meccanica controllata, integrato nei serramenti.

Fig. 65, 66, 67: Realizzazione dei prototipi nei laboratori del centro ricerche Eurac

fonte: <http://www.sinfonia-smartcities.eu/it/demo-site/housing-complex->



ASSEMBLAGGIO OFF-SITE

È stata raggiunta una produzione media di assemblaggio in officina di 180 mq/giorno.

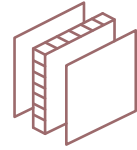


Fig. 68, 69, 70: Isolamento termico in prefabbricazione

fonte: foto di Alberto Sasso (https://www.triplewood.eu/it/progetti/passeggiata-dei-castani_it)



E ON-SITE DELLA FACCIATA

Applicazione in cantiere di 280 mq/giorno di moduli in facciata.

Riducendo fino al 60% i tempi di una coibentazione tradizionale a cappotto.

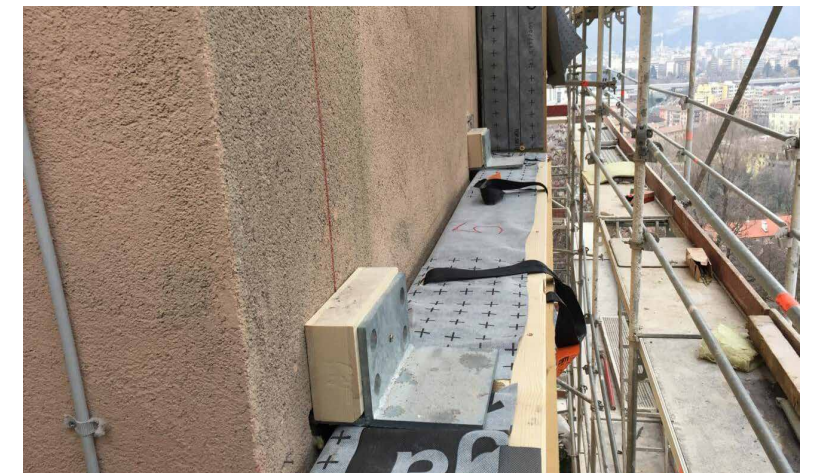


Fig. 71: Isolamento termico in prefabbricazione

fonte: foto di Alberto Sasso (https://www.triplewood.eu/it/progetti/passeggiata-dei-castani_it)



Fig. 72: Cantiere dettaglio balconi

fonte: foto di Dario Conci (fonte <https://www.benedikter.biz/it/sinfonia/>)

SCHEMA DI ANALISI

INTERVENTO		
	NUOVA REALIZZAZIONE	■
	RETROFIT	■
STRUTTURA		
EDIFICIO	MURI PORTANTI	■
	TELAIO	■
	CELLE 3D	■
INVOLUCRO VERTICALE	TIMBER FRAME	■
	PANNELLO LEGNO MASSICCIO/X-LAM	■
	SISTEMA TRAVI-PILASTRI	■
FUNZIONE INVOLUCRO VERTICALE	PORTANTE	■
	NON PORTANTE	■
	CONTROVENTO	■
MONTAGGIO	GRU	■
	GRU MOBILE	■
	PONTEGGI	■
MATERIALI		
	DI ORIGINE BIOLOGICA	■
	DI ORIGINE TECNICA / SINTETICI	■
COMPONENTI INTEGRATI		
STRUTTURALI		
ESPRESSIONE ARCHITETTONICA	INTEGRAZIONE NEL CONTESTO	■
	MODULARITA'	■
IMPIANTISTICI	ILLUMINAZIONE	■
	VMC	■
	BIPV	■
	OSCURAMENTO	■
	MONITORAGGIO	■
	DOMOTICA	■
SERRAMENTI	■	
ASSEMBLAGGIO		
	A SECCO	■
	A UMIDO	■
PROGETTUALITA'		
	INDUSTRIALE	■
	ARTIGIANALE	■
	RICERCA	■

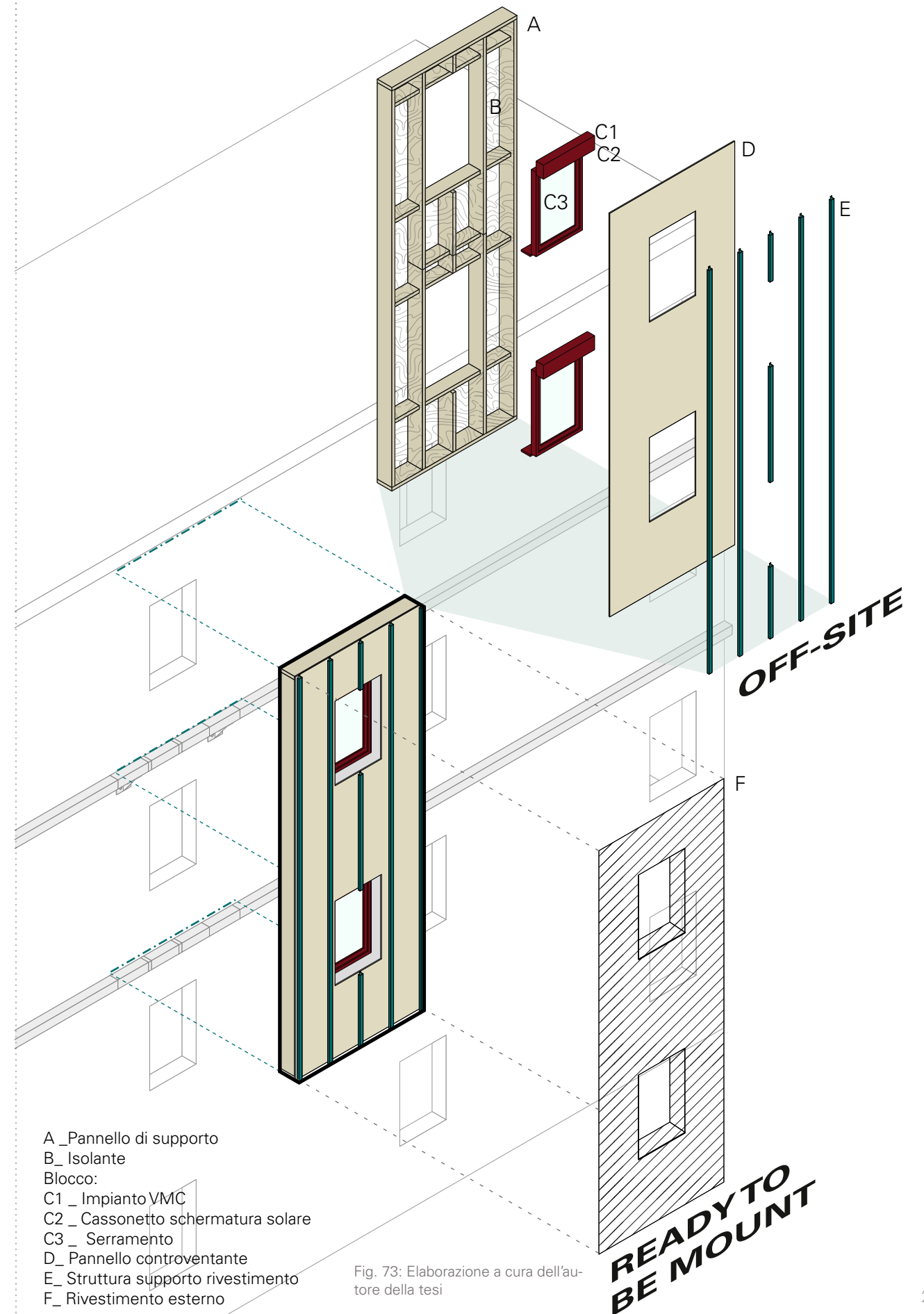


Fig. 73: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

I componenti dell'involucro

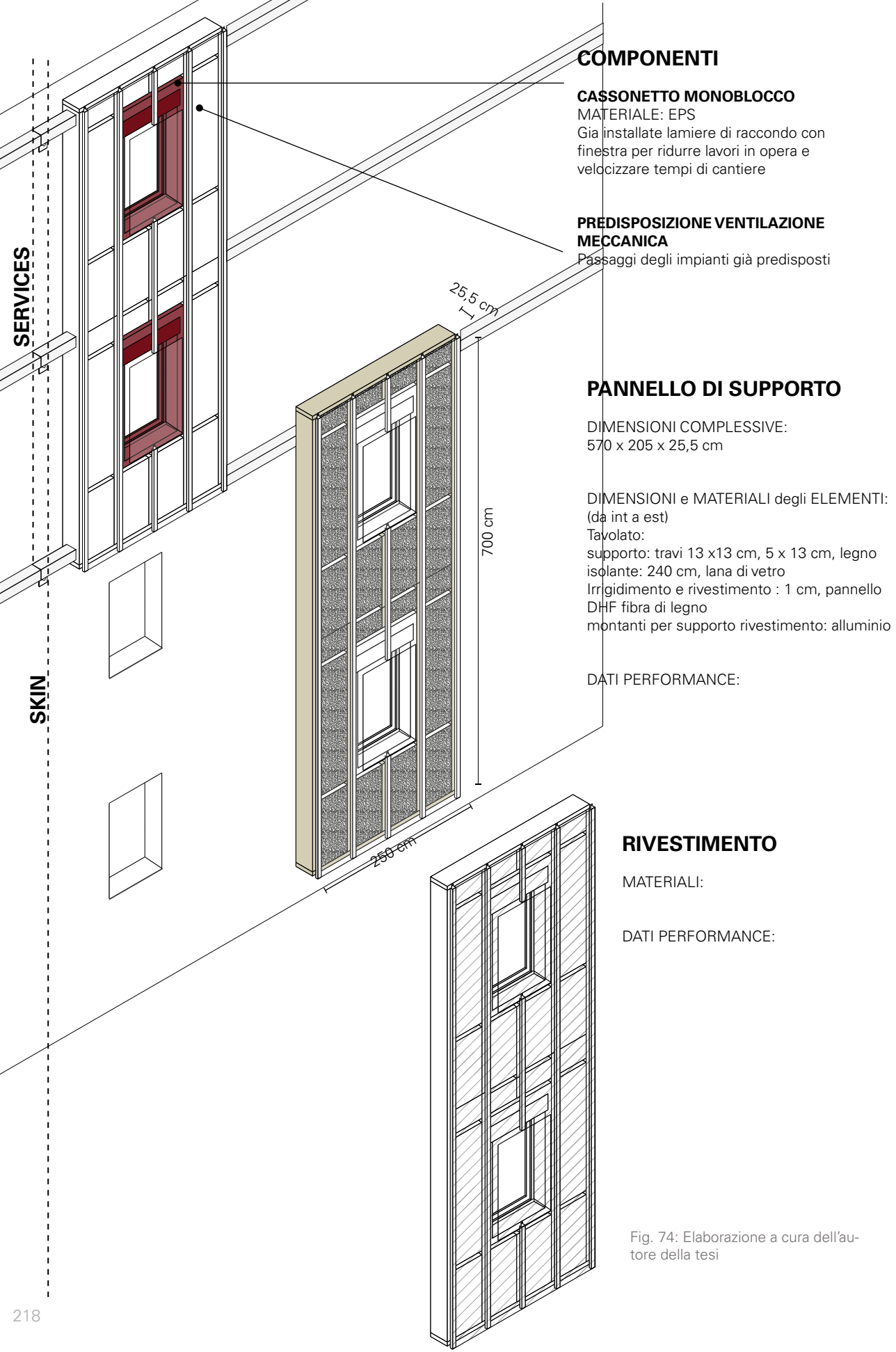


Fig. 74: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

ALTRI APPROFONDIMENTI

MONITORAGGIO

Sono stati designati 16 appartamenti campione in cui sono stati installati dei rilevatori di ambiente e involucro, Sono previsti monitoraggi costanti per determinare i valori reali di qualità ambientale, temperature e consumi nei primi 3 anni di esercizio.

ECONOMIA

La possibilità di un più esteso utilizzo di questa tecnologia, presenta però dei limiti, tra cui il costo elevato a parità di prestazione termica. Se vengono però considerati altri fattori quali la rapidità di posa che un sistema prefabbricato garantisce e il ciclo di vita dell'intervento, tale prezzo viene ammortizzato.

Questa tipologia di facciata è più duratura rispetto a un tradizionale intervento di retrofit. La facciata ventilata, proteggendo il materiale isolante dagli eventi atmosferici e dalle radiazioni solari, ne permette al contempo una ventilazione adeguata e ne prolunga la durata nel tempo. Il rivestimento in alluminio, richiede meno manutenzione e viene garantita una durata del colore delle lamelle di 40 anni.

Inoltre, di fondamentale rilevanza per il calcolo del LCA, ogni singolo pezzo può essere smantellato e riciclato: il legno, il materiale isolante, il rivestimento in alluminio, i listelli che sostengono la facciata ventilata.



Fig. 75: Sostituzione dei serramenti
fonte: <http://www.sinfonia-smartcities.eu/it/demo-site/housing-complex->

RIASSUNTO INTERVENTI ⁷

CARATTERISTICHE PRE

Classe Casa Clima G

Involucro:

Le pareti perimetrali esterne a telaio in calcestruzzo armato, tamponamento con doppio strato di mattoni di laterizio e coibentazione in intercapedine. $U = 0,67 \text{ W/m}^2\text{K}$

Le strutture in cemento armato isolate esternamente con pannelli di Eraclit o polistirene, con uno spessore variabile da 4 a 6 cm. Mentre le pareti dei vani scala in cemento armato isolate verso gli appartamenti con mattoni forati di 8 cm.

La copertura laterocemento coibentato, costituita da uno strato isolante e da una guaina impermeabilizzante rivestita con tessuto non tessuto e ghiaia protettiva. $U = 0,47 \text{ W/m}^2\text{K}$

Solaio verso cantine con struttura tipo predalles priva di isolamento termico. $U = 0,63 \text{ W/m}^2\text{K}$

Serramenti con telaio in alluminio: $U_f = 2,5 \text{ W/m}^2\text{K}$, doppio vetro: $U_g = 3,1 \text{ W/m}^2\text{K}$ e distanziale in alluminio.

Impiantistica esistente:

Sottosistema di generazione del riscaldamento e dell'ACS decentralizzato con caldaie autonome per ogni appartamento, alimentate a gas naturale.

Sottosistema di emissione tramite radiatori.

CARATTERISTICHE POST

Classe Casa Clima A

Involucro:

Coib. termica delle pareti esterne per mezzo di un sistema prefabbricato intelaiato in legno con 25 cm di lana di vetro in intercapedine ed uno strato esterno da 1,5 cm in fibra di legno. $U = 0,13 \text{ W/m}^2\text{K}$

Coib. delle logge dei balconi e dei solai verso esterno con pannelli in schiuma polyiso, di spessore 16 cm e 12 cm

Coib. della copertura con pannelli sandwich in schiuma polyiso da 28 cm. $U = 0,07 \text{ W/m}^2\text{K}$

Coib. dei solai verso le cantine con 10 cm di lana di roccia. $U = 0,15 \text{ W/m}^2\text{K}$

Sostituzione di tutti i serramenti esterni con serramenti monoblocco in legno-alluminio ($U_f = 0,8 \text{ W/m}^2\text{K}$) e triplo vetro ($U_g = 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$), sistema ombreggiante esterno integrato e sistema di ventilazione meccanica controllata decentralizzata.

Soluzioni impiantistiche:

Sottosistema di generazione del riscaldamento: sistema centralizzato alimentato da una pompa di calore con 16 sonde geotermiche, mantenendo come sottosistema di emissione i radiatori.

Sottosistema di generazione ACS: installazione di due caldaie a gas naturale

Realizzazione delle nuove linee per il sottosistema di distribuzione di riscaldamento e ACS

Inserimento in tutti gli appartamenti di un sistema decentrale per la ventilazione meccanica controllata (integrata nei serramenti)

Installazione in copertura di 439 m² di pannelli solari termici e di un impianto fotovoltaico da 52 kW

PERFORMANCE ENERGETICHE⁸

BEFORE

236,15 kWh/m² year (heating, domestic hot water and lighting)

AFTER

22,52 kWh/m² year

Efficienza globale: 14,68 kg CO₂/ m² / anno

Contributo delle FER: 78%

⁷ Fonte: <https://www.agenziacasacli-ma.it/it/progetti-di-ricerca/archiv-progetti-di-ricerca/sinfonia/sinfonia-risanamento-via-passeggiata-dei-castani-1783.html>

⁸ Fonte: <http://www.sinfonia-smartcities.eu/it/demo-site/housing-complex->

KEY POINT OBIETTIVI PER LO SVILUPPO SOSTE- NIBILE

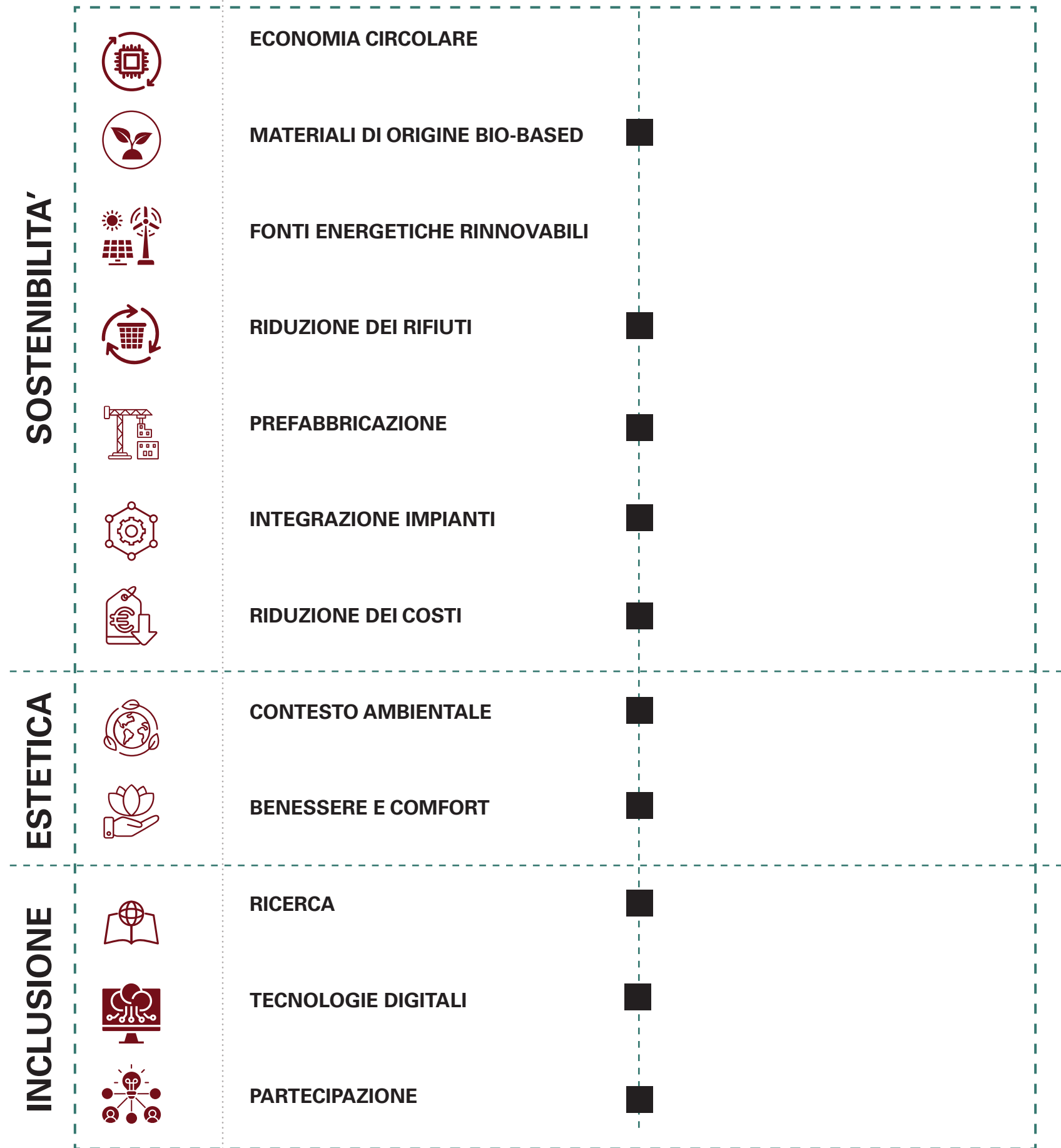


Fig. 76: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

5.5

Residenza Universitaria Mayer



INFORMAZIONI

NOME DEL PROGETTO: Residenza Universitaria Mayer

POSIZIONE: Trento, Italia

DATA DI PROGETTAZIONE: 2015

DATA DI COSTRUZIONE: 2016

TEMPI DI REALIZZAZIONE: 55 giorni produzione, 85 giorni cantiere

DIMENSIONE: 89 moduli prefabbricati, 5 piani

COMMITTENTE: Opera Universitaria di Trento

PROGETTISTI PARTE ARCHITETTONICA: Studio BBS, Arch. Massimo Scartezzini

PROGETTISTI PARTE STRUTTURALE: CNR-IVALSA di San Michele all'Adige, prof. Ario Ceccotti

PROGETTISTI PARTE IMPIANTISTICA: Ing. Mauro Alfonso Morelli

FORNITORE STRUTTURE IN LEGNO: Essepi XXL

COSTO: 9.000.000 euro

FINANZIAMENTI: 16.000.000

NUOVO / RETROFIT: Nuova costruzione

UTILIZZO: Residenziale universitaria

STRUTTURA: Pannelli CLT, Cella prefabbricata

MATERIALI: Legno

ORIGINE DEL LEGNO E CERTIFICAZIONE:

FILIERA FORESTA-LEGNO:

IMPIANTI INTEGRATI: predisposizioni per impianti elettrici in intercapedine delle contropareti

CERTIFICAZIONI: LEED NC 2.2- Livello Platinum

LINK SITO: /



fig. 77: prefabbricazione off-site
fonte: foto di Alessandro Gadotti e
Paolo Simeone

CERTIFICAZIONI

LEED x NC 2.2- Livello Platinum.

La stessa scelta iniziale di costruire con il legno, connota l'attenzione dei committenti al tema della sostenibilità. Attenzione che si è tradotta nell'acquisizione della certificazione.²

"I moduli abitativi in X-Lam realizzati in prefabbricazione consentono la massima cura dei dettagli costruttivi ed estetici, e altissime performance di isolamento termico e acustico, oltre all'applicazione delle più attuali tecniche antisismiche. Come Essepi XXL abbiamo già una solida esperienza nella costruzione di edifici multipiano in legno, come dimostra l'alloggio per anziani Zodiaco a Modena realizzato lo scorso anno in soli trentacinque giorni. Questo sistema "a celle prefabbricate", evoluzione della tradizionale tecnica a pannelli, e che sperimentiamo per la prima volta nel cantiere Mayer, garantisce rendimenti notevolmente migliori e si adatta in misura particolare all'edilizia alberghiera, scolastica e ospedaliera." ha dichiarato Pedrotti in una nota stampa del 13 ottobre 2015 (Silvio Pedrotti, 2015)

² Certificazione LEED: Programma di certificazione sviluppato dalla U.S. Green Building Council (USGBC) e promosso in Italia dalla società consortile Distretto Tecnologico Trentino come GBC ITALIA a partire dal 2010. Promuove un approccio orientato alla sostenibilità, riconoscendo le prestazioni degli edifici in settori chiave, quali il risparmio energetico ed idrico, la riduzione delle emissioni di CO2, il miglioramento della qualità ecologica degli interni, i materiali e le risorse impiegati, il progetto e la scelta del sito. Basato su un sistema di attribuzione di crediti per ciascun requisito sopra elencato, costituisce 4 livelli di certificazione: Base, Oro, Argento, Platino.

fonte: <https://www.certificazioneleed.com/edifici/>

SITO E CONTESTO



Fig. 78: Sito di progetto

Fonte: Google Earth

Ubicato in corso Buonarroti a Trento, nell'area dell'ex albergo Mayer, in una zona centrale della città, a sud della stazione ferroviaria e inserito in un contesto urbano risalente alla fine dell'Ottocento e inizio Novecento. La disposizione dell'edificio, realizzata con esposizione ideale sia per le condizioni climatiche che per l'irraggiamento solare, è stata progettata per mitigare al massimo l'impatto acustico derivante dalla vicinanza della ferrovia.

Edificio costituito da un impianto a corte, al cui centro si trova una piazzetta, cuore dell'edificio e luogo di relazione tra gli ospiti della struttura e contatto con la città.

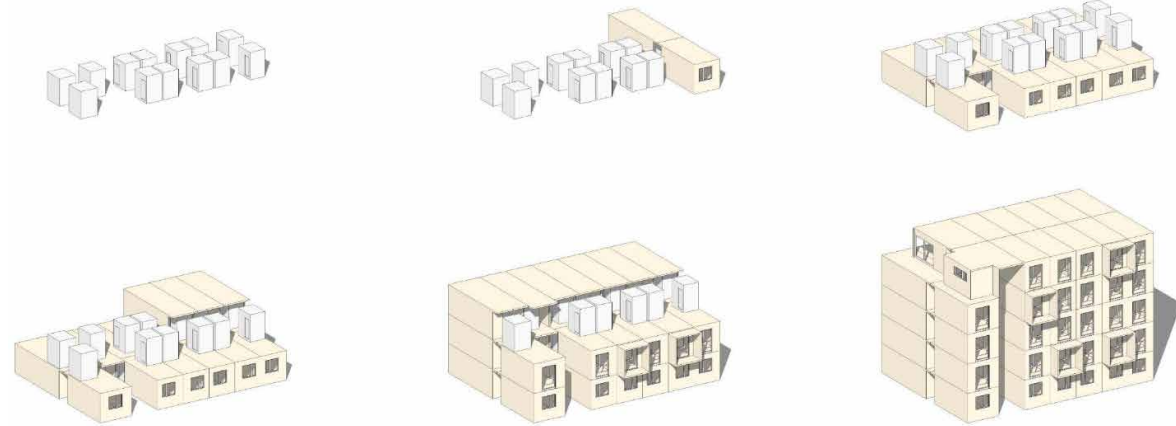
Al piano terra sono distribuite le zone di carattere collettivo, ai piani superiori vi sono le stanze e piccoli appartamenti per un totale di circa 130 posti letto.

STRUTTURA

I vani scala e il piano interrato destinato a garage e locali di servizio sono stati realizzati in cemento armato, cinque piani fuori terra realizzati con struttura portante in moduli preassemblati costituiti da pannelli CLT. (su esplicita richiesta della committenza)

Al momento della costruzione, la tecnica costruttiva a celle prefabbricate era stata sperimentata per la prima volta nel territorio del Trentino.

fig 79: schemi di concept della disposizione delle celle
fonte: Massimo Scartezzini. (2018). La residenza Universitaria Mayer—Trento
Il progetto tra architettura e struttura.
Ciclo di seminari tecnici, fabbricalegno.



PROGETTO

I MODULI

89 celle che costituiscono le unità abitative. Moduli comprensivi di impianti elettrici, pannelli in gessofibra e finestre, posati direttamente in cantiere. In particolare, i serramenti serramenti, realizzati in alluminio e legno, sono stati inseriti direttamente nelle pareti in CLT senza l'uso di falsi telai. Questa soluzione ha permesso di raggiungere elevati livelli di precisione ed efficienza, garantendo una perfetta tenuta all'aria, all'acqua e al vento, grazie all'applicazione di sigillature accurate tra infissi e pannelli.

Realizzati nello stabilimento Essepi XXL di Cavedine, dieci giorni in anticipo rispetto alla posa in cantiere, una produzione definita "just in time".

Ha permesso una razionalizzazione dei tempi e dei costi di costruzione e notevoli vantaggi sia a livello di sicurezza che di impatto urbano e ambientale. Ha consentito il superamento di alcune difficoltà logistiche e organizzative dovute al tra-



fig 80: moduli bagno realizzati in stabilimento
fonte: Massimo Scartezzini. (2018). La residenza Universitaria Mayer—Trento
Il progetto tra architettura e struttura.
Ciclo di seminari tecnici, fabbricalegno.



fig 81: dettaglio degli impianti inseriti nelle pareti dei moduli bagno, realizzati in stabilimento
fonte: Massimo Scartezzini. (2018). La residenza Universitaria Mayer—Trento
Il progetto tra architettura e struttura.
Ciclo di seminari tecnici, fabbricalegno.



fig. 82: assemblaggio dei moduli in fabbrica
fonte: foto di Giulio Boem

sporto e allo scarico in cantiere delle celle, dovuto anche ad una superficie cantieristica ridotta data dalla posizione centrale in città.

Celle prodotte in stabilimento in 55 giorni da soli tre carpentieri

MATERIALE

Il legno con cui sono stati costruiti i pannelli proviene dalle foreste di abete rosso della Val di Fiemme, certificato FSC. 2000 mq di legno strutturale.

La scelta del legno non è stata solo concepita come elemento strutturale, ma anche come componente capace di definire un'estetica distintiva. Questa particolare interpretazione formale e figurativa, sospesa tra la contemporaneità e la secolare tradizione dei carpentieri del trentino, conferisce al progetto un carattere unico. (Massimo Scartezzini, 2018)

LA FACCIATA

Per quanto riguarda la definizione delle facciate la disposizione delle stanze ritma i prospetti con la linearità delle finestre disposte a intervalli pressoché regolari. Questo ritmo modulato dalle finestre è sovrapposto dalla sequenza irregolare delle diverse tipologie di stanze, che genera un secondo ordine, scandito dall'arretramento e dall'avanzamento di sezioni della facciata per creare balconi sfondati o estrusi rispetto al filo esterno. Il rivestimento esterno dell'edificio è costituito da pannelli in cemento fibro-rinforzato.



fig. 83: facciata
fonte: foto di Paolo Simeone e
Alessandro Gadotti

ASSEMBLAGGIO ON SITE

Il montaggio della struttura ha previsto l'assemblaggio delle grandi cellule lignee e dei bagni. In seguito, le attività di cantiere sono state completate con la posa delle finiture interne ed esterne e con il collegamento degli impianti delle celle precedentemente predisposti in fabbrica.

IL TRASPORTO



fig. 84: trasporto del modulo prefabbricato sul sito di cantiere
fonte: foto di Paolo Simeone

CANTIERE

I cinque piani fuori terra sono stati assemblati in cinquanta-cinque giorni da una squadra di 5 carpentieri, che osno riusciti ad assemblare cinque celle al giorno.



fig 85: Connessioni pre-montate in stabilimento in fresature dei pannelli, difficilmente realizzabili in opera
fonte: Mauro Andreolli. (2018). Residenza universitaria Mayer, Trento. Ciclo di seminari tecnici, fabbricalegno.

fig. 86: assemblaggio sul sito di cantiere
fonte: foto di Paolo Simeone



fig. 87: foto di cantiere
fonte: foto della società Collini Lavori S.p.a.



fig 88: cantiere, rivestimento delle facciate in pannelli di cemento fibro-rinforzato
fonte: Massimo Scartezzini. (2018). La residenza Universitaria Mayer—Trento. Il progetto tra architettura e struttura. Ciclo di seminari tecnici, fabbricalegno.



SCHEDA DI ANALISI

INTERVENTO		
	NUOVA REALIZZAZIONE	■
	RETROFIT	
STRUTTURA		
EDIFICIO	MURI PORTANTI	
	TELAIO	
	CELLE 3D	■
INVOLUCRO VERTICALE	TIMBER FRAME	
	PANNELLO LEGNO MASSICCIO/X-LAM	
	SISTEMA TRAVI-PILASTRI	
FUNZIONE INVOLUCRO VERTICALE	PORTANTE	■
	NON PORTANTE	
	CONTROVENTO	
MONTAGGIO	GRU	■
	GRU MOBILE	
	PONTEGGI	■
MATERIALI		
	DI ORIGINE BIOLOGICA	■
	DI ORIGINE TECNICA / SINTETICI	
COMPONENTI INTEGRATI		
STRUTTURALI		■
ESPRESSIONE ARCHITETTONICA	INTEGRAZIONE NEL CONTESTO	
	MODULARITA'	■
IMPIANTISTICI	ILLUMINAZIONE	
	VMC	
	BIPV	
	OSCURAMENTO	
	MONITORAGGIO	
	DOMOTICA	
	SERRAMENTI	■
ASSEMBLAGGIO	A SECCO	■
	A UMIDO	
PROGETTUALITA'	INDUSTRIALE	■
	ARTIGIANALE	
	RICERCA	■

Fig. 89: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

KEY POINT OBIETTIVI PER LO SVILUPPO SOSTE- NIBILE

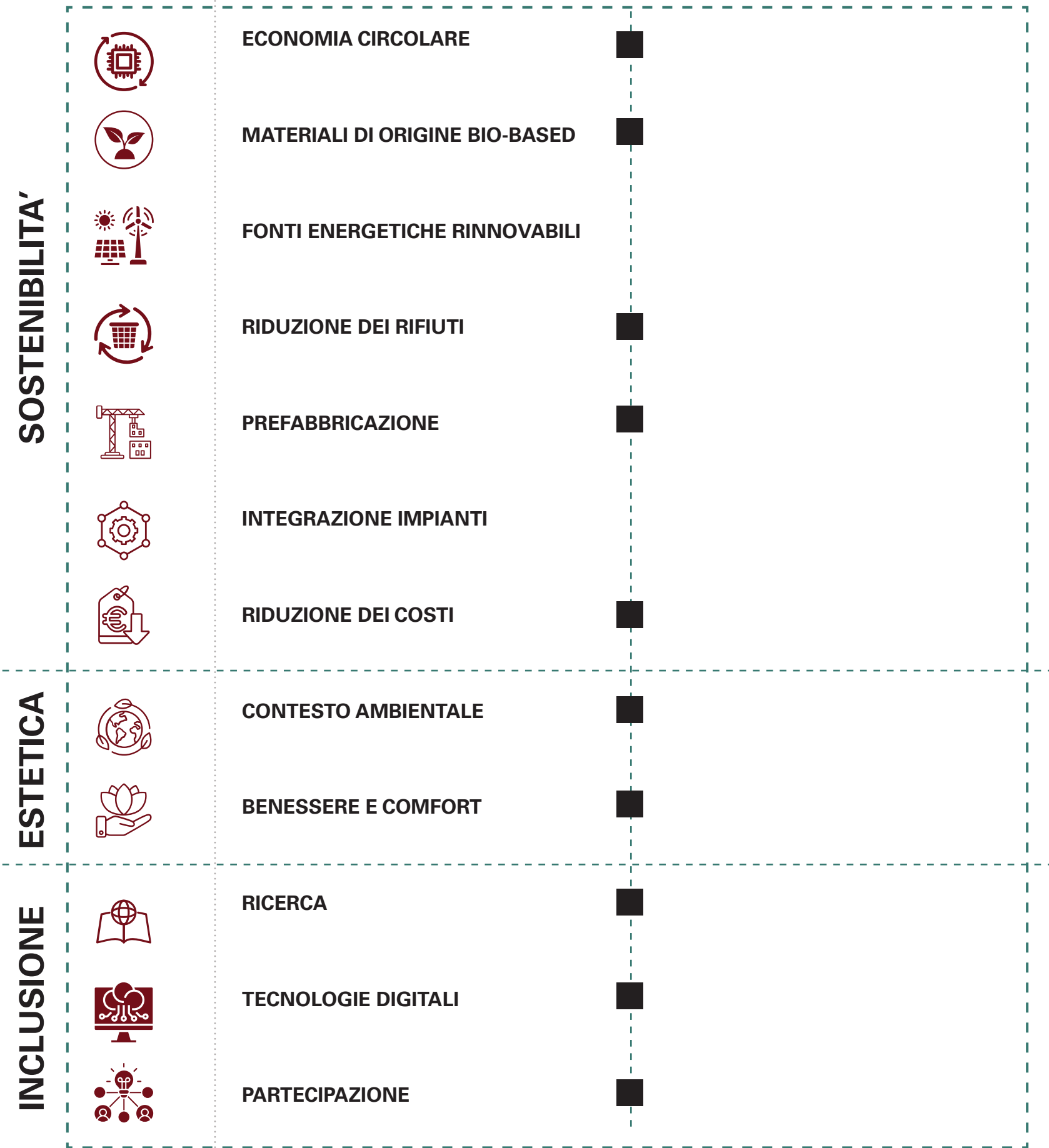


Fig. 90: Elaborazione a cura dell'autore della tesi

5.6

Residenza universitaria Unity



INFORMAZIONI

NOME DEL PROGETTO: Studentato Unity

POSIZIONE: Monaco, Germania

DATA DI PROGETTAZIONE: /

DATA DI COSTRUZIONE: 2018

TEMPI DI REALIZZAZIONE: /

DIMENSIONE: 8 piani

COMMITTENTE: Projektentwicklung LB441 GmbH, un progetto di Bucher Properties Gruppe

PROGETTISTI PARTE ARCHITETTONICA: be planen Architektur, München

PROGETTISTI PARTE IMPIANTISTICA: /

BUILDING TEAM:

COSTO: ca. 470 €/m²

FINANZIAMENTI: /

NUOVO / RETROFIT: Nuovo

UTILIZZO: Residenza universitaria

STRUTTURA: Progettazione esecutiva e realizzazione facciata appesa in legno

MATERIALI: legno

ORIGINE DEL LEGNO E CERTIFICAZIONE:

FILIERA FORESTA-LEGNO: Esclusivamente imprese locali

IMPIANTI INTEGRATI: (finestre, cassonetti), schermature solari), cassonetto di aerazione

LINK SITO: <https://www.lignoalp.com/realizzazioni/edificio-ibrido/la-facciata-appesa-in-legno/>



Fig 91: Immagine della facciata

Fonte: <https://www.lignoalp.com/realizzazioni/edificio-ibrido/la-facciata-appesa-in-legno/>

SITO E CONTESTO

Situato a Monaco di Baviera, il progetto in questione è uno studentato di otto piani costituito da facciata tecnicamente ambiziosa. A causa della localizzazione in prossimità della ferrovia e di una strada molto trafficata, il progetto doveva adempire particolari criteri in ambito di isolamento acustico e sicurezza antincendio.

La realizzazione della facciata nord degli appartamenti per studenti "unity" lungo la Landsberger Straße si è rivelata particolarmente sfidante, comportando un'intensa analisi delle possibili soluzioni sia in campo tecnico che creativo.

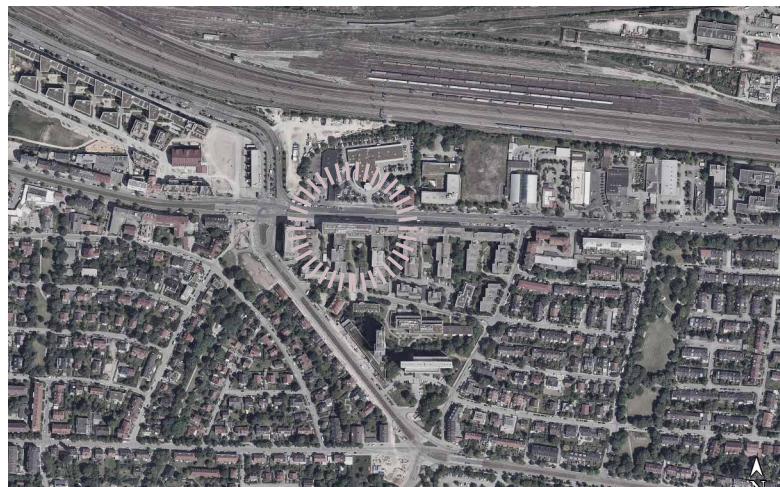


Fig 92: Immagine area del sito

Fonte: Google maps

CONCEPT e FUNZIONI

In termini architettonici, l'elemento costruttivo doveva integrarsi in modo fluido e organico all'ambiente, rispecchiando al contempo la molteplicità dei suoi inquilini. Dal punto di vista ingegneristico, nelle stanze affacciate sulla strada, è stato necessario ottemperare ad elevati standard di isolamento acustico e antincendio.

L'obiettivo è stato conseguito con un sistema a doppio involucro: finestre, cassonetti con isolamento acustico e schermatura solare sono stati completamente integrati in fase di prefabbricazione, consentendo il raccordo completo della facciata già in fase di montaggio.



Fig 93: Dettaglio della facciata

Fonte: <https://www.lignoalp.com/realizzazioni/edificio-ibrido/la-facciata-appesa-in-legno/>

STRUTTURA

E' stata realizzata una facciata lignea ibrida, appesa, costituita da elementi prefabbricati lignei sul lato nord, sviluppata e realizzata da LignoAlp, che oltre a rispondere a tutti i requisiti di acustica e di sicurezza antincendio funge anche come sistema per il supporto della facciata esterna in alluminio (Alucobond®).

La creazione di un'intercapedine tra l'area di pareti e finestre, ha consentito un'ottimale compensazione tra il clima interno e quello esterno, accrescendo al contempo l'isolamento dal rumore esterno. Il sistema di facciata realizzato da LignoAlp ha integrato finestre e cassonetti con isolamento acustico e schermatura solare e, grazie all'elevato grado di prefabbricazione, è stato completamente raccordato sin dalla fase di montaggio, riducendo notevolmente i tempi realizzativi e garantendo la massima precisione in fase esecutiva e di consegna. Inoltre, tutti i requisiti progettuali in termini di isolamento acustico, protezione antincendio e sistema statico sono stati soddisfatti in modo ottimale.

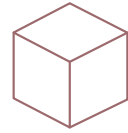
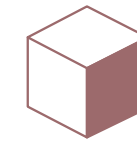


Fig 94: immagine dall'interno dell'edificio del pannello prefabbricato appena istalato

Fonte: LignoAlp



FACCIATA E DETTAGLITECNOLOGICI

Come spiegato precedentemente, la facciata aveva precisi requisiti prestazionali da rispettare per quanto riguarda l'acustica e l'antincendio:

Antincendio:

Pareti non portanti / pareti di separazione
F30-B (=EI30)

Acustica:

Pareti: $R_wR = 57\text{dB}$
Serramenti: $R_wR = 45\text{dB}$

Statica:

Facciata appesa alla struttura in c.a.
Trasferimento dei carichi su singoli solai in c.a.



Fig 95: momento di installazione dei pannelli prefabbricati in facciata

Fonte: LignoAlp

ASSEMBLAGGIO OFF-SITE

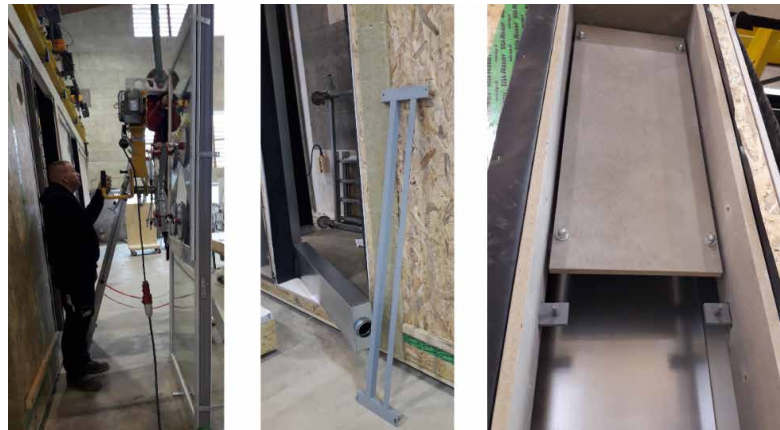
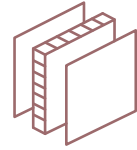


Fig 97: Fasi off-site di assemblaggio componenti

Fonte: <https://www.promolegno.com/fileadmin/promolegno/media.it/fabbricalegno-2020/ErichGruber-fabbricalegno-02102020.pdf>



Fig 98: Immagine del cantiere

Fonte: <https://www.lignoalp.com/realizzazioni/edificio-ibrido/la-facciata-appesa-in-legno/>

e ON-SITE DELLA FACCIATA



Fig. 99: Il pannello prefabbricato parte Rhinoceros Wall di Wood Beton.

Fonte: <https://www.infobuildenergia.it/approfondimenti/cantiere-energiesprong-italia-riqualificazione/>



Fig 100: Immagine del cantiere

Fonte: <https://www.lignoalp.com/realizzazioni/edificio-ibrido/la-facciata-appesa-in-legno/>

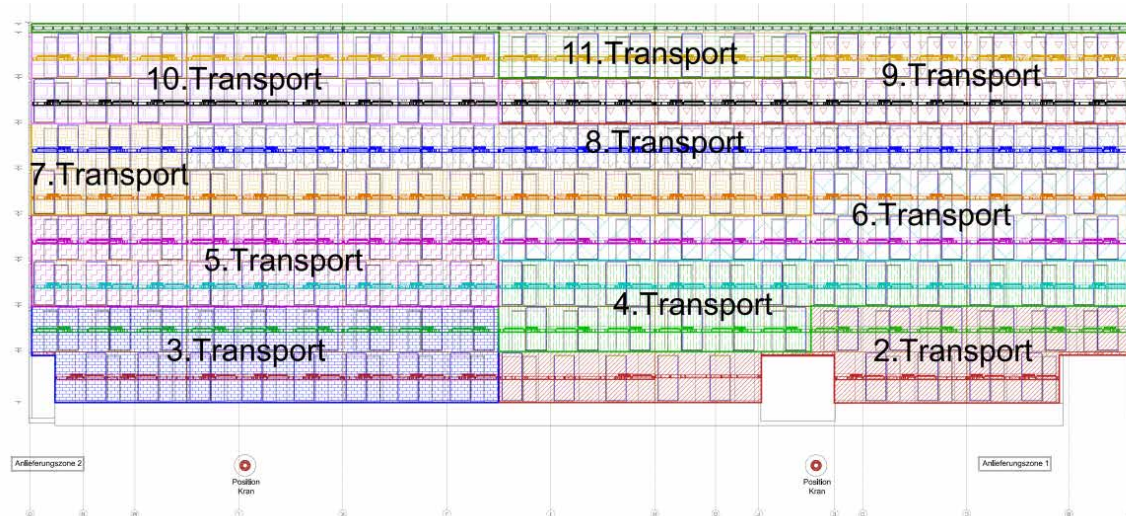


Fig 101: Immagine del cantiere

Fonte: <https://www.lignoalp.com/realizzazioni/edificio-ibrido/la-facciata-appesa-in-legno/>

ALTRI APPROFONDIMENTI

LOGISTICA E TRASPORTO



TEMPISTICHE

Montaggio profili in acciaio

Inizio 08.03.2018

Durata: 2 settimane

Montaggio delle pareti prefabbricate

Inizio 21.03.2018

Durata: 4 settimane

COSTI

ca. 470 €/m² più IVA

Completo di finestre, oscuramento,

cassonetto di aerazione, anta apribile per aerazione, protezione anticaduta

Fig 102: Rappresentazione grafica della suddivisione dei moduli funzionali per organizzarne il trasporto

Fonte: <https://www.lignoalp.com/realizzazioni/edificio-ibrido/la-facciata-appesa-in-legno/>

SCHEDA DI ANALISI

INTERVENTO		
	NUOVA REALIZZAZIONE	■
	RETROFIT	
STRUTTURA		
EDIFICIO	MURI PORTANTI	■
	TELAIO	■
	CELLE 3D	
INVOLUCRO VERTICALE	TIMBER FRAME	■
	PANNELLO LEGNO MASSICCIO/X-LAM	
	SISTEMA TRAVI-PILASTRI	
FUNZIONE INVOLUCRO VERTICALE	PORTANTE	■
	NON PORTANTE	
	CONTROVENTO	
MONTAGGIO	GRU	■
	GRU MOBILE	■
	PONTEGGI	■
MATERIALI		
	DI ORIGINE BIOLOGICA	■
	DI ORIGINE TECNICA / SINTETICI	■
COMPONENTI INTEGRATI		
STRUTTURALI		
ESPRESSIONE ARCHITETTONICA	INTEGRAZIONE NEL CONTESTO	
	MODULARITA'	■
IMPIANTISTICI	ILLUMINAZIONE	
	VMC	■
	BIPV	
	OSCURAMENTO	■
	MONITORAGGIO	
	DOMOTICA	
SERRAMENTI	■	
ASSEMBLAGGIO		
	A SECCO	■
	A UMIDO	
PROGETTUALITA'		
	INDUSTRIALE	■
	ARTIGIANALE	
	RICERCA	

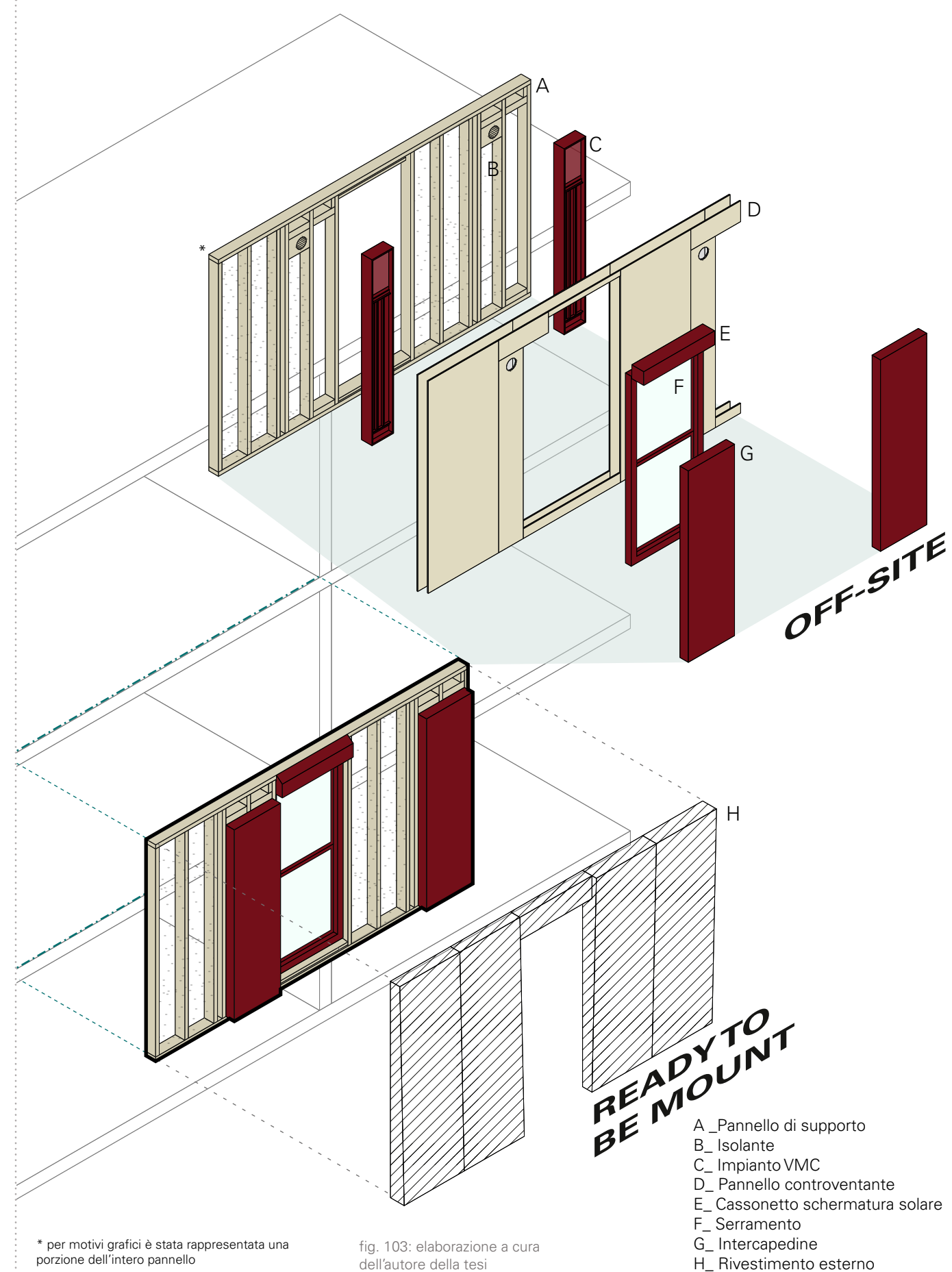


fig. 103: elaborazione a cura dell'autore della tesi

I componenti dell'involucro

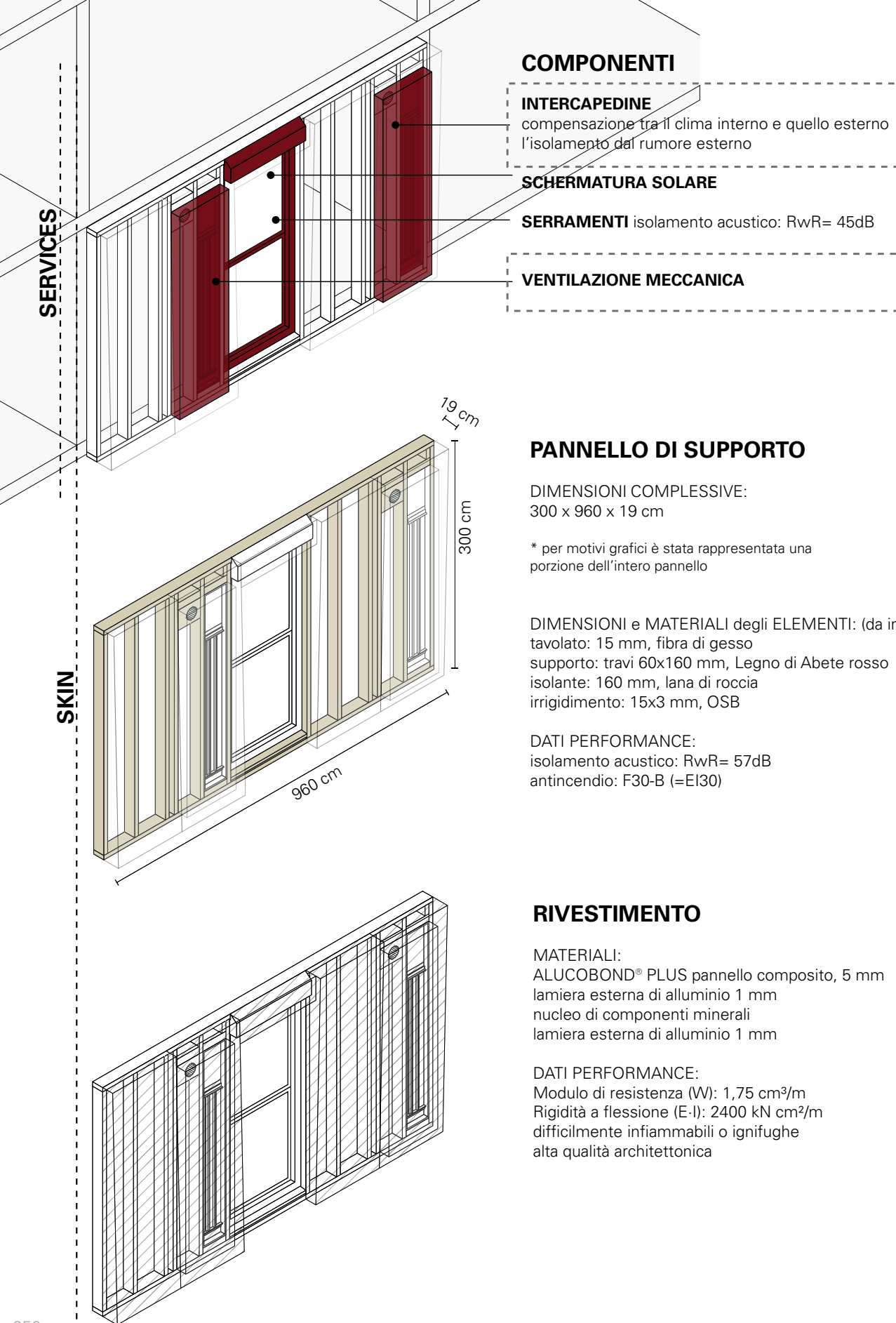


fig. 104: elaborazione a cura dell'autore della tesi

KEY POINT OBIETTIVI PER LO SVILUPPO SOSTE- NIBILE

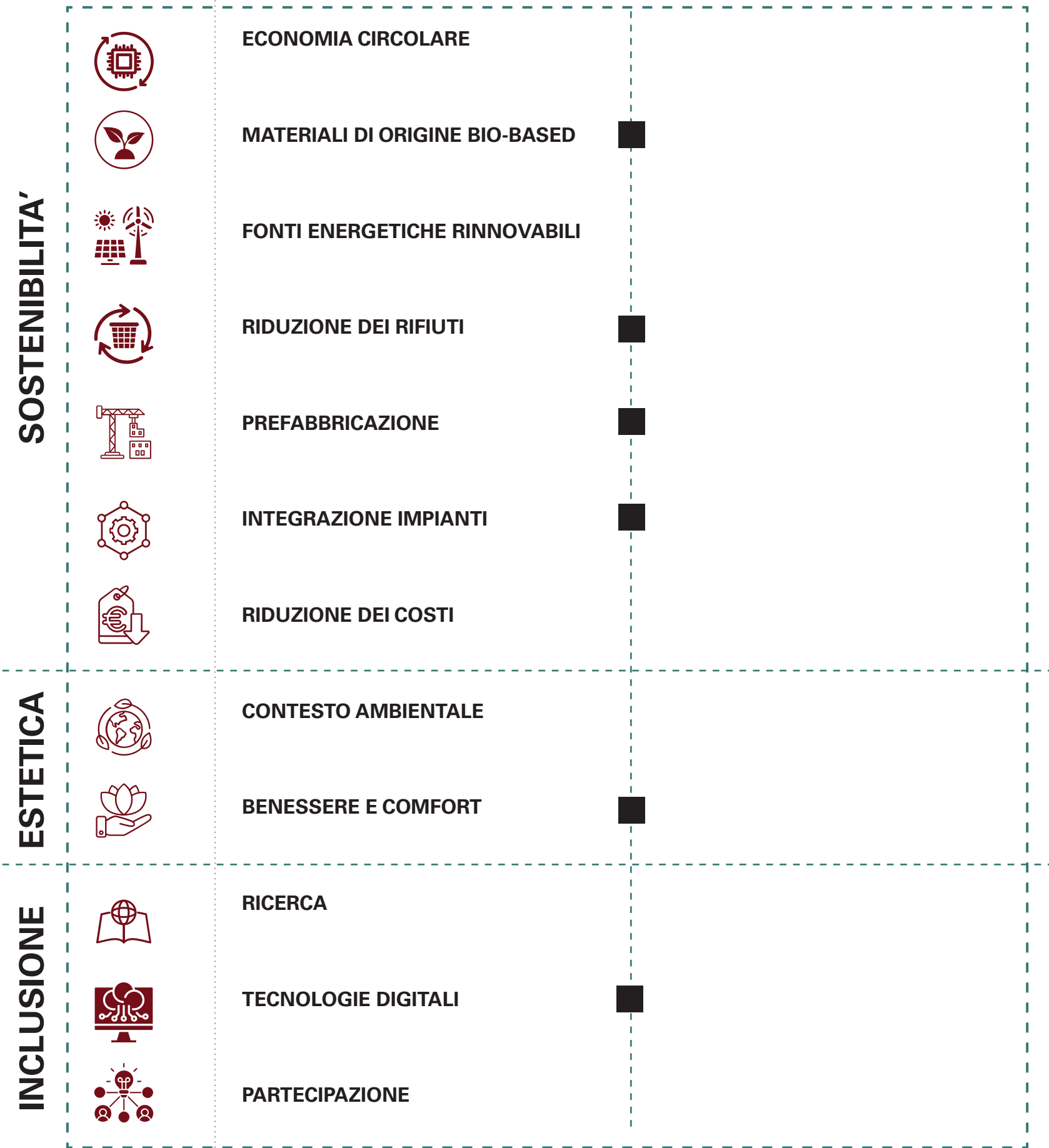


fig. 105: elaborazione a cura dell'autore della tesi

5.7

Complesso residenziale ARV



INFORMAZIONI

NOME DEL PROGETTO: ARV

POSIZIONE: Povo, Trento, Italia

DATA DI PROGETTAZIONE: 2021

DATA DI COSTRUZIONE: Novembre 2023

TEMPI DI REALIZZAZIONE: 4-5 giorni di cantiere

DIMENSIONE: 3 piani

COMMITTENTE: privato

PROGETTISTI PARTE ARCHITETTONICA: Fanti Legnami

PROGETTISTI PARTE IMPIANTISTICA: /

BUILDING TEAM: Armalam, XLAM Dolomiti e Fanti Legnami, EURAC Research, Politecnico di Torino, Università di Trento e Dolomiti Energia.

FORNITORE STRUTTURE IN LEGNO: XLAM Dolomiti e Fanti Legnami

COSTO: /

FINANZIAMENTI: Unione Europea

NUOVO / RETROFIT: Retrofit

UTILIZZO: Residenziale plurifamiliare

STRUTTURA: Telaio

MATERIALI: Legno

ORIGINE DEL LEGNO E CERTIFICAZIONE:

FILIERA FORESTA-LEGNO:

IMPIANTI INTEGRATI: /

LINK SITO: <https://www.habitech.it/single-news/riqualificazione-residenziale-prima-applicazione-del-pannello-renew-wall-nellambito-del-progetto-europeo-arv/>

fig 106 : facciata a intervento ultimato, maggio 2024
fonte: foto di Paolo Simeone

LA RICERCA

Tecnologia nata nel 2017, frutto di un percorso di ricerca svolto dall'azienda Fanti Legnami per la costruzione di una tecnologia all'avanguardia per la riqualificazione energetica degli edifici.

La ricerca per la costruzione di tale pannello ha previsto la realizzazione di due edifici sperimentali di 12 mq situati a Malosco. Monitorati per il primo anno nella loro configurazione originale, l'anno successivo è stato installato il pannello Renew Wall, per continuare il monitoraggio e condurre un test comparativo per valutare l'efficacia del pannello e gli eventuali miglioramenti applicabili.

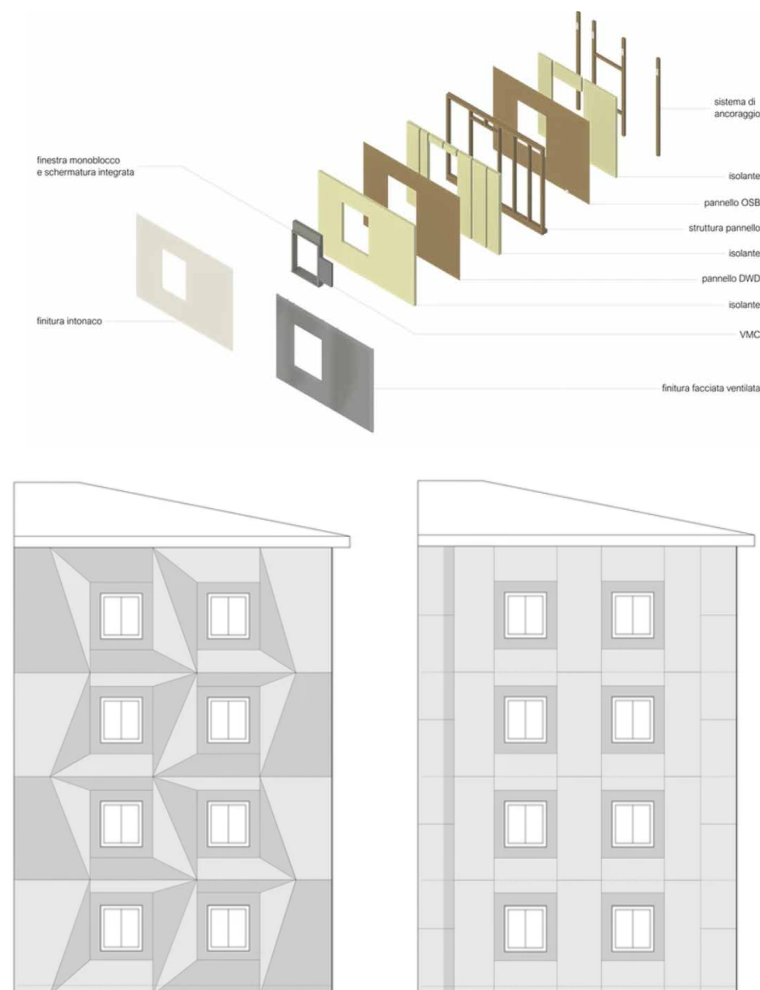
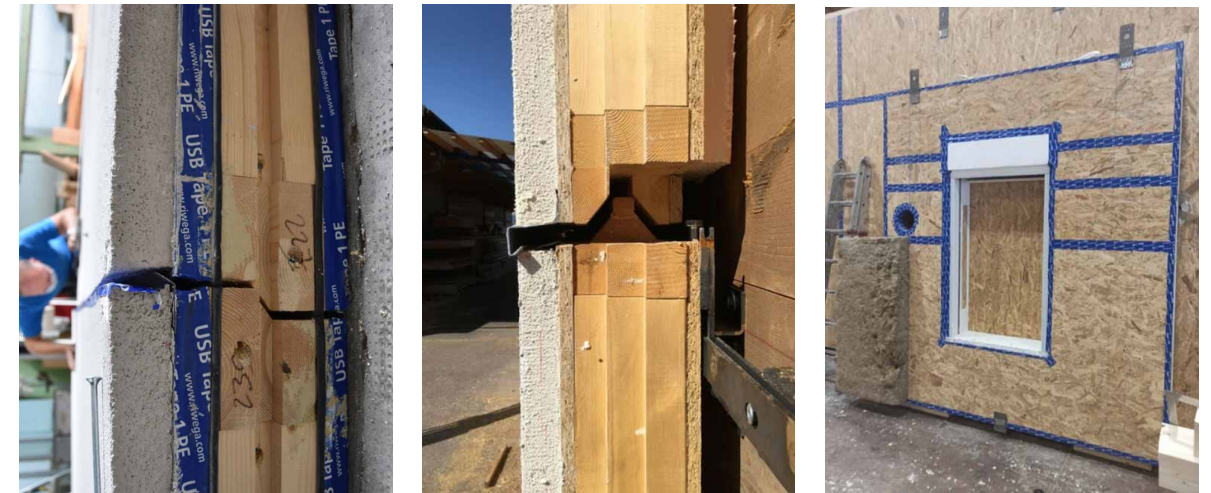


Fig. 107, 108, 109: Esploso assometrico e opzioni di estetica delle facciate
 fonte: <https://www.renew-wall.com/>

Renew Wall è un sistema modulare progettato per essere facilmente applicato su edifici esistenti senza l'utilizzo di impalcature, composto da un pannello isolante con struttura a base legno che può essere integrato con finestre, oscuranti, impianti e completato con finiture personalizzabili, aumentando così l'appeal architettonico ed estetico.

Fig 110, 111, 112, 113, 114: immagini del prototipo di parete Renew Wall
 fonte immagini: <https://www.habitech.it/single-news/riqualificazione-residenziale-prima-applicazione-del-pannello-renew-wall-nellambito-del-progetto-europeo-arv/>



IL PROGETTO

Il caso studio presentato in questa analisi costituisce la prima applicazione su un edificio abitato, consentendone un monitoraggio dettagliato. Il pannello Renew Wall è stato installato su due facciate dell'edificio dimostrativo, le altre pareti sono state ristrutturate con un cappotto tradizionale. I partner locali ARV, UNITN e Eurach Research hanno installato un sistema di sensori che permetteranno di monitorare e confrontare le rispettive prestazioni di entrambe le tecnologie applicate (cappotto tradizionale e pannello prefabbricato). Nel dettaglio, viene monitorata la trasmittanza termica del pannello, inclusa la muratura esistente e l'andamento delle temperature in ogni interfaccia di cambio del materiale. Vengono monitorate temperature e umidità di quattro appartamenti scelti per opportuna esposizione e sistema di isolamento.

Tale monitoraggio ha il fine di valutare la differenza tra un intervento tradizionale e uno innovativo, a livello di prestazioni termiche e paragonando il tempo di montaggio e l'impatto ambientale dei materiali attraverso l'LCC e LCA. Al fine si ottiene il confronto tra i sistemi per quanto riguarda i tempi, costi, rumore di cantiere e prestazioni termiche. 9 pannelli.

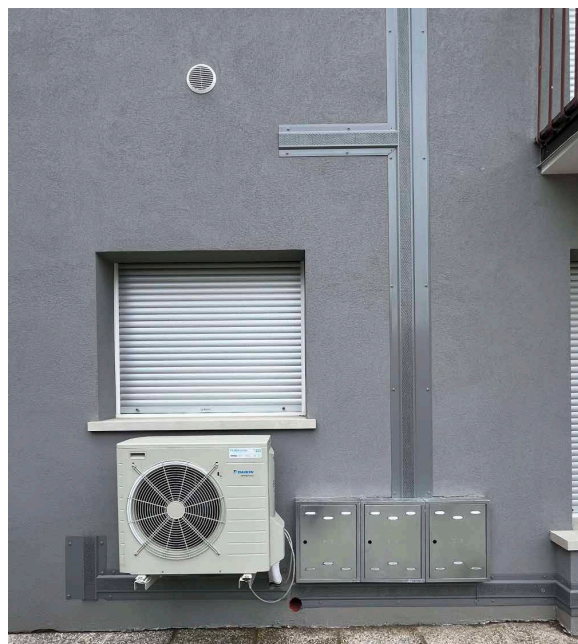
VANTAGGI

invasività del cantiere minore

Si differenzia da altre soluzioni per la flessibilità architettonica, capacità di finire esternamente il pannello in stabilimento riducendo ulteriormente i costi, brevetti posseduti da Fanti Legnami per le connessioni e tenute che garantiscono elevata durabilità.

fig 115, 116 : intervento ultimato, maggio 2024
fonte: foto di Paolo Simeone

Fig. 117: immagini di cantiere
fonte: <https://www.renew-wall.com/>



SCHEDA DI ANALISI

INTERVENTO

NUOVA REALIZZAZIONE
 RETROFIT



STRUTTURA

EDIFICIO MURI PORTANTI
 TELAI
 CELLE 3D

INVOLUCRO VERTICALE TIMBER FRAME
 PANNELLO LEGNO MASSICCIO/X-LAM
 SISTEMATRAVI-PILASTRI



FUNZIONE INVOLUCRO VERTICALE PORTANTE
 NON PORTANTE
 CONTROVENTO



MONTAGGIO GRU
 GRU MOBILE
 PONTEGGI



MATERIALI

DI ORIGINE BIOLOGICA
 DI ORIGINETECNICA / SINTETICI



COMPONENTI INTEGRATI

STRUTTURALI

ESPRESSIONE ARCHITETTONICA INTEGRAZIONE NEL CONTESTO
 MODULARITA'



IMPIANTISTICI

ILLUMINAZIONE
 VMC
 BIPV
 OSCURAMENTO
 MONITORAGGIO
 DOMOTICA
 SERRAMENTI



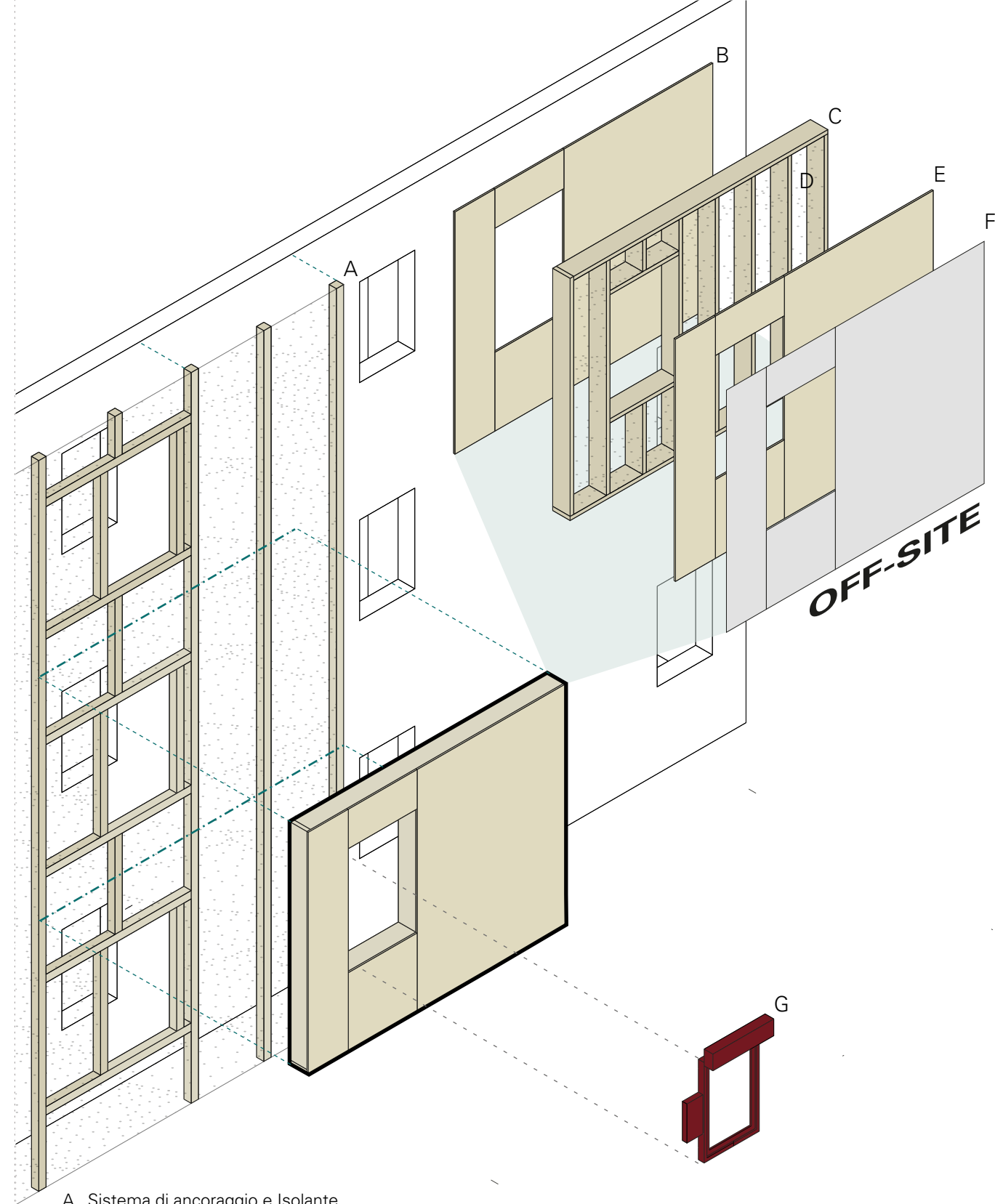
ASSEMBLAGGIO

A SECCO
 A UMIDO



PROGETTUALITA'

INDUSTRIALE
 ARTIGIANALE
 RICERCA



- A _ Sistema di ancoraggio e Isolante
- B_ Pannello OSB
- C_ Struttura del pannello
- D_ Isolante
- E_ Pannello DWD
- F_ Intonaco
- G_ Sistema monoblocco: Serramento, schermatura, VMC

fig. 118: elaborazione a cura dell'autore della tesi

KEY POINT OBIETTIVI PER LO SVILUPPO SOSTE- NIBILE

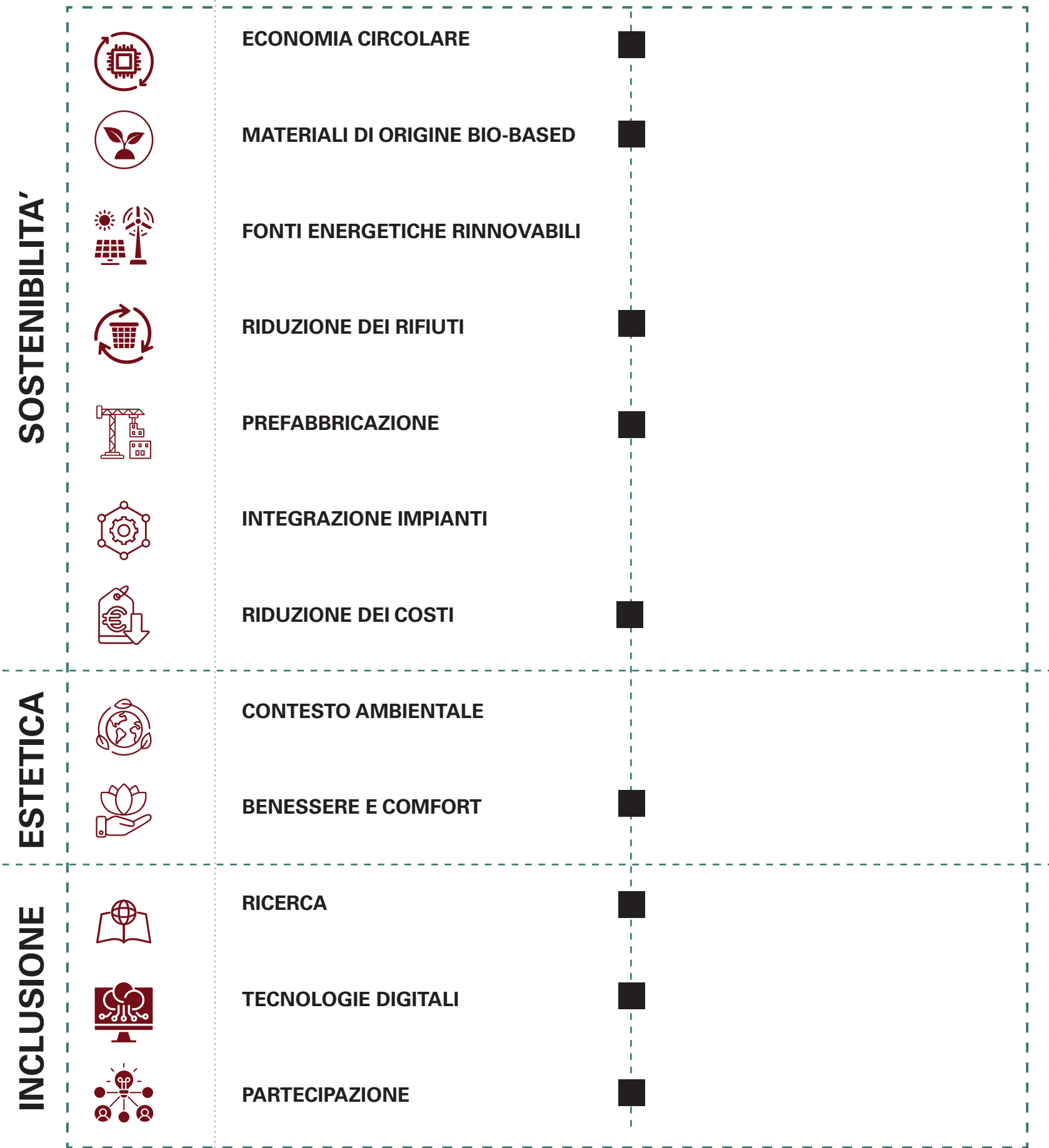
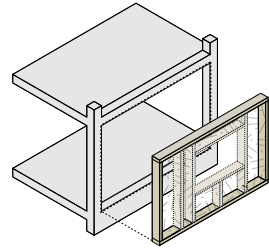


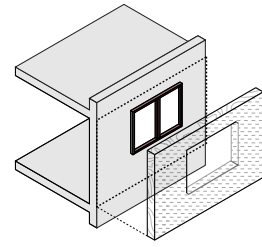
fig. 119: elaborazione a cura dell'autore della tesi

5.7 _ LETTURA COMPARATA DEI CASI STUDIO

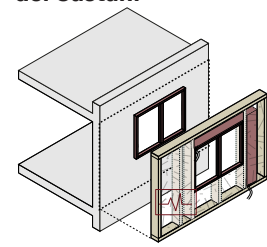
Complesso
residenziale
Rosenbach



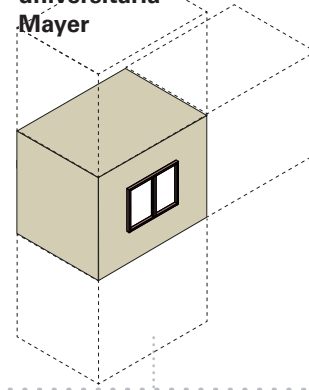
Uffici
amministrativi
ExPost



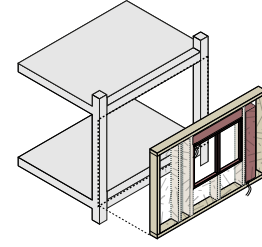
Complesso
residenziale
Passeggiata
dei Castani



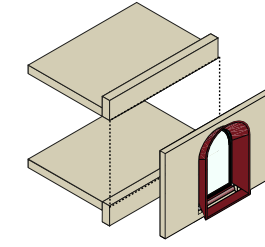
Residenza
universitaria
Mayer



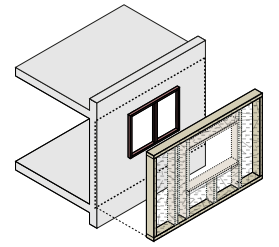
Residenza
universitaria
Unity



Hotel
La Briosa



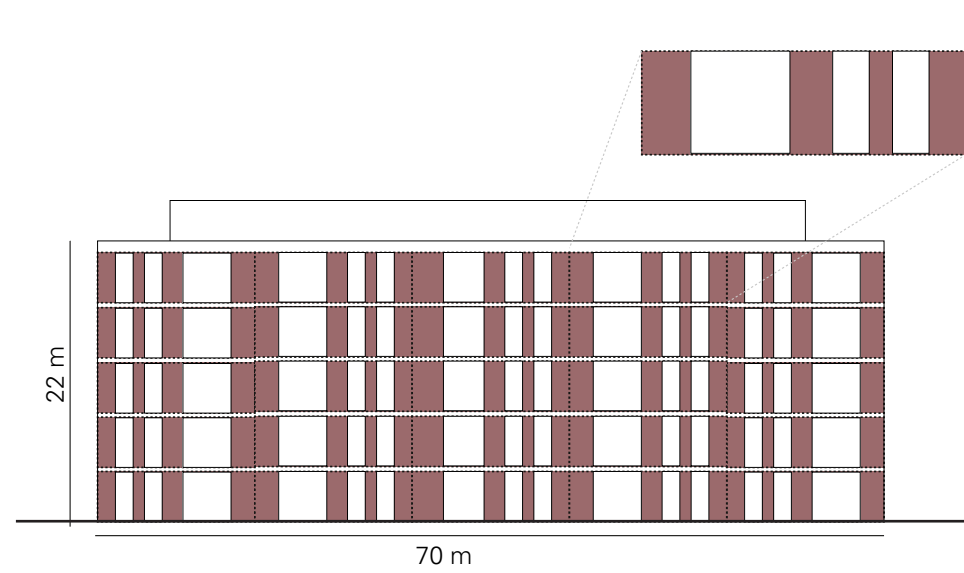
Complesso
residenziale
ARV



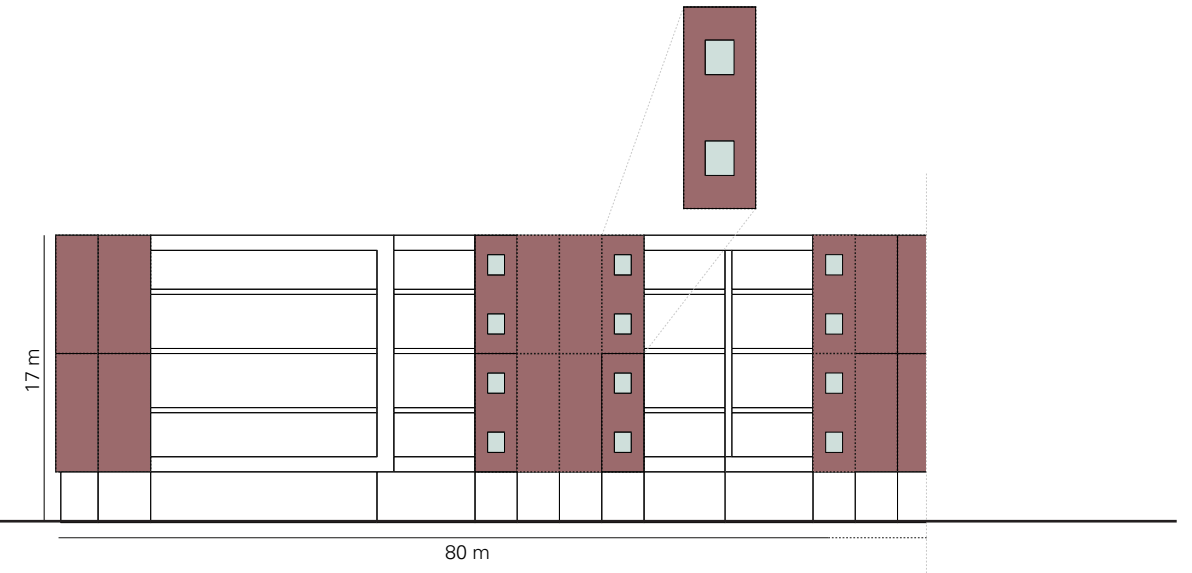
INTERVENTO		Complesso residenziale Rosenbach	Uffici amministrativi ExPost	Complesso residenziale Passeggiata dei Castani	Residenza universitaria Mayer	Residenza universitaria Unity	Hotel La Briosa	Complesso residenziale ARV
NUOVA REALIZZAZIONE								
RETROFIT		■	■	■	■	■	■	■
STRUTTURA								
EDIFICIO	MURI PORTANTI		■	■			■	■
	TELAIO	■				■		
	CELLE 3D				■			
INVOLUCRO VERTICALE	TIMBER FRAME	■		■		■		■
	PANNELLO LEGNO						■	
	MASSICCIO/X-LAM							
	SISTEMA TRAVI-PILASTRI							
FUNZIONE INVOLUCRO VERTICALE	PORTANTE	■	■	■	■	■	■	■
	NON PORTANTE							
	CONTROVENTO							
MONTAGGIO	GRU			■	■	■	■	■
	GRU MOBILE	■	■	■	■	■	■	■
	PONTEGGI			■	■	■	■	■
MATERIALI								
DI ORIGINE BIOLOGICA		■		■	■	■	■	■
DI ORIGINE TECNICA / SINTETICI		■	■			■		■
COMPONENTI INTEGRATI								
STRUTTURALI					■		■	
ESPRESSIONE ARCHITETTONICA	INTEGRAZIONE NEL CONTESTO		■				■	
	MODULARITA'	■		■	■	■	■	■
IMPIANTISTICI	ILLUMINAZIONE						■	
	VMC			■		■		
	BIPV			■		■		
	OSCURAMENTO			■		■		
	MONITORAGGIO							■
	DOMOTICA			■		■		
SERRAMENTI			■		■			
ASSEMBLAGGIO	A SECCO	■	■	■	■	■	■	■
	A UMIDO						■	
PROGETTUALITA'	INDUSTRIALE	■	■	■	■	■		■
	ARTIGIANALE						■	
	RICERCA			■	■		■	■

RITMO E PROPORZIONI IN FACCIATA

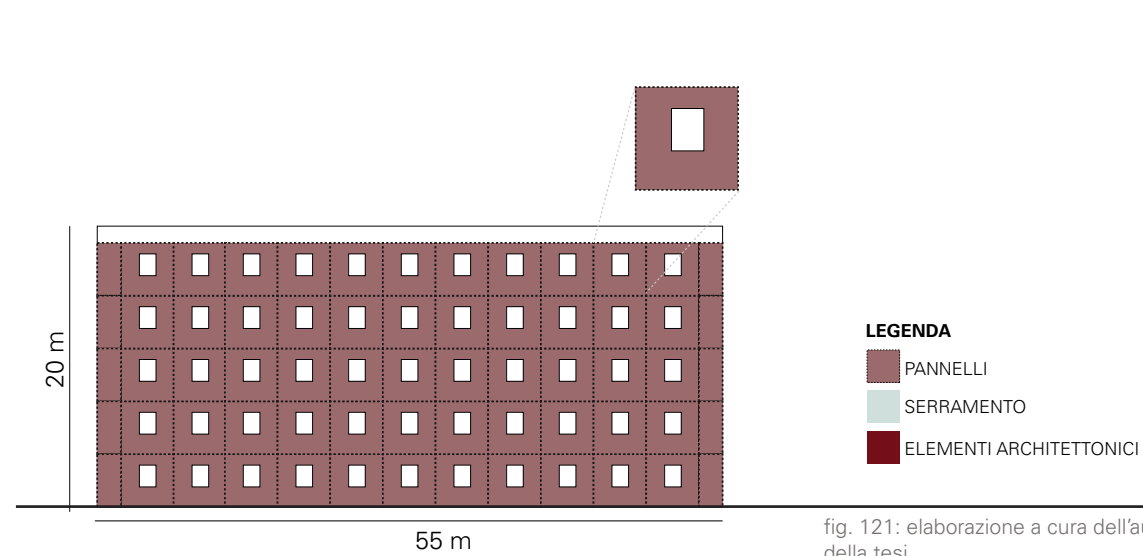
Complesso residenziale Rosenbach



Complesso residenziale Passeggiata dei Castani



Uffici amministrativi ExPost



Residenza universitaria Mayer

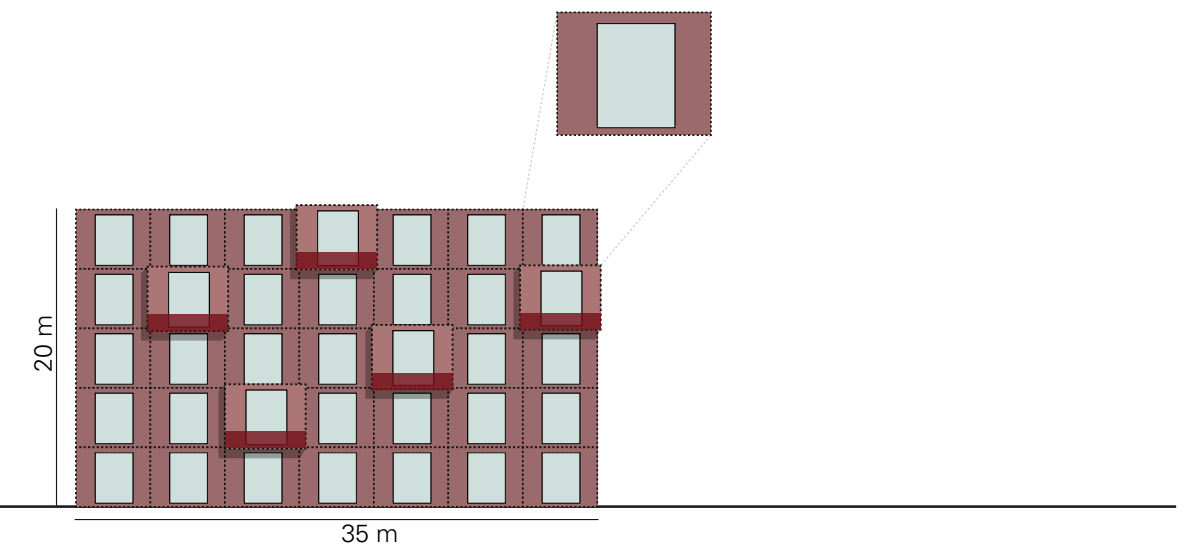
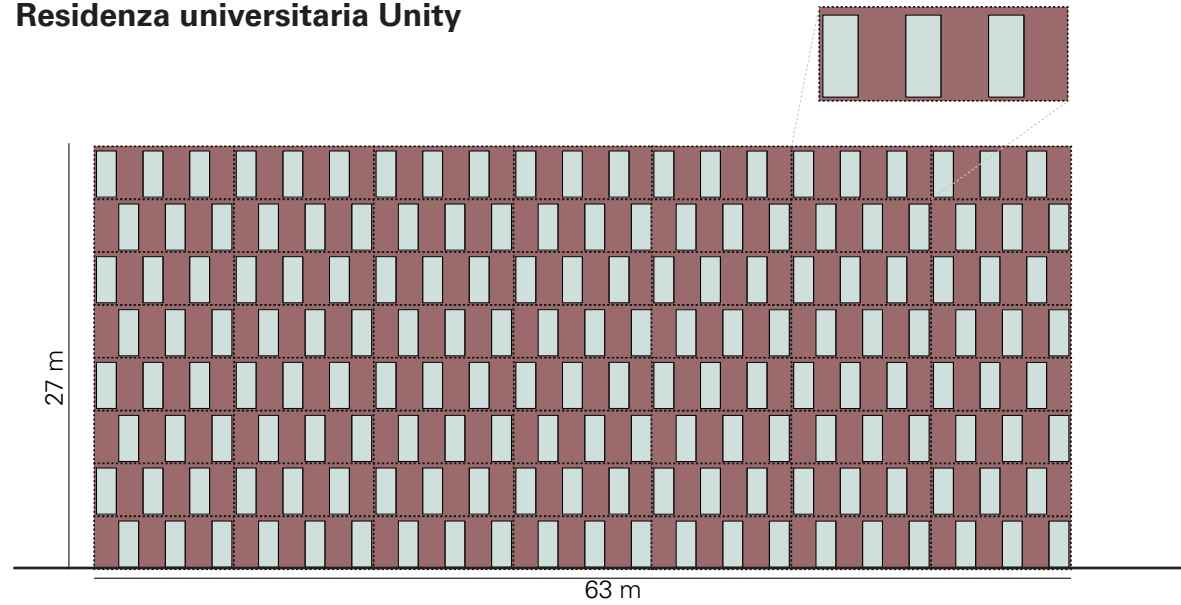
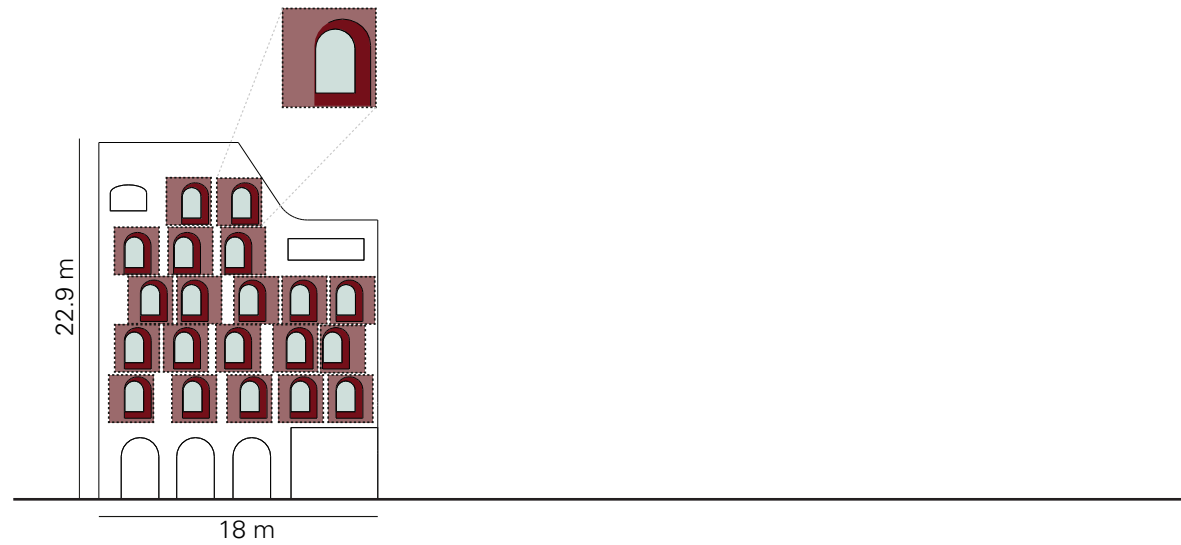


fig. 121: elaborazione a cura dell'autore della tesi

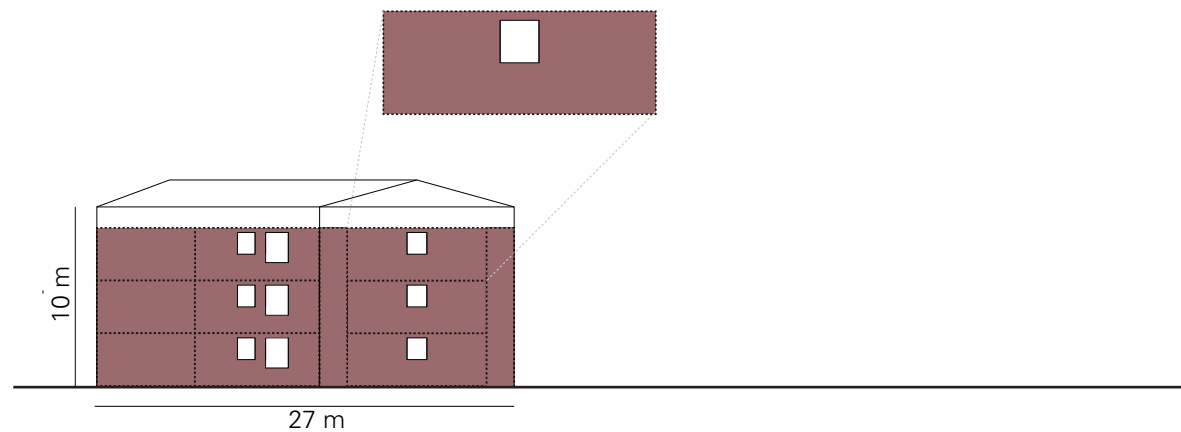
Residenza universitaria Unity



Hotel La Briosa



Complesso residenziale ARV



Con le schematizzazioni presenti in queste pagine si intende indagare l'aspetto estetico delle facciate degli edifici presi in esame. L'analisi si concentra sull'identificazione del ritmo caratterizzante ciascun involucro edilizio e sulla dimensione dei pannelli prefabbricati che costituiscono l'involucro edilizio, in relazione alla dimensione dell'edificio nel suo complesso.

Una lettura che si può trarre è la variabilità delle dimensioni e delle forme dei pannelli.

Risulta inoltre evidente come in solo tre casi analizzati, il complesso residenziale Passeggiata dei Castani, le residenze universitarie Unity e Mayer e l'hotel La Briosia siano stati integrati i serramenti nei pannelli prefabbricati.

Dal punto di vista dell'immagine architettonica, confrontando le rappresentazioni grafiche presenti in queste pagine e le immagini delle pagine precedenti, si può osservare come nella maggior parte dei casi non siano distinguibili i confini dei pannelli prefabbricati, ma questi sono stati rivestiti da lamiera, come nel caso di Passeggiata dei Castani in cui il rivestimento metallico colorato disposto in quadranti differenti contribuisce a creare una dinamica estetica nell'insieme.

In altri casi, come nel complesso residenziale ARV e nel palazzo per uffici ExPost, la facciata è stata intonacata uniformando la superficie. Nel caso de La Briosia, gli elementi architettonici che circondano i serramenti generano una percezione di profondità su una facciata uniformemente intonacata, con gradienti di colore differente per ciascun piano. Rendendo impossibile la distinzione dei confini del modulo prefabbricato dall'esterno.

Nel caso della residenza universitaria Unity invece i pannelli sono stati rivestiti da scocche in metallo inclinate in direzioni diverse che conferiscono dinamismo e movimento, ma rendono ancora nettamente distinguibili i confini dei pannelli

Da queste letture è possibile comprendere che la regolarità non sempre è requisito fondamentale per poter applicare tecniche costruttive prefabbricate, ma vi sono moltissime possibilità di personalizzazione e originalità per poter rispondere ai requisiti formali ed estetici di ogni progetto.

fig. 122: elaborazione a cura dell'autore della tesi

/CONCLUSIONI

Dalle analisi e ricerche svolte in queste pagine di tesi, è emerso come nel contesto territoriale del Trentino-Alto Adige, in particolare nelle province autonome di Trento e Bolzano, si possa evidenziare una forte **tendenza all'innovazione**. Negli ultimi venti anni, numerosi progetti nati dalla collaborazione tra enti di ricerca, università, progettisti e committenti pubblici e privati hanno gettato le basi per un cambiamento significativo. Nell'ambito della tesi si è cercato di dare una rappresentazione delle relazioni che intercorrono tra i processi di innovazione tecnologica nel settore delle costruzioni e i fattori che possono supportare questi sviluppi.

La presenza del più alto numero di aziende specializzate nella costruzione in legno in Italia e di **reti d'impresa** basate sulla condivisione del **know-how** ha ulteriormente alimentato questa spinta innovativa. Il territorio è caratterizzato da un sistema di approvvigionamento basato sulla collaborazione anziché sulla competitività, come auspicato da Teicholz, con una forte integrazione tra gli attori coinvolti nella progettazione e nella costruzione. Esempio è il caso della Residenza Mayer. **Approcci flessibili** che minimizzano il rischio e sono personalizzabili secondo le esigenze specifiche del progetto e del luogo, come nel progetto ARV per l'intervento di retrofit sito a Povo. Progetti come Passeggiata dei Castani, parte del progetto Sinfonia, hanno coinvolto numerosi partner tra cui il centro ricerche Eurach e l'agenzia CasaClima, dimostrando l'importanza della **collaborazione territoriale e della ricerca**. Particolarmente significativo è il progetto dell'**Hotel La Briosa**, risultato della sinergia tra progettisti e committenti illuminati, che rappresenta un esempio di architettura **innovativa** sia dal punto di vista del **progetto** che del **processo progettuale** che ne ha portato alla realizzazione. Le **interviste** con i progettisti e i committenti hanno rivelato un forte legame con il territorio e una particolare attenzione alla sostenibilità ambientale e al benessere degli utenti. Attraverso l'utilizzo di materiali di origine naturale come il legno, materiale della **tradizione reinterpretato in modo innovativo** per rispondere ad esigenze progettuali non convenzionali.

"La scarsa produttività del settore delle costruzioni è una delle più grandi questioni che ne condizionano lo sviluppo e il rapporto con l'innovazione" (Lorenzo Bellicini, 2019)

Negli anni 2000, numerosi studi a livello internazionale hanno approfondito il tema della **produttività nel settore delle costruzioni**. Tra questi, l'articolo di Paul Teicholz (1), fondatore e direttore del CIFE alla Stanford University, pubblicato nel 2004 (Paul Teicholz, 2004), ha avuto un impatto significativo sulla letteratura del settore. Teicholz ha evidenziato come l'industria delle costruzioni fosse in **grave ritardo** rispetto ad altri settori nell'adozione di tecnologie e processi innovativi per il risparmio di manodopera e l'impiego di attrezzature avanzate per sostituirla. Nel 2013, Teicholz ha aggiornato il suo studio (Paul Teicholz, 2013), riscontrando persistenti problemi strutturali che ostacolavano la produttività, ma ha anche individuato **opportunità di miglioramento** attraverso un uso più efficace dei processi BIM (Building Information Modeling), contratti di appalto che favoriscono la collaborazione, una maggiore adozione della prefabbricazione e l'implementazione della progettazione e costruzione virtuale. Questi elementi, se sfruttati al massimo, potrebbero avvicinare le pratiche del settore delle costruzioni a quelle dell'industria manifatturiera. Negli anni successivi, come discusso nei capitoli precedenti, l'industria AEC (Architettura, Ingegneria e Costruzioni) ha visto significativi cambiamenti e un notevole **sviluppo tecnologico**. Questi progressi includono l'incremento dell'uso delle tecnologie BIM, la creazione di processi collaborativi e l'introduzione del Modern Methods of Construction (MMC). Tuttavia, il settore continua a incontrare resistenze all'aumento della produttività e dell'innovazione.

Lorenzo Bellicini, nell'articolo pubblicato nel 2024 (Lorenzo Bellicini, 2024), ha osservato un incremento nella produttività delle costruzioni, sebbene questa rimanga inferiore rispetto ad altri settori economici. I problemi principali risiedono nel **costo dell'errore**, nelle previsioni di spesa e tempi di esecuzione non rispettati, nella **lunga filiera** del settore, nell'**inefficiente flusso di informazioni** e organizzazione dei rapporti tra gli attori coinvolti. Negli ultimi sei anni, in Italia, il settore delle costruzioni ha mostrato una crescita della produttività media annua del 2,0%, suggerendo l'inizio di una nuova fase (Lorenzo Bellicini, 2024)

Il Trentino-Alto Adige emerge come il territorio di maggiore specializzazione nelle innovazioni del settore edilizio, ma altre regioni iniziano a seguire questo esempio con leggero ritardo. **In Piemonte**, in particolare nella zona di Cuneo, si stanno sviluppando iniziative e progetti innovativi, come la rete di imprese **Rete 150**, che promuove l'edilizia a km 0, più vantaggiosa per il territorio, utile alla società e sostenibile per l'ambiente. Ma anche sviluppo di progetti innovativi nell'am-

bito della ricerca sull'involucro edilizio attraverso la progettazione in BIM, come il progetto di retrofit antisismico del Liceo Ancina a Fossano, realizzato dall'azienda DQuadro, con l'uso di **pannelli CLT per la costruzione di un esoscheletro** si un edificio in c.a., rappresenta un ulteriore esempio di innovazione per la tecnologia costruttiva finalizzata non solo all'efficientamento energetico, ma anche al miglioramento della qualità estetica delle facciate.

Dai dati emersi dalla ricerca, risulta evidente come sostenibilità e innovazione siano strettamente interconnesse nel settore delle costruzioni. Una cultura fortemente orientata verso la sostenibilità, la sperimentazione di nuove tecnologie e materiali, supportata da normative adeguate e reti di cooperazione, può portare a un'architettura sostenibile capace di rispondere alle sfide ambientali, sociali ed economiche del nostro tempo.

/BIBLIOGRAFIA

/INTRO

- Balzani, M., & Giulio, R. D. (2021). Architettura e sostenibilità: Innovazione e sperimentazione tra ambiente costruito e paesaggio. Skira.
- CELEX. (2023). Parere del Comitato economico e sociale europeo sul tema «Edilizia in legno per la riduzione di CO2 nel settore edile». Gazzetta ufficiale dell'Unione europea. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/PDF/?uri=CELEX:52022AE6006>
- Global Status Report for Buildings and Construction 2019 – Analysis. (2019, December 11). IEA. <https://www.iea.org/reports/global-status-report-for-buildings-and-construction-2019>
- Sostenibilità—Enciclopedia. (s.d.). Treccani. <https://www.treccani.it/enciclopedia/sostenibilita/>
- Von Der Leyen, U. (2020). State of the Union 2020: State of the Union Address 2020: Building the World We Want to Live in: a Union of Vitality in a World of Fragility. https://state-of-the-union.ec.europa.eu/state-union-2020_en
- World Commission on Environment and Development. (1987). Our Common Future. Oxford University Press.

CAP _ 1 LE SFIDE PER IL SETTORE EDILIZIO

- Buildings—Energy System. (s.d.). IEA. Recuperato 1 luglio 2024, da <https://www.iea.org/energy-system/buildings>
- Commissione europea. (2020). In evidenza: Efficienza energetica nell'edilizia. https://commission.europa.eu/news/focus-energy-efficiency-buildings-2020-02-17_it
- Commissione Europea. (2020). COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE, Una nuova strategia industriale per l'Europa. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/IT/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0102>
- Commissione europea. (2021). Nuovo Bauhaus europeo, a proposito dell'iniziativa. Europa.eu. https://europa.eu/new-european-bauhaus/about/about-initiative_en
- Commissione Europea. (2021, luglio 14). Il Green Deal

- europeo. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/european-green-deal_it
- European Commission. (2020). COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS A Renovation Wave for Europe—Greening our buildings, creating jobs, improving lives, COM/2020/662 final. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52020DC0662>
- European Commission. (2021). COM(2021) 573 final. COMUNICAZIONE DELLA COMMISSIONE AL PARLAMENTO EUROPEO, AL CONSIGLIO, AL COMITATO ECONOMICO E SOCIALE EUROPEO E AL COMITATO DELLE REGIONI Nuovo Bauhaus europeo Bello, sostenibile, insieme [comunicato stampa]. [https://new-european-bauhaus.europa.eu/system/files/2021-09/COM\(2021\)_573_IT_ACT.PDF](https://new-european-bauhaus.europa.eu/system/files/2021-09/COM(2021)_573_IT_ACT.PDF)
- European Union. (2023). Directive (EU) 2023/1791 of the European Parliament and of the Council of 13 September 2023. Official Journal of the European Union. <http://data.europa.eu/eli/dir/2023/1791/oj>
- Gropius, W. (1965). The new architecture and the bauhaus (First paperback Edition). The MIT PRESS.
- Inforegio—Nuovo Bauhaus europeo: Nuove azioni e finanziamenti per conciliare sostenibilità, stile ed inclusione. (2021, settembre 15). https://ec.europa.eu/regional_policy/it/newsroom/news/2021/09/15-09-2021-new-european-bauhaus-new-actions-and-funding-to-link-sustainability-to-style-and-inclusion
- Lo, J. T. Y., & Kam, C. (2021). Innovation Performance Indicators for Architecture, Engineering and Construction Organization. Sustainability, 13(16), 9038. <https://doi.org/10.3390/su13169038>
- United Nations Framework Convention on Climate Change. (2015). Paris Agreement. https://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf
- UN General Assembly. (21 October 2015). Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development, A/RES/70/1. <https://www.refworld.org/legal/resolution/unga/2015/en/111816>
- Wuni, I. Y., & Shen, G. Q. (2020). Critical success factors for modular integrated construction projects: A review. Building Research & Information, 48(7), 763–784. <https://doi.org/10.1080/09613218.2019.1669009>

CAP_2 INNOVAZIONE TECNOLOGICA E RETI DI SOSTEGNO: IL CASO DEL TRENTINO-ALTO ADIGE

- Campioli, A. (2011). Qualità dell'architettura: Innovazione, ricerca tecnologica e progetto.
- Carlo Battisti. (2014, February 7). L'assemblea delle facciate. Carlobattisti. <https://carlobattisti.com/2014/02/07/lassemblea-delle-facciate/>
- CNR-IVALSA. (2006, July 11). Comunicato stampa, IL PROGETTO SOFIE SBARCA IN GIAPPONE.
- CNR-IVALSA. (2007, March 14). Comunicato stampa, LA CASA DI LEGNO DEL TRENTINO È A PROVA DI FUOCO. LO DIMOSTRANO I TEST EFFETTUATI PRESSO I LABORATORI GIAPPONESI DEL BRI.
- Federlegno Arredo. (2023). 8° Rapporto Edilizia in legno.
- INFINITE. (s.d.). EURAC Research. da <https://www.eurac.edu/en/institutes-centers/institute-for-renewable-energy/projects/infinite>
- Kim, W. Chan, Mauborgne, Renee. (2005). Blue Ocean Strategy: How to Create Uncontested Market Space and Make the Competition Irrelevant.
- Lévy, P. (1996). L'intelligenza collettiva. Per un'antropologia del cyberspazio (D. Feroldi & M. Colò, Trad.). Feltrinelli.
- Legnattivo. (s.d.). EURAC Research. da <https://www.eurac.edu/it/institutes-centers/istituto-per-le-energie-rinnovabili/projects/legnattivo>
- Maria Antonia Barucco. (2016). DURABILITÀ E PATRIMONIO TECNOLOGIA E RISORSE: CONFRONTO. MIM EDIZIONI SRL.
- (MMC working Group, Ministry of Housing, C. and Government, L., 2019). Modern methods of construction, introducing the mmc definition framework. chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.buildoffsite.com/content/uploads/2019/04/MMC-I-Pad-base_GOVUK-FINAL_SECURE-1.pdf
- Saad, A., Dulaimi, M., & Zulu, S. (2023). A Systematic Review of the Business Contingencies Influencing Broader Adoption: Modern Methods of Construction (MMC). *Buildings*, 13, 878. <https://doi.org/10.3390/buildings13040878>
- Sinopoli, N., & Tatano, V. (2002). Sulle tracce dell'innovazione: Tra tecniche e architettura. FrancoAngeli.
- (Smith e Timberlake 2011). Smith, R. E. (2011). Prefab architecture: A Guide to Modular Design and Construction. John Wiley & Sons.
- Standards, E. (2020). CSN EN ISO 56000—Innovation

management—Fundamentals and vocabulary. <https://www.en-standard.eu>. <https://www.en-standard.eu/csn-en-iso-56000-innovation-management-fundamentals-and-vocabulary/>

- Švajlenka, J., Kozlovská, M., & Spišáková, M. (2017). The benefits of modern method of construction based on wood in the context of sustainability. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 14(8), 1591–1602. <https://doi.org/10.1007/s13762-017-1282-6>
- TIS Innovation Park. (2012). Gruppo di lavoro Facciate degli edifici. TIS innovation park.
- Viganò, F., England, L., & Comunian, R. (2023). Connecting craft, design and the wood industry in South Tyrol: From clusters to creative ecosystem. *Journal of Rural Studies*, 104, 103149. <https://doi.org/10.1016/j.jrurstud.2023.103149>
- Zeleny, M. (2006). INNOVATION FACTORY: PRODUCTION OF VALUE-ADDED QUALITY AND INNOVATION.

CAP_3 LA PREFABBRICAZIONE IN LEGNO PER IL PROGETTO DI ARCHITETTURA

- Aitchison, M. (2018). Prefab Housing and the Future of Building: Product to Process. Lund Humphries.
- BorjeGhaleh, R. M., & Sardroud, J. M. (2016). Approaching Industrialization of Buildings and Integrated Construction Using Building Information Modeling. *Procedia Engineering*, 164, 534–541. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2016.11.655>
- Bousquet-Reszetclozski, J. (2012, luglio 18). La casa dei giorni migliori di Jean Prouvé alla Galleria Patrick Seguin. Espazium. <https://www.espazium.ch/fr/actualites/la-maison-des-jours-meilleurs-de-jean-prouve-la-galerie-patrick-seguin>
- Gropius, W. (1965). The new architecture and the bauhaus (First paperback Edition). The MIT PRESS.
- Gropius, W., & Wachsmann, K. (2021). 4. Gropius, Hirsch, and the Saga of the Copper House. MIT Press Open Architecture and Urban Studies. <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/vyw6e8nx/release/1>
- Gropius, W., & Wachsmann, K. (2021). 8. The Packaged House: A Wartime Proposal. MIT Press Open Architecture and Urban Studies. <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/039mb6ku/release/1>
- Gropius, W., & Wachsmann, K. (2021). 9. The General Panel Corporation. MIT Press Open Architecture and Urban

Studies. <https://mitp-arch.mitpress.mit.edu/pub/5nuy76j6/release/1>

- Herbert, G. (1984). *The Dream of the Factory-Made House: Walter Gropius and Konrad Wachsmann*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/2494.001.0001>
- Jean Prouvé, *Les Jours Meilleures house*, 1956. (s.d.). <https://www.jeanprouve.com/en/fiche/1956-5>
- JOSÉ JUAN BARBA. (2012). *Jean Prouvé—“Les Jours Meilleurs” house—(1956)*. Metacolus. <https://www.metalocus.es/en/news/jean-prouve-les-jours-meilleurs-house-1956>
- Seelow, A. M. (2018). *The Construction Kit and the Assembly Line—Walter Gropius’ Concepts for Rationalizing Architecture*. *Arts*, 7(4), Articolo 4. <https://doi.org/10.3390/arts7040095>
- Smith, R. E. (2011). *Prefab architecture: A Guide to Modular Design and Construction*. John Wiley & Sons.
- Staib, G., Dörrhöfer, A., & Rosenthal, M. (2010). *Atlante della progettazione modulare*. Utet Scienze Tecniche.
- Standards, E. (2020). *CSN EN ISO 56000—Innovation management—Fundamentals and vocabulary*. <https://www.en-standard.eu/csn-en-iso-56000-innovation-management-fundamentals-and-vocabulary/>
- Tavares, V., Gregory, J., Kirchain, R., & Freire, F. (2021). What is the potential for prefabricated buildings to decrease costs and contribute to meeting EU environmental targets? *Building and Environment*, 206, 108382. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2021.108382>
- Wachsmann, K. (1981). *Konrad Wachsmann autobiography and inventory of drawings*, 1981.

CAP _ 4 ELEMENTO DI INDAGINE: L’IN-VOLUCRO EDILIZIO VERTICALE

- Balzani, M., & Giulio, R. D. (2021). *Architettura e sostenibilità: Innovazione e sperimentazione tra ambiente costruito e paesaggio*. Skira.
- Brand, S. (1994). *How Buildings Learn: What Happens After They’re Built*. Viking.
- Geldermans, R. J. (2016). *Design for Change and Circularity – Accommodating Circular Material & Product Flows in Construction*. *Energy Procedia*, 96, 301–311. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2016.09.153>

- Perriccioli, M., & Rossi, M. (2005). *Thomas Herzog: Reacting skin: 10 progetti per l’abitare sostenibile*. Kappa.
- Russell, P., & Moffatt, S. (2001). *Assessing Buildings for Adaptability—Annex 31- Energy-Related Environmental Impact of Buildings*. https://www.iea-ebc.org/Data/publications/EBC_Annex_31_Assessing_Building.pdf
- Schmidt, R., Austin, S., & Brown, D. (2009). *Designing adaptable buildings*.
- Schittich, C. (2006). *Building Skins*. Birkhäuser.

CAP _ 5 CASI STUDIO

Hotel La Briosia

- Giuria Wood Architecture Prize. (2023). *Hotel La Briosia | Wood Architecture Prize 2023*. Fiera Bolzano. <https://www.fierabolzano.it/it/klimahouse/story/hotel-la-briosia>
- Mariagrazia Barletta. (2020, maggio 19). *Bio-edilizia tra recupero e conservazione: a Bolzano l’hotel firmato dai trentenni Perasso e Tolpeit*. *professione Architetto*. <https://www.professionearchitetto.it/news/notizie/27665/Bio-edilizia-tra-recupero-e-conservazione-a-Bolzano-l-hotel-firmato-dai-trentenni-Perasso-e-Tolpeit>
- Thoma, E. (2016). *Die geheime Sprache der Bäume: Die Wunder des Waldes für uns entschlüsselt* (8. Auflage). Servus.
- UNI EN ISO 13943:2017
- <https://www.arketipomagazine.it/hotel-la-briosia-a-bolzano-felix-perasso-e-daniel-tolpeit-architetti/>
- <https://www.archilovers.com/projects/312288/hotel-la-briosia.html>
- <https://www.tribune.com/turismo/2023/03/bolzano-architettura-paesaggio/>
- <https://www.fierabolzano.it/it/klimahouse/story/vincitori-wap-2023>
- <https://www.holzhaus.com/it/>
- <https://www.ildolomiti.it/societa/2022/una-costruzione-in-legno-lunare-a-bolzano-in-arrivo-lhotel-la-briosia-struttura-storica-rinnovata-con-materiali-green>
- <https://www.ingenio-web.it/articoli/architettura-in-legno-hotel-briosia-modello-di-ospitalita-sostenibile-e-integrata-nel-contesto-storico/>
- <https://www.ingenio-web.it/articoli/architettura-in-legno-soluzioni-e-tecnico-costruttive-innovative-usate-nell-hotel-briosia/>

- <https://www.la-briosa.it/>
- <https://www.thoma.at/it/legno-lunare/>

Complesso residenziale Rosenbach

- Lantschner, N. (2008). Casa clima. Vivere nel più. Ediz. Illustrata (Illustrated edizione). Raetia.
- Wilfried Menz. (2004). Wohnanlage Rosenbach, Haslach/Bozen. Turrisbabel, Notiziario trimestrale della Fondazione dell'Ordine degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti, Conservatori della Provincia Autonoma di Bolzano.

Uffici amministrativi ExPost

- Cipria.org. (2010). Landhaus Nummer.
- Ex edificio delle Poste, Bolzano. (2012). Ediliziainrete. <https://ediliziainrete.it/referenze/ex-edificio-delle-poste-bolzano-bz>
- Massima efficienza per l'ExPost di Bolzano. (2011, agosto 2). Arketipo. <https://www.arketipomagazine.it/massima-efficienza-per-lexpost-di-bolzano/>

Complesso residenziale Passeggiata dei Castani

- Agenzia CasaClima. (n.d.). Archivio progetti di ricerca: Sinfonia. Retrieved from <https://www.agenziacasaclima.it/it/progetti-di-ricerca/archiv-progetti-di-ricerca/sinfonia-1585.html>
- Benedikter Architekten. (2022). CasaClima Sinfonia. Retrieved from <https://www.benedikter.biz/wp-content/uploads/2022/09/CasaClima-sinfonia.pdf>
- Benedikter Architekten. (2022). CN98 condominio. Retrieved from https://www.benedikter.biz/wp-content/uploads/2022/09/CN98_condominio_Ohne-Startseite.pdf
- Benedikter Architekten. (2022). Sinfonia. Retrieved from <https://www.benedikter.biz/it/sinfonia/>
- Benedikter Architekten. (2022). The Plan, 128. Retrieved from https://www.benedikter.biz/wp-content/uploads/2022/09/The-Plan-128_03-2021.pdf
- Benedikter Architekten. (2022). TripleWoo Sinfonia. Retrieved from <https://www.benedikter.biz/wp-content/uploads/2022/09/1-triplewoo-sinfonia.pdf>
- Comune di Bolzano. (n.d.). Passeggiata dei Castani. Retrieved from https://www.comune.bolzano.it/stampa_context.

- https://www.benedikter.biz/wp-content/uploads/2022/09/CN98_condominio_Ohne-Startseite.pdf
- Sinfonia Smart Cities. (n.d.). Demo site: Housing complex. Retrieved from <http://www.sinfonia-smartcities.eu/it/demo-site/housing-complex->
- Vettorato, D. (2018, November 23). Eurac Research, RI-QUALIFICAZIONE DELL'ABITARE QUALI SFIDE PER IL XXI SECOLO? Il progetto SINFONIA.

Residenza universitaria Unity

- Alucobond.com. (n.d.). alucobond.com. Retrieved from <https://alucobond.com/products/construction>
- Gruber, E. (2020, October 2). Lo studentato Unity di Monaco di Baviera: Un esempio di realizzazione in tempi brevi con elementi prefabbricati [Presentation]. Retrieved from <https://www.promolegno.com/fileadmin/promolegno/media.it/fabbricalegno-2020/ErichGruber-fabbricalegno-02102020.pdf>
- LignoAlp. (n.d.). N.1 costruire in legno. Retrieved from https://www.immobilgreen.it/uploads/usr/65215/2019_MagazineLignoAlp_N.1ITA.pdf
- LignoAlp. (2019, June 25). LignoAlp Fassadenkonstruktion in München – Costruzione di facciata a Monaco [Video]. Retrieved from <https://www.youtube.com/watch?v=7oA7QDXTahY>
- Studentato «unity»—Facciata appesa in legno a Monaco (D). (n.d.). LignoAlp. Retrieved May 1, 2023, from <https://www.lignoalp.com/realizzazioni/edificio-ibrido/la-facciata-appesa-in-legno/>

Residenza universitaria Mayer

- Andreolli, M. (2018). Residenza universitaria Mayer, Trento. Ciclo di seminari tecnici, fabbricalegno.
- Legnoarchitettura 41. (2021). EdicomStore. Retrieved from https://issuu.com/edicomedizioni/docs/legnoarchitettura_41
- Pedrotti, S. (2015). Residenza universitaria Mayer_Essepì_nota stampa.
- Residenza universitaria Mayer. (n.d.). STUDIO BBS ARCHITETTURA. Retrieved from <https://studiobbbs.it/progetti/residenza-universitaria-mayer/>
- Residenza universitaria Mayer_Essepì_nota stampa.

(2015).

- Scartezzini, M. (2018). La residenza Universitaria Mayer—Trento Il progetto tra architettura e struttura. Ciclo di seminari tecnici, fabbricalegno.

Complesso residenziale ARV

- <https://www.habitech.it/single-news/riqualificazione-residenziale-prima-applicazione-del-pannello-renew-wall-nellambito-del-progetto-europeo-arv/>
- <https://www.renew-wall.com/>
- <https://greendeal-arv.eu/2024/01/17/renew-wall-trento/>

/CONCLUSIONI

- kncredazione2016. (2019). Produttività nel mondo delle costruzioni, l'analisi del Cresme -. <https://www.a-realestate.it/produttivita-nel-mondo-delle-costruzioni-lanalisi-del-cresme/>
- Lorenzo Bellicini. (2024). La produttività delle costruzioni torna a crescere, pur restando più bassa di altri settori: Siamo entrando in una nuova fase? Cresme Daily. <https://cresmedaily.it/la-produttivita-delle-costruzioni-torna-a-crescere-pur-restando-piu-bassa-di-altri-settori-stiamo-entrando-in-una-nuova-fase/>
- Paul Teicholz. (2013). Labor-Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies (Another Look)—AECbytes Article. https://www.aecbytes.com/viewpoint/2013/issue_67.html
- Paul Teicholz. (2004). Labor-Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies—AECbytes Viewpoint. https://www.aecbytes.com/viewpoint/2004/issue_4.html