



POLITECNICO
MILANO 1863

CARE

Costruire l'**Abitare Reversibile**

Un progetto Life-Cycle Thinking per Lisbona

Susanna Zito
Sofia Zucchi

ERAS



POLITECNICO
MILANO 1863

Scuola di Architettura, Urbanistica ed Ingegneria delle Costruzioni

Corso di Laurea Magistrale in Architettura
e Disegno Urbano

Anno Accademico 2022/2023

CARe

Costruire l'**A**bitare **Re**versibile

Tesi di Laurea Magistrale
Sessione di laurea: Luglio 2023

Relatori

Andrea Campioli, Michela Buzzetti

Correlatrice

Anna Dalla Valle

Autori

Susanna Zito - matr. 967732

Sofia Zucchi - matr. 968131

Abstract	pag. 6	4. Flessibilità dell'abitare	pag.132
Introduzione	pag. 8	4.1. Riflessioni sull'abitare contemporaneo	pag.134
1. Riflessioni e analisi	pag. 14	4.2. Principi ordinatori	pag. 170
1.1. Circolarità: metodologia per un progettare sostenibile	pag.16	4.3. I gradi della flessibilità	pag. 176
1.2. L'abitare circolare: l'esperienza degli Ecoquartieri	pag.28	4.4. La chiusura verticale esterna componibile	pag. 194
1.3. CARE: Costruire l'Abitare Reversibile	pag. 47	5. Life Cycle Design e Energia	pag.216
1.3.1 Sfera Economica	pag. 47	5.1. Life Cycle Assessment: l'analisi del ciclo di vita e la sua metodologia	pag.218
1.3.2 Sfera Ambientale	pag. 51	5.2. Strategie di applicazione del metodo LCA: analisi di progetto	pag. 226
1.3.3 Sfera Sociale	pag.55	5.2.1 Studio del pacchetto costruttivo a parità di trasmittanza	pag. 228
2. Lisbona: la città cosmopolita	pag. 58	5.2.2 Studio della pelle dell'edificio	pag. 242
2.1 Le origini storiche della città	pag.60	5.2.3 Studio del sistema schermante	pag. 249
2.2 Concetti e teorie dell'architettura portoghese	pag. 71	5.2.4 Studio dei serramenti	pag. 268
2.3 Boavista Landfill: una fotografia sullo stato di fatto	pag.77	5.2.5 Studio del modulo porta	pag. 273
3. Rapporto con il contesto: un legame essenziale	pag.104	5.2.6 Studio dei moduli di facciata	pag. 274
3.1. Scelte compositive	pag. 106	5.3. Energia e impianti	pag. 288
3.2. Lo spazio aperto	pag. 108	5.3.1 Sistema Impiantistico: Riscaldamento e Raffrescamento	pag. 289
3.3. Genesi volumetrica	pag. 114	5.3.2 Sistema Impiantistico: Acqua Calda Sanitaria (ACS)	pag. 292
3.4. Intervento sull'esistente	pag. 122	5.3.3 Sistema Impiantistico: Elettrico e Fotovoltaico	pag. 296
3.5. Mediazione tra la città e la residenza: i piani pubblici per il quartiere	pag. 124	5.4. Sistema energetico	pag. 306
		Conclusioni	pag.314
		Bibliografia e sitografia	pag.318

ABSTRACT

Architectural design in recent decades increasingly interfaces with an ever-changing society and temporality. Given this, it is no longer possible to avoid trying to fully meet all the requirements of this continuous change. CARE is a design proposal, which aims to tell how the entire project takes careful and thoughtful care of the context, of living, of social relations, of building techniques, of the circular system of which every aspect of the project is a part.

In fact, the principle that the thesis experiments with is circularity, understood as a vision that pursues the idea of considering each component of the project, whether purely constructive or architectural, as a recyclable, reusable and adaptable element. Starting from the choice of local materials, up to the possibility of transforming the internal conformation of entire living plans, the theme of circularity allows new themes to be added to the project, such as adaptability, flexibility, local identity, which are necessary prerequisites to satisfy a continuous social and temporal change.

The degrees of circularity can be applied to the 6 Shearing Layers, defined by Stewart Brand in his book "How Buildings Learn: What happens after they're built", namely site (context), structure (structure), skin (envelope), services (facilities), space plan (layout), stuff (furnishings), which make up the path followed in the delineation of the project and the thesis itself. In addition, the project participated in the Multicomfort Student Contest, an international competition for architecture students held annually by the Saint Gobain company. The project site is therefore located in Lisbon, an interesting urban polarity in terms of history and tradition.

The objectives to be met focus on sustainable design, attentive to environmental impacts and construction techniques, but capable of adapting and modulating according to the needs of users and the passage of time. With these premises, the CARE project attempts to define a design method that can be a proposal to satisfy an ever-changing way of living.

Il progettare architettura, degli ultimi decenni, si interfaccia sempre più con una società e con una temporalità in continuo cambiamento. Dato ciò non è più possibile esimersi dal cercare di soddisfare pienamente tutti i requisiti richiesti da questo continuo mutare. CARE è una proposta progettuale, che vuole raccontare come l'intero progetto si prenda cura in modo attento e premuroso del contesto, dell'abitare, delle relazioni sociali, delle tecniche costruttive, del sistema circolare di cui ogni aspetto del progetto fa parte. Difatti, principio che la tesi sperimenta è la circolarità, intesa come una visione che persegue l'idea di considerare ogni componente del progetto, sia prettamente costruttivo che architettonico, come un elemento riciclabile, riutilizzabile e adattabile.

A partire dalla scelta di materiali locali, sino alla possibilità di trasformare la conformazione interna di interi piani abitativi, il tema della circolarità permette di aggiungere al progetto nuove tematiche, come adattabilità, flessibilità, identità locale, che sono presupposti necessari per soddisfare un continuo mutamento

sociale e temporale. I gradi della circolarità possono essere applicati ai 6 Shearing layers, definiti da Stewart Brand nel libro "How Buildings Learn: What happens after they're built", ovvero site (contesto), structure (struttura), skin (involucro), services (impianti), space plan (disposizione in pianta), stuff (arredo), che compongono il percorso seguito nella delineazione del progetto e della tesi stessa. Inoltre, il progetto ha partecipato al Multicomfort Student Contest, un concorso internazionale per studenti di architettura indetto ogni anno dall'azienda Saint Gobain. Il luogo di progetto si situa quindi a Lisbona, polarità urbana interessante per storia e tradizione.

Gli obiettivi da soddisfare vertono su una progettazione sostenibile, attenta agli impatti ambientali e alle tecniche costruttive, ma capace di adattarsi e modularsi in base alle esigenze degli utenti e del passare del tempo. Con queste premesse, il progetto CARE tenta di definire un metodo progettuale che possa essere una proposta per soddisfare un modo di vivere in continuo mutamento.

ABSTRACT

Negli ultimi decenni si è dimostrata una maggior importanza nei confronti delle tematiche riguardanti l'impatto ambientale che gli edifici hanno sul pianeta, durante tutto il ciclo di vita. A fronte del sempre più evidente cambiamento climatico, studiare e progettare edifici che risultino adattabili alle diverse esigenze e costruiti con materiali riutilizzabili e riciclati sta diventando una necessità.

Motivo per cui ogni anno l'azienda Saint-Gobain indice il Multicomfort Student Contest, un concorso internazionale per studenti di architettura, che ha come obiettivo quello di porre al centro dell'attenzione il tema della sostenibilità nell'edilizia moderna, intesa sia per le persone che per l'ambiente. Inoltre, i progetti che verranno presentati, devono tener conto del tema dell'efficienza energetica e della riduzione delle emissioni di carbonio, sfida ormai innegabile dell'architettura odierna.

Nella Diciottesima edizione la città selezionata per il progetto è stata Lisbona. Capitale del Portogallo, da sempre cuore del collegamento tra l'Europa e il nuovo mondo, conserva ancora oggi diverse tracce di tale connessione. Da anni per volere della municipalità diverse aree della città stanno subendo una trasformazione urbana, e proprio tra queste si situa l'area di progetto selezionata per il concorso.

Le tematiche su cui era richiesto proporre una soluzione erano principalmente tre: la riorganizzazione del tessuto urbano e l'unione di tutti i nuovi volumi attraverso il parco urbano; la realizzazione di un nuovo edificio di co-housing; il recupero della preesistenza con annessa rifunzionalizzazione a sede per la Lisbon Film Commission. Per ognuno di questi elementi sono stati definiti dei vincoli da rispettare che hanno influenzato alcune scelte progettuali.

Partecipando al concorso, è stato possibile ideare il progetto CARE, un tentativo, o meglio una proposta che cerca di rispondere a tutte le necessità imposte dal bando, risolvendo i vincoli e generando un luogo con una spazialità adatta a tutte le sue componenti principali: società, contesto, tempo.

In un primo momento, è stata svolta una riflessione su come si potesse, tramite il progetto, realizzare un edificio che potesse compensare le esigenze emergenti, che fosse in grado di modularsi e variare con il passare del tempo, ma che fosse comunque fortemente radicato nel contesto urbano in cui si situa.

Dalle riflessioni e gli studi svolti, si è deciso che, nel progetto CARE, il principio fondativo da applicare per soddisfare queste richieste è la circolarità. Con il termine circolarità si vuole intendere un approccio previsto per ogni singola fase progettuale, secondo cui ogni elemento che la compone possa essere riutilizzato,

riciclato e adattabile. Motivo per cui si è sempre stati attenti sia agli impatti ambientali e alle emissioni di carbonio che ogni scelta comporta, sia a rendere possibile la trasformazione dello spazio abitativo in base alle necessità degli utenti, garantendo un'adattabilità e flessibilità continuamente modificabile nel tempo.

Contemporaneamente si sottolinea l'importanza dello studio e dell'analisi del contesto, necessarie per ritrovare anche eventuali soluzioni alle problematiche che si possono presentare. Tuttavia, il progetto non deve proporsi come un collage di revival storici di diversi elementi ma deve attuare gli stessi in una chiave contemporanea. Circolarità comprende quindi il recupero di tutti quegli aspetti vernacolari e tradizionali che sono propri dei luoghi, rendendo la sostenibilità qualcosa che punti sì al rispetto e salvaguardia dell'ambiente ma anche al ritorno di una vita lenta. Così facendo si sottolinea come la circolarità

sia qualcosa che per determinati aspetti si possa applicare a tutti i casi ma che nella maggior parte delle volte richiede soluzioni specifiche, studiate custom made.

Il progetto nasce quindi da questa esigenza di circolarità, che possa essere contemporaneamente tradizione e innovazione. Tenendo quindi conto di queste riflessioni, il concetto di circolarità è stato applicato ad una teoria delineata ed enunciata nel libro "How Buildings Learn: what happens after they are built" di Stewart Brand, dove sono definiti i cosiddetti Shearing Layers: Site (contesto), Structure (struttura), Skin (involucro), Services (impianti), Space Plan (disposizione in pianta), Stuff (arredo). Tali livelli compongono l'edificio e si caratterizzano per durabilità differenti nel tempo, che presuppongono quindi modi di intervenire diversi per ogni livello. L'abitare circolare corrisponde quindi a questo: vivere in un luogo che sia perennemente reversibile, rinnovabile e

adattabile alle esigenze di luogo, tempo e società. Adattabilità, flessibilità, socialità, identità del luogo, impatto ambientale sono solo alcune delle key-words che fanno parte di un insieme di regole e principi, significative per la progettazione di CARE. Il percorso progettuale svolto è stato prima di tutto un processo formativo e conoscitivo. Lavorando al progetto CARE è stato possibile studiare e implementare la conoscenza nell'ambito della progettazione nelle sue molteplici sfumature: simbolica, sociale, tecnologica, ambientale. È stato anche un momento di enorme soddisfazione, dato che si è classificato secondo al bando di concorso, con apprezzamenti per quanto riguarda la connessione con il contesto e lo sviluppo della flessibilità ed adattabilità mediante l'utilizzo delle tipologie costruttive a secco. In conclusione, possiamo affermare con certezza che questo progetto e questa tesi saranno il punto di partenza per il nostro futuro da architetti.

Istruzioni per la lettura

Per comprendere e facilitare la lettura del testo scritto, si possono ritrovare nell'elaborato alcune tips per identificare le parti dedicate alla spiegazione teorica, rielaborata dalle letture svolte durante il processo di tesi, e le parti esplicative del progetto.

Motivo per cui tutto ciò che concerne lo studio teorico si ritroverà scritto in color grigio, mentre le spiegazioni, il racconto del progetto saranno identificate da una banda blu laterale e dal testo del medesimo colore.

Per quanto riguarda le immagini, invece, quelle relative allo studio teorico presenteranno sempre una didascalia e la fonte da cui sono state ricavate, mentre le immagini relative al progetto sono prettamente rielaborazioni personali o disegni grafici da noi realizzati.





RIFLESSIONI E ANALISI FONDATIVE

La teoria come base di partenza

- 1.1. Circolarità: metodologia per un progettare sostenibile
- 1.2. L'abitare circolare: l'esperienza degli Ecoquartieri
- 1.3. CARe: Costruire l'Abitare Reversibile

1.1 Circolarità: metodologia per un progettare sostenibile

Quanto pesa oggi la sostenibilità nella progettazione di un edificio?

Al centro di tutte le politiche compare il termine green come sinonimo di sostenibilità. Ma cosa vuol dire essere sostenibile? Progettare e costruire edifici NZEB-*Nearly Zero Energy Building*? Compensare le proprie emissioni? Per ciascuno di noi questo termine entra in gioco in sempre più ambiti, dalla città al turismo, dall'industria all'agricoltura. Questo tema complesso e multidisciplinare, che richiede una costante ricerca e sviluppo, oggi rischia spesso di essere banalizzato da slogan capaci di riscuotere ampi consensi nell'opinione pubblica, evocando un immaginario di innovative soluzioni ai diversi ordini di problemi di portata globale, senza una reale messa in discussione del consolidato

1.cit. P.J.Tabb, A.S.Deviren, *The Greening of Architecture. A critic History and Survey of Contemporary Sustainable Architecture and Urban Design*, Ashgate, Farnham 2013, p.13

rapporto tra uomo e risorse ambientali.¹ Così facendo la sostenibilità rischia di passare da tema di vitale importanza a semplice banalizzazione, e utilizzando le parole di Rober Engelman, quella in cui viviamo, è l'epoca della sosteniblablà, dove la sostenibilità è diventata una semplice moda.²

La piena crisi climatica in cui la nostra epoca si trova è innegabile. L'aumento delle temperature, il calo delle precipitazioni, l'aumento del livello del mare e l'aumento degli eventi atmosferici estremi, sono tutti segnali che dimostrano chiaramente verso quale scenario possibile la Terra si sta dirigendo, e parlare di sostenibilità non deve essere quindi un vezzo di pochi tecnici del settore ma una vera e propria questione sociale e globale.

I primi segnali dell'inizio del cambiamento climatico iniziano ad essere registrati a partire

2.R.Engelman, *Oltre la sosteniblablà, Worldwatch Institute, State of the World 2013. È ancora possibile la sostenibilità?* Edizioni Ambiente, Milano 2013, p.37

dagli anni 50 del Novecento, amplificandosi costantemente, fino ad arrivare ai nostri giorni. A partire dal 1988 l'ONU pubblica ogni 5-6 anni un rapporto sullo stato del cambiamento climatico, redatto da un gruppo di tecnici e scienziati. Il sesto rapporto pubblicato, nella sua versione di sintesi nel 2023, ha l'obiettivo di fornire una fotografia sulla situazione attuale, definendo cause, effetti e le possibili soluzioni, esplorando i diversi ambiti che entrano in gioco definendo un quadro specifico per ciascun continente. Il rapporto parte analizzando l'obiettivo prefissato dall'accordo di Parigi 2015, stipulato tra gli Stati Membri delle Nazioni Unite, riguardante la riduzione delle emissioni e del mantenimento dell'aumento temperatura globale al di sotto di 1,5°C. L'accordo ha come obiettivo la riduzione delle possibili conseguenze e rischi che potrebbero causare tutti gli effetti dell'innalzamento delle temperature. Infatti, analizzando i quattro elementi che compongono il sistema

climatico (l'atmosfera, la criosfera, la biosfera e gli oceani) nel grafico si può notare come il rapporto tra l'innalzamento della temperatura e il manifestarsi di determinati eventi atmosferici estremi di grande portata sia direttamente proporzionale. Le acque degli oceani e dei mari sempre più calde, la loro conseguente acidificazione e la diminuzione del loro contenuto di ossigeno, lo scioglimento dei ghiacciai, l'innalzamento del livello dei mari, l'aumento dei gas serra e degli eventi atmosferici catastrofici, dimostrano come il cambiamento sia già in atto e come occorran misure a grande scala per intervenire.

In passato la terra aveva già subito per cause naturali un innalzamento delle temperature, che aveva portato agli stessi effetti che si stanno verificando attualmente. Proprio per questo per gli scienziati è importante studiare questi cambiamenti e metterli a confronto per una migliore comprensione degli scenari che potremmo riscontrare tra qualche decennio o

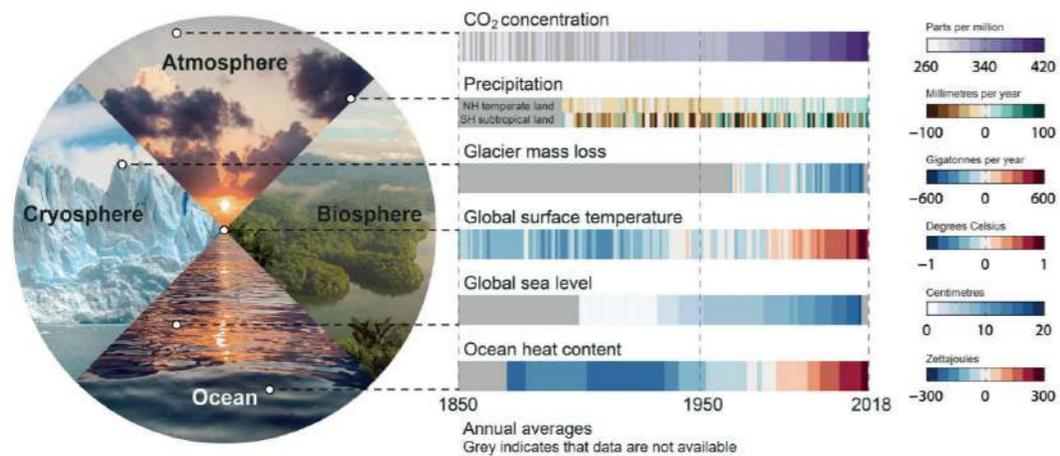


Fig.1 Sei indicatori chiave dei cambiamenti in corso dal 1850, ovvero dall'inizio della documentazione osservativa o valutativa, fino al 2018. Ogni striscia indica l'anomalia media annuale globale (tranne che per le precipitazioni, che mostra le medie di due fasce di latitudine), l'anomalia media annuale per un singolo anno, rispetto a una linea di base pluriennale (ad eccezione della concentrazione di CO₂ e della perdita di massa dei ghiacciai, che sono valori assoluti). Il grigio indica che i dati non sono disponibili.

I set di dati e le linee di base utilizzate sono: (i) CO₂: carote di ghiaccio antartico (Lüthi et al., 2008; Bereiter et al. 2015) e misure dirette dell'aria (Tans e Keeling, 2020) (si veda la Figura 1.5 per i dettagli); (ii) precipitazioni: Global Precipitation Climatology Centre (GPCC) V8 (aggiornato da Becker et al., 2013), baseline 1961-1990 utilizzando solo le aree terrestri con le fasce di latitudine 33°N-66°N e 15°S-30°S; (iii) perdita di massa dei ghiacciai: Zemp et al. (2019); (iv) temperatura superficiale globale dell'aria (GMST). temperatura globale dell'aria (GMST): HadCRUT5 (Morice et al., 2021), baseline 1961-1990; (v) variazione del livello del mare: (Dangendorf et al., 2019), baseline 1900-1929; (vi) contenuto di calore degli oceani: Zanna et al. (2019), baseline 1961-1990. Fonte: Grafico estralato dal Sesto Rapporto IPCC 2023, Chapter 1: Framing, Context and Methods, pp 158

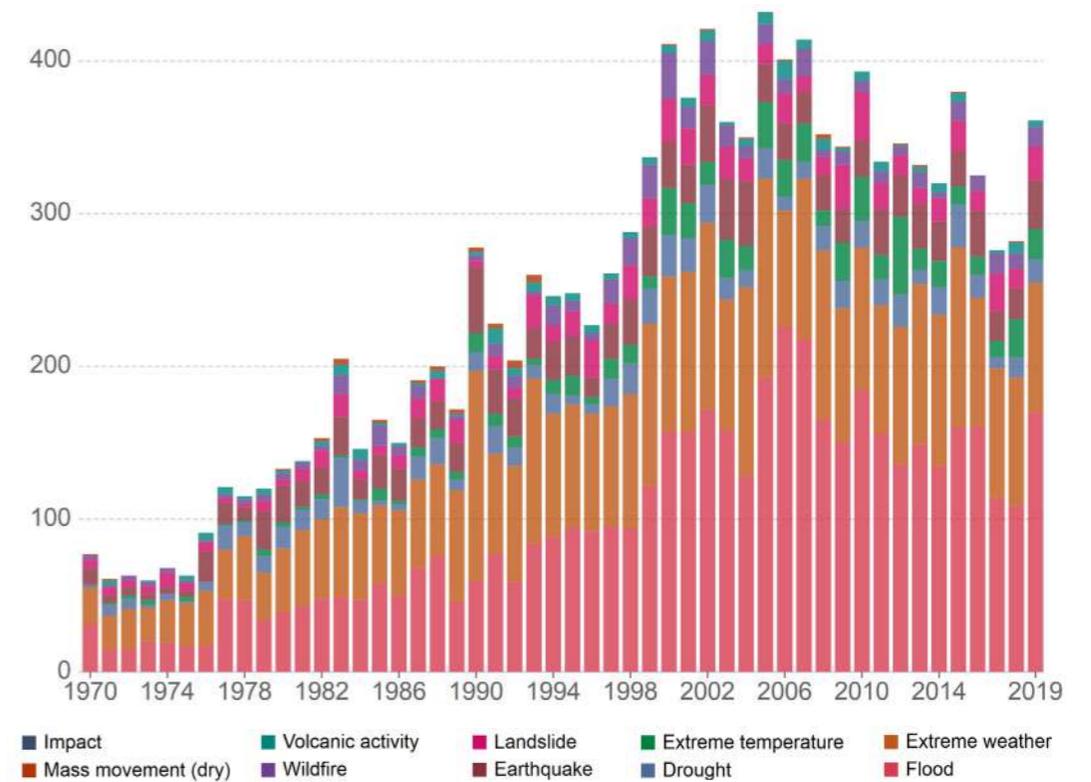


Fig.2 Disastri naturali segnalati a livello globale per tipologia, dal 1970 al 2019. Il numero annuale di disastri naturali segnalati, suddivisi per tipologia. Sono inclusi sia i disastri legati alle condizioni atmosferiche che quelli non legati alle condizioni atmosferiche. Il grafico dimostra chiaramente come il trend degli eventi atmosferici estremi sia in continuo aumento a partire dagli anni Settanta.

Fonte: Ritchie H., Rosado P. and Roser M., Natural Disasters, ricerca pubblicata online in OurWorldInData.org.

secolo, e per definire alcune possibili soluzioni da mettere in atto. Studiando gli eventi passati è possibile identificare gli eventi a catena che si sono scatenati e le loro cause. A differenza del cambiamento climatico in cui la nostra società si trova oggi, originato e alimentato principalmente da cause antropiche, quello avvenuto in passato aveva cause naturali e, per tale motivo, risultava difficilmente rimediabile. L'uomo e le sue attività, quindi, hanno un peso notevole all'interno dei possibili scenari futuri a cui va incontro la società odierna. Le aree urbane ad oggi ospitano 4.2 miliardi di persone, numero che non si appresta a diminuire nei decenni successivi. Si stima infatti, che la totalità delle persone che vivranno in aree urbanizzate sarà sempre crescente, causando uno spopolamento delle aree rurali e una maggiore concentrazione di abitanti all'interno delle città. Solamente tra il 2015 e il 2020, le popolazioni in aree urbane sono cresciute di oltre 397 milioni, dove il 90% di questa crescita si è verificata nelle regioni meno sviluppate. Inoltre, si prevede che altri 2,5 miliardi di persone vivranno nelle aree

urbane entro il 2050, con un massimo del 90% di questo aumento concentrato nelle regioni dell'Asia e dell'Africa.³

Pertanto l'attuale popolazione mondiale di 7,6 miliardi dovrebbe raggiungere gli 8,6 miliardi nel 2030, i 9,8 miliardi nel 2050 e gli 11,2 miliardi nel 2100.⁴

Diversi studi, tra cui lo stesso rapporto dell'IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*), dimostrano come la vulnerabilità e l'esposizione ai rischi dati dal cambiamento climatico siano maggiori all'interno delle aree urbane. A partire dall'aumento della

3.AV. Settlements and Key Infrastructure. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 907–1040

4. Rapporto ONU *The World Population Prospects: The 2017 Revision*

popolazione nei centri urbani, gli effetti si susseguono a cascata e si presentano in maniera maggiore dove la capacità di adattamento è limitata, ovvero in tutti quei centri dove gli insediamenti non sono stati pianificati e nelle nazioni a basso reddito. L'aumento del livello del mare e delle forti precipitazioni accompagnate da cicloni metteranno a rischio le città costruite sulla costa, e con esse l'oltre un miliardo di persone che le abitano. Il numero sempre maggiore degli abitanti dei centri urbani farà sì che le ondate di calore che travolgeranno le città saranno sempre maggiore, così come le temperature che si registreranno nei centri urbani. Inoltre, il surriscaldamento di 1.5°C causerà gravi siccità e scarsità d'acqua mettendo a rischio oltre 350 milioni di persone. Sempre proseguendo con l'effetto a catena, un numero maggiore di persone che vivono nelle città significa una superficie calpestabile cementificata maggiore. Seguendo le stime di crescita attuali, si prevede che la superficie aumenterà circa del 20% entro il 2030 e l'80% avverrà nelle aree delle economie emergenti.

Inoltre, il problema della concentrazione della popolazione in specifiche aree si svilupperà in parallelo al nascente fenomeno dei migranti climatici. Nasceranno nuovi flussi migratori e le persone si muoveranno in nuove aree per una vita migliore.

Tutti questi effetti a catena dimostrano come lavorare sulla sostenibilità e sulla diminuzione delle emissioni, sia una questione complessa e che richieda di ampliare le vedute su tutto il sistema che entra in gioco nella progettazione di un edificio. I cambiamenti climatici non influenzano solamente l'ecosistema ambiente ma apportano grandi cambiamenti anche alla geopolitica, all'economia e alla sanità. Gli eventi climatici estremi che caratterizzano sempre più spesso le testate giornalistiche di tutto il mondo ci dimostrano come le nostre città debbano essere sempre più in grado di adattarsi a questi eventi estremi che vanno da grandi periodi di siccità a periodi di piogge torrenziali.

Oltre ai problemi causati dal cambiamento climatico si introduce anche tutta una serie di conseguenze dettate dalla disuguaglianza

sociale, che a sua volta diventa elemento discriminante sulle possibili soluzioni a disposizione dei cittadini dagli effetti climatici. Le popolazioni oltre a subire discriminazioni per quanto riguarda l'accesso alle possibili soluzioni ai fenomeni del cambiamento, in base al loro ceto sociale, possono essere discriminate per genere, origine etnica, età, livello di abilità e patrimonio culturale, mettendo così a rischi il grosso sapere che ogni civiltà porta con sé. Occuparsi del cambiamento climatico e della sostenibilità vuol dire anche puntare alla salvaguardia di tutti quei saperi silenziosi che appartengono alle diverse popolazioni, affrontando le cause delle disuguaglianze sociali ed economiche e lavorando in parallelo su soluzioni che sappiano ridurre i fattori inquinati e che siano mutevoli al cambiamento.

Essere sostenibili oggi non vuol dire considerare solamente gli aspetti ambientali e gli impatti che le nostre scelte hanno su di esso, ma procedere con un approccio olistico considerando tutte le sfere che entrano in gioco. Le tre principali sono: la sfera ambientale, che



Fig.3 Rielaborazione personale dei tre sfere che entrano in gioco quando si parla di sostenibilità.

deve considerare e salvaguardare gli equilibri che si definiscono tra l'essere umano, le altre specie e l'ambiente; la sfera economica, che considera l'efficienza produttiva e la distribuzione delle risorse; e la sfera sociale, che si occupa di un'equa redistribuzione delle risorse ⁵ in una società in continuo mutamento,

5. Cfr. I. Davico, *Sviluppo Sostenibile. Le dimensioni Sociali*, Carocci, Roma 2004, pp.19-20

costellata di realtà differenti fra loro.

Solamente prendendo in considerazione queste tre sfere e sviluppandole equamente, si potrà definire un sistema sostenibile.

La città, se considerata come un ecosistema, occupa e modifica lo spazio richiedendo in ingresso grandi quantità di energia, cibo e acqua per il suo sostentamento e di conseguenza in uscita produce grandi quantità di rifiuti. A sua volta questo ecosistema è composto da sistemi più piccoli che lavorano su diversi livelli, che in equilibrio fanno sì che la città funzioni. La città quindi si delinea come un sistema delicato e in continua evoluzione, dove ogni singolo elemento ha il suo peso, e la messa in discussione di questo equilibrio fa sì che la città non sia più sostenibile. Se si iniziano a richiedere maggiori quantità di materiali in ingresso, si intaccheranno sempre più materie prime, producendo una quantità notevole di rifiuti.

Dagli studi emerge che solamente nel 2021 il funzionamento degli edifici ha rappresentato il 30% del consumo energetico globale e il 27% delle emissioni del settore energetico, dato

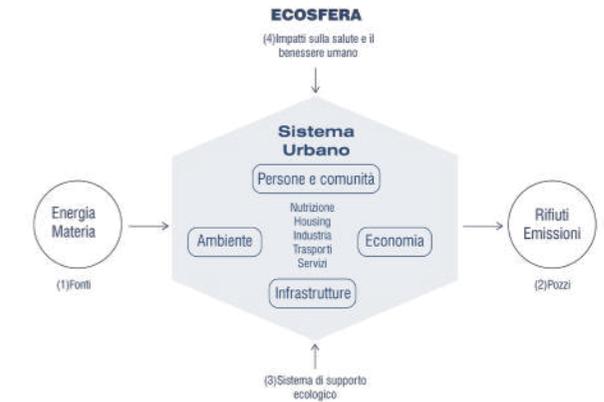


Fig.4 Rielaborazione personale che rappresenta lo Spazio ecologico urbano (UES) utilizzando il quadro di riferimento del WRI (1995): si possono identificare quattro categorie di indicatori.

Le fonti (1) includono gli stock di risorse naturali e flussi di risorse naturali. I pozzi (2) sono la capacità degli ecosistemi di assorbire l'inquinamento e i rifiuti.

I sistemi di supporto ecologico (3) sono servizi di supporto alla vita che vanno dalla regolazione del clima al riciclo dei nutrienti al mantenimento della biodiversità.

Gli impatti sulla salute e sul benessere umano (4) sono gli effetti diretti sulla popolazione umana attraverso l'inquinamento dell'aria, dell'acqua, del cibo, ecc.

Fonte: Alberti M., *Measuring Urban Sustainability*,

ogni anno in aumento. Inoltre, bisogna tener conto che un edificio produce delle emissioni a partire dalla prima fase di realizzazione fino al suo fine vita. E allargando il dato all'intera industria delle costruzioni, si evince come esse producano il 39% delle emissioni dei gas climalteranti a livello mondiale, di cui il 12% dato dai materiali da costruzione e il 27% dall'utilizzo e fine vita.⁶

Ed è proprio questo meccanismo che ha portato la città che si espande ad entrare in un cerchio in cui l'ecosistema naturale non è più in grado di fornire materia prima, obbligando al ricorso di nuovi materiali, e alla produzione di rifiuti, che in moltissimi casi hanno causato la distruzione degli stessi ecosistemi da cui le risorse venivano estratte. Dai rapporti del *World Green Buildings Council*, emerge come gli edifici siano responsabili del 50% di tutti i materiali estratti, del 33% del consumo di acqua e del 35% dei rifiuti prodotti. Altri impatti ambientali includono l'esaurimento delle risorse, inquinamento dell'aria, dell'acqua e

6. IEA (2022), *Edifici*, IEA, Parigi

7. Report World Green Buildings Council, 2020

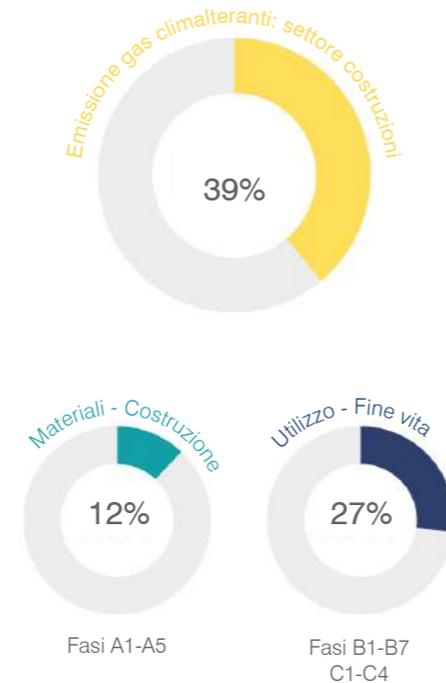


Fig.5 Il grafico rappresenta la percentuale, 39%, di gas climalteranti emessi a livello mondiale dal settore delle costruzioni. Di questa percentuale il 12% è rappresentato dal reperimento dei materiali e la costruzione dell'edificio, mentre il 27% dall'utilizzo e dal fine vita dell'edificio.
Fonte: Rielaborazione personale

del suolo e perdita di biodiversità.⁷

Questo meccanismo oltre che a provocare danni sull'ambiente naturale, ha un forte impatto anche sulla salute e sulla vita dell'uomo e della città.

Alla base della sostenibilità c'è quindi il riconoscimento, da parte di tutti gli attori che entrano in gioco, che le risorse necessarie per la sopravvivenza della città prese in natura, non sono infinite e che il loro utilizzo smisurato ed eccessivo può portare al loro esaurimento. Se alcune di queste risorse, in caso di esaurimento, potrebbero essere sostituite, altre invece, una volta terminate lo sarebbero per sempre. Le teorie e la ricerca di un ecosistema che fosse più "ecologico" e sostenibile sia per il pianeta che per l'uomo trova le sue radici a partire dagli anni '60, periodo in cui moltissimi teorici si sono espressi a riguardo. Tra queste troviamo Kevin Lynch, che suggerisce come soluzione un "ecologia dell'apprendimento" per l'insediamento umano, dal momento che alcuni suoi attori, almeno, sono consapevoli

8. Cfr. Lynch, K. 1981. *Good City Form*. Cambridge, MA: MIT Press.

e in grado di modificare sé stessi e quindi di cambiare le regole del gioco.⁸

Ed è proprio il concetto di cambiamento e mutamento la parola chiave. Nei sistemi urbani, la diversità degli attori e dei paesaggi, costruiti e naturali, sono fondamentali per la flessibilità, l'adattabilità e la resilienza del sistema ai continui cambiamenti. Fondamentale sarà la capacità dell'individuo e della comunità di apprendere e modificare il proprio comportamento in risposta ai cambiamenti climatici.

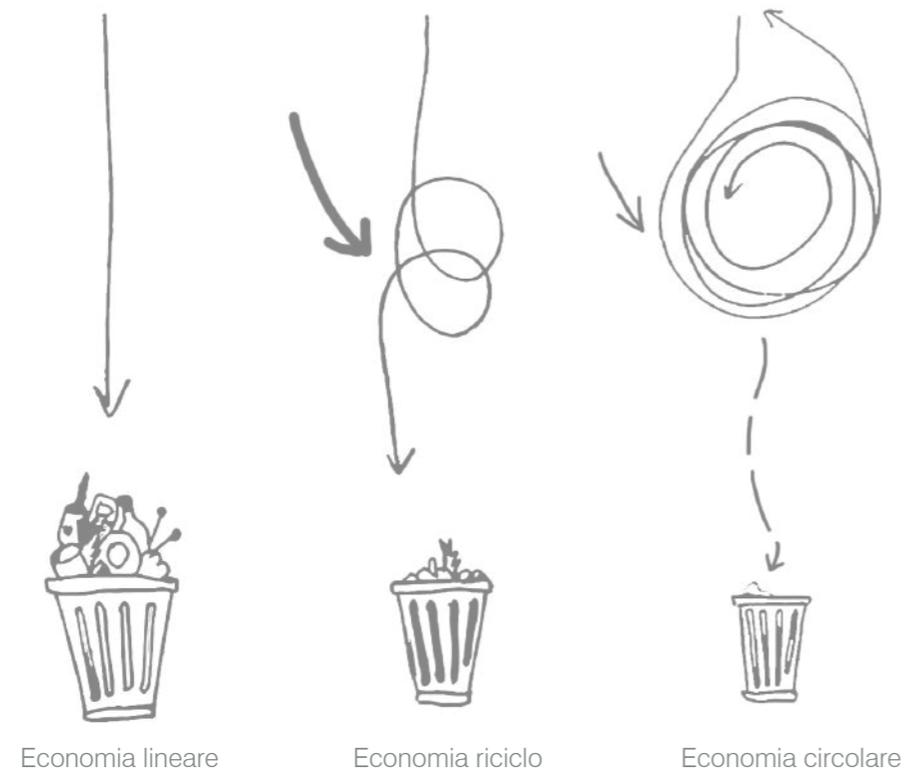


Fig.6 Rielaborazione personale che schematizza i diversi sistemi economici. Dall'immagine emerge come con un'economia lineare la materia prima una volta utilizzata finisce il suo ciclo di vita; nell'economia che punta al riciclo e materie prime utilizzate vengo rimpiegate per una nuova realizzazione prima di finire il loro ciclo di vita, mentre in un'economia circolare le materie prime utilizzate vengo già studiate e selezionate in ottica di un loro riciclo o riutilizzo, ritardando il più possibile il loro arrivo alla fine del ciclo di vita.

Fonte:

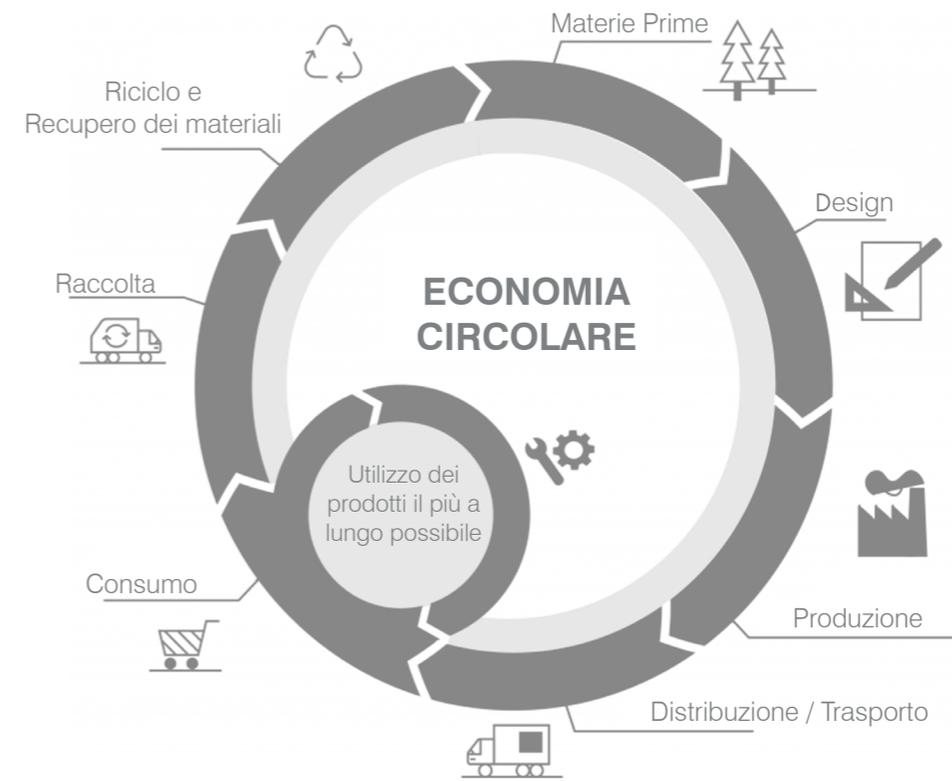


Fig.7 Schema che rappresenta le varie fasi dell'Economia Circolare. L'obiettivo principale di questo tipo di economia è il ritardare per quanto più possibile l'arrivo in discarica dei materiali e la riduzione di sprechi in termini di materie prime ed energia.

Fonte: Rielaborazione personale dal sito web di Circular Philadelphia

1.2 L'abitare circolare: l'esperienza degli Ecoquartieri

Uno dei concetti associabile alla sostenibilità è quello della circolarità. Se pensiamo al ciclo degli ecosistemi naturali, essi hanno una vita organizzata secondo un movimento circolare, dove non esiste il concetto di rifiuto o scarto, ma tutto viene riutilizzato. Nel sistema urbano questo concetto non è ancora sviluppato, e tutti gli elementi si sviluppano secondo una linearità, dove le risorse vengono utilizzate senza un piano per il loro fine vita o il loro riutilizzo. Così facendo tutto il sistema urbano, si dimostra come una strada a senso unico, dove l'unica fine ammessa è quella della discarica.

Con le premesse che ci sono oggi, questo sistema non è più sostenibile, e la direzione che si dovrà perseguire sarà quella del pensare il sistema costruito sempre più in maniera circolare. Proprio per questo si rende necessario la rivalutazione del tema del rifiuto e del suo significato. Cambiare punto di vista, passando da una visione di un determinato elemento da rifiuto a risorsa, così che ogni

prodotto possa rientrare nel ciclo di vita.⁹

Infatti, il tema del progettare e pensare all'edificio come qualcosa di non finito e in continuo mutamento è un concetto entrato nella progettazione solamente da alcuni decenni.

Pensare in maniera circolare vuol dire, che già dalla prima fase si progetta una soluzione che rimandi il più possibile nel tempo l'arrivo delle sue componenti alla dismissione. Riutilizzare, riparare, reinventare, riciclare, sono solo alcune delle parole che si collegano al tema della circolarità.

Il tema complesso, non fa riferimento solamente ai materiali utilizzati ma ingloba al suo interno tutto un sistema di conoscenze trasversali. Prima fra tutte deve essere la consapevolezza delle persone che utilizzano un determinato oggetto o che vivono in un determinato contesto.

9. cit. W. McDonough, M. Braungart, *Dalla Culla alla culla. Come conciliare tutela dell'ambiente, equità sociale e sviluppo*, Blu Edizioni, 2013, p.13

Ad esempio, in alcuni progetti sulla carta le caratteristiche e le performance erano elevatissime, ma una volta inserita l'utenza queste non venivano rispettate per degli utilizzi errati. Proprio per questo, il primo passaggio è quello della consapevolezza e della conoscenza di ciò che ci circonda e tutte i meccanismi che entrano in gioco in uno "stile di vita sostenibile" e di un cambio di prospettiva, guardando come opportunità quello che si guardava come rifiuto.

Parallelamente al tema della sostenibilità, in architettura si sviluppa il tema dell'abitare. Abitare inteso come progettare luoghi con una necessità di flessibilità, mutevolezza e adattabilità alle diverse esigenze che nascono sia nel breve che nel lungo termine. Si iniziano a sperimentare nuove forme dell'abitare, ad esempio social-housing e co-housing, che siano in grado di dare risposte alla necessità di avere insediamenti che allo stesso tempo tutelino il patrimonio ambientale ed esaudiscano le richieste di urbanizzazione.

Esempio concreto della fusione dei concetti di sostenibilità, circolarità e dell'abitare, sono gli ecoquartieri, che si sviluppano a partire dagli anni Novanta dalla concezione che ad ogni azione corrisponda una reazione irreversibile sull'ambiente. Proprio per questo gli ecoquartieri hanno l'obiettivo di essere durevoli nel tempo pensando alle generazioni future. La valorizzazione della dimensione comunitaria, il carattere anti-urbano e la stretta relazione di prossimità con l'elemento naturale connotano questi insediamenti.¹⁰

Essi nascono dall'esigenza di nuove forme dell'abitare che siano attive e che perseguano l'obiettivo di migliorare la vita dei propri abitanti lavorando su diversi ambiti.

I tre ambiti su cui lavora l'ecoquartiere sono quello economico, ambientale e sociale. Dal punto di vista economico l'eco quartiere

10. O.Codispodi, *Forma Urbana e Sostenibilità. L'esperienza degli ecoquartieri europei*, LISt Lab, Trento, 2018

ha come obiettivo principale quello di non rientrare nelle logiche della speculazione edilizia ma anzi mettere in gioco diversi attori politici, economici e associazioni. Per le municipalità essi possono diventare vetrine di nuove pratiche che dimostrino l'impegno ad affrontare le sfide della sostenibilità all'interno di un'idea di città verde.

Come detto in precedenza l'ecoquartiere lavora in sinergia con l'ambiente, sia nella sua concezione come verde che come contesto urbano. I progetti possono nascere seguendo due strade. La prima è quella del recupero di un'area dismessa all'interno del tessuto urbano già ben consolidato. L'intervento in questo caso recupera parte degli edifici esistenti permettendo così di mantenere la memoria storica del luogo e le sue tracce. Di conseguenza, l'ecoquartiere non si pone come una piccola città satellite ma tenta di lavorare in continuità con il tessuto urbano diventando il pezzo mancante di un'area dimenticata. Adottando questa soluzione, si ovvia a diverse problematiche come il consumo di suolo, il sistema della rete infrastrutturale e



Fig.1 Foto di una delle aree del Greenwich Millennium Village, Londra, EPR Architects,

Fig.2 Foto del parco urbano del Greenwich Millennium Village, Londra, EPR Architects

Fonte: Archivio EPR Architects.



Fig.3 Foto aerea dei bacini d'acqua del Parco des Vallone, tra la ex-caserma e i nuovi edifici.

Fig.4 Foto getti d'acqua nello spazio pubblico di fronte alla ex-caserma.

Fonte: Luc Boegly su ecoweatown.it



Fig.5 Foto aerea del quartiere Eco-Viikki, Helsinki,

Fig.6 Foto di un'area residenziale con unità unifamiliari, Eco-Viikki, Helsinki

Fonte: City of Helsinki, Ministry of the Environment

la “ghettizzazione” degli abitanti. Progetti che utilizzano questa impostazione sono il Greenwich Millennium Village o la caserma de Bonne a Grenoble.

Altri casi lavorano optando per una totale contrapposizione al contesto, delineandosi come elementi estranei alla città e relazionandosi maggiormente con l'elemento naturale. Questi interventi vogliono porsi come dimostrativi di una possibile realizzazione di quartieri totalmente sostenibili che si distacchino dal contesto urbano saturo, tralasciando però la tematica del consumo di suolo, necessario per la loro costruzione e l'impatto del trasporto su gomma, criticità che molto spesso la loro posizione rende necessaria. Uno dei progetti maggiormente criticato per le sue scelte controverse è Eco-Vikki, dove invece che organizzare i servizi ad una dimensione più contenuta di negozi di quartiere sono stati concentrati tutti in un unico centro commerciale.

Per perseguire l'obiettivo di attenzione e cura dell'ambiente, ulteriore tema di studio è quello delle modalità di trasporto dei residenti. Ormai



Fig.7 Foto aerea del quartiere GWL Terrein, Amsterdam, KCAP Architect

Fig.8 Foto di un evento di quartiere, GWL Terrein.
Fonte: Archivio KCAP Architects



Fig.9 Area gioco per bambini all'interno del quartiere
Fonte: Archivio KCAP Architects



Fig.10 Ponte di collegamento tra i diversi blocchi residenziali
Fonte: Archivio KCAP Architects

siamo abituati a raggiungere qualsiasi luogo con la nostra automobile, dimenticandoci molto spesso della quantità di CO2 che viene emessa ad ogni spostamento, e alla quantità di spazio pubblico che togliamo alle nostre città per far sì che i veicoli circolino. Da queste osservazioni nasce la volontà, nei progetti degli ecoquartieri di limitare, o addirittura vietare, l'ingresso delle automobili nelle aree residenziali, privilegiando le modalità di spostamento in bicicletta. Così facendo i benefici riscontrati sono molteplici. Tra questi ci sono: una quantità maggiore di spazio pubblico per i cittadini, una convivenza pacifica tra i diversi utenti, la riappropriazione di diversi spazi per le attività di vicinato. Tra i progetti che hanno adoperato questa soluzione ci sono GWL Terrein, ad Amsterdam, dove è stata vietata la circolazione della auto all'interno dell'area residenziale e il numero di posti auto è stato volutamente sottodimensionato, lasciandone disponibili una quantità ridotta a pagamento. Altro progetto che ha seguito questa linea è Bike Cities, a Vienna, dove sono stati costruiti posti auto solamente per la metà degli alloggi. Con



Fig.11 Rappresentazione teatrale in uno degli spazi comuni del quartiere GWL Terrein Amsterdam

Fig.12 I residenti si prendono cura del giardino condominiale, GWL Terrein Amsterdam

Fonte: Archivio KCAP Architects

questo risparmio economico si è potuto quindi investire in infrastrutture per la mobilità in bici e in spazi pubblici per i residenti. Altri progetti, invece, hanno adoperato per soluzioni più soft, introducendo il limite di 30 km/h all'interno delle aree e separando i diversi flussi. Questi esempi dimostrano come all'interno della costruzione di un edificio o di un complesso di edifici, gli impatti che hanno tutte le infrastrutture legate all'automobile, siano elevati sia dal punto di vista ambientale sia dal punto di vista economico. Costruire per le automobili vuol dire dare spazio e investire risorse che potrebbero essere utilizzate per spazi per la comunità riscoprendo il piacere di camminare e fermarsi. Privilegiare l'elemento verde e naturale, diventa quindi una priorità, non solo dal punto di vista estetico, rendendo il luogo più piacevole, ma soprattutto per i benefici ambientali che apporta. La vegetazione, all'interno di un tessuto urbano denso aiuta a diminuire le isole di calore, garantisce un terreno più permeabile in grado di raccogliere una quantità maggiore di acqua, migliora la biodiversità, utilizzando



Fig.13 Area verde con i bacini di raccolta delle acque, quartiere Rieselhof

Fig.14 Area verde con i bacini di raccolta delle acque, quartiere Rieselhof

Fonte: Archivio WMUD Architect

specie autoctone e aiuta nella salvaguardia delle diverse specie.

Di altrettanta importanza è l'acqua, bene prezioso, che all'interno degli ecoquartieri viene gestita con diversi sistemi di recupero. Questo avviene a livello di disegno dello spazio aperto dove viene gestita tramite vasche di raccolta e/o raingarden. Ad esempio, nel quartiere di *Rieselfeld*, lo spazio aperto viene organizzato in due diverse aree organizzate con piccoli bacini e canali che aiutano nello smaltimento delle acque meteoriche.

Tutti questi ambiti tengo sempre conto delle questioni della sostenibilità applicandole in particolar modo al concetto di circolarità. Molto ecoquartieri sviluppano dei sistemi di recupero dei rifiuti, delle acque piovane e altri sistemi che puntano alla minor produzione di rifiuti e ad un minor impatto ambientale. Da ricordare però che progettare un edificio con un impatto ridotto non si ferma alla sola progettazione architettonica ma va ben oltre, addentrandosi in uno studio più approfondito di usi e funzioni.

Il terzo ambito che entra in gioco nella

progettazione dell'ecoquartiere è quello sociale. Parola chiave è diversità, considerata come valore aggiunto del progetto. La diversità può essere declinata a livello funzionale, quindi con edifici che racchiudono al loro interno diverse funzioni, per far sì che l'ecoquartiere non divenga un quartiere dormitorio dove anche per le piccole commissioni sia necessario spostarsi.

Ma questa diversità è possibile declinarla anche a livello sociale. Si lavora sulla diversità integrando diverse fasce d'età e di reddito dando vita ad una mixité di popolazione. Chiaramente tale mix sociale presenta differenti esigenze, anche nella delineazione delle tipologie di alloggi, che possono prevedere spazi più contenuti, ovvero monocalci fino a pensare ad unità condivise. Molto spesso, infatti, questi progetti propongono nuove possibilità dell'abitare e del vivere comune.

Esempio della sperimentazione dell'abitare è il nuovo ecoquartiere di *Schoonschip*, ad Amsterdam. Il quartiere nasce dopo un decennio di progettazione partecipata tra i progettisti e gli abitanti. Schoonschip è



Fig.15 Vista dell'eco-quartiere Schoonschip, Amsterdam, la prima città europea con obiettivi di circolarità a scala urbana

Fig.16 Passaggi interni dell'eco-quartiere Schoonschip, Amsterdam



Fig.17 Gli spazi di passaggio tra le abitazioni possono essere utilizzati come "prolungamenti della propria casa", adattandosi così alle diverse necessità di privacy.

Fonte: Archivio Space&Matter



“Living on the water offers a great solution for places where climate change and a rise in sea levels are a looming hazard. It not only protects people against nature, but it also protects nature itself.”

— Sascha Glasl, Co-founder Space&Matter



Fig.18/19 Vista dell'eco-quartiere Schoonschip, Amsterdam
Fonte: Archivio Space&Matter

composto da quarantasei case sull'acqua, uniche poiché ogni famiglia ha progettato la propria casa con un architetto di propria scelta. Di conseguenza, il quartiere è caratterizzato dalla creatività e dall'espressione di sé.

Schoonschip esplora e applica soluzioni innovative ad alcune delle sfide più urgenti poste dal cambiamento climatico. Principio alla base del quartiere è stato il pesare ad un'economia circolare a livello urbano. L'energia viene generata dai pannelli sui tetti delle case galleggianti, utilizzata per il riscaldamento e la produzione di acqua calda. Il quartiere, inoltre, dispone di una completa efficienza idrica e un sistema di gestione di acque reflue, e adotta un sistema di produzione alimentare in loco.

Altro elemento fondamentale è lo sharing, sia si biciclette che di auto elettriche.

Tutti questi principi sono però vani se al contempo non si lavora sullo spirito di comunità e appartenenza che fa sì che le persone si prendano cura del luogo, dimostrando un atteggiamento attivo e di comunità. Molto spesso in parallelo alla costruzione vengono

attivate diverse politiche partecipative, che vanno dalla progettazione partecipata alla definizione di attività e spazi di cui gli abitanti si devono prendere cura di alcuni ambiti, ad esempio gli orti urbani. In altri casi vengono inseriti sul territorio dei veri e propri uffici tecnici di supporto alla popolazione per far sì che essa sia consapevole dell'intero sistema in cui vive, dal funzionamento dell'edificio alle reti di gestione delle risorse ambientali. Esempi sono il centro di informazioni ambientali aperto nel quartiere di *Hammarby Sjostad*, aperto a tutti e con diversi modelli che spiegano le fasi di costruzione del quartiere.

Seguendo sul tema dell'abitazione, gli ecoquartieri prediligono due diverse strategie. Molti esempi nascono in un clima vero e proprio di sperimentazioni legato ad eventi di importanza a livello mondiale o europeo. Ne sono un esempio il quartiere di *Kronsberg*, nato per l'Expo di Hannover nel 2001, o il Greenwich Village nato in occasione delle Olimpiadi di Londra 2012. In tutti questi casi era evidente la voglia di sperimentare e proporre delle soluzioni innovative che si



Fig.22 Area con balconi comuni nel progetto Jonction a Ginevra,
 Fig.23 Corte interna del progetto Jonction a Ginevra,
 Fonte: Foto di Eik Frenzel per Documentation Suisse du Batiment

Fig.24 Vista del fronte che affacia sul fiume, Jonction a Ginevra
 Fig.25 Via interna del quartiere Jonction a Ginevra
 Fonte: Foto di Eik Frenzel per Documentation Suisse du Batiment

Fig.26 La piazza diventa un luogo d'incontro per gli abitanti del quartiere Wohnsiedlung Mehr als Wohnene a Zurigo
 Fig.27 Area con campi da gioco del quartiere Wohnsiedlung Mehr als Wohnene a Zurigo
 Fonte: Foto di Johannes Marburg

Fig.28 Fronte strada di uno degli edifici del quartiere Wohnsiedlung Mehr als Wohnene
 Fig.29 Fronti interni alla corte del quartiere
 Fonte: Foto di Johannes Marburg



Fig.30 Vista dell'edificio Sonnenschiff (Nave solare), del quartiere Vauban, è il primo edificio commerciale a bilancio energetico positivo (produce più energia del proprio fabbisogno). È un esempio di multifunzionalità: qui si trovano appartamenti, uffici e negozi in un solo luogo.

Fig.31 Strade interne al quartiere Vauban che non consentono l'accesso ai veicoli.

Fonte: ArchDaily

“Con ecoquartieri si intendono tutti quei **progetti urbani innovativi** volti a valorizzare la bioedilizia e il **verde urbano**, tenendo conto anche dei **trasporti pubblici**, della **densità abitativa** e del **mix socio-culturale**.

Per ricreare simili realtà è necessario l'intervento partecipato da parte di tutti gli attori coinvolti nel processo: aziende, politici, gruppi costruttori, ingegneri, architetti, imprenditori, ma anche le autorità pubbliche, i fornitori di energia e i cittadini stessi”

Definizione formulata dalla giuria del Grand Prix Nazionale EcoQuartier 2011, l'iniziativa francese che periodicamente seleziona i programmi più innovativi per rendere le città sostenibili e risanare aree che necessitano di interventi.

Analizzando i diversi progetti si sono potute evidenziare diverse soluzioni che caratterizzano il concetto di sostenibilità declinata nella sua accezione di circolarità. A partire dalla scelta della tipologia edilizia, si può risparmiare molto sull'impatto del proprio progetto. Infatti, è stato dimostrato come passando da una casa unifamiliare a un edificio multipiano si diminuisce l'impronta ecologica del 40%.¹²

Progettare “sostenibile” oggi non vuol dire quindi progettare edifici che siano solamente conformi alle richieste di determinati standard energetici ed ambientali, ma vuol dire progettare prima di tutto edifici che siano consapevoli delle richieste e delle necessità del tempo, della società e del contesto in cui sono progettati.

12. Cfr. R. Tolley, *Sustainable transport. Planning for walking and cycling in urban environments*, Woodhead Publishing, Cambridge, 2003, p.11.



Fig.32 Confronto dell'impatto sull'ambiente di otto unità residenziali aggregate in modo differente.

Fonte: Rielaborazione personale da H.R.Preisig, W.Dubach, U.Kasser, K. Viriden, *Okoloogische Baukompetenzen, Handbuch für die Kostenbewusste Bauherrschaft von A bis Z*, Werd, Zu-rich, 1999



1.3 CARE: Costruire l’Abitare Reversibile

Nei capitoli successivi verranno illustrate le tematiche definite dallo studio teorico nel progetto CARE, evidenziando come principi base la lotta contro il cambiamento climatico, la preservazione della biodiversità, il benessere di tutti gli esseri umani, la coesione sociale e la solidarietà, lo sviluppo basato su una produzione e su un consumo etico e responsabile.

Il progetto lavora sulle tre diverse sfere della sostenibilità studiando, dove risulta possibile, delle soluzioni che prevedano l'utilizzo delle risorse circolari.

In ognuna delle tre sfere sono state identificate delle parole chiave che hanno guidato la progettazione e si sono identificate come obiettivi da perseguire.

- Adattabilità

Tema cardine del progetto è la consapevolezza del mutare temporale dell'architettura e dei suoi fruitori e di come sia ovviamente necessario rispondere a questi mutamenti. I nuclei familiari, le realtà sociali, ambientali e culturali variano continuamente con il passare degli anni ed è per tale motivo estremamente necessario, che l'edificio possa affiancarsi a questi cambiamenti. Adattabilità e reversibilità sono quindi due *key-words* del progetto CARE, dal momento che rappresentano la risposta a questa esigenza sempre più radicata nella contemporaneità. È stato quindi necessario presupporre già dal principio della progettazione l'adattabilità alle esigenze future dell'utenza, definendo alcune scelte che vogliono rispondere a questo requisito. È possibile, perciò, modificare nel tempo la metratura degli alloggi, nell'eventualità di un ampliamento o meno del nucleo familiare, variare la disposizione interna degli alloggi di metrature maggiori, per configurare differenti opzioni dello spazio, adattare l'abitare costruendo in modo reversibile.

1.3.1 Sfera Economica

La sfera economica comprende tutte quelle strategie attuate per ottimizzare l'utilizzo di energia da parte dell'edificio e che nel complesso agiscono sul sistema economico dell'edificio, degli abitanti e della città.

-Reversibilità

Tale concetto è strettamente legato a quello precedente. Per garantire un determinato grado di adattabilità nel tempo è stato necessario studiare, già durante le prime fasi della progettazione, un metodo che permettesse di modificare le spazialità dell'edificio con interventi semplici ma soprattutto reversibili. Si parla di reversibilità, nell'ambito architettonico, quando i componenti di un edificio possono essere smontati, riutilizzati o riciclati. Ciò non rende una costruzione temporanea, anzi. L'edificio continua a durare nel tempo, magari mutando destinazione d'uso o addirittura delocalizzandosi in altra sede, ma soprattutto senza mai prevedere una totale dismissione. Grazie al sistema pensato per il progetto CARE, dove le partizioni verticali interne e di chiusura possono essere disassemblate e ricomposte in nuove soluzioni, si cerca di ovviare allo spreco di materiale, presupponendone il riuso e l'eventuale riposizionamento delle componenti, alle esigenze di variazione spaziale richieste dagli utenti e alla possibile necessità di cambiare la destinazione d'uso degli spazi pensati inizialmente come residenziali, in soluzioni di co-living.

- Disegno Bioclimatico.

In un'ottica di efficienza energetica la progettazione ha definito fin da subito la necessità di progettare un edificio che garantisse ottima prestazione dal punto di vista termico, mediante alcune scelte progettuali come assicurare la doppia esposizione a tutti gli appartamenti. Inoltre, ogni appartamento ha la possibilità di poter oscurare gli ambienti che lo pongono durante i mesi più caldi e aprire tali sistemi schermanti per far entrare la luce nei mesi più freddi.

Queste soluzioni permettono così di migliorare il comfort termico e allo stesso tempo apportano benefici al risparmio energetico.

La stessa attenzione posta al comfort degli ambienti esterni è stata posta agli spazi aperti del parco urbano, alternando spazi verdi a spazi pavimentati coperti e non.

- Economia Circolare

Questo concetto porta con sé molti temi affrontati nel progetto. Primo fra tutti è stato pensare ai diversi spazi e alle componenti costruttive in un'ottica di adattabilità, recupero e riciclo. Ad esempio, da un punto di vista prettamente costruttivo è possibile recuperare le diverse soluzioni tecnologiche riposizionandole o riutilizzandole per configurare nuove disposizioni spaziali. Ulteriore esempio, di natura diversa, è stato pensare a delle soluzioni che potessero generare un senso di comunità tra gli utenti, al fine di far pensare all'edificio come un organismo circolare che tiene insieme molteplici aspetti della vita ambientale e sociale. È stata quindi inserita una libreria degli oggetti, dove i residenti possono prendere in prestito tutti quegli attrezzi che nelle nostre case sono utilizzati poche volte l'anno, ad esempio il trapano, ottimizzando così il loro uso, diminuendo il loro impatto e incentivando un senso di condivisione e aiuto reciproco. Chiaramente il concetto di "Economia circolare" comprende numerosi altri temi che saranno illustrati nello specifico in seguito.

-Prossimità alle infrastrutture

Costruire all'interno di uno spazio urbano già consolidato, piuttosto che in uno spazio prettamente verde scarsamente munito di servizi è sicuramente facilitante quando si deve pensare alla connessione del progetto con la città. Il progetto CARE, per volontà del concorso si inserisce all'interno di un tessuto già consolidato e in fase di grandi trasformazioni. La sua vicinanza alla zona centrale della città di Lisbona permette di avere i servizi ad una distanza ridotta e di usufruire di grandi arterie veicolari che lo collegano alle parti centrali della città. Inoltre, la trasformazione in corso nel quartiere Boavista, prevede l'inserimento di una ciclabile ed un percorso pedonale illuminato scandito da elementi verdi. Tale aspetto denota una volontà di avvicinamento a differenti modalità di mobilità che si è cercato di introdurre ed incentivare anche nel progetto CARE.



1.3.2 Sfera Ambientale

Nella sfera ambientale rientrano tutti gli aspetti che mira alla salvaguardia e alla preservazione dell'ambiente naturale.

-Acqua

L'elemento naturale dell'acqua, nel progetto, viene integrato per migliorare il comfort termico, ambientale e percettivo degli utenti che frequentano il parco. I benefici dell'acqua sono molteplici: aiutano a migliorare l'effetto delle isole di calore, garantendo maggior frescura in un luogo particolarmente caldo come Lisbona, il suono prodotto dal movimento è in grado di restituire una sensazione di rilassamento, genera oasi naturali di alienamento dal traffico urbano.

- Materiali Locali

La scelta di prediligere l'uso di materiali locali è rilevante non solo per diminuire la distanza tra il sito di produzione e l'area di progetto, ma anche per dare la possibilità ad antiche tradizioni e metodi costruttivi tipici del luogo di vivere ancora e non andare perduti. Nel caso del progetto CARE, a partire dallo studio della città, si è recuperata la tipica pavimentazione di Lisbona, la Calcada Portuguesa, sia da un punto di vista materico che di disegno al suolo.

-Vegetazione Locale

Dal punto di vista vegetale, si è optato per essenze autoctone dal momento che assicurano una compatibilità con il clima, ma soprattutto il recupero e sostegno dell'identità del luogo. Inoltre, l'inserimento di specie autoctone aiuta a preservare la biodiversità e gli equilibri del sistema naturale presenti nel luogo in cui si sta progettando. All'interno del parco urbano progettato, sono presenti la Palma, l'Agave, e la Jacaranda, tutti specie tipiche del Portogallo.

-Preservazione del contesto

Diversi casi illustrati nelle esperienze degli eco-quartieri hanno evidenziato l'importanza del recupero e riutilizzo delle preesistenze come memoria storica del luogo. Ripensare e dare nuova vita a edifici dismessi o abbandonati, presenti nel contesto in cui il progetto si situa, è sicuramente un elemento in più, determinante nella generazione di un legame stretto con il territorio. Questo passaggio non può avvenire senza uno studio e una lettura delle tracce presenti, e la loro conseguente comprensione. In un'area in piena trasformazione, come quella di progetto, a cavallo tra passato e futuro, si è mantenuto e integrato un edificio industriale preesistente, attualmente dismesso e senza una funzione. Tramite la riconversione funzionale esso può tornare ad essere parte attiva della vita cittadina, diventando polo attrattivo per le attività artistico-culturali, non perdendo il suo carattere e la sua identità.



1.3.3 Sfera Sociale

-Mixité funzionale

Nella realizzazione degli ecoquartieri, la possibilità che quest'ultimi si trasformassero in "quartieri dormitorio", scarsamente muniti di servizi e adibiti solo come residenze, risultò fin da subito essere una questione da risolvere. Data tale consapevolezza, in CARE sono state pensate diverse funzioni che sapessero accogliere le esigenze sia dei residenti che dei cittadini, sia dei bambini che degli anziani, ma anche di chi vive la città di passaggio. Lavorando alla scala di quartiere e pensando a misura di uomo si cerca in tutti i modi di far vivere e scoprire i luoghi di quartiere ogni giorno, senza sentire la necessità di recarsi altrove.

- Disegno Universale

Lo spazio per essere vissuto deve essere prima di tutto vivibile e accessibile a tutti i suoi possibili utenti. Motivo per cui ogni ambito del progetto è stato reso accessibile, mediante l'utilizzo di sistemi di risalita diversificati (scale, ascensori), in modo tale che potessero essere raggiunti da qualsiasi fruitori. Inoltre, dal punto di vista prettamente sociale, sono state progettate aree, spazi verdi o piazze, pensati come luoghi che incentivino l'incontro fra le diverse generazioni.

-Permeabilità

Attraverso i principi studiati nei capitoli precedenti, il tema della permeabilità, della contaminazione delle parti residenziali con il tessuto urbano della città, della stretta connessione che intercorre tra spazio aperto e costruito, sono stati elementi cardine per la buona riuscita del progetto. Proprio per questo, la volontà iniziale è stata cercare il più possibile di rendere permeabile un ambito urbano esistente che si presentava introverso ed isolato, prevalentemente occupato da parcheggi. La trasformazione aveva come obiettivo principale donare alla città una nuova oasi di vivacità urbana. Questo è stato possibile rendendo accessibile il sito da ogni orientamento possibile e mantenendo costante il rapporto con la città.

-Integrazione e senso di comunità

Far sentire gli abitanti e i residenti parte di una comunità è fondamentale al fine di far apprezzare loro ciò che li circonda e dargli la volontà di prendersi cura dello spazio che abitano. Far parte di una comunità vuol dire poter contare su una rete più ampia di condivisione ed aiuto, che va oltre alle differenze generazionali, culturali e sociali. Proponendo quindi attività di cooperazione, come laboratori, lavanderie comuni, libreria degli oggetti, si cerca di incentivare la nascita di questo senso di unione, di solidarietà senza però assicurare ad ogni utente la propria privacy e il proprio spazio.

-Spazi per la socialità

Tanto importante quanto lo sviluppo di spazi privati di qualità è lo sviluppo di spazi per la socialità. La socialità è stata sviluppata considerando diversi gradi, che prevedono spazi adeguati. La socialità tra i residenti, con spazi dedicati prevalentemente a loro, la socialità tra residenti e città, con attività come aree-coworking, sale lettura, ciclofficina, la socialità tra il quartiere e gli utenti di passaggio che arrivano nell'area di progetto per funzioni specifiche, come ad esempio per uno spettacolo all'auditorium o per visitare la sala esposizioni racchiudono esempi di possibili dinamiche sociali che cercano di essere innestate proponendo questi escamotage funzionali e spaziali. Gli spazi aperti sono stati pensati sia prettamente come aree verdi, naturali sia come aree pavimentate, urbane. Si concretizzando quindi nel parco, nella piazza sopraelevata e in altre attività al coperto, sfruttabili sia in caso di mal tempo che durante l'estate per sfuggire al caldo delle giornate estive portoghesi. L'obiettivo comune è sempre il medesimo: generare luoghi di comunione, di interazione.

-Sharing

Maggiori sono le alternative vantaggiose rispetto l'utilizzo del veicolo privato, maggiori sono le probabilità che gli utenti utilizzino quelle modalità. Così facendo si può lavorare in maniera parallela alla riduzione della produzione di emissioni inquinanti derivate dal trasporto. Nel caso specifico del progetto CARE, per ovviare a questa problematica si è deciso di proporre, invece di prediligere lo spostamento con auto private, un servizio di car sharing ad uso esclusivo dei residenti. Inoltre, sono stati inseriti degli spazi per il deposito delle biciclette e una ciclofficina aperta a tutto il quartiere. Il tema dello sharing è stato ampliato nel caso di oggetti di uso sporadico, aprendo all'interno del complesso una libreria degli oggetti. All'interno di quest'area è possibile trovare oggetti che si trovano nelle nostre case ma che generalmente vengono utilizzate poche volte, come ad esempio trapani e oggetti fai da te.



LISBONA: LA CITTÀ COSMOPOLITA

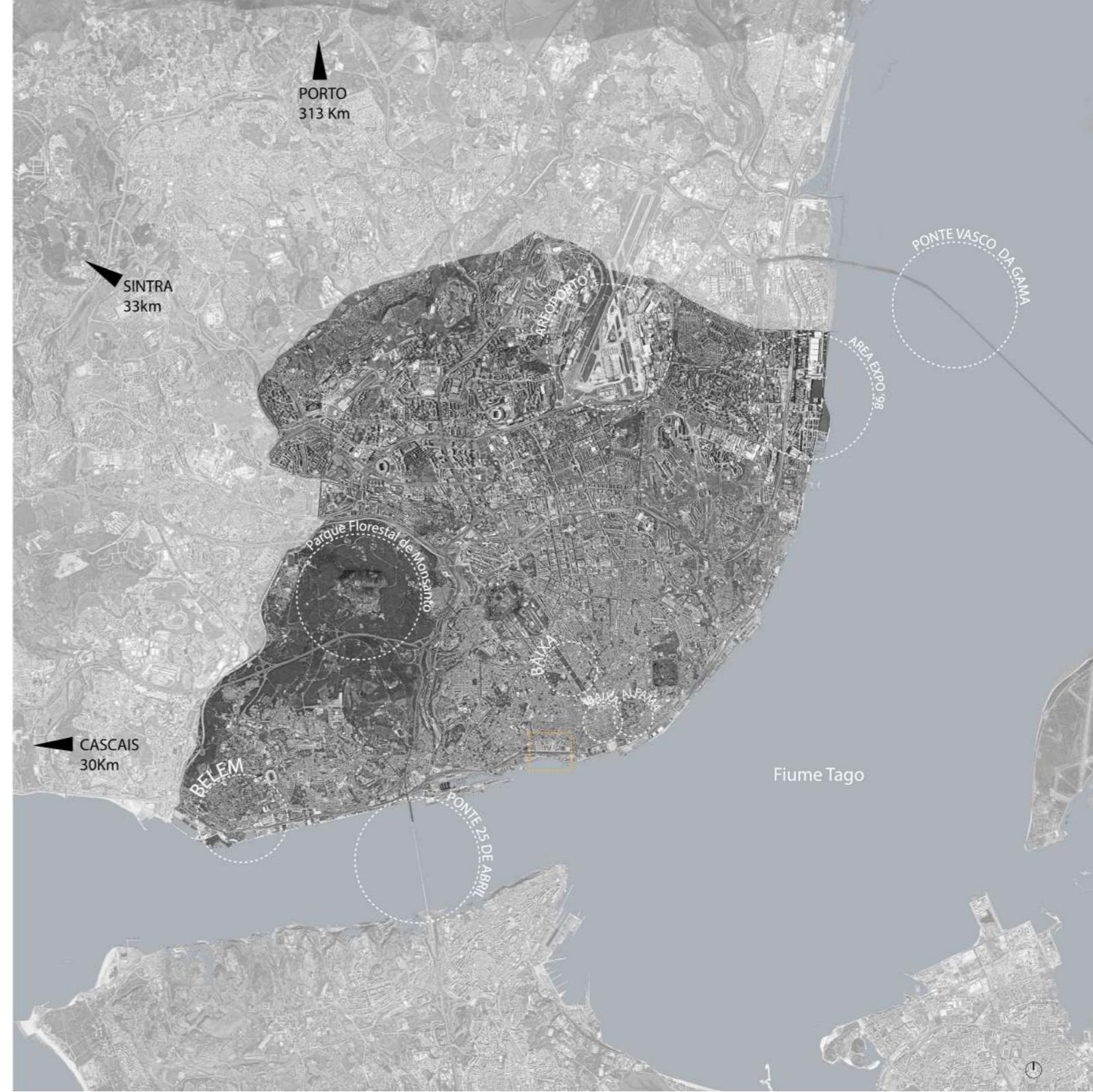
Analisi e temi della città di Lisbona

- 2.1. Le origini storiche della città
- 2.2. Concetti e teorie dell'architettura portoghese
- 2.3. Boavista Landfill: una fotografia sullo stato di fatto

2.1 Le origini storiche della città

Il primo studio effettuato a principio della progettazione è stato quello sulla città di Lisbona e sull'area di progetto; infatti, senza questo processo di studio il progetto non avrebbe ragione di esistere. Il contesto è stato il principio ordinatore per lo sviluppo dei volumi e degli assi, e diversi elementi sono stati ripresi e reinterpretati in una chiave contemporanea, per far sì che l'intero disegno del masterplan non si calasse dall'alto come un elemento alieno alla città. Le principali suggestioni, che verranno analizzate di seguito, possono essere suddivise in tre diverse categorie: gli elementi ripresi dal tracciato urbano; gli elementi ripresi dalla storia; gli elementi ripresi dall'architettura della città. La città di Lisbona si è da sempre identificata come una città dalle mille facce che rispecchiavano sia la sua natura di porto, apertura per l'Europa verso il nuovo continente,

sia una terra nata dal susseguirsi di contaminazioni delle molteplici popolazioni che ne costruiscono la storia. Le prime notizie che testimoniano la fondazione di Lisbona sono di epoca fenicia; infatti, proprio a questa popolazione risale la fondazione del primo nucleo urbano. La Lisbona dell'epoca fenicia presentava già due diverse anime, una dedita alle coltivazioni, nella parte verso l'entroterra, e una che si delinea come snodo principale per la navigazione e il commercio verso altre terre, più vicina al fiume Tago e all'Oceano Atlantico. Le popolazioni che si susseguono nei secoli successivi sono molteplici, e ognuna di essa lascia una traccia all'interno della città. Durante la dominazione romana la città fu trasformata in un punto nevralgico per la coltivazione del grano e venne denominata *Felicitia Julia*. A questo periodo risalgono diversi resti di terme e edifici. Nel VII secolo, passò sotto la



dominazione araba che edificò la cerchia di mura, “*cerca moura*”, per chiudere e proteggere la città. Ancora oggi è visibile nella conformazione della parte est della città, dove attualmente troviamo il Castello di San Giorgio. In questi anni la tipologia a patios fu quella prediletta, che si sviluppò principalmente nel quartiere di Alfama, il più antico della città che ancora oggi mantiene intatta la sua conformazione originale. Nei secoli successivi, quando la dominazione araba finisce, il Portogallo assiste ad un processo di cristianizzazione ma allo stesso tempo rimangono vive le diverse radici culturali che si erano precedentemente insediate. Infatti, una significativa parte della popolazione musulmana continua a vivere nel quartiere della Mouraria, dove sorge il Castello di San Giorgio, mentre una significativa parte della popolazione ebraica si suddivide in diversi quartieri come la Judiaria Grande, la Judiaria Nova e la Judiaria da Alfama. Dopo un’iniziale convivenza pacifica si inizia ad assistere all’espulsione e alla conversione forzata di tutti i non professanti del cristianesimo.



Fig.1 Il Castello di San Giorgio che svetta sulla città.

Fonte: Sito del turismo del Portogallo

Fig.2 Una delle viuzze del quartiere antico dell'Alfama.

Fonte: Sito del turismo del Portogallo



— Assi delle ricostruzione Pombal post terremoto

----- Cerca mouraria

----- Cerca fernandina

L'urbanistica della città si sviluppa di conseguenza. I quartieri assumono delle caratteristiche ben precise in base ai loro abitanti. Nel 1372 la cerchia di mura viene allargata da Don Ferdinando I, definendo così la *cerchia Fernandinha*. Nella porzione di città racchiusa, era ben visibile la convivenza al suo interno di parti di fondazione araba e quelle di fondazione cristiana.

Nel 1255 Lisbona diventa capitale del Portogallo e assume un ruolo ancora più centrale all'interno del paese. Nei secoli a venire ottiene sempre più importanza come centro commerciale europeo e proprio in questo periodo si sviluppa lo stile manuelino, che connota due dei più importanti monumenti della città, la Torre di Belém e il Mosteiro dos Jerónimos. Nei secoli successivi, il Portogallo perde la sua indipendenza e passa sotto il dominio spagnolo, dal quale riacquisterà la sua indipendenza solamente a fine del 1600. L'evento cardine della storia di Lisbona è il terremoto del 1755 che provocò crolli in tutta la città e di conseguenza



Fig.3 Torre di Belem.
Fonte: Sito del turismo del Portogallo
Fig.4 Monastero dos Jeronimos
Fonte: Blog Luca Galluzzi

numerosi incendi. La scossa causò anche uno tsunami che distrusse tutta la porzione di città a confine con il fiume. L'intera città fu per la maggior parte distrutta e la sua ricostruzione fu sfruttata per conformare l'urbanistica secondo le recenti teorie dell'illuminismo. Pombal, incaricato della ricostruzione, attua molteplici cambiamenti, primo tra tutti ricostruire la città su una griglia regolare con allineamenti nord-sud. Tutti gli edifici vengono ricostruiti seguendo le teorie antisismiche, quindi un basamento in pietra e la parte superiore in legno, e le loro facciate organizzate sulla gerarchia delle strade. Inoltre, nell'area centrale sorge il quartiere della Baixa che venne costruito sopraelevando le costruzioni rispetto al livello del fiume, per evitare futuri danni provocati dalle acque. In questo periodo di cambiamenti della città vengono identificate alcuni spazi pubblici di grandi dimensioni come, ad esempio, la Rossio e Terreiro do Paico, ma anche spazi come il Passeo Pubblico che ricorda i grandi viali dei piani di Haussmann. Proseguendo con i secoli Lisbona vede



Fig.5 Disegno rappresentante il terremoto e il successivo maremoto del 1755
Fonte: NISEE-The Earthquake Engineering Online Archive
Fig.6 Rovine della Chiesa di San Nicola dopo il terremoto.
Fonte: NISEE-The Earthquake Engineering Online Archive



Fig.7 João Nunes Tinoco. Pianta della Città di Lisbona..., 1650, copia (Gabinete de Estudos Olisiponenses, Lisbona. Dalla pianta è possibile notare come la conformazione originaria della città rifletteva la sua fondazione come città di piccoli accorpamenti di case rurali.
Fonte: Dicionário de História de Portugal. Vol. IV. Porto: Livraria Figueirinhas, 1981, p. 30.



Fig.8 Pinto Ribeiro. Pianta topografica della città di Lisbona danneggiata anche secondo il nuovo allineamento degli Architetti Eugénio dos Santos e Carvalho e Carlos Mardel, copia dell'originale del 1758 (Gabinete de Estudos Olisiponenses, Lisbona)
Fonte: ResearchGate Archivio

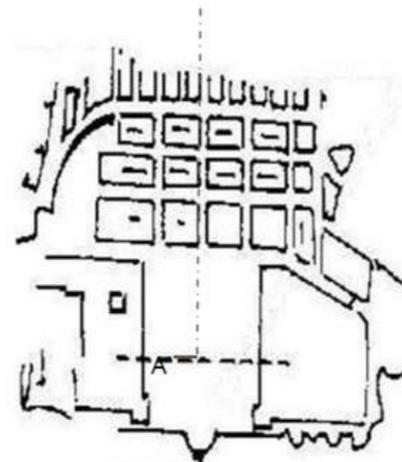
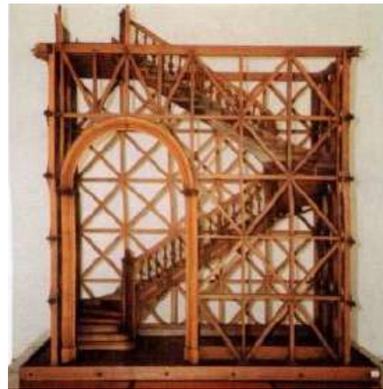


Fig.9/10 Modello che rappresenta il metodo costruttivo utilizzato per ricostruire le case dopo il terremoto del 1755.
 Fig.11 Schema e sezione che rappresentano il lungofiume prima e dopo il terremoto, si può notare come tutta l'area del riverfront sia stata sopraelevata.
 Fonte: Riabilitazione Urbana a Lisbona: il caso del quartiere "Mouraria", tesi di laurea di S.Pezzini, politesi.it

in atto una grande espansione che la porta ad espandere i confini della città, nonostante un'altra invasione, da parte delle truppe di Napoleone. La successiva libertà non durò molto. Nel 1932 si instaurò la dittatura di Salazar, un periodo buio in cui la libertà dei portoghesi fu limitata e controllata. L'importanza del porto della città ritorna durante la Seconda Guerra Mondiale, dove da qui partirono moltissimi profughi verso gli Stati Uniti. La democrazia ritornò nel 1974 con la Rivoluzione dei Garofani. Moltissimi piani urbanistici cercarono di dar ordine ad una città che presenta ancora oggi tutti le tracce dei popoli che hanno abitato il territorio. Ma non mancano le esperienze che portano Lisbona al centro dello scenario europeo, come la selezione a capitale della cultura nel 1994 e nel 1998 la possibilità di ospitare l'Expo.

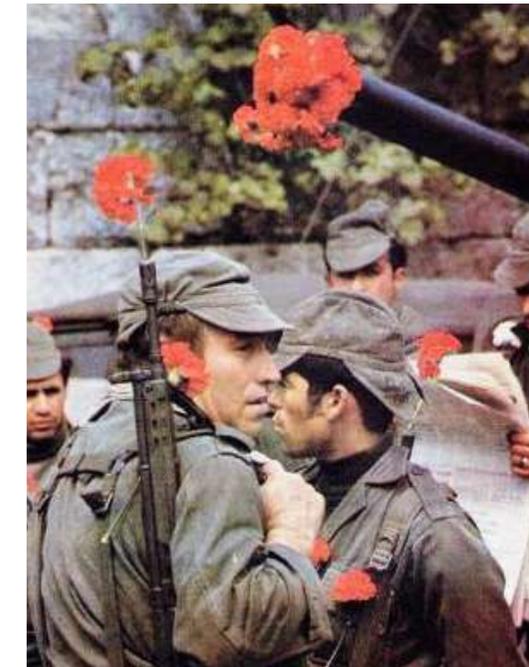


Fig.12 La Rivoluzione dei Garofani, 1974.
 Fonte: Eventi Culturali Magazine



13



5

Fig.13 Padiglione per l'Expo 1998, Alvaro Siza

Fig.14 Parque das Nações

Fig.15 Ponte Vasco da Gama

Fonte: Divisare

2.2 Concetti e teorie dell'Architettura Portoghese

Nel capitolo precedente si è cercato di delineare le tappe storiche importanti dello sviluppo della città e proprio tramite lo studio di questo primo livello si sono identificati diversi temi. Di uguale importanza è stato lo studio dell'architettura portoghese e dei suoi diversi principi fondatori, sia attraverso scritti dei suoi maestri sia attraverso diversi casi studio. A fondamento di questa architettura con delle caratteristiche ben connotate è il forte legame che l'architettura portoghese ha con il luogo e la sua identità, mentendo il suo carattere vernacolare e la sua simbiosi con il contesto come due pilastri fondanti. Questo aspetto connota ancora oggi i progetti degli architetti portoghesi che sono capaci di essere allo stesso tempo contemporanei e tradizionali. Riprendendo una frase di uno dei grandi maestri portoghesi, Alvaro Siza, "Gli architetti non inventano nulla; trasformano

solo la realtà" emerge ancora di più questo carattere di forte connessione con quello che già è presente sul sito in cui si progetta. Osservando i progetti dei maestri portoghesi questi temi risultano ancora più evidenti, ne sono un esempio il progetto di Souto de Moura per la *Casa em Moledo*. I massi granitici che delineano l'abitazione sono un esplicito rimando a ciò che è già presente sul territorio, in questo caso le tipiche abitazioni popolari di Soajo. Tipiche abitazioni che si caratterizzano da un continuo dialogo tra l'interno dell'abitazione e il luogo in cui sono situate, questo grazie ad un portico di ingresso che fungeva da zona filtro. Altri casi in cui viene ripresa la tradizione è nelle Torri Burgo, dove è chiaro il rimando all'architettura tradizionale dei sequeiros, gli antichi magazzini, e alla loro maglia geometrica; e il quartiere Quinta de Malagueira a Evora, di Alvaro Siza, dove viene reinterpretato



Fig.1 Casa em Moledo, Souto de Moura.
 Fig.2 Casa em Moledo, Souto de Moura
 Fig.3 Abitazioni popolari di Soajo.
 Fonte: da *L'identità Plurare*, p.35
 Fig.4 Casa em Moledo, Souto de Moura.
 Fonte: Louis Ferreira Alves

l'elemento dell'acquedotto a Vila do Conde che tagliava la città inserendosi armoniosamente in essa. Tutte queste primitive, semplici ed essenziali delle costruzioni evocano suggestioni ed ambienti magici.

I casi in cui l'architettura portoghese moderna e contemporanea riprende gli aspetti della tradizione e del contesto sono infiniti, ed è proprio da questi che si capisce la cura e lo studio di ogni singolo particolare, rendendo così l'architetto un artigiano che plasma l'architettura a partire da ciò che lo circonda.

Nelle esperienze portoghesi il luogo costituisce il continuo dialogo tra nuovo ed esistente, mai usato come *memesis* di ciò che è già presente ma come partenza di un processo di modificazione di un'area o di un edificio.

Quindi oltre che nella tradizione l'architettura portoghese fonda le sue basi nel luogo, definendo manufatti che hanno ragion d'essere solamente nel luogo in cui si situano e non altrove. Oltre che alle forme tradizionali reinterpretate, molto spesso nell'architettura sono

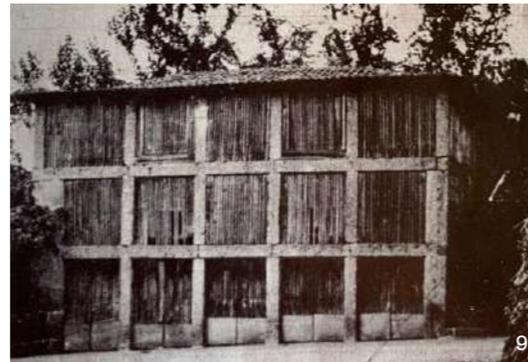


Fig.5 Torri Burgo, Souto de Moura, Porto, 1991-1997

Fonte: Christian Richters per *Arquitectura Viva*.



7



9



8



10

Fig.7 Torri Burgo, Souto de Moura, Porto, 1991-1997
 Fig.8 Geometria del fronte che riprende quella dei sequiero.
 Fig.9 Tipico sequiero a Guimaraes
 Fonte: da L'identità Plurare, p.35
 Fig.10 Dettaglio del sistema costruttivo della facciata
 Fonte: Christian Richters



11



12

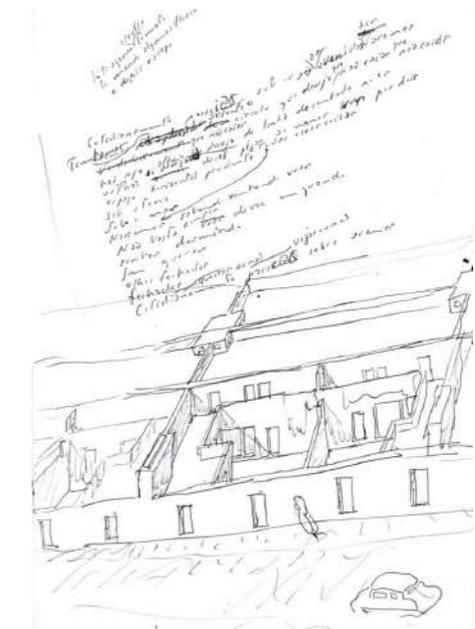


Fig.10 Acquedotto che taglia la città a Vila do Condo.
 Fig.11 Quartiere Quinta de Malagueira a Evora, Alvaro Siza, 1977-94.
 Fonte: da L'identità Plurare, p.38
 Fig.12 Sketch di Alvaro Siza per illustrare la corte interna della case del quartiere.
 Fonte: Architectural Review.

presenti materiali e tecniche locali, scelti principalmente per una questione identitaria. Questi principi denotano le caratteristiche di un'architettura a tutti ben nota, volumi netti e sobri, stile rigoroso e matericità ben definita, ma mai portati ad una dimensione monumentale che si distacchi dalla misura dell'uomo. La forte connotazione sociale dell'architettura portoghese, il suo dichiarato antimonumentalismo, declinato attraverso un linguaggio asciutto e necessario, il rispetto per la topografia come elemento identitario di un luogo, la scelta di materiali e tecniche locali che, però, non scadono nel localismo o nel pittoresco, configurano una sorta di realismo magico. Il ruolo del progetto, seguendo le stesse parole di Siza, quando si confronta con l'esistente consiste essenzialmente nello "spiegare ciò che esiste, senza molti artifici". La ricchezza è nella capacità di riuscire a conciliare le necessità del contemporaneo con un tessuto urbano complesso e consolidato, e far sì che questi due sistemi lavorino insieme senza che uno oscuri l'altro ma arricchendosi a vicenda.

Progettare sostenibile è inteso come la ripresa di quegli aspetti identitari e peculiari di un determinato luogo, in questo caso la città di Lisbona, la loro reinterpretazione e la loro proposta sotto forma di nuove tracce. Attenzione e cura del sito, scelta materiali locali, rielaborazione delle tipologie tradizionali, rivendicazione in chiave critica della centralità del contesto, volumi elementari e puri, controllo plasticità tramite controllo rapporto luce-ombra, sono i principi fondativi del progetto CARE.

2.3 Boavista Landfill: una fotografia sullo stato di fatto

La città di Lisbona si estende su un'area di oltre 100 km² con una popolazione di oltre 2,7 milioni di persone. Il suo centro storico è costruito su sette colline, che ne caratterizzano la conformazione caratterizzata da strade strette, scale, ascensori, funicolari e salti di quota.

Per una città in continua espansione che necessita sempre più spazio, ad inizio del XIX secolo, si decide di interrare, tramite discariche, porzioni del lungo fiume, permettendo così la progettazione di viali, la realizzazione di linee ferroviarie e la costruzione di strutture portuali e persino di nuove urbanizzazioni come il Parque das Nações e di strutture come il Centro culturale di Belém.

Proprio in una di queste aree è stato identificato l'ambito di progetto. Il lotto si trova nel quartiere Aterro da Boavista Nascente, inclusa a sua volta nella "Grande Discarica" di Rua Boavista.

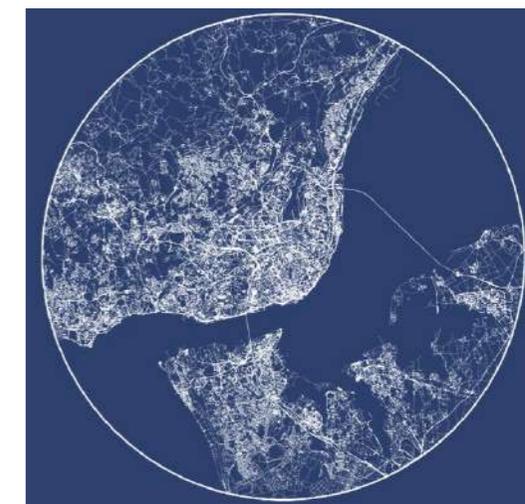


Fig.1 Mappa di Lisbona, Rielaborazione personale

L'area si estendeva a sud fino alla riva del fiume Tago, costruita durante il 1855 al fine di sanificare l'area industriale, che si presentava sporca e degradata, una distesa di piccoli anfratti e discariche private di supporto alle industrie.

I lotti, presenti in questa parte della città, si disponevano seguendo l'orientamento nord-sud ed erano per lo più lunghi e stretti. Questa conformazione ha origine dalla presenza dei *boqueiros*, corsi d'acqua perpendicolari al fiume che si allagavano con la marea e che

permettevano l'accesso delle barche ai magazzini e alle industrie.

L'area pianeggiante in cui si situa il lotto di progetto fu ricavata interrando parte del corso del fiume Tago, e grazie alla sua posizione strategica, si sviluppò un centro industriale che sfruttava la facilità



Fig.2 Vista aerea dell'area di progetto all'inizio del XX secolo. Risulta ben visibile l'utilizzo dell'asse nord-sud per la costruzione degli edifici, a prevalenza industriali.

Fonte: Documentazione di concorso.

di comunicazione offerta dal fiume. Altri elementi strategici sono la sua vicinanza ad ovest al centro della città e alle spalle al quartiere storico del Barrio Alto. Il patrimonio dei *boqueiros* è ancora visibile in alcune parti della città, anche se furono tagliati con la costruzione della Rue Don Luís. Anche la forma dei lotti, non sempre regolare, ma ciò è una delle conseguenze della continua evoluzione di quest'area.

Tutto l'isolato però ancora oggi mantiene come destinazione d'uso principale per lo più funzioni appartenenti al settore terziario. Magazzini, attrezzature industriali, tetti con shed e edifici di fine 800 sono ben riconoscibili, a volte discordanti tra loro. Questa caratteristica è chiaramente visibile nell'area Boavista Landfill, dove la sua duplicità viene espressa da edifici industriali, in direzione del fiume, da edifici residenziali verso il Barrio Alto.

L'amministrazione ha avviato da anni una trasformazione dell'intera città, avendo come obiettivo principale quello della riscoperta della dimensione del quartiere e della comunità, allontanandosi sempre più da una concezione di città radiocentrica.



Fig.3 Foto d'epoca che mostra l'antico tracciato dei *boqueiros* allagati.

Fonte: Documentazione di concorso

Il nuovo piano di sviluppo territoriale cerca di guardare al futuro mantenendosi sempre in dialogo con i precedenti piani redatti. Si possono quindi definire sette obiettivi principali: attrarre nuovi abitanti, attirare aziende e di conseguenza posti di lavoro all'interno della città, potenziare la riabilitazione urbana, qualificare lo spazio pubblico, restituire il lungo fiume alle persone, promuovere la mobilità sostenibile e incoraggiare l'efficienza ambientale.

La trasformazione di tutta l'area, è iniziata con la riqualificazione degli edifici, dove possibile, e costruendo nuovi quando non fosse possibile. Scendendo nel dettaglio dell'area Boavista Landfill, il primo passo voluto dall'amministrazione per la riqualificazione ha visto la demolizione di diversi edifici presenti e la successiva costruzione dei due edifici EDP. Le due sedi dell'EDP sono state progettate rispettivamente da Aires Mateus e da Alejandro Aravena. Ulteriore obiettivo è la progettazione dello spazio aperto e degli spazi per la comunità, incentivando il tema della



Fig.4 Vista verso il fiume del nuovo edificio EDP progettato da Aires Mateus, Lisbona.

Fonte: Archivio Aires Mateus.

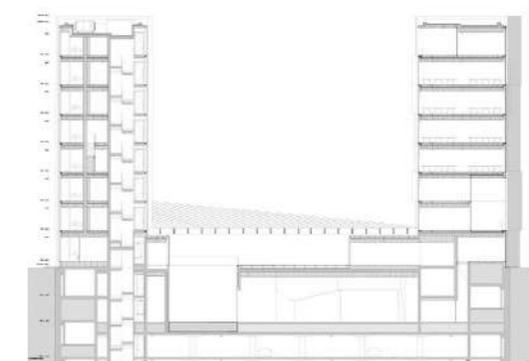


Fig.5/6/7/8 Il nuovo edificio EDP progettato da Aires Mateus.

Fonte: Archivio Aires Mateus.

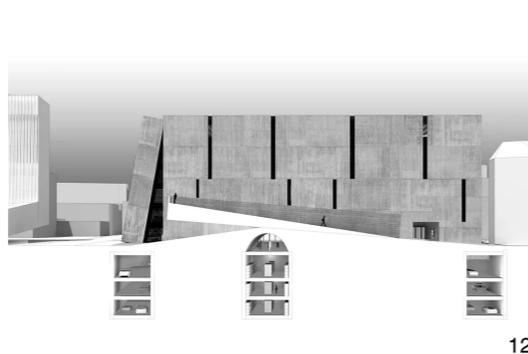
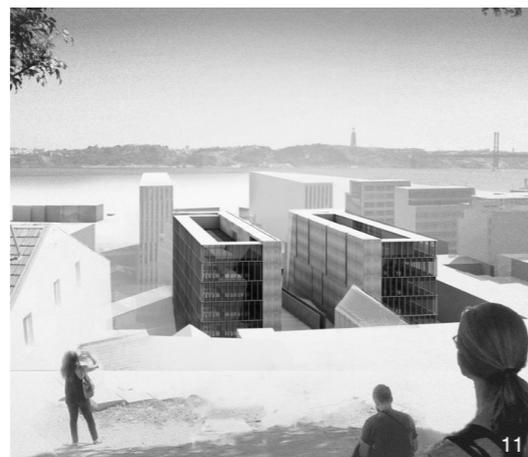
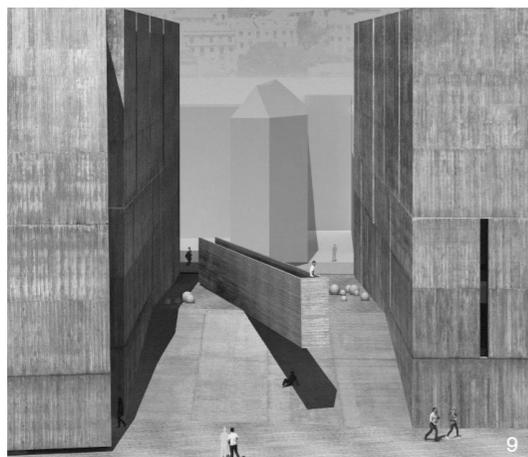


Fig.9/10/11/12 Il nuovo edificio EDP progettato da Alejandro Aravena in fase di realizzazione.

Fonte: Archivio Alejandro Aravena.

mobilità lenta, limitando in tutta l'area l'uso dell'automobile e promuovendo modalità di trasporto diverse. Fondamentale nel processo di trasformazione è l'elemento ambientale, inteso come salvaguardia e implementazione del verde, mediante lo sviluppo della Struttura Ecologica Comunale, che mira a garantire la continuità dei sistemi naturali.

Date queste premesse, nasce il bando del Multi Comfort Student Contest. Il bando suddivide il sito di progetto in tre porzioni. La prima, dimensionalmente maggiore, sarà dedicata al parco urbano, mezzo di collegamento con tutti i nuovi interventi e generatore di nuovi spazi fruibili dalla città. La seconda comprende l'ambito in cui si localizza la preesistenza. Bisogna prevederne il recupero, la rifunzionalizzazione a nuova videoteca della città e di riflesso, valorizzando questo bene preesistente e garantendo un concreto collegamento con le nuove realizzazioni progettuali, il parco e il contesto urbano.

La terza area è destinata alla progettazione di un nuovo edificio residenziale che

combini residenza privata e co-housing, con un parcheggio sotterraneo. L'edificio inoltre, deve essere pensato per ospitare artisti o i ricercatori che utilizzano la videoteca di Lisbona e il suo Audio Vision Center.

Gli obiettivi principali del concorso si allineano con le volontà dell'amministrazione di lavorare a scale più piccole, riattivando l'idea di quartiere, dando nuova vita all'area attraverso le funzioni artistiche-culturali.

Il primo processo compiuto, una volta studiato in modo generico gli aspetti prettamente amministrativi che riguardano l'ambito di progetto, è stato analizzare alcune tematiche presenti sul territorio che potessero rappresentare spunti progettuali di interesse. La ripresa di alcuni temi verte sulla volontà di generare un legame stretto fra progetto e contesto e sulla possibilità di fornire un'identità riconoscibile affine e concorde alla città di Lisbona e ai suoi cittadini.



Fig.13 Planimetria dello stato di fatto che mostra l'intera area prima degli interventi di riqualifica. Si può notare come il carattere industriale sia ben visibile, e come gli edifici seguivano l'asse nord-sud. In rosso è evidenziata l'area di progetto indicata per il Multi Comfort Student Contest.
Fonte: Documentazione di concorso.

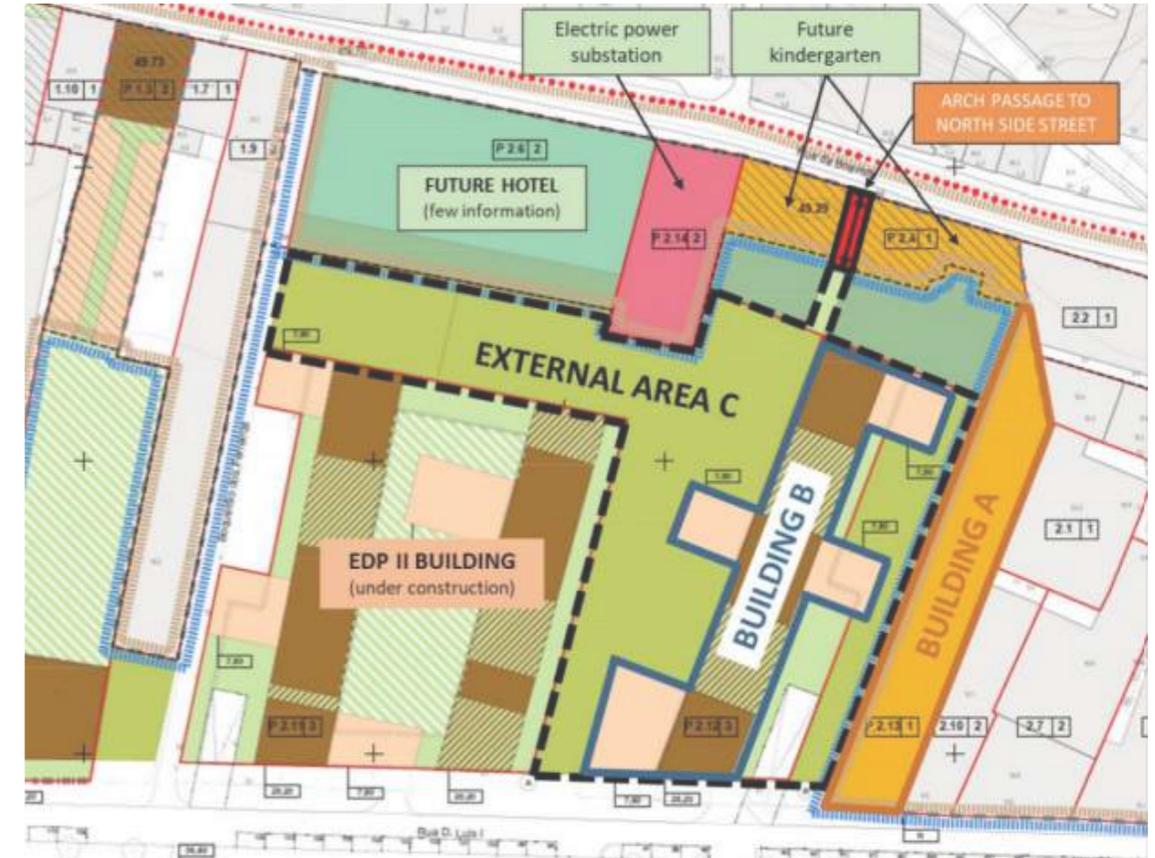


Fig.14 Planimetria che mostra tutti i futuri interventi che si realizzeranno nell'area. Tra questi ci sono i due edifici EDP, un nuovo hotel e la riqualificazione di alcune preesistenze, ad esempio l'edificio A di progetto e la preesistenza a nord in asilo nido.
Fonte: Documentazione di concorso.

Motivo per cui, grazie allo studio della storia e dell'architettura portoghese, è stata immediata la curiosità verso i sistemi di risalita utilizzati dalla città per superare i numerosi salti di quota, dati dalla morfologia del territorio. Rampe, scale, funicolari sono alcuni dei metodi che la città predilige e che rendono estremamente suggestivo il viaggio, il percorso per arrivare alla metà, i *miradoures*. Ne sono localizzati parecchi nelle vicinanze del sito di progetto ed è parso fin da subito un tema caratterizzante, che sarebbe stato interessante reinterpretare. Inoltre, già alcuni progetti nella città lavorano proprio con il tema delle scale come fulcro del progetto, uno tra questi è il progetto per il Convento e la Chiesa do Carmo.

Il complesso do Carmo risulta sopraelevato rispetto alle vie sottostanti, collegate finora in modo diretto dal panoramico Elevador de Santa Justa che da cento anni permette di colmare i quasi 40 metri di dislivello che separano le due aree.

L'intervento di Siza, si pone come un intervento di ricucitura e "rammendo" urbano attraverso il quale una successione

di rampe e scale a zig-zag salgono verso la base del Convento Carmo. Attorno al monumento, una serie di piattaforme intrecciate creano aree di sosta e belvedere verso il centro della città. Il tutto è realizzato utilizzando la tipica *calçada portuguesa* e imitando il colore dell'intonaco, per minimizzare la presenza dell'intervento di fronte al centro storico.

Sulla stessa linea di pensiero, dal momento che la porzione più vasta del lotto da trattare è quella dedicata allo spazio aperto, sono stati ricercati ed analizzati gli spazi pensati per la comunità, declinandoli in piazze e verde urbano. Per quanto riguarda le piazze è risultato particolarmente interessante il materiale con cui vengono realizzate, ovvero la *calçada portuguesa*, un particolare tipo di pietra locale. Mentre, il verde urbano si compone di tipologie differenti: filari alberati, parchi di medie o grandi dimensioni, aree verdi più contenute. Tuttavia, in particolare per i filari alberati, sono state scelte essenze autoctone, come la *Jacaranda Viola*, compatibili e identificabili nella città di Lisbona.

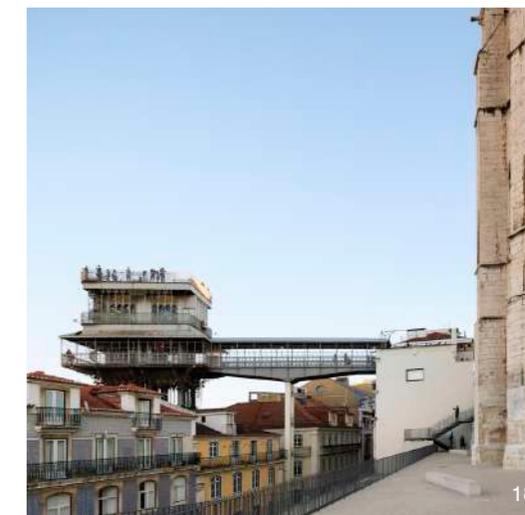


Fig.15/16/17/18 Complesso do Carmo da diversi ingressi.

Fonte: Foto di Fernando Guerra | FG+SG

1. Miradouro de Santa Catarina



Fig.19 Fonte: Sito del turismo Lisbona

2. Miradouro de São Pedro de Alcântara



Fig.20 Fonte: Sito del turismo Lisbona

3. Miradouro do Arco Do Roua Augusta

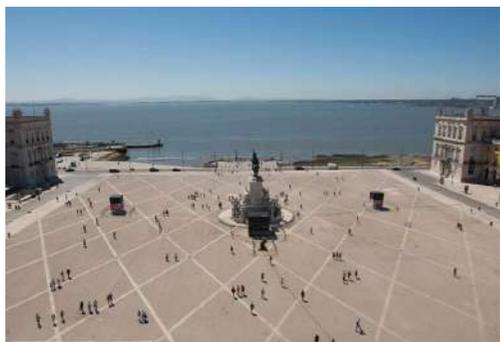


Fig.21 Fonte: Sito del turismo Lisbona



- 1. Miradouro de Santa Catarina
- 2. Miradouro de São Pedro de Alcântara
- 3. Miradouro do Arco Do Roua Augusta
- 4. Miradouro do Castelo de Sao Jorge
- 5. Miradouro de Santa Luiza
- 6. Miradouro das Portas do Sol

Fig.22 Elaborato Personale

0m 25m 50m 100m

Sezione A-A'

4. Praça Luís de Camões



Fig.23 Fonte: Sito del turismo Lisbona

6. Praça do Comércio



Fig.24 Fonte: Sito del turismo Lisbona

7. Praça Dom Pedro IV



Fig.25 Fonte: Sito del turismo Lisbona



1. Praça Duque da Terceira
2. Largo do Corpo Santo
3. Largo de São Carlos
4. Praça Luís de Camões
5. Praça do Município
6. Praça do Comércio
7. Praça Dom Pedro IV
8. Praça da Figueira
9. Praça Cattaneo Patrizio

Fig.26 Elaborato Personale

1. Jardim da Estrela



Fig.27 Fonte: Sito del turismo Lisbona

Viale alberato di Jacaranda



Fig.28 Fonte: Sito del turismo Lisbona

4. Doca da Ribeira das Naus



Fig.28 Fonte: ArchDaily



- 1. Jardim da Estrela
- 2. Jardim Nuno Álvares
- 3. Jardim Dom Luis
- 4. Doca da Ribeira das Naus
- 5. Praça do Município

Fig.29 Elaborato Personale

Ponte Vasco da Gama sul Fiume Tago



Fig.30 Fonte: Sito del turismo Lisbona

Ponte 25 de Abril sul Fiume Tago



Fig.31 Fonte: Sito del turismo Lisbona

Riverfront Ribeira das Naus



Fig.32 Fonte: ArchDaily



Fig.33 Elaborato Personale

Infine, è stato preso in considerazione il tema dell'acqua, elemento naturale fortemente radicato nella storia e nella contemporaneità della città. Gli antichi corsi d'acqua definirono l'andamento dei lotti che compongono il quartiere Boavista e ancora oggi gli edifici preesistenti, mantengono la medesima direzionalità verso il fiume. E proprio il fiume Tago, grazie alla sua evidente portata, si mostra come un elemento naturale estremamente caratterizzante e riconoscibile nel territorio. Scendendo di scala, ponendo maggior attenzione ai limiti progettuali imposti dal concorso, sono state svolte alcune analisi per quanto riguarda il costruito preesistente, le direzionalità e gli assi, la permeabilità e la composizione della superficie di spazio aperto. Per quanto riguarda ciò che di costruito già era presente, il concorso prevedeva fin da subito la demolizione di alcuni edifici dismessi e l'integrazione di nuovi volumi in fase di realizzazione. Inoltre, come precedentemente menzionato, doveva essere considerato il mantenimento e la rifunzionalizzazione di un unico edificio,

da adibire a videoteca e funzioni ricreative per la città.

In contemporanea allo studio dell'edificato, sono state definite le direzionalità principali date sia dal costruito ma anche dallo storico andamento dei *boqueiros*. Questa analisi è stata fondamentale per il disegno di masterplan del progetto, dal momento che la ripresa delle medesime assialità permette di affiancarsi al costruito circostante per analogia.

Una debolezza emersa durante il processo di analisi è stata la mancanza di permeabilità del sito. La chiusura di alcuni fronti e la mancanza di percorsi connettivi tra loro, rende gli accessi limitati e disconnessi. Grazie al progetto in corso di realizzazione dei due edifici a sud-ovest, vengono aggiunti alcuni ingressi e percorsi, ma non risultano essere sufficienti nell'integrazione di tutte le componenti presenti sul lotto. Difatti, la preesistenza si mantiene isolata e distaccata e la presenza centrale e prepotente del parcheggio demarca una frattura fra nuovo ed esistente.

Infine, data proprio la presenza del

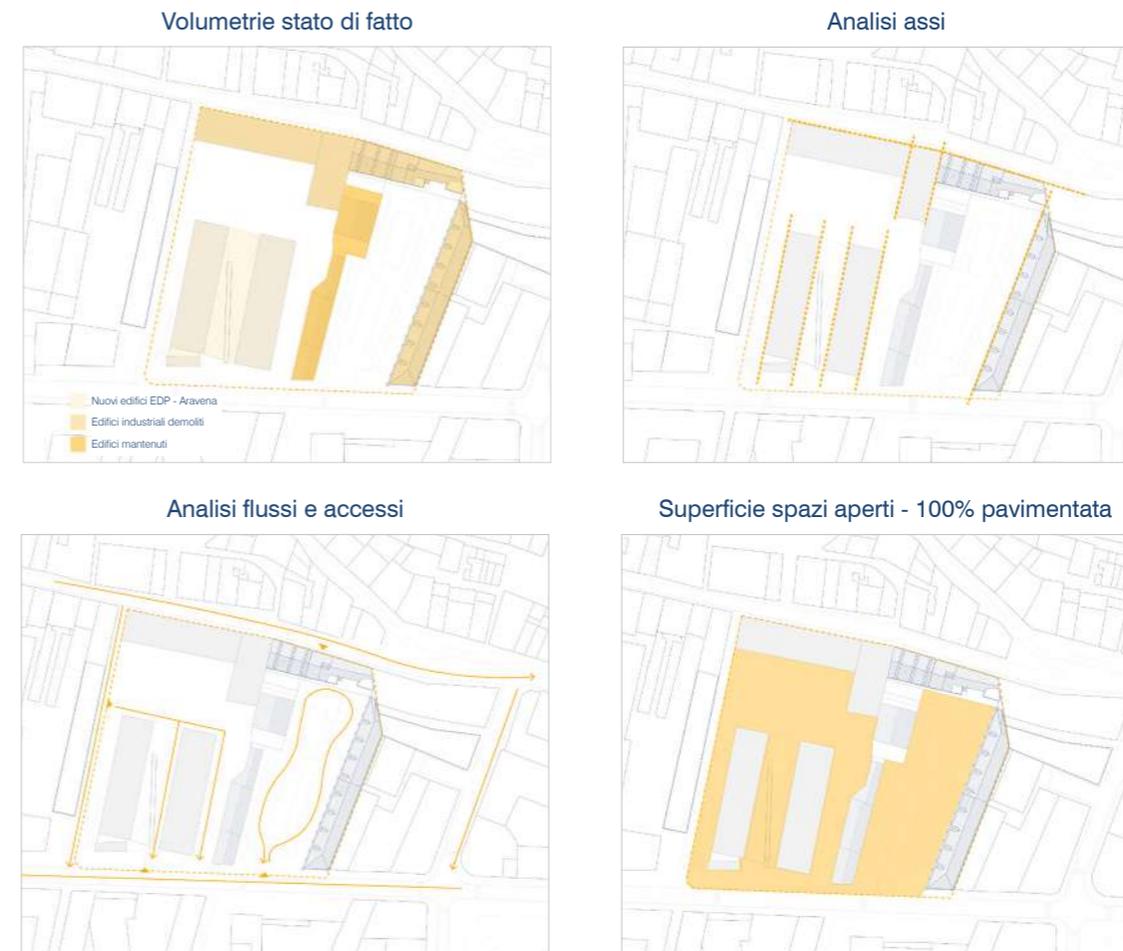


Fig.34 Elaborato grafico personale

parcheggio, risulta immediatamente evidente come la totalità del suolo di progetto sia pavimentata, impermeabile e soggetta ad isole di calore. Ciò determina, non solo un peggioramento qualitativo in termini di comfort termico, ma anche visivo, percettivo e acustico. Si avverte fortemente la mancanza di un'oasi naturale verde, di ristoro e di connessione fra ogni elemento che entra in gioco nell'ambito di progetto.

A partire quindi da queste prime riflessioni sullo stato di fatto, ha avuto inizio il processo progettuale che, da una parte, prende spunto e reinterpreta i temi forti e identificativi della città, dall'altra lavora sui vincoli proponendo soluzioni migliorative, volte a regalare alla città un nuovo luogo di vivacità urbana.



RAPPORTO CON IL CONTESTO

Dall'analisi al progetto

3.1. Scelte compositive

3.2. Lo spazio aperto

3.3. Genesi volumetrica

3.4. Intervento sull'esistente

3.5. Mediazione tra la città e la residenza:
i piani pubblici per il quartiere

Il rapporto tra la forma dello spazio aperto e l'uso che le persone ne fanno non è sempre determinato dalla disposizione progettuale che si prevede. Uno spazio aperto progettato in maniera ottimale riscuote un successo sociale quando riesce a dare un senso di appartenenza, è capace di accogliere e stimolare attività molteplici ed è in grado di adattarsi alle diversificate dinamiche sociali inaspettate che possono verificarsi. Deve perciò essere malleabile, plasmabile e caratterizzato da numerose possibilità di fruizione: attraversare, passeggiare, incontrarsi, sostare, chiacchierare e così via.

Per rendere concreto tutto ciò è necessario ripensare a tutti quegli elementi fondamentali e primari che compongono lo spazio urbano e che oggi semplicemente rappresentano il negativo di un pieno, del costruito: la strada, il marciapiede, la

piazza, gli spazi aperti privati e pubblici, gli spazi verdi e quelli destinati ad uso commerciale.¹

La definizione dei diversi ambiti dello spazio aperto dovrà quindi avvenire comprendendo elementi paesaggistici compositivi e la disposizione degli edifici. Date queste premesse, la prima parte del processo progettuale comprende quindi tutte le scelte compositive che hanno dato forma al disegno degli spazi aperti, del sistema dei percorsi, degli accessi, di tutto ciò che concerne l'immediato rapporto con lo spazio urbano in cui si localizza l'ambito.

Ciò che si è cercato di fare in ogni sfumatura, in ogni aspetto è provare a lavorare per analogia, affiancandosi alle peculiarità della città, non ponendosi in contrasto o opposizione. Tuttavia, per essere contemporaneo e affine al tempo in cui il progetto è stato pensato,

tali peculiarità sono state riprese e reinterpretate per avere un rimando diretto con la tradizione autoctona, mantenendosi comunque attuali.

Tutte le scelte che hanno portato al disegno del masterplan hanno fatto sì che esso si caratterizzasse da un'identità ben riconoscibile ma che allo stesso tempo si integrasse perfettamente nel luogo in cui si trova, facendo sì che esso abbia valore se e solo se localizzato in tale luogo.

1. Ferri G., *Realizzare Housing sociale – Promemoria per chi progetta*, Bruno Mondadori, Milano, 2015

Masterplan generale



3.1. Scelte compositive

Per progettare le geometrie, forme, assialità principali del masterplan di progetto, le scelte attuate prendono spunto dal processo di analisi, relativo alla città e al suo territorio. Tenendo quindi in considerazione sia il materiale storico studiato, che l'attuale conformazione del contesto urbano in cui si inserisce il lotto di progetto, sono stati individuati assi ordinatori principali, definiti dalle volumetrie esistenti e dallo storico andamento dei "boqueiros" portoghesi. Tali assi hanno determinato sia l'orientamento della volumetria base di progetto sia la direzione dei percorsi principali e secondari dello spazio aperto, che seguono in modo parallelo o perpendicolare questa assialità. Anche l'altezza del volume non è frutto di una scelta casuale ma risulta dalla relazione delle altezze dei volumi edificati nell'intorno. Per dare continuità sul fronte sud e far percepire i nuovi interventi

come un tutt'uno di un sistema si è deciso di riprendere la stessa altezza. La dimensione dei percorsi varia, difatti sono presenti percorsi più ampi che hanno un'identità simile ai boulevard alberati della città (grandi viali) e percorsi ridotti che ricordano la dimensione delle piccole vie della città antica.

Sulla base del disegno dei percorsi, si sono generati spazi di risulta prettamente areali definiti come: spazi verdi e spazi pavimentati. Per quanto riguarda gli accessi, si è garantita la possibilità di raggiungere l'area di progetto da tutti i fronti permeabili, motivo per cui è possibile accedere: da sud dalla Rua Dom Luis I, sia in modo pedonale, ciclabile che veicolare; da nord mediante il passaggio coperto che attraversa l'edificio scolastico infantile e collega Rua da Boavista al lotto progettato; da est da Boqueirao dos Ferreiros, in modo esclusivamente pedonale e ciclabile.

Assi principali ed accessi



Rielaborazione personale

3.2. Lo spazio aperto

Lo spazio aperto gioca un ruolo fondamentale nella connessione fra il progetto e la città. È possibile suddividerlo in due differenti porzioni: la prima, perpendicolare alla principale assialità, nella parte più estrema verso est, che si innesta fra i nuovi edifici in corso di realizzazione; la seconda, parallela all'asse nord-sud principale, che circonda l'edificio di progetto.

Considerando questi due differenti ambiti, diversi per orientamento, dimensione e morfologia, si è deciso di generare due luoghi che rappresentassero due diverse nature dello spazio aperto. La prima è stata pensata come un'oasi naturale di pace e serenità, dove rifugiarsi per fuggire dai rumori della città. Motivo per cui, la natura si appropria di questo spazio e ne inonda i giardini, con profumi, colori, suoni che tentano di alienarsi dalla realtà urbana. È stata progettata una pensilina

con sedute, per garantire uno spazio coperto dove ripararsi dal sole estivo, stimolante per l'incontro e il riposo.

Il secondo ambito, invece, mostra una diversa identità. Si caratterizza per una radicata urbanità e si pone come mediatore tra il nuovo costruito di progetto e il contesto urbano già esistente. Difatti i percorsi che lo compongono seguono l'assialità principale, le aree verdi si innestano in punti strategici sia per spezzare gli ambiti pavimentati che per dare maggior agio alla vista.

Si snoda tra gli edifici per assicurarne tutti i collegamenti possibili, sia tra loro che con gli assi viari principali a nord e sud.





Tuttavia, per mantenere dei temi comuni fra i due ambiti, sono state attuate alcune scelte di reinterpretazione di determinati aspetti tipici della città di Lisbona, che sono stati ripresi e si ritrovano in entrambi i luoghi. In particolare, per rimarcare il ruolo da sempre fondamentale dell'acqua, si è voluto inserire nel progetto tale elemento naturale sotto forma di percorsi e vasche con duplice funzione.

Da una parte conferiscono naturalità, sensazione di quiete e pace alle persone, grazie al rumore, alla riflessione, dell'elemento naturale, dall'altra, in particolare le parti inserite negli spazi verdi, hanno funzione di irrigazione e di smaltimento dell'acqua piovana. Inoltre, la presenza dell'acqua negli spazi aperti, in particolare nelle aree particolarmente calde e poco piovose, come nel caso di Lisbona, aiutano ad ovviare al problema delle isole di calore.

Anche il sistema del verde collabora al miglioramento del comfort sia dal punto di vista della percezione e vivibilità dello

spazio, sia nel garantire maggior benefici dal punto di vista termico.

Seguendo l'obiettivo di essere coerenti al contesto, tutte le essenze inserite sono specie autoctone della città, ritrovabili nel Giardino Botanico di Lisbona, scelte al fine di salvaguardare le radici del territorio. Ad esempio, la Jacaranda viola², disposta lungo il percorso principale nord-sud, si è soliti incontrarla nei percorsi viari principali della città. Il suo caratteristico colore viola conferisce un immediato rimando a Lisbona e fa sì che anche il parco del progetto possa entrare a far parte di questo sistema.

In linea con questo pensiero, per le aree pavimentate, è stata scelta una pietra tipica portoghese, ovvero la calcada portuguesa, non solo per la qualità materica e per la colorazione chiara, necessaria per risolvere il problema delle isole di calore, ma anche per i caratteristici disegni, riscontrabili in altre piazze della città.



Fig.1 Viale alberato Jacaranda viola
Fonte: quotidiano online "Hindustan Times"

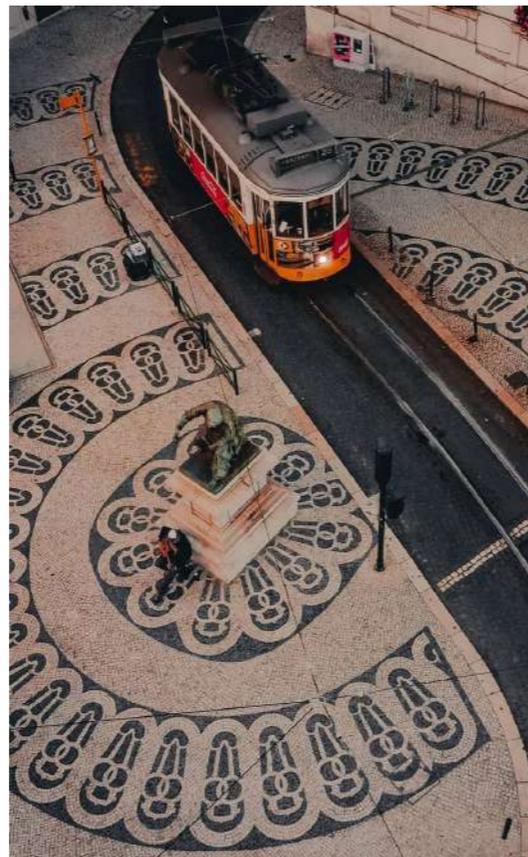


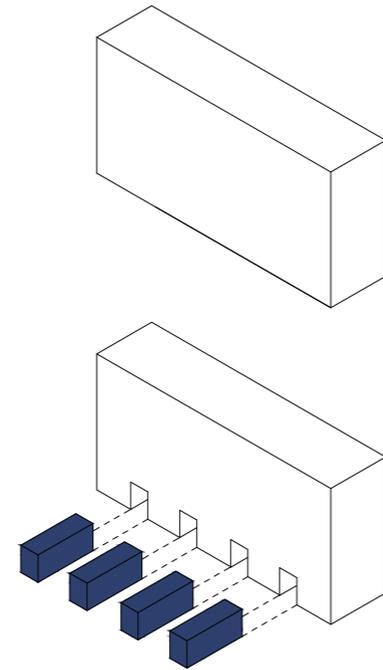
Fig.2 Dettaglio Calcada portuguesa
Fonte: sito del turismo "Visit Lisboa"

Ambo le scelte, oltre ad una coerenza contestuale, rientrano in un sistema circolare che mira a scegliere materiali ed elementi naturali autoctoni, facilmente reperibili nel luogo di progetto. Questo permette, oltre ad una semplice reperibilità, di essere affini e identificabili con il quartiere per la società.

3.3. Genesi volumetrica

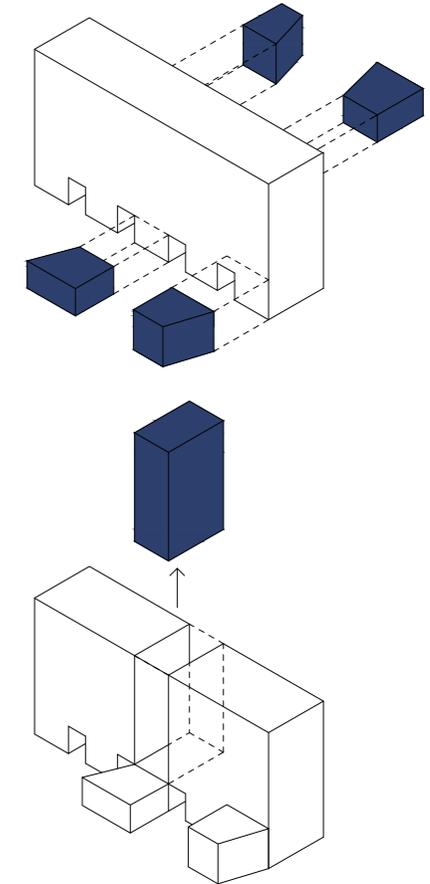
Per quanto riguarda invece la definizione del volume principale, il principio morfologico scelto si basa sull'idea di custom made, ovvero la metodologia secondo cui l'architettura viene concepita e realizzata rispettando le possibilità che l'area stessa offre, cercando di essere il più possibile armonici e attenti nei confronti del contesto. A questo proposito, data sia la forma irregolare del lotto che le volumetrie circostanti, si è optato per un orientamento dei prospetti principali est/ovest, in analogia ai progetti in corso di realizzazione e a quelli già esistenti.

Nel dettaglio, il processo che ha portato alla forma finale dell'architettura, si è sviluppato a partire da una volumetria base piena, successivamente svuotata al base, per garantire un passaggio e una continuità con le due porzioni di spazio aperto che si innestano ad est ed ovest dell'edificio.



Elaborato grafico personale

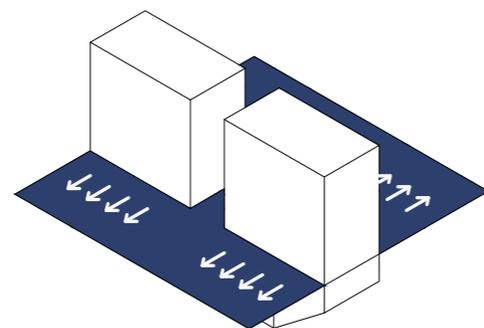
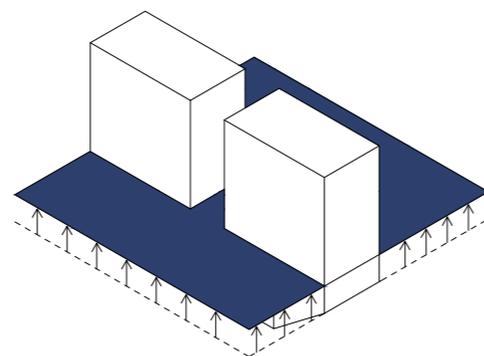
In opposizione a questa sottrazione, si è proceduto con un'aggiunta di volumi di dimensioni nettamente inferiori, che si innestano alle estremità e al centro della volumetria base. Si caratterizzano per la presenza di un fronte inclinato che si discosta dall'andamento regolare, al fine di determinare percorsi diversi e nuove direzioni per indirizzare o fare focus su alcune aree. Uno degli obiettivi del progetto era quello di recuperare la preesistenza che con i nuovi interventi rischiava di essere compressa in alti volumi, e tramite la sua rifunzionalizzazione restituirla alla città. Il primo passo è stato compiere un secondo svuotamento nella parte centrale della volumetria. Si è deciso di fare ciò per cercare di non oscurare totalmente l'edificio preesistente con un volume pieno, ma cercare di alleggerire l'imponenza del volume. Inoltre, in questo modo si rende possibile una connessione fisica diretta con la preesistenza.



Elaborato grafico personale

Dal momento che Lisbona è una città che si sviluppa in altezza, disseminata di sistemi di risalita, come scale, ascensori e funicolari per ovviare ai salti di quote dati dalla morfologia del territorio, il progetto tenta di reinterpretare tale tematica, sopraelevando e riportando la piazza della quota terra, ad una quota superiore.

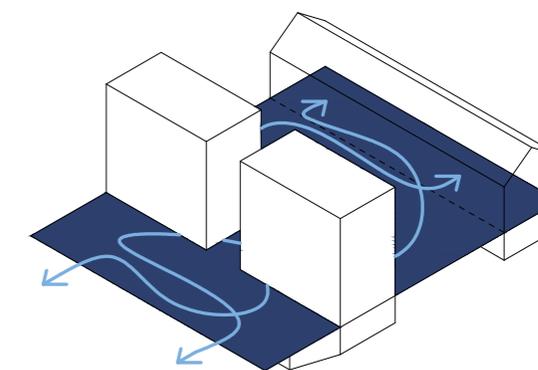
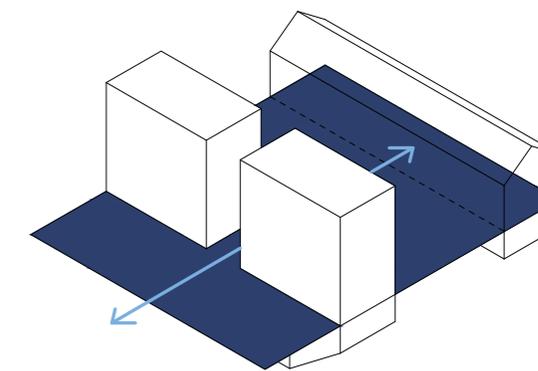
In questo modo, quello che successivamente sarà definito piano primo, diventa la quota principale di progetto. A tale quota si accede mediante una scala urbana, che non si limita ad essere un sistema di risalita, ma costruisce uno spazio su differenti quote, il quale diventa luogo al centro della vita cittadina e libero a diverse interpretazioni. La piastra sopraelevata delimita l'intero volume e si estende verso la preesistenza determinando una vera e propria connessione mediante un sistema di ponti.



Elaborato grafico personale

Tale elemento architettonico rappresenta la mediazione tra nuovo costruito ed esistente, sia da un punto di vista di reinterpretazione del territorio (scala, quote differenti, nuovi punti di vista) sia da un punto di vista prettamente costruttivo (ponti di collegamento).

Questo sistema permette quindi una costante continuità e fluidità dei possibili flussi generati dagli utenti che comprende la quota dello spazio aperto, il piano terra dell'edificio, la piastra sopraelevata e la preesistenza. Per tale motivo anche la scelta del materiale di pavimentazione della piastra è presente anche nel piano della preesistenza, tema che avviene anche alla quota dello spazio aperto, dove le pavimentazioni si equivalgono.



Elaborato grafico personale

Assonometria generale



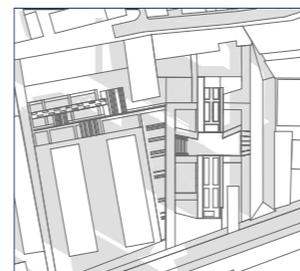
Di pari passo alla definizione della volumetria dell'edificio, è stato studiato l'apporto di ombreggiamento dato sia dal costruito preesistente che dai volumi di progetto. Dato il clima particolarmente mite e caldo di Lisbona è risultato necessario privilegiare gli spazi d'ombra, mantenendo sempre zone di luce necessarie alla vegetazione e ad un bilanciamento termico.

Il tentativo è stato garantire il più possibile, soprattutto negli ambiti prettamente sociali e di interazione spazi di ombra per sostare e riposare, ponendo sempre attenzione a non oscurare nell'arco dell'intera giornata e nelle differenti stagioni, gli edifici limitrofi al progetto. Chiaramente questo ultimo aspetto non è stato semplice da soddisfare dal momento che la morfologia del lotto risultava non eccessivamente spaziosa e i vincoli di concorso imponevano le altimetrie e la posizione dell'edificio di progetto in un preciso ambito.

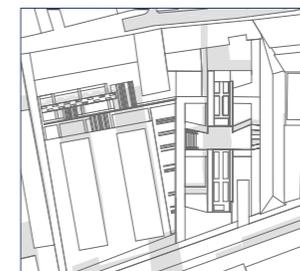
Grazie al software Archicad, sono quindi state verificate le ombre agli equinozi di primavera e autunno, rispettivamente il 21 marzo e il 22 settembre, e ai solstizi d'inverno e d'estate, 21 dicembre e 21 giugno. Gli orari scelti sono identici per tutti i casi e toccano le ore del primo mattino (ore 9.00), il momento centrale della giornata (ore 12.00) e una fascia oraria pomeridiana (ore 15.00).

Elaborato grafico personale

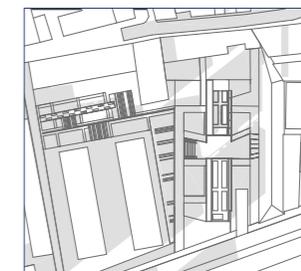
21 Marzo - 22 Settembre



9.00

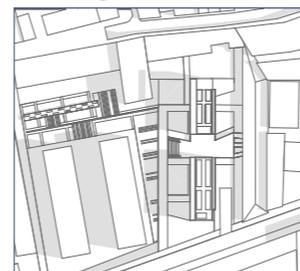


12.00

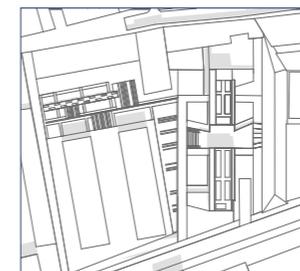


15.00

21 Giugno



9.00



12.00



15.00

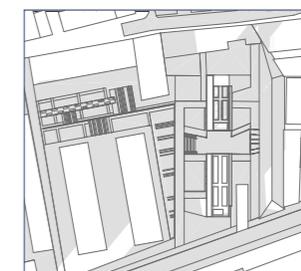
21 Dicembre



9.00



12.00



15.00

3.4. Intervento sull'esistente

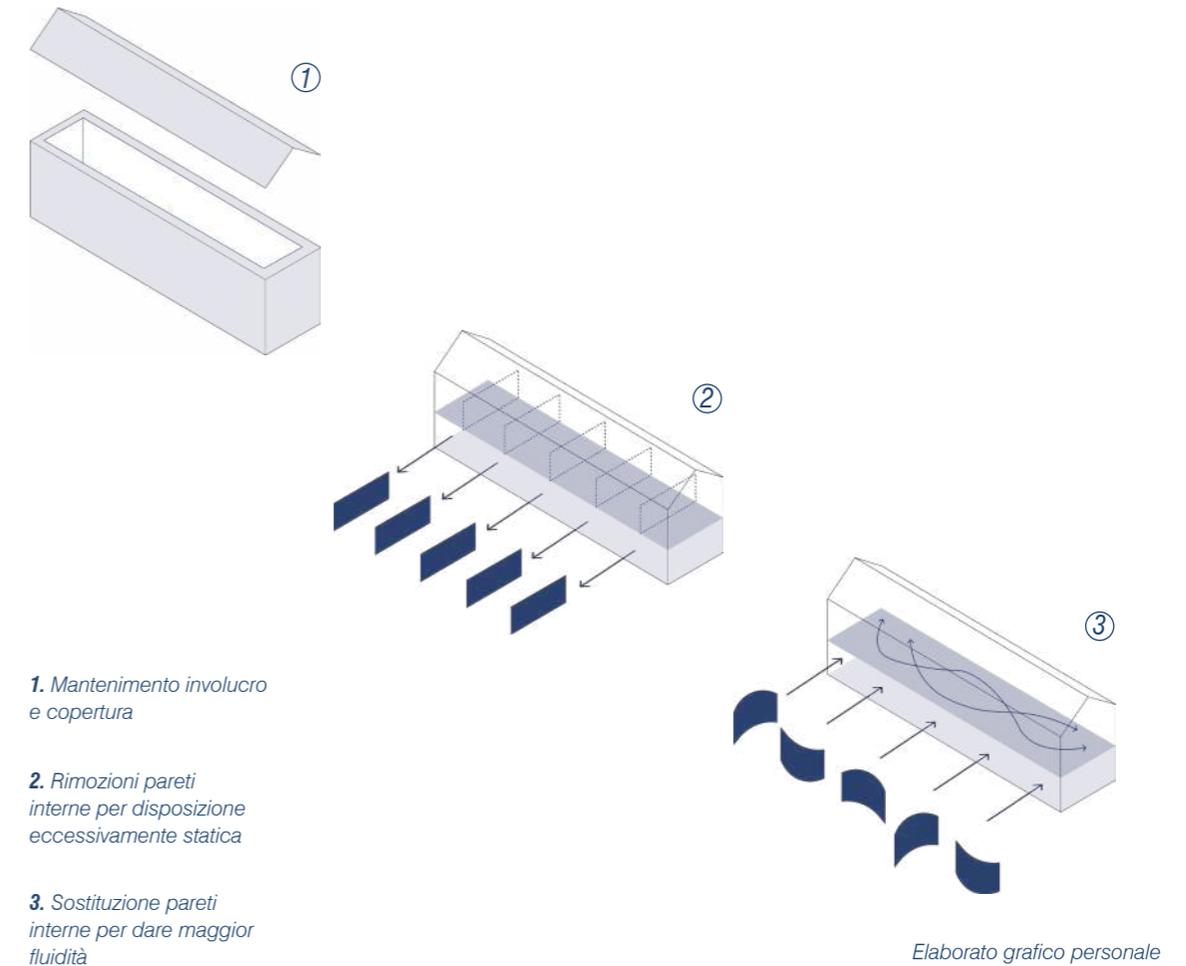
L'intervento sulla preesistenza si fonda sulla riorganizzazione degli spazi interni, mantenendo totalmente l'involucro e la copertura superiore dell'edificio. Per quanto riguarda le nuove spazialità interne si è cercato di non definire lo spazio mediante delle pareti fisse, ma delineare l'adeguata area per tutte le funzioni richieste dalla Lisbon Film Commission, attraverso pareti pieghevoli e modulabili.

Questo permette di ottenere una costante fluidità e composizione dei singoli spazi, intercambiabile a seconda delle necessità. Per enfatizzare tale movimento, si è preferito modulare alcune funzioni, come gli spazi espositivi, le stanze individuali di visioning, con pareti curve che lascino maggior libertà alla fruizione.

Inoltre, l'edificio preesistente è stato considerato come parte di un sistema più ampio che comprende lo spazio

aperto, il piano terra e il piano primo del volume di progetto. Motivo per cui, oltre ad essere fisicamente collegato con ponti sopraelevati, la pavimentazione scelta per i solai è la medesima della piazza.

La piazza, come già accennato, è l'elemento architettonico di mediazione fra ogni layer di progetto, in particolare fra la preesistenza e quelli che sono stati definiti come i piani urbani dell'edificio.



3.5. Mediazione tra la città e la residenza: i piani pubblici per il quartiere

Piano terra e piano primo sono stati denominati piani pubblici dal momento che, differentemente da quelli superiori, mostrano un evidente natura pubblica, maggiormente legata alla città che allo spazio privato di residenza.

Difatti, il piano terra, data la sua genesi volumetrica, si compone di pieni e vuoti, dove i vuoti assumono un ruolo connettivo fondamentale con la preesistenza e il parco. Dal punto di vista funzionale, è quindi caratterizzato da funzioni principalmente pubbliche in diretto contatto con la città, tra cui una ciclofficina, uno spazio coworking, laboratori, ludoteca per i bambini e servizi pubblici.

In analogia ad esse, nel medesimo piano della preesistenza, sono state pensate funzioni altrettanto pubbliche come: un caffè, spazi di lavoro e una sala conferenze. Inoltre, la collocazione dei vani scala agli

estremi dell'edificio consenta una totale libertà dello sviluppo del piano. Potendo organizzare liberamente la configurazione spaziale del piano, si facilita la capacità di adattamento dello spazio per le varie attività previste. Quelle precedentemente elencate sono alcune possibili attività, ma data la flessibilità consentita dalle partizioni mobili è possibile prevedere attività variabili sia nell'arco della giornata che nell'evoluzione temporale dell'edificio.

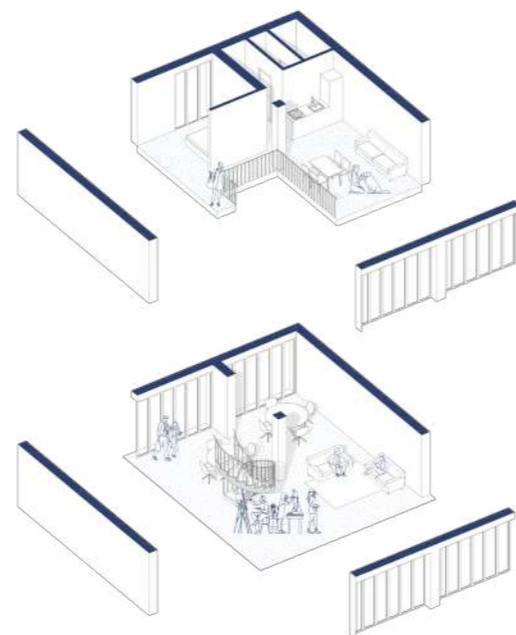
La flessibilità degli spazi e la loro riconversione, temporanea o permanente, rappresenta un requisito importante dal momento che le attività previste potranno variare e modificarsi in base alle esigenze degli utenti, gli spazi potranno essere sfruttati più intensamente sia dagli inquilini che dal quartiere.



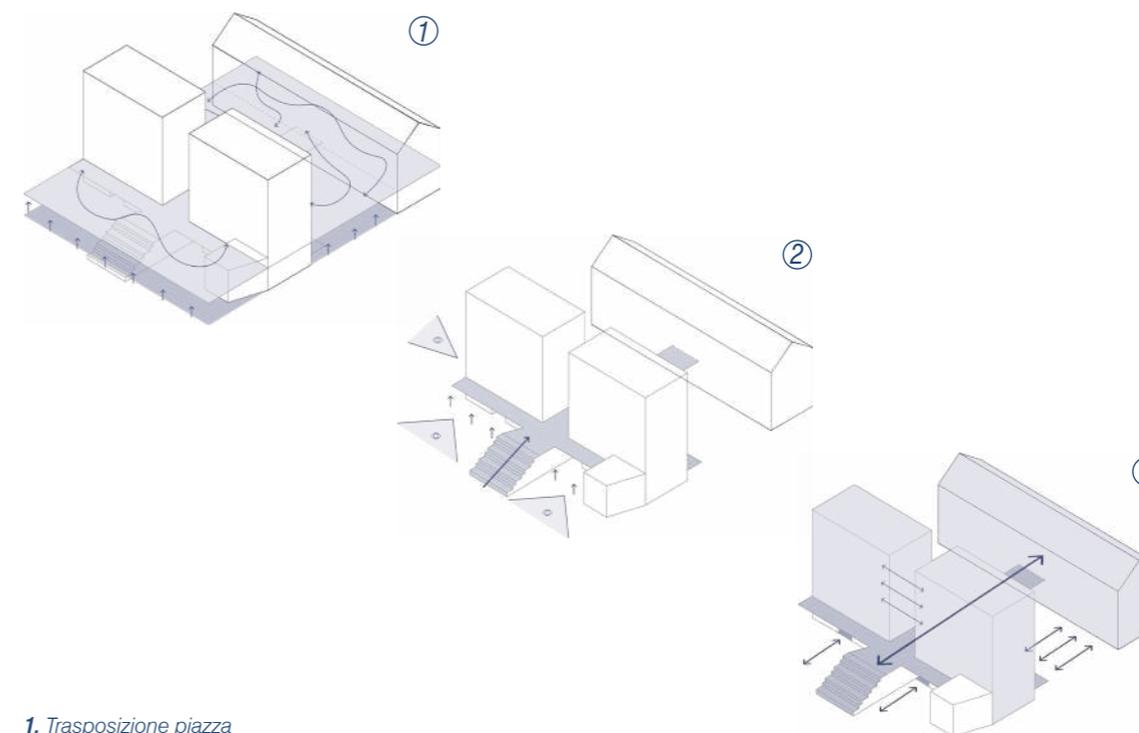
Il piano primo invece, si differenzia dal piano terra, in primis per la sua altezza, il doppio rispetto a quello sottostante, e in aggiunta per la sua composizione tipologica, internamente prevista di duplex. Tale dimensione è stata scelta per dare maggior rilevanza a questo piano e attribuirgli il ruolo di basamento dell'intero edificio, nonché piano principale.

Componendosi quindi di tipologie duplex, le cosiddette "casa-bottega", mantiene un carattere principalmente pubblico al "piano terra", ospitando le botteghe e gli atelier degli artisti; mentre al "piano primo" mostra una connotazione privata, dedicata alla residenza degli artisti.

La particolarità, che rende il piano primo così rilevante nel progetto, è il fatto di sviluppare intorno a sé la piazza urbana, vero fulcro della socialità e dell'interazione fra città ed architettura.



Casa bottega- duplex
Elaborato grafico personale



1. Trasposizione piazza
2. Scoperta di nuovi punti di vista e relazioni
3. Connessione con il contesto costruito e con lo spazio aperto

Elaborato grafico personale

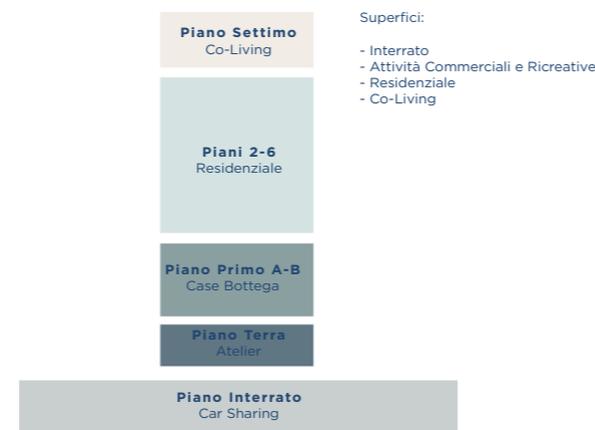
La flessibilità di questi spazi semipubblici, soprattutto al piano terra e nella preesistenza, dà la possibilità di variarne l'uso, pensando a molteplici attività da inserire, dal momento che la configurazione spaziale interna è modificabile grazie alle partizioni interne mobili.

Questa molteplicità di attività permette di utilizzare lo spazio in tutto l'arco della giornata, comprendendo attività di natura diversa, culturali, commerciali, didattiche, residenziali che si sviluppano nei diversi piani dell'edificio. Questo mixite funzionale determina un ruolo specifico per ogni porzione dell'edificio, ma tuttavia ne demarca anche una notevole fluidità e dinamicità, evidenziando un chiaro interesse verso la condivisione e la generazione di un senso di comunità.

Le attività difatti, non sono solo un mezzo per qualificare e fornire di servizi il quartiere, bensì attraggono fruitori di generazioni diverse, che possono così incontrarsi e trascorrere il tempo libero insieme. Difatti sono presenti sia proposte come car

sharing, laboratori, fablab, ciclofficina che sono momenti in cui c'è necessità di essere gruppo e lavorare insieme, sia attività culturali come auditorium, sala esposizioni per dilettarsi nel tempo libero. La volontà consiste nel far intercettare molteplici gruppi sociali, temporanei (cittadini, passanti) e permanenti (residenti, studenti) attraendoli con occupazioni fondate sull'incontro, la condivisione e il senso di comunità.

Mixite funzionale

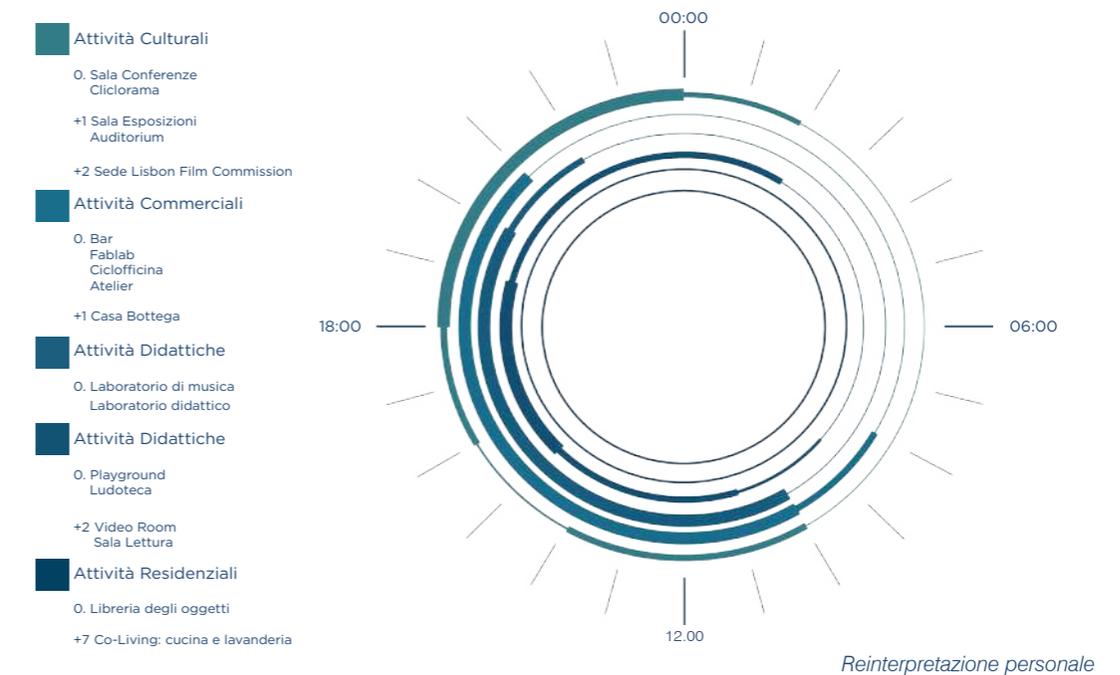


Reinterpretazione personale

Possibili utenti



Attività in una giornata



Masterplan piano primo duplex

- Atelier
- Libreria oggetti
- Auditorium
- Sala esposizioni



Masterplan piano secondo duplex

- Archivio
- Uffici
- Video room
- Sala lettura
- Sede Lisbon Film Commission
- Sala riunioni



4

FLESSIBILITÀ' DELL'ABITARE

Proposte per un abitare in continuo mutamento

4.1. Riflessioni sull'abitare contemporaneo

4.2. Principi ordinatori

4.3. I gradi della flessibilità

4.4. La chiusura verticale esterna componibile

4.1. Riflessioni sull'abitare contemporaneo

“**N**ei paesi di lingua spagnola, la casa è chiamata vivenda, questo termine, etimologicamente, esprime la relazione diretta tra lo spazio e le funzioni cui è riservato. Spazio da vivere, per vivere, dove vivere...”¹

La progettazione della tipologia abitativa e di tutte le dinamiche che interessano quest'ultima ha iniziato ad essere argomento di studio e riflessione al principio del 900. Chiaramente le fasi di comprensione e studio di tale tematica e di ulteriori aspetti che ne conseguono, si compongono di differenti momenti di riflessione, in cui ci si è reso conto di come tale tema toccasse molteplici sfere sociali e quotidiane nella vita dell'uomo, che non possono essere tralasciate durante la progettazione.

Negli anni 30 del 900, le ricerche e le proposte progettuali per l'abitare si sono

maggiormente interessate a concepire lo spazio interno come un luogo da delineare servendosi di misure standard, adatte ai bisogni fisiologici dell'uomo, tralasciando invece tutte le implicazioni sociali e umane che sono invece personali e diversificate per ogni individuo. Negli anni a seguire fino ad arrivare ai tempi contemporanei è sempre più evidente come, tale metodologia, risulti inadeguata, poiché in un nucleo familiare, i componenti che ne fanno parte non presentano tutti i medesimi bisogni fisiologici, configurabili attraverso misure identiche per ognuno di loro.

Un nucleo familiare è soprattutto un insieme di personalità distinte, ciascuna con una propria sfera esistenziale fatta di bisogni, comportamenti, aspirazioni fortemente

1. AA. VV, *Spazi pareti, case*, ENTE FIERA BOLOGNA, 1983, pag. 14

distinti. Inoltre, diversamente da quanto accadeva in passato, oggi si presentano nuove realtà familiari, composte da singoli individui o genitori single, e gruppi familiari in continua variazione.

Queste riflessioni dimostrano come sia necessario rendere possibile l'adattabilità e la flessibilità della tipologia abitativa nei confronti di un eventuale modifica del nucleo familiare, sia da un punto di vista temporale, ovvero considerando lo scorrere del tempo che potrebbe portare ad una crescita o riduzione della famiglia, sia dalla possibilità che emergano nuove esigenze non previste.

Motivo per cui, nei decenni successivi ai preliminari studi, sono state svolte numerose ricerche al riguardo e parecchi riferimenti progettuali, anche del passato, sono state prime sperimentazioni di tale tema.

Un primo esempio iconico è la maison Loucher di Le Corbusier. La Maison Loucher nasce come risposta ad un momento storico ben preciso. Nel 1928, il governo francese approvò un programma di investimenti per l'edilizia popolare che aveva l'intenzione di integrare e aiutare l'industria siderurgica. In questa politica di industrializzazione nel campo residenziale, Le Corbusier propone un prototipo abitativo, che purtroppo non verrà mai realizzato, in cui gli elementi che compongono la casa sono combinabili e costruiti in fabbrica con materiali leggeri ed isolanti.

Tutti gli elementi sono completati in fabbrica comprendendo anche l'allestimento interno, così che la costruzione delle case avviene sul posto in pochi giorni. A partire da un modulo di 45mq è possibile assemblarne due, tre o quattro per ottenere alloggi di maggior metrature.



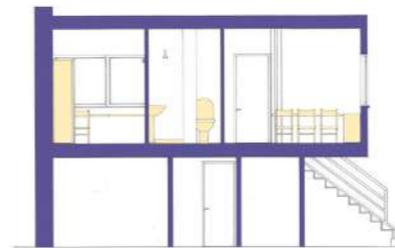
1



2



3



4

Fig. 1 Maquette - prospettiva
 Fig. 2 Maquette - fronte
 Fig. 3 Pianta piano primo
 Fig. 4 Sezione BB'
 Fonte: Atlas of Interior, Polimi

La possibilità di ampliare gli alloggi è inoltre strettamente connessa alla prefabbricazione.

Esempio in cui il sistema prefabbricato viene utilizzato per realizzare assemblabili e smontabili è la Hirsch Kupfer, pensata da Gropius nel 1931.

Nel 1930 l'azienda Hirsch acquistò i diritti di un sistema di prefabbricazione di abitazioni, inventato da Friedrich Förster e sviluppato successivamente in collaborazione con Robert Krafft. Nella sua domanda di brevetto originale del 1924, Förster sottolineava come fossero stati molteplici, nel corso degli anni, i tentativi di progettare "edifici abbattuti e facilmente assemblabili", falliti a causa dei costi elevati o di standard costruttivi e prestazionali inadeguati.

Riconoscendo l'importanza di tali considerazioni, ha costruito un tipo di edificio "knock-down" composto da elementi strutturali realizzati in fabbrica nella forma e nelle dimensioni desiderate dall'acquirente.

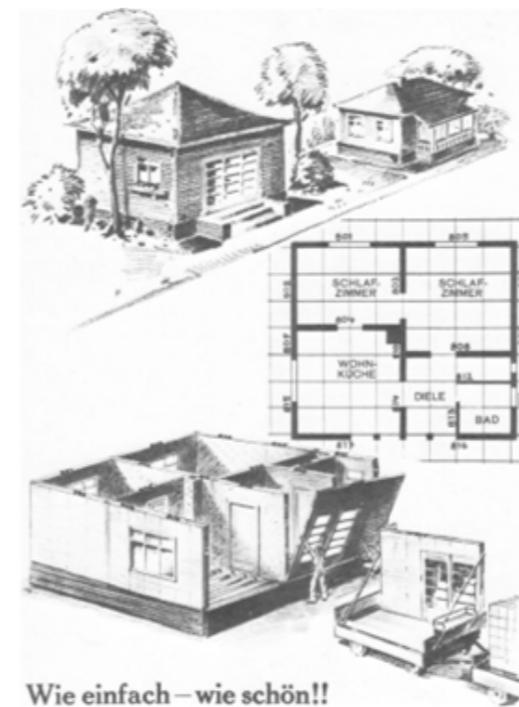


Fig. 5 Scomposizione moduli
 Fig. 6 Assemblaggio moduli
 Fig. 7 Manifesto
 Fonte: MitPresse Open Architecture

Ogni elemento strutturale costituisce la parte fissa del blocco parete e presenta ai suoi estremi dei sistemi di aggancio che permettono di unirli a sezioni di pareti a telaio componibili. Le sezioni di parete possono essere costituite da telai a scheletro in legno rivestiti su entrambi i lati da una guaina metallica. Lo spazio tra le guaine metalliche è riempito con materiale isolante come lana di legno, segatura o simili. I bordi dei profilati possono essere dotati di forme di fissaggio per collegarli facilmente tra loro.

La struttura generale dei profilati è tale da poter essere facilmente realizzata in fabbrica e trasportata sul luogo di costruzione. In questo modo, data una struttura fissa modulare, è possibile comporre la tipologia abitativa in base alle esigenze dell'abitante ed eventualmente, in risposta ai cambiamenti che il nucleo familiare subisce, può essere sostituita con una composizione più adatta.

Dagli anni Cinquanta, le ricerche teoriche e gli esempi concreti approdano fino ai membri del Team X, che spingono ancora più oltre le possibilità di adattabilità e di trasformabilità dell'abitare. Aldo Van Eyck, principale esponente del Team X, sposta il fuoco di interesse dalle funzioni alle relazioni, ossia dalla specificità d'uso dei singoli ambienti delle unità abitative alle occasioni diversificate di appropriazione degli spazi consentite da un certo grado di indeterminazione funzionale (Nicolin, 1976).

Questa natura dinamica e processuale della casa è stata l'oggetto del progetto sperimentale PREVI a Lima in Perù (1968-70), che aveva come obiettivo la riqualificazione e l'espansione della città esistente, caratterizzata da abitazioni basse ad altissima densità. Nel 1965, il presidente-architetto del Perù Fernando Belaúnde Terry cercò di definire un programma per l'edilizia sociale al fine di regolamentare la urgente domanda di alloggi. Negli anni Sessanta, la popolazione di Lima cresceva a un ritmo

tale da rendere i progetti governativi di edilizia popolare inadeguati, e per ovviare al problema gli abitanti della capitale si costruivano le proprie abitazioni nelle *barriadas* (come *favelas*) in periferia, mancanti delle condizioni conformi all'abitare.

Il presidente indisse un concorso internazionale per trovare una soluzione ai problemi di crescita della città. A partecipare a tale concorso, furono invitati architetti coinvolti nei più interessanti esperimenti di social housing dei primi anni Sessanta come Christopher Alexander, Charles Correa, Aldo Van Eyck, James Stirling. A PREVI, acronimo di Proyecto Experimental de Vivienda, gli architetti di fama internazionale in aggiunta ad architetti peruviani furono incaricati di progettare un quartiere modello di 1500 unità abitative che elaborasse prototipi di case urbane capaci di eventualmente potersi trasformare in futuro.

Fig. 8 Veduta dall'alto del quartiere
Fonte: Domus



Incapaci di trovare una singola proposta vincitrice, si decise di realizzarle tutte, seguendo un progetto pilota che consisteva in cinquecento abitazioni, e consentiva di testare concretamente le varie idee, così che in una seconda fase la migliore sarebbe emersa fra tutte. La seconda fase, tuttavia, non ebbe mai inizio. La particolarità di PREVI verte proprio nel fatto che è stata progettata come una piattaforma per il cambiamento, convertendosi in un laboratorio di social housing che conteneva una quantità di soluzioni così diverse e flessibili da renderlo probabilmente irripetibile.

A PREVI ogni famiglia ha una storia sulla propria casa. Ma più ancora, tra le famiglie che occupano ciascun settore tipologico è nato un senso di solidarietà. Il progetto trova compimento con così grande successo, dal momento che alcuni progettisti vissero in prima persona nelle *barriadas*, per comprendere gli stili, le abitudini, le caratteristiche degli abitanti. In particolare, alcune abitazioni presentano pochissime stanze completamente chiuse



Fig. 9 Strada a PREVI
Fig. 10 Personalizzazione delle residenze a PREVI
Fonte: Domus

perché a quanto pare egli aveva notato che i peruviani preferiscono socializzare in luoghi riservati. Perciò si pensò a spazi di piccole dimensioni che potessero eventualmente essere chiusi da tende.

Aldo Van Eyck osservò che le donne erano il cuore della casa; infatti, collocò la cucina al centro della planimetria. Dal momento che, nel corso degli anni sono state innumerevoli le aggiunte e le modifiche, oggi è pressoché impossibile leggere il successo di ogni singola tipologia sulla base delle successive modifiche. Alcune di queste abitazioni sono straordinarie opere di trasformazione.

In ciò va individuato uno dei maggiori successi di PREVI: anche di fronte alle migliorate condizioni economiche i proprietari non hanno abbandonato il quartiere. I residenti sono rimasti e vanno fieri dei miglioramenti che hanno apportato, trasformando un complesso di case popolari in quella che oggi sembra una comunità medio borghese, fortemente sostenuta da quel senso di solidarietà che

li lega insieme.

Ciò che tale progetto insegna è che *“costruire una casa che sia incompiuta non è una mancanza, ma è capacità di vedere oltre al tempo in cui ci si trova per garantire a tutti di poter essere sé stessi e modificarsi nel corso degli anni”*.²

2. McGuirk J., *PREVI. L'utopia metabolista*, Domus, 2011

Altro progetto emblematico nella volontà di rendere singolare e unica ogni abitazione, a partire sempre da un principio originario costante in ogni unità, è il progetto Elemental, di Alejandro Aravena. Nel 2004, 93 famiglie, appartenenti alla comunità insediata da trent'anni nell'area di Quinta Monroy ad Iquique nel Cile settentrionale sono diventate proprietarie di queste unità abitative che compongono Elemental.

Gli abitanti, coinvolti anche nella fase di progettazione, hanno iniziato un processo di ampliamento e modificazione delle architetture e degli spazi del quartiere: preservando i caratteri del progetto architettonico originario, gli interventi di completamento vanno dall'integrazione di elementi di arredo, all'assemblaggio di frammenti delle vecchie case, fino a interventi più complessi di ampliamento. Elemental offre un modello insediativo diverso dal tipico sviluppo urbano prettamente orizzontale della

Fig. 11 Confronto fronti di progetto e personalizzati
Fonte: Domus



città sudamericana, e dalla estrema diversificazione dell'abitato, da favelas a ricca dimora borghese. Mantenendo un principio insediativo cardine, definisce un modello abitativo identico per tutti, totalmente personalizzabile, unico ed individuale che lo rende particolarmente identitario ed umano. Difatti non vengono dimenticati

tutti quei legami affettivi e lavorativi, attraverso l'uso di uno spazio collettivo comune e condizioni di vita ricche ed articolate. Il progetto di ogni elemento e del loro assemblaggio è studiato per essere economico e di facile manutenzione. Il primo elemento, costruttivamente e socialmente parlando, da realizzare è la struttura, la base indispensabile per

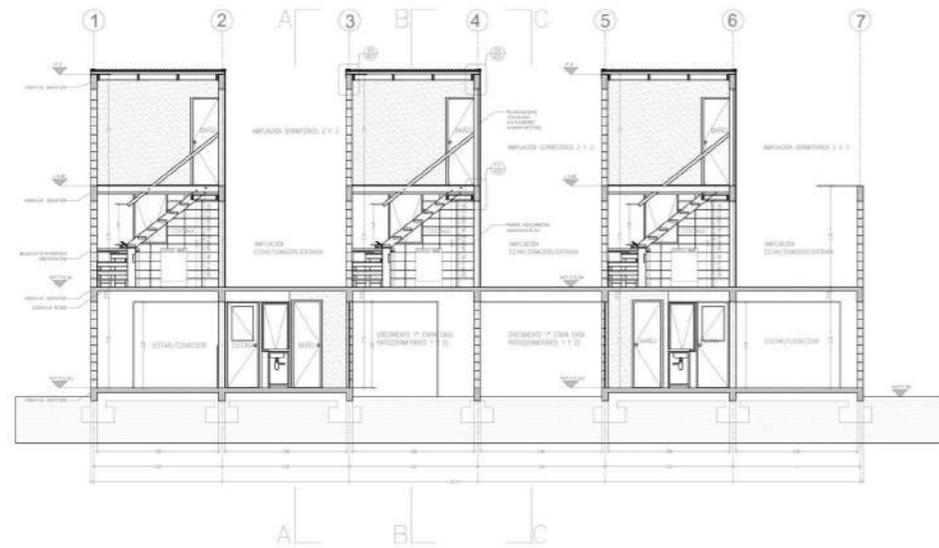


Fig.12 Sezione
Fonte: Domus

cominciare una nuova vita, quello che da soli gli abitanti non sono stati in grado di costruire. Alejandro Aravena progetta un'archeologia rovesciata, tracciando in primo luogo sedime delle preesistenze sulle quali si appoggerà la vita, una traccia dura ed indelebile.

Il progetto Elemental costituisce uno scenario aperto e molteplice per lasciare che la vita vi si dispieghi in tutta la sua libertà e potenza, al di fuori di possibili controlli prescienti dell'architettura, costituendosi come indicazione per l'espansione di nuove dinamiche sociali e spaziali.

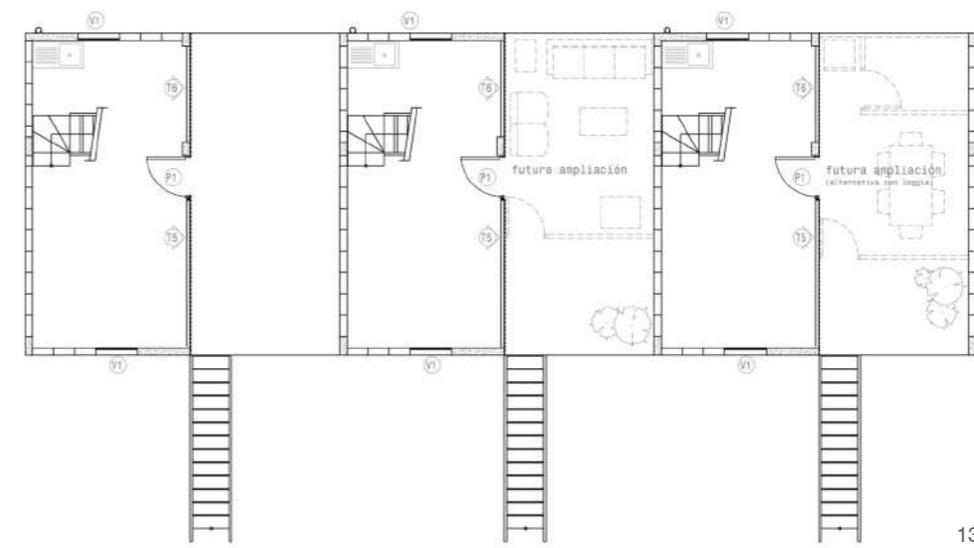


Fig. 13 Pianta piano primo
Fonte: Domus

Sulla stessa linea di pensiero, Hertzberger, anche lui esponente del Team X, sperimenta a Delft gli alloggi Diagoon (1978-1983), progetti volutamente incompiuti che lasciano all'utente una più libera possibilità di scelta nell'utilizzo, nella suddivisione degli spazi e nell'appropriazione degli esterni, nati in un momento storico in cui i Paesi Bassi stavano rivoluzionando totalmente le teorie sull'edilizia abitativa.

Herman Hertzberger credeva in una forma abitativa che permettesse a tutti di essere sé stessi il più possibile. Le prime otto case che seguivano questa ideologia vennero realizzate nel 1971 nel quartiere Buitenhof a Delft, un quartiere a quel tempo in via di espansione. Secondo Herman Hertzberger, le abitazioni dovevano essere considerate come un prototipo che può essere trasformato in base alle esigenze abitative ed emotive dei suoi utenti, i quali dovranno essere in grado di organizzare, espandere, finire e arredare le case da soli.

*Fig. 14 Fronte principale alloggio Diagoon
Fonte: Sito ufficiale studio H. Hertzberger*





Per Hertzberger è importante fornire un contesto che incoraggi le persone a plasmare la casa secondo le proprie idee e necessità. Da un punto di vista formale, le case hanno un design abbastanza semplice e sono costituite da due nuclei fissi: scale e ambienti di servizio, ovvero cucina e servizi igienici, definiti ambienti “umidi”.

Attorno a questi ci sono diversi piani attorno a un vuoto, ciascuno sfalsato di mezzo piano, che Hertzberger chiama gli “spazi abitativi”. A questi luoghi può essere assegnata qualsiasi funzione desiderata: vivere, dormire, studiare, mangiare e simili, liberamente scelti dai fruitori e variabili nel tempo. Hertzberger chiama il vuoto centrale che rimane, soggiorno: il luogo in cui i residenti su diversi piani possono creare il proprio posto e rimanere in contatto. Il contrasto principale che si denota subito con le abitazioni tradizionali è che in quest’ultime ogni spazio ha una funzione specifica già

Fig. 15 Interno
Fonte: Sito ufficiale studio H. Hertzberger

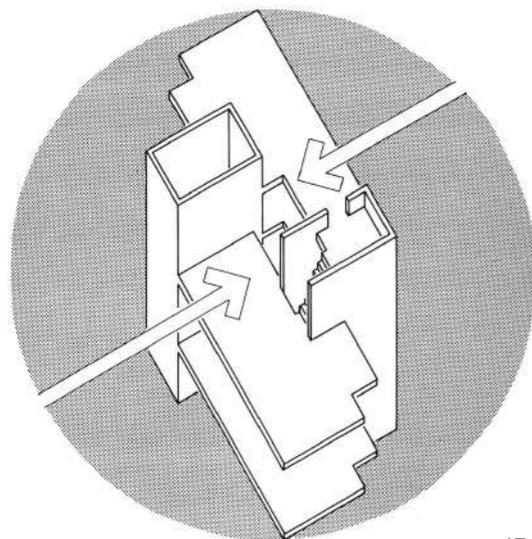
ben definita, mentre in queste nuove unità abitative progettate da Hertzberger ciò non avviene. Le case Diagoon si rivelano un esperimento sia spaziale che sociale. Offrono molte possibilità, ma richiedono anche qualcosa dai residenti. Le case vengono cambiate, adattate e attivamente appropriate. Allo stesso tempo, le case influenzano i residenti nel loro modo di vivere, nelle loro esperienze e nelle loro relazioni reciproche. Non tutti i residenti sono disposti o in grado di cambiare il modo in cui vivono.

Alcune delle abitazioni sono quindi convenzionalmente riempite installando pareti divisorie per creare stanze chiuse a chiave. In altre abitazioni, invece, si è fatto uso dell’apertura, in modo che le abitazioni diventassero un grande spazio abitativo continuo. In questo modo, si cerca di accontentare le molteplici e diversificate esigenze che ogni possibile utente potrebbe avere sia al principio, ma durante l’intero periodo in cui abiterà quello spazio.

Fig. 16 Interno
Fonte: Sito ufficiale studio H. Hertzberger



Le case Diagoon rappresentano una sfida abitativa particolarmente innovativa per il tempo in cui furono progettate, ma che rimane attuale ancora oggi. Incarnano un esempio di progettazione che pensa e riflette con spirito di sperimentazione



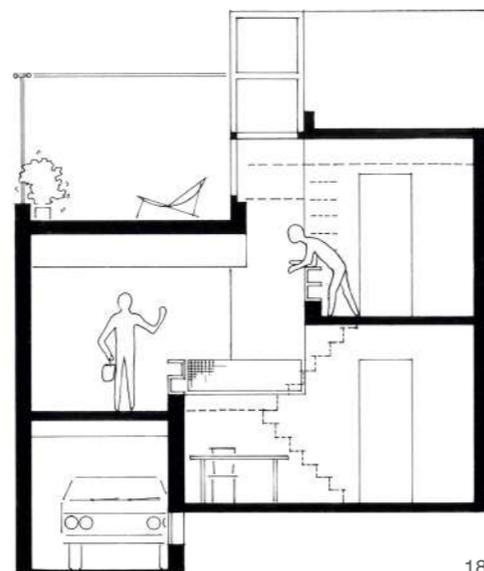
17

Fig. 17 Assonometria schematica

Fig. 18 Sezione

Fonte: Sito ufficiale studio H. Hertzberger

ed innovazione, che si mostra attenta a dinamiche non solamente architettonico-costruttive, ma sensibile a tutte quelle sfumature prettamente sociali, emotive e sensoriali che rendono uno spazio abitativo, da alloggio a casa.



18

Altro esempio emblematico, di come attraverso pareti mobili sia possibile conformare lo spazio in differenti soluzioni, è Casa Schröder di Gerrit Rietveld. Il piano terra è composto in maniera più tradizionale, con pareti divisorie che compongono un ingresso, una cucina, una stanza per la domestica, uno studio per i bambini e uno che fu usato da Rietveld stesso come studio personale, oltre a un piccolo bagno. Qui ciascuna stanza è dotata di un'ampia finestrazione e, nel caso dello studio di Rietveld e della camera della domestica, di un ingresso indipendente.

La cucina ha una finestra dotata di mensola creata appositamente per far passare la spesa, e l'ingresso ha una cassetta per la posta trasparente, in vetro, per vedere immediatamente chi arriva. Interessante la disposizione spaziale dei vari ambienti, i quali non si articolano secondo una successione lineare o circolare, bensì si dispongono radialmente intorno al fulcro

Fig. 19 Interno

Fonte: Archiportale



19



connettivo ed impiantistico centrale, riuscendo dunque a preservare la loro distinta autonomia, ovvero permettere l'accesso ad ogni singolo ambiente da parte di utenti diversi. Il piano superiore è la parte più radicalmente innovativa della casa. Si tratta infatti di un open space dinamico, dove una pluralità di pannelli scorrevoli può aprirsi e chiudersi configurando tre camere da letto, un bagno e un soggiorno oppure spazi unici più ampi.

Ciò rappresenta la qualità principale di questo organismo abitativo, il quale si presta effettivamente ad essere articolato in modo dinamico e variabile, in grado di dare vita a spazi unici o plurimi in maniera coerente con le differenti esigenze di fruizione dei proprietari. La camera della signora Schröder è infatti piuttosto piccola, ma può diventare un tutt'uno col disimpegno del bagno e da qui confluire direttamente nella stanza delle figlie e nel salotto. Facendo scomparire la divisione

Fig. 20 Fronte principale
Fonte: Archiportale

tra il salotto e la camera del figlio si crea un unico spazio dove far proiettare anche film sulla parete. Come nei casi precedenti, l'eccezione, ovvero l'unico elemento fisso, è lo spazio dedicato ai servizi igienici. A parte questo elemento, entrambi i piani della casa Schröder sono trasformabili secondo i principi di un'architettura dinamica a seconda dei desideri dei fruitori.

Tale flessibilità presenta connotati differenti tra il piano terra e il piano primo, i quali denotano una distribuzione funzionale diversificata. Il primo piano è predisposto per la famiglia, dal momento che è un open space modulabile per ospitare soggiorno, camere da letto e un bagno. Gli ambienti del pianterreno, invece, presentano l'attitudine a essere affittati e trasformati in alloggi plurifamiliari. Difatti sono presenti dei pannelli appesi alle pareti, apparentemente decorativi, i quali servono in realtà per tappare la luce dalle finestre di notte.

D'altro canto, la flessibilità si può studiare attraverso un'altra tipologia di suddivisione dello spazio. Si può pensare di considerare lo spazio abitativo come un insieme di moduli, caratterizzata da una dimensione comune, i quali possono essere facilmente aggregati o separati a seconda del mutare del gruppo domestico o delle sue esigenze.

Un esempio piuttosto recente è un progetto dello studio PPA Architectures, "Residenze ADOMA" realizzato nel giugno 2015 a Tolosa. Lo scopo primario di progetto è rendere la periferia della città più variegata, meglio abitabile e per cercare di incentivare l'inclusione sociale di gruppi svantaggiati. L'obiettivo è stato quello di progettare un nuovo edificio che potesse inserirsi nel quartiere senza interferire eccessivamente con le architetture preesistenti.

Per realizzare una struttura il più possibile confortevole per i suoi futuri abitanti, PPA ha

Fig. 21 Vista generale
Fonte: Sito ufficiale studio PPA Architectures



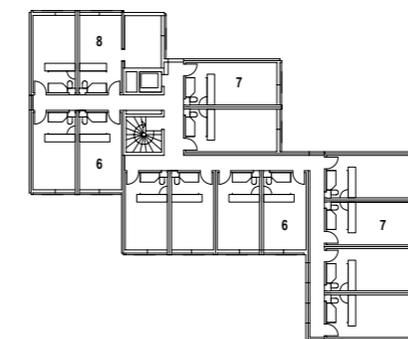
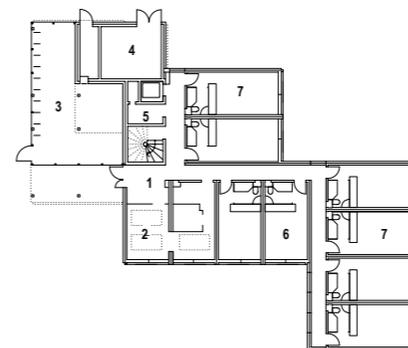


22

utilizzato un sistema costruttivo modulare in legno grazie al quale sono state risolte diverse problematiche funzionali, offrendo uno spazio gradevole, economico e molto pratico. Tali moduli possono essere impilati, assemblati, separati, combinati in differenti modalità, in base alle esigenze degli abitanti.

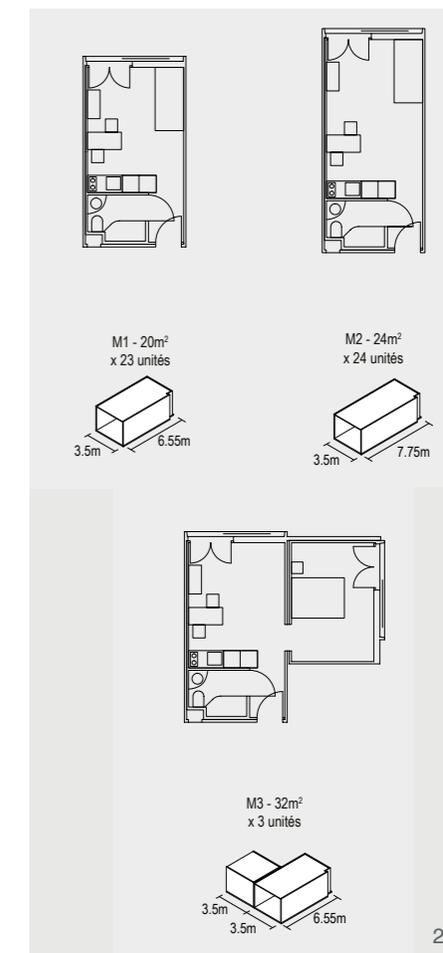
Inoltre, uno dei principali obiettivi del progetto era mantenere collegamenti fluidi fra interno ed esterno, lavorando molto anche sullo sviluppo urbano del progetto. Infatti si è cercato il più possibile di garantire una viabilità dell'isolato fluida, ottimizzando i servizi come le caselle della posta, i parcheggi di auto e biciclette, spazi per la raccolta differenziata e riorganizzando in modo più efficiente le modalità di accesso all'edificio. Infine, si sono dedicati all'orientamento degli appartamenti in modo da evitare una sovraesposizione a Nord e hanno garantito compattezza generale all'edificio.

Fig. 22 Assemblaggio e costruzione moduli
Fonte: Sito ufficiale studio PPA Architectures



23

Fig. 23 Piante piani tipo
Fig. 24 Schemi moduli
Fonte: Sito ufficiale studio PPA Architectures



24

Ulteriori approfondimenti relativi al tema della flessibilità sono stati fatti nel corso degli anni e hanno definito sempre nuovi principi architettonici, i quali si riscontrano in altri emblematici progetti sperimentali. Uno fra questi è il cosiddetto piano neutro, ovvero un piano definito da superfici ampie, libere ed indefinite per garantire totale scelta nella destinazione d'uso.

Un esempio è la Casa Luzi (2002) di Peter Zumthor a Jenaz in Svizzera. I clienti, Valentin e Lilian Luzi, desideravano una grande casa a Jenaz per sé e per i loro sei figli. Doveva essere una casa spaziosa, luminosa, e costruita possibilmente in legno massiccio: questi erano i loro principali desideri. In primis sono stati considerati gli ambienti, tutti delle stesse dimensioni ed organizzati attorno all'elemento bagno messo in posizione centrale. Lo spazio che si sviluppa intorno al corpo centrale dei servizi può essere suddiviso in modo personale e totalmente

Fig. 25 Fronte principale
Fonte: Sito ufficiale Atlas of Places



cambiabile in base alle esigenze di ogni singolo membro del nucleo familiare.

Si compone quindi di un piano interrato, al di sopra del quale si ergono tre interi piani, uno dei quali ospita l'ingresso comune e una "Einliegerwohnung" ovvero una casa indipendente e attrezzata all'interno di una casa, che può essere utilizzata per ospitare amici o accogliere un anziano. Gli altri due piani superiori sono pensati uno come principale zona "living" e l'altro come zona notte per le camere da letto.

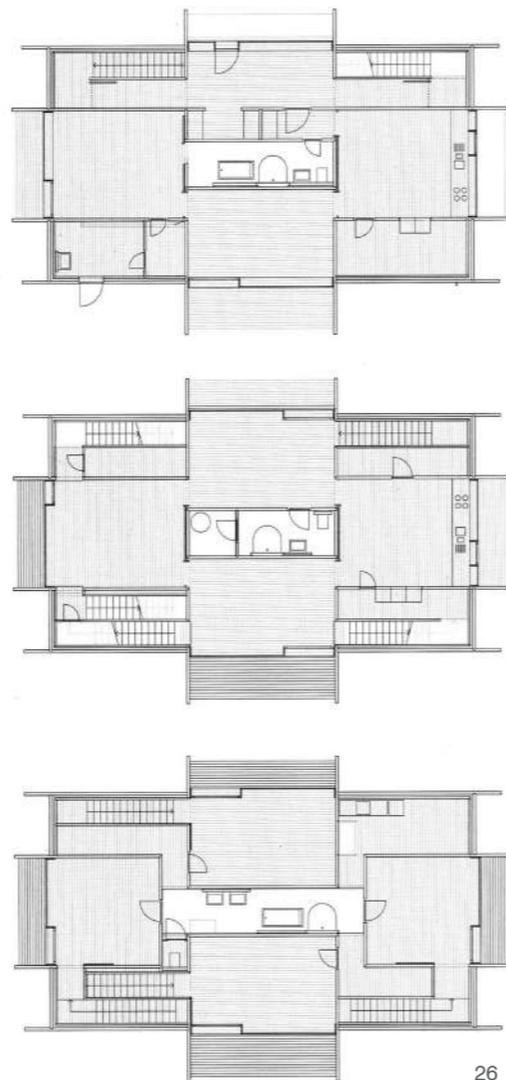
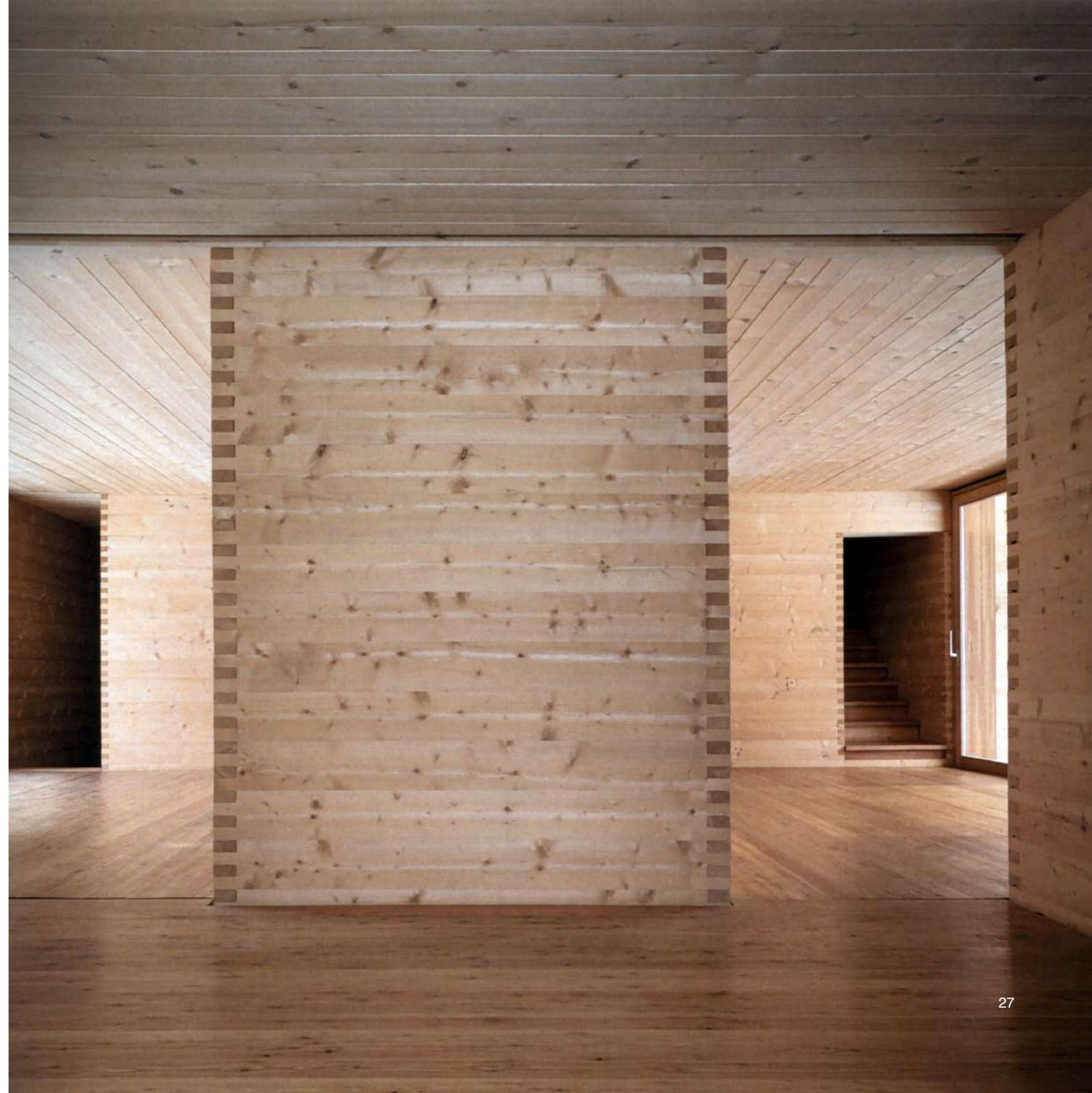


Fig. 26 Pianta piani primo, secondo, terzo
Fig. 27 Interno
Fonte: Sito ufficiale Atlas of Places

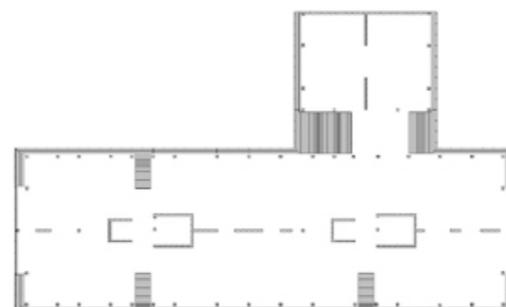
26



Il plan liberé, una versione più radicale del plan libre di Le Corbusier, è un altro modo per raccontare il precedentemente raccontato piano netto. Il plan liberé è un piano completamente privo di elementi portanti al suo interno, dove solo la cucina e i servizi igienici sono fissi, per rispondere a ragioni prettamente tecnologico-impiantistiche. La cucina e i servizi sono comunque raggruppati e separati dagli altri ambienti, per lasciare a questi ultimi la possibilità di essere liberamente utilizzati e trasformati, con l'aiuto di pareti mobili.

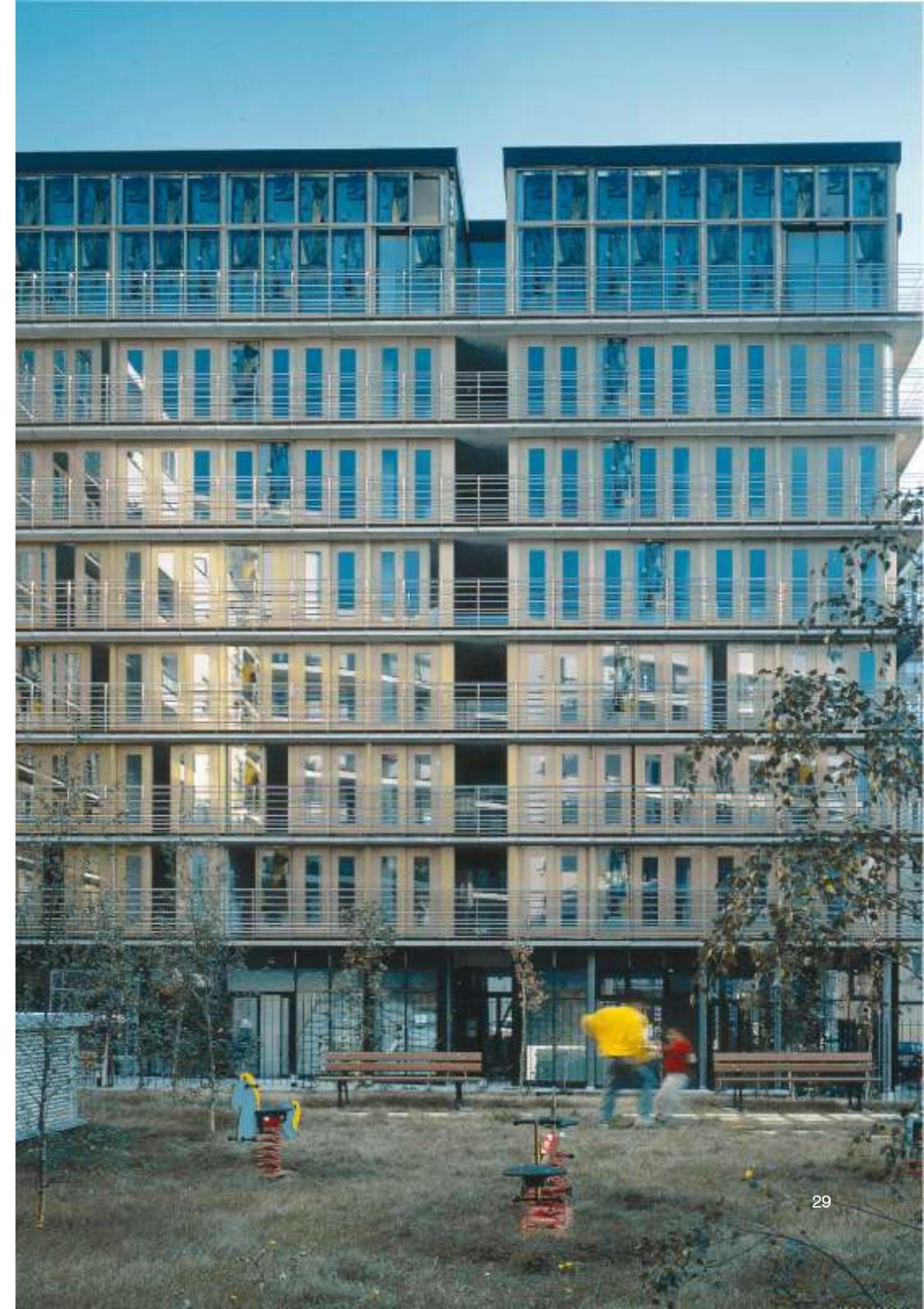
Esempio di plan liberé sono i 70 appartamenti a Clichy sur Seine di Francis Soler. Al loro interno non ci sono elementi portanti. Lo scopo dell'alloggio evolutivo è rendere la casa estremamente adattabile a progetti di avvenire aperti e all'evolvere delle relazioni fra i membri del nucleo domestico. Il fine è lasciare agli abitanti la facile possibilità non solo di modificare nel tempo, ma anche di personalizzare relazioni che sono insieme spaziali e di intimità.

L'intento è agevolare l'opportunità di intervenire nel tempo non solo sugli usi, ma anche sul livello di sociabilità degli spazi e sul grado di libertà dello stare insieme. Attraverso quindi la possibilità di avere uno spazio totalmente libero, che è possibile comporre e modificare nel tempo, si risponde a tutte queste nozioni indispensabili nell'abitare contemporaneo.



28

Fig. 28 Pianta tipo
Fig. 29 Prospetto principale
Fonte: Sito ufficiale architetto F. Soler



Tuttavia, l'alloggio evolutivo si presenta ancora oggi come qualcosa di sperimentale. Il suo studio e la sua sperimentazione sono frenati da tematiche legate ai costi, alla paura di una difficoltà di gestione e, più in generale, a un mercato abitativo orientato su modelli tradizionali, maggiormente radicati nell'immaginario delle persone. Proprio per questo, per gli abitanti quello della flessibilità non è ancora un tema spontaneo.

È accettato e apprezzato per quanto riguarda il compattamento della cucina e del soggiorno in una zona unica, che è meno regolamentata nei tempi e negli usi quotidiani. Tuttavia, questo dinamismo continuo che si contrappone ad una tradizionale staticità e definizione degli ambienti canonici delle unità abitative, fatica ancora ad essere totalmente compreso ed accettato.

Ci si chiede quindi come si possa avvicinare le persone a questo tema e a questa modalità di vivere l'abitare. Innanzitutto, potrebbe essere utile sensibilizzare e far conoscere alla

comunità come questo metodo flessibile e adattabile dell'abitare risponda alle esigenze di una società in continua metamorfosi, sempre più eterogenea e caratterizzata da realtà totalmente diverse fra loro. Il tema dell'alloggio evolutivo può quindi essere combinato col tema della flessibilità tipologica e sociale. Una mixité sociale fatta di generazioni, di culture e di situazioni familiari differenti necessita di spazi fondati sulle interazioni, sugli ibridi funzionali, sull'indeterminatezza temporale e spaziale del progetto architettonico.

Come scriveva Umberto Eco:

“La discontinuità è, nelle scienze come nei rapporti comuni, la categoria del nostro tempo: la cultura occidentale moderna ha definitivamente distrutto i concetti classici di continuità, di legge universale, di rapporto casuale, di prevedibilità dei fenomeni: ha insomma rinunciato a elaborare forme generali che pretendano di definire il complesso del mondo in termini semplici e definitivi. Nuove categorie hanno fatto il loro ingresso nel linguaggio contemporaneo: ambiguità, insicurezza,

possibilità, probabilità.”³

Difatti, per quanto riguarda la composizione delle famiglie contemporanee, negli ultimi decenni alla famiglia tradizionale composta da genitori e figli piccoli, si affiancano nuclei domestici composti di anziani rimasti soli in alloggi divenuti troppo grandi, di giovani single, di famiglie monoparentali e ricomposte, di lavoratori fuorisede, di giovani adulti che vivono ancora con i genitori ma necessitano di una loro autonomia all'interno dell'alloggio, di immigrati che sono portatori di culture differenti dell'abitare e così via.

Tutti questi nuclei familiari avranno al loro interno dinamiche sociali completamente diverse l'una dall'altra. In particolare, per quanto riguarda la famiglia minima, ovvero quella composta dal singolo, si può riscontrare la ragione della sua esistenza in un'attuale ricerca di una maggiore indipendenza e libertà dell'individuo.

3. Eco U., *Opera aperta: forma e indeterminazione nelle poetiche contemporanee*, Bompiani Editore, Milano, 1962, p.212

Soprattutto le nuove generazioni, portatrici di nuove culture, hanno la tendenza a staccarsi dal nucleo d'origine per vivere soli per motivi di studio o lavoro oppure per andare a convivere col proprio compagno/a. Per tali ragioni, nella programmazione e nella progettazione degli alloggi, sarà necessario tener conto dell'affermarsi di questo fenomeno e dell'accentuarsi della famiglia minima, in quanto con il loro progressivo sviluppo aumenteranno le domande di abitazioni necessarie. Inoltre, nella programmazione e progettazione degli alloggi, non devono essere ignorate le fasi evolutive che accompagnano la vita temporale delle famiglie. Coppie con figli che si ritrovano “sole”, perché il figlio sceglie di vivere da solo, coppie inizialmente senza figli che negli anni ampliano il loro nucleo familiare, coppie adulte che con il passare degli anni invecchiano e necessitano di diverse spazialità e servizi.

In particolare, la categoria dei nuclei familiari composta da persone anziane incontra spesso, col passare degli anni,

la necessità di trasferirsi in una casa più piccola con facilità di accesso dall'esterno, collocata preferibilmente ai piani bassi, munita di spazi collettivi interni ed esterni e con ubicazione fornita di servizi sociali nelle immediate vicinanze. Motivo per cui sarebbe efficiente garantire già al principio della progettazione alloggi che prevedano uno spazio di mediazione fra interno ed esterno, come un balcone, che possano fornire delle comodità, sia in termini di servizi che di accessibilità, in modo tale da soddisfare qualsiasi utente.

Pepe G., nella sua pubblicazione *"L'alloggio flessibile"* racconta come l'abitazione contemporanea non debba esclusivamente rispondere alla semplice funzione di accogliere e proteggere gli utenti, ma può diventare l'espressione stessa di queste persone, del loro modo di essere, delle loro abitudini, della loro cultura. Scardinata l'idea che l'alloggio possa avere una forma definita, si ricercano forme di spazialità aperta e indeterminata, che si prestino ad appropriazioni versatili da parte degli abitanti e a modifiche

nel tempo. Ed è proprio a partire dalla concezione di tempo, che, durante l'intero iter progettuale, bisogna tener conto di un tempo che riguarda il momento della concezione e della realizzazione del progetto ed un tempo indefinito che riguarda tutti i processi di cambiamento possibili. In questo secondo tempo possono esistere incongruenze fra l'assetto iniziale progettato per le tipologie abitative e i cambiamenti sociodemografici.

Il tempo legato all'architettura, in questo caso della residenza, è quindi di enorme interesse in relazione al contesto sociale contemporaneo, inteso come un complesso sistema in rapida ed incerta evoluzione, dove i percorsi di vita degli individui sono altamente individuali, diversificati e segmentati nel tempo. Bisogna quindi integrare già al principio della progettazione questo tema e affrontarlo in modo cosciente e chiaro garantendo da subito la possibilità di una evoluzione nel tempo.

"Un'evoluzione che può esprimersi

*nell'organizzazione d'uso, nel grado di intimità degli spazi, nelle dimensioni e nel rapporto fra interno ed esterno. Gli spazi sono pensati per essere ampliabili, adattabili e temporanei, in funzione di domande abitative in rapida evoluzione e di nuclei domestici non riducibili a una realtà modale, ma portatori di tempi e di istanze fortemente differenziati."*⁴

Si è cercato di studiare come dovesse svilupparsi la flessibilità, coscienti di questi due temi cardine da considerare. Si dovrebbe sviluppare secondo due modalità: flessibilità occasionale, ovvero il rapporto fra gli spazi pubblici (soggiorno, cucina) e privati (camere) dell'alloggio stesso e flessibilità nel tempo. La prima riesce a compiersi nel momento in cui per ogni utente è garantito un determinato grado di privacy. Il soggiorno si pone quindi come elemento di connessione fra tutti gli ambienti della casa, mentre le camere risolvono la parte prettamente

4. Sartoretti I, *La flessibilità come risposta all'abitare*, "Micron", n.30, 2014, pag. 45

privata dell'alloggio, per dare la possibilità ad ogni singolo utente di potersi "isolare", ritagliandosi il proprio spazio personale.

La flessibilità nel tempo, precedentemente illustrata, consiste concretamente nel rendere possibile la variazione delle medesime tipologie abitative in simbiosi con la modifica temporale dei nuclei familiari. Ad esempio, trasformare uno studio, in una camera con l'arrivo di un figlio; pensare di ampliarsi per ospitare una persona in più come un anziano; poter ridurre la superficie dell'alloggio quando in un nucleo familiare rimane una coppia di anziani ecc... Ciò è attuabile quando la pianta è definita sulla base di un reticolato strutturale modulare; quando all'interno di essa non esistono i tradizionali muri divisorii, ad eccezione che per il bagno e per la cucina, ma elementi modulari che hanno caratteristiche tecnologiche tali da poter essere disassemblati o composti in modo variabile. Ed è proprio da questa consapevolezza che il progetto per la residenza ha avuto inizio.

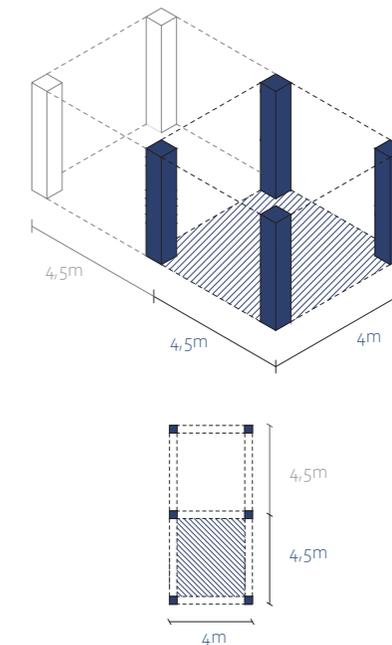
4.2. Principi ordinatori

In seguito alle ricerche effettuate è stato immediatamente chiaro come fosse necessario individuare alcuni principi fissi che potessero essere utili nella definizione delle piante di progetto. Grazie a tali temi architettonici si è semplificato il design delle piante, garantendo comunque quella flessibilità e adattabilità imprescindibili oggi nella progettazione dell'abitare.

1. Struttura modulare

La struttura puntiforme pensata per il progetto segue un modulo fisso pari a 4m x 4,5m. Tale passo strutturale definisce dei moduli singoli che potranno essere assemblati per declinare differenti tipologie abitative. La scelta di una struttura puntiforme e modulare determina un vincolo dimensionale, ma tuttavia prevede la possibilità di combinare tali moduli in opzioni variabili.

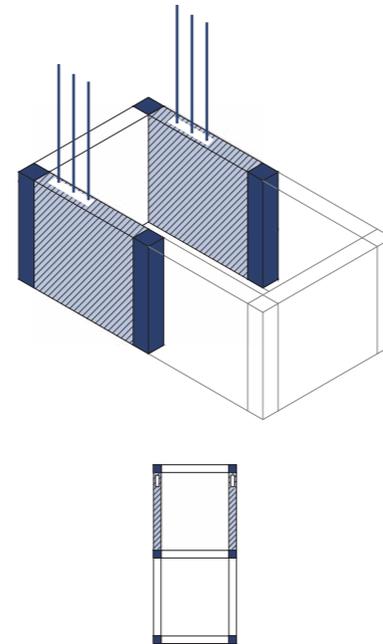
Inoltre, una struttura puntiforme, nel caso del progetto, realizzata in acciaio, permette di poter scegliere le stratigrafie delle murature in totale libertà. Ciò permette in seguito di modificare la maggior parte delle partizioni verticali, sia esterne che interne, dal momento che gli elementi strutturali fissi sono i pilastri.



Elaborato grafico personale

2. Pareti fisse per impianti

Per garantire il passaggio del sistema impiantistico mantenendo comunque costante l'adattabilità e modificabilità delle singole tipologie abitative, sono state definite pareti verticali fisse che presentano uno spessore tale da permettere il passaggio degli impianti idrico-sanitari. Nell'eventualità che ci siano delle variazioni, tali pareti rimangono identiche sia per dimensione che per posizionamento, per poter ospitare i nuovi spazi di servizio.



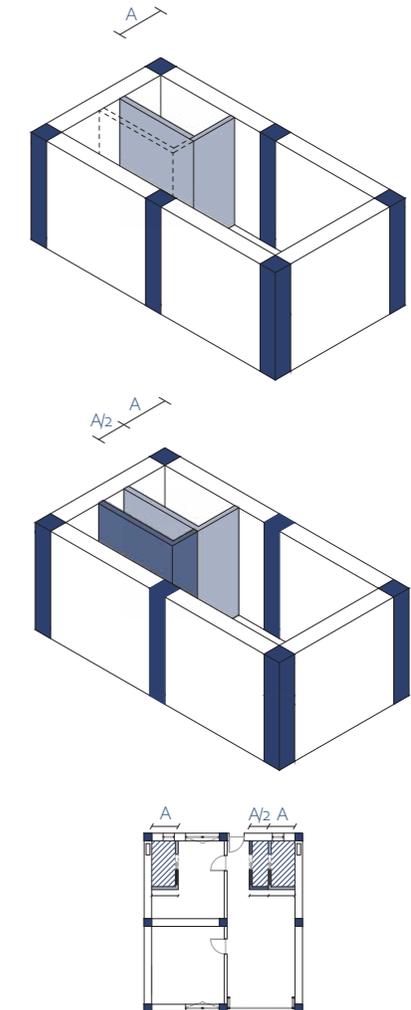
Elaborato grafico personale

3. Servizi modulari

Per poter trasformare, in caso di variazione della tipologia abitativa, anche lo spazio dedicato ai servizi, esso è stato pensato come un sistema modulare capace di modificarsi in base alle esigenze. Si è definita una dimensione base sufficiente ad ospitare i sanitari fondamentali, denominata modulo A. Per ottenere uno spazio di servizio munito di antibagno, necessario quando il bagno si affaccia sulla zona giorno, il modulo A base viene ripreso e dimezzato per definire questo spazio antistante.

In questo modo, nel caso in cui fosse necessario trasformare un bagno da secondario a principale è possibile aggiungere le partizioni che definiscono l'antibagno, viceversa in un'ottica di riduzione del modulo servizi, verranno semplicemente rimosse le pareti di quest'ultimo, garantendo in ambo i casi le spazialità sufficienti ad ospitare i sanitari necessari.

Elaborato grafico personale

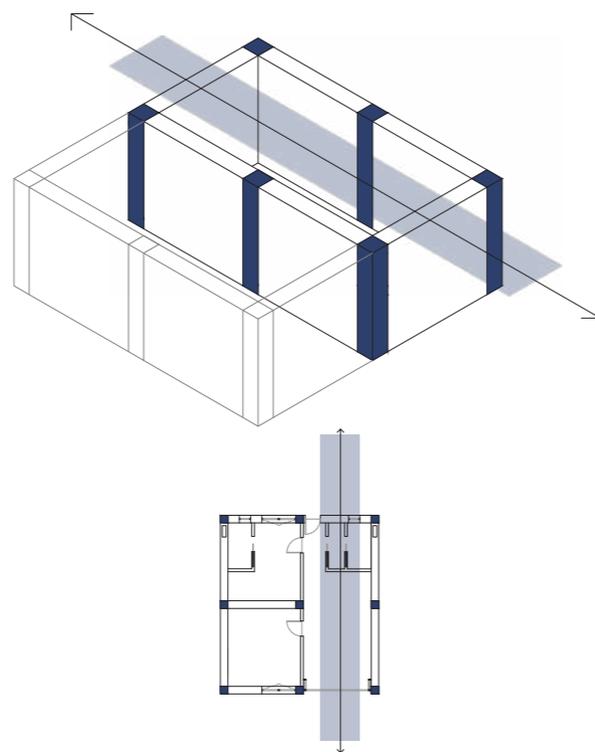


4. Zona giorno passante

La zona giorno, composta da soggiorno e cucina, rappresenta l'elemento ordinatore, lo spazio connettivo, perno attorno al quale ruotano gli altri ambienti della casa. L'obiettivo è ricreare una centralità non tanto fisica, quanto di relazioni sociali ed interazioni familiari che si svolgono principalmente in questo ambiente.

Una zona di soggiorno, dove gli spazi privati si affacciano, può consentire il libero passaggio dell'individuo dalla sfera privata a quella comune e quindi una maggiore libertà dell'utente nella fruizione dell'alloggio. Inoltre, la presenza del doppio affaccio, consente un maggior comfort termico, garantisce una ventilazione di qualità e la possibilità di avere una doppia esposizione.

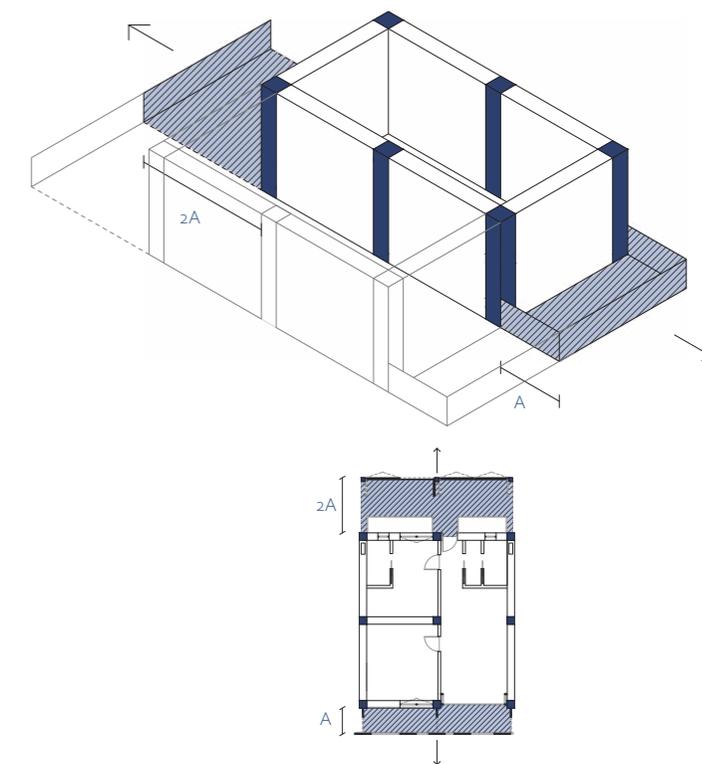
Elaborato grafico personale



5. Estensioni verso l'esterno

La necessità di avere un'estensione dello spazio abitativo anche all'esterno è stata una prerogativa fondativa nella delineazione degli alloggi. Difatti ogni singola tipologia dispone di due porzioni all'aperto, ballatoio e balcone, una il doppio dell'altra a livello dimensionale. Il ballatoio, elemento distributivo e di supporto impiantistico, presenta una natura prettamente sociale, conduce all'ingresso di ogni abitazione e favorisce l'incontro tra gli utenti. Il balcone, invece, si apre verso l'esterno seguendo una natura maggiormente privata.

Elaborato grafico personale



4.3. I gradi della flessibilità

“Il tema della flessibilità rappresenta oggi, per quanto riguarda l’architettura della casa, una possibile risposta a una domanda abitativa frammentata e in rapida evoluzione nel tempo. Le ricerche sull’alloggio evolutivo interpretano il tempo come sfera dell’incerto e l’abitante come portatore di istanze.”¹

È ormai un concetto chiaro ed acquisito che le esigenze dell’utenza quando si parla di abitare non sono una certezza immutabile nel tempo, ma prevedono una continua evoluzione. Pertanto, è necessario pensare fin da subito a come rendere trasformabili gli alloggi, dal momento che sarebbe un errore continuare a progettare tipologie abitative e edifici statici, pensati per nuclei familiari standard.

Da un punto di vista prettamente sociale e culturale, come già accennato precedentemente, recenti studi delineano una triplice domanda di bisogno abitativo: una domanda permanente che riguarda le famiglie di nuova formazione e i nuclei familiari di immigrati; una domanda temporanea richiesta da city users, quindi lavoratori o studenti universitari fuori sede; una domanda sociale presentata da famiglie in difficoltà economica.²

In particolare, quest’ultima domanda, mostra una nuova realtà sociale composta da figure in difficoltà come lavoratori precari, famiglie omogenitoriali, studenti e anziani soli. Bisogna quindi essere consapevoli di tali situazioni e pensare a

1. Sartoretti I., *La flessibilità come risposta all’abitare*, “Micron”, n.30, 2014, pag. 44

2. Bosio E., Sirtori W., *ABITARE: il progetto della residenza sociale tra tradizione e innovazione*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2010

come risolvere queste domande atipiche ma estremamente contemporanee. Inoltre, dato il mixitè sociale e culturale a cui bisogna far fronte, prevede che ogni ambiente che compone un alloggio venga vissuto e acquisisca un valore simbolico differente in base ai componenti della famiglia che lo abita. In alcune culture infatti il soggiorno, ad esempio, assume ruoli diversi: può essere aperto a tutti, riservato all’incontro con ospiti, pensato come area relax o di studio. Lo stesso per la cucina: può incarnare un ambiente principalmente funzionale oppure può essere visto come parte del soggiorno partecipante alle spazialità dedicata alla socialità.

È perciò evidente come ad oggi, non sia più possibile ricercare un’omogeneità sociale a cui rispondere con un modello abitativo standardizzato. Inoltre, alcune

utenze ricercano una stabilità residenziale persistente nel tempo, preferendo un alloggio di proprietà; altre, per possibilità economiche differenti o in specifici momenti di vita, esprimono l’esigenza di tipologie abitative in affitto.

Nuovi termini devono entrare a far parte del complesso mondo della progettazione residenziale: fluidità, cambiamento, interazione, mobilità, multi-relazionalità, vivibilità. In concomitanza con questi principi, bisogna essere consapevoli delle numerose complessità che l’abitare evolutivo porta con sé: utenze svariate con bisogni differenti, appartenenti talvolta anche al medesimo nucleo familiare; diminuzione della capacità di spesa che spesso volge a risoluzioni di famiglie allargate o coabitazione; necessita di instaurare una forte relazione fra spazi aperti, spazi pubblici, privati.

Tali premesse presuppongono in particolare tre richieste:

- Alloggio inteso come vera e propria abitazione in un edificio multipiano che ricerca una relazione con gli spazi pubblici della città, gli spazi semi-pubblici nell'edificio in generale e l'ambito privato costituito dall'alloggio stesso. Inoltre, le tipologie di alloggio da prevedere dovranno comprendere metrature differenti per rispondere a ogni situazione economico-sociale dei futuri utenti.

- Necessità di spazi nuovi plasmabili, ovvero permettere all'interno di un medesimo alloggio un buon rapporto fra spazi condivisi e spazi privati, sia alla scala dell'edificio che dell'alloggio stesso. In particolare, per quanto riguarda l'alloggio, esso deve poter essere suddiviso in molteplici configurazioni, al fine di garantire un determinato grado di privacy ad ogni componente del nucleo familiare, il quale necessita di spazi individuali e personalizzabili.

- Possibilità di trasformare l'alloggio in relazione all'evoluzione del nucleo familiare, ovvero in sede di progetto bisognerebbe pensare a tipologie abitative che permettano una variazione della disposizione spaziale interna in un'ottica di possibile ampliamento o riduzione della famiglia. Ad esempio, si dovrebbe prevedere la possibilità di ridurre il soggiorno per aggiungere una camera da letto o viceversa. Questo permette la coabitazione di persone, che nonostante appartengano al medesimo nucleo, presentano esigenze diverse fra loro. Un esempio di un caso tipo potrebbe essere la permanenza di un figlio adulto o l'arrivo di un anziano solo che necessita di cure e supporto. Chiaramente, ciò risulta possibile in tipologie con una metratura adeguata.

Per cercare di assolvere a tutte queste dinamiche, ci si avvale di un principio: la flessibilità. In primo luogo, bisogna chiarire cosa significa, per definizione, **flessibilità**: capacità di un ambiente, di un edificio o di un qualsiasi spazio aperto o

coperto, di essere organizzato e utilizzato in modalità differenti.

Presuppone quindi un adattamento spaziale che garantisce un adeguamento a condizioni differenziabili nel tempo. Concretamente, quando si parla di alloggi, riguarda la scelta della disposizione spaziale, dei materiali da costruzione, della configurazione impiantistica, delle modalità di messa in opera.

In particolare, si parla di flessibilità tecnico-tipologica per far riferimento all'effettiva capacità di modifica di un organismo edilizio, inteso sia nella sua accezione tecnica che tipologica, in situazioni sociali, economiche, costruttive che possono presentarsi durante l'intero ciclo di vita dell'edificio.

Tale flessibilità garantisce una qualità dell'abitare notevolmente interessante, perché non tratta solo la spazialità architettonica intesa in riferimento ai bisogni fisiologici dell'utente, ma influisce sull'abitabilità migliorando il benessere

sociale e psicologico degli utenti, tenendo presente anche tutte quelle dinamiche imprescindibile nel contesto contemporaneo come economicità, sostenibilità, impatti ambientali e temporalità.

Da una parte quindi si deve affrontare una domanda estremamente "soggettiva" di casi sociali disparati, caratterizzati da una serie di esigenze personali, dall'altra una domanda "collettiva", comune a tutti, che si centra sulla salvaguardia, sul controllo e sulla gestione delle risorse, incentivando politiche di sostenibilità ambientale e attenzione degli impatti che ogni componente edilizio attua sull'ambiente.³

3. Bosio E., Sirtori W., *ABITARE: il progetto della residenza sociale tra tradizione e innovazione*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2010

Sulla base di queste nozioni, si possono definire tre possibili livelli di flessibilità:

- Flessibilità iniziale o progettuale: consiste nel definire fin dal principio una gamma di opzioni abitative, tra le quali le utenze possono mostrare una preferenza. Maggiori sono le soluzioni proposte, maggiori saranno i nuclei familiari che ne potranno usufruire.
- Flessibilità d'uso: considera la possibilità che l'edificio possa addirittura cambiare la sua destinazione d'uso, ad esempio trasformandosi da prettamente residenziale a co-living. Bisogna comunque mantenere un equilibrio, definendo degli elementi architettonici fissi, come ad esempio i servizi, e al contrario le porzioni completamente modificabili.

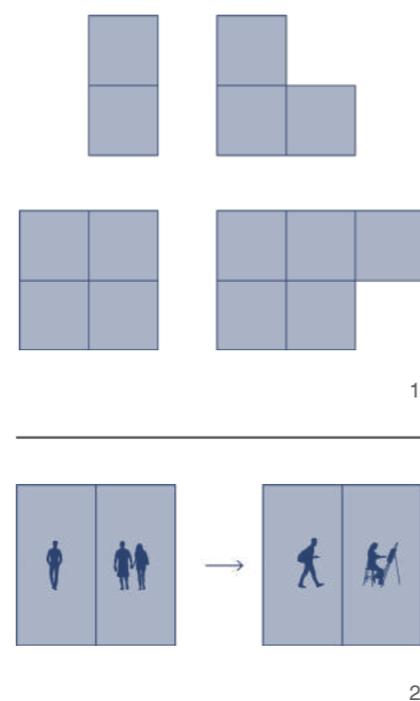
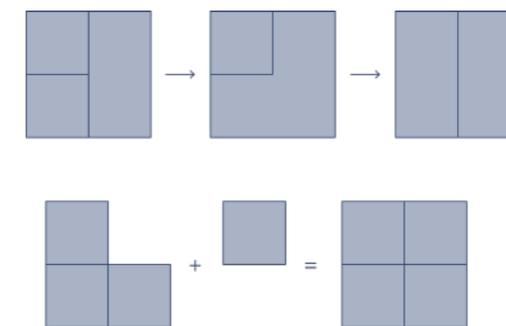


Fig. 1 Flessibilità iniziale
Fig. 2 Flessibilità d'uso
Rielaborazione personale

- Flessibilità nel tempo: riguarda la capacità di adeguare l'abitazione in relazione alla variazione della famiglia che lo abita. Si possono considerare diverse ipotesi: mantenere una superficie costante di alloggio e modificarne la sua configurazione interna, nel caso di un ampliamento o riduzione del nucleo oppure la possibilità di aumentare o ridurre la superficie della tipologia mediante una composizione modulare della pianta e quindi l'eventuale accorpamento di moduli all'iniziale appartamento.

In entrambi i casi sarà necessario prevedere una disposizione impiantistica adeguata, una struttura modulare che permetta tali cambiamenti e modalità di accesso alle residenze esterne allo spazio abitativo per eventualmente realizzare nuovi ingressi. Questi principi sono stati definiti cardine nel progetto CARE, come raccontato nel capitolo precedente.

Fig. 3 Flessibilità nel tempo
Rielaborazione personale



3

In tutti questi casi di flessibilità, la variazione dello spazio deve avvenire in modalità che possono, volendo, essere attuate dagli utenti stessi. Sarebbe ottimale pensare quindi a soluzioni costruttive in grado di comporsi e scomporsi con facilità per rendere tali trasformazioni accessibili e concretamente realizzabili. La possibilità di recuperare, riusando o riciclando, le eventuali parti modificate risulta essere fortemente connesso ai principi appena descritti. In questo modo si ottiene un consistente risparmio in ottica di tempo, materiale e manodopera.

Nello specifico del progetto CARE, le nozioni raccontate sono state fondamento per sviluppare le tipologie abitative tenendo conto dei requisiti di flessibilità e adattabilità a cui dovevano rispondere.

Si è deciso di lavorare secondo i tre gradi precedentemente elencati: flessibilità iniziale, d'uso e nel tempo. È doveroso precisare come non sia possibile garantire una totale flessibilità, in tutte le componenti dei sistemi abitativi, dal momento che è necessario riconoscere dei vincoli tipologico-costruttivi imprescindibili, come la struttura, gli impianti ed i servizi.

Per quanto riguarda il primo grado di flessibilità, ovvero quella iniziale, è stato progettato un abaco di alloggi, di metrature diverse fra loro pensate per nuclei familiari diversificati. Ad esempio, l'alloggio T4 può essere pensato per una famiglia con un figlio, una coppia che ospita un anziano, una coppia che ospita uno studente. Queste soluzioni abitative sono definite da moduli e, data la griglia strutturale modulare, possono essere composti fra loro per delineare un ipotetico piano tipo. Grazie alla composizione per moduli, è possibile pensare di accorpare più appartamenti fra loro, o scomporre quest'ultimi per generarne di nuovi. Ciò permette inoltre di ottenere molteplici ipotesi di sviluppo di piano, grazie anche al sistema connettivo posto esternamente, il ballatoio, che garantisce la possibilità di aggiungere nuovi ingressi. Come già detto, ciò si verifica perché in questa trasformazione, gli elementi strutturali e le partizioni di supporto agli impianti rimangono fisse, ciò che varia è la suddivisione interna e lo spessore delle pareti divisorie.

Elaborato grafico personale

T1 - STUDENTATO
20m²



- Tipologia abitativa per studente
- Camera e servizi privati
- Soggiorno, cucina spazi condivisi



T2 - MONOLOCALE
40m²



- Tipologia abitativa per singolo/coppia
- Open space
- Assenza tipica suddivisione zona giorno/notte



T3A - BILO EST
60m²



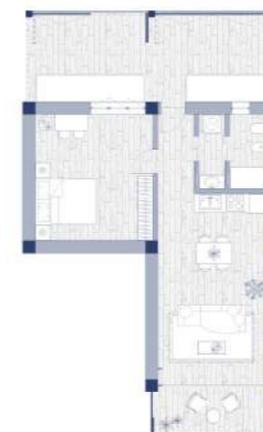
- Tipologia abitativa per coppia/genitore single
- Camera con orientamento est



T3B - BILO OVEST
60m²



- Tipologia abitativa per coppia/genitore single
- Camera con orientamento ovest



T4 - TRILO
80m²



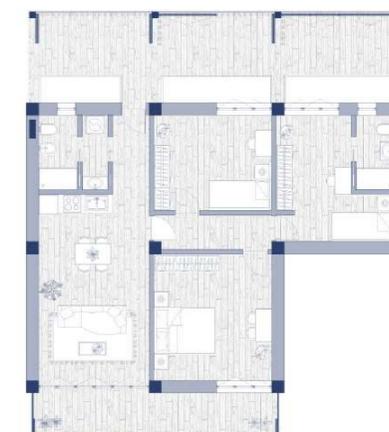
- Tipologia abitativa per famiglia/coppia + studente/nonni + nipote
- Doppi servizi



T5 - QUADRI
100m²



- Tipologia abitativa per famiglia + anziano + studente
- Doppi servizi



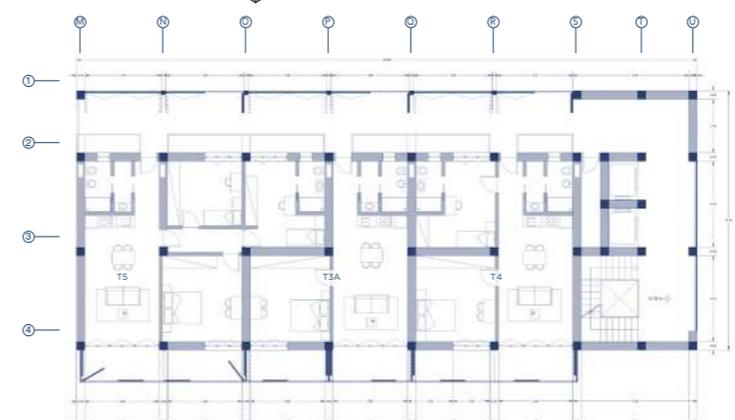
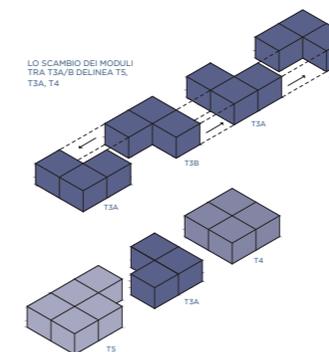
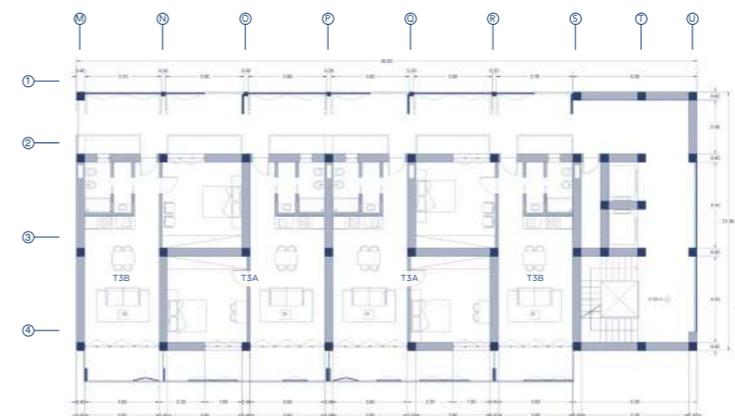
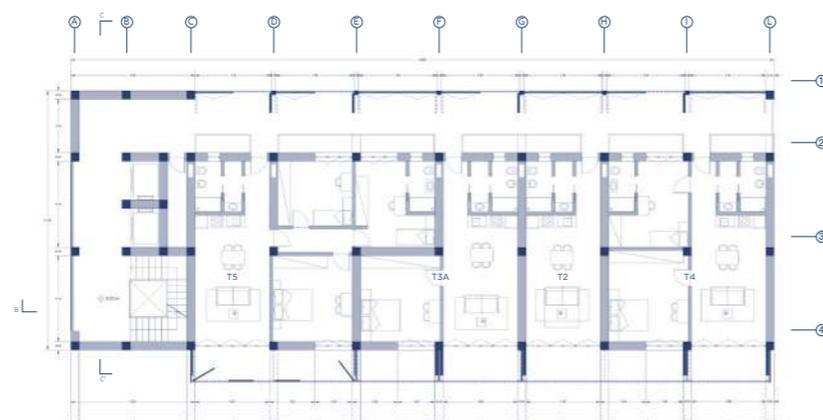
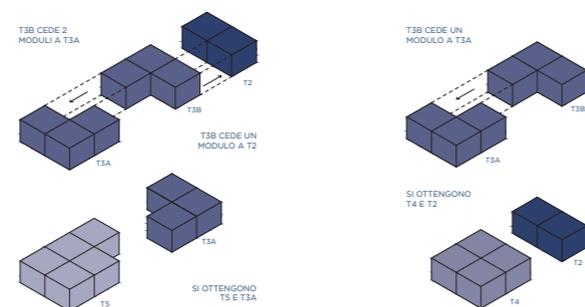
Adattabilità per moduli

PIANO TIPO A - 1:100

Negli elaborati rappresentati vengono mostrati due ipotetici piani tipo composti a partire dalle tipologie abitative precedentemente illustrate. Questa composizione è appunto una ipotesi, non ne esclude di ulteriori.

Inoltre, gli schemi assometrici dello scambio modulare mostrano come è stato possibile, pensando ad un processo di modificazione del piano, definire il piano tipo B a partire da un piano tipo A.

PIANO TIPO B - 1:100



Elaborato grafico personale

Il secondo grado di flessibilità affrontato è stato quello relativo all'uso, per rispondere alla possibilità di cambiare radicalmente la destinazione d'uso dell'edificio, ovvero passare da residenza a studentato.

Gli alloggi per studenti si compongono di unità minime, composte da una camera e un servizio personale e da ampi spazi condivisi, ovvero soggiorno, cucina, lavanderia e spazi aperti. Il processo di cambiamento ha inizio con una prima rimozione delle pareti divisorie superflue, sia quelle dei servizi, sia quelle che componevano l'assetto spaziale iniziale, le quali vengono in una seconda fase recuperate e riposizionate per definire la conformazione finale.

Queste variazioni sono rese possibile da un sistema studiato custom made. Optando per un sistema costruttivo totalmente a secco e completamente disassemblabile, le partizioni divisorie si compongono di una sommatoria di strati che possono essere aggiunti o rimossi in base alle necessità. A partire quindi da una stratigrafia base,

di lastre in cartongesso realizzate in materiale riciclato e isolante per garantire comfort acustico e termico, vengono aggiunti una serie di strati successivi per definire le altre due stratigrafie.

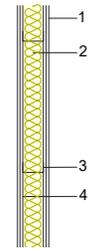
La base M1 corrisponde alle partizioni interne per suddividere gli ambienti, la M2 è necessaria per separare gli appartamenti, la M3 rappresenta la stratigrafia scelta per la chiusura verticale esterna, con facciata ventilata. Gli schemi qui rappresentati mostrano il caso di flessibilità di destinazione d'uso: a partire da tipologie abitative residenziali, rimuovendo e riposizionando alcune partizioni è possibile riconfigurare lo spazio da residenza a co-living.

Elaborati grafici personali



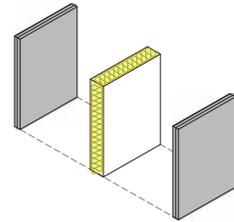
Stratigrafie layer

M1

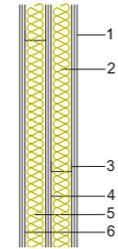


1. Doppia lastra Gyproc Habito forte - 25mm
2. Isolante Canapa Biofib - 100mm
3. Struttura metallica Gyproc Gyprofile
4. Doppia lastra Gyproc Habito forte - 25mm

U: 0,324 Wm²/K
Sfasamento: 2,44 ore
Attenuazione: 0,948
Massa: 54kg/m²

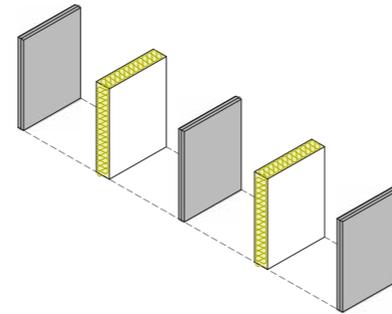


M2

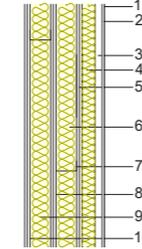


1. Doppia lastra Gyproc Habito forte - 25mm
2. Isolante Canapa Biofib - 100mm
3. Struttura metallica Gyproc Gyprofile
4. Doppia lastra Gyproc Habito forte - 25mm
5. Isolante Canapa Biofib - 100mm
6. Doppia lastra Gyproc Habito forte - 25mm

U: 0,168 Wm²/K
Sfasamento: 8,03 ore
Attenuazione: 0,287
Massa: 84kg/m²

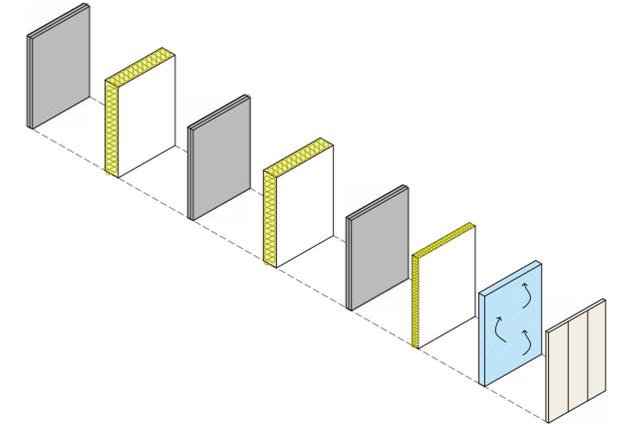


M3

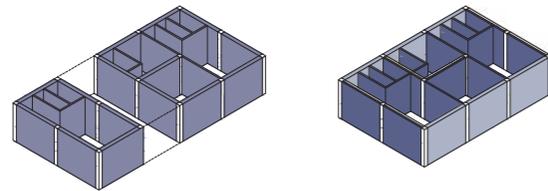


1. Rivestimento Fibrocemento - 11mm
2. Intercapedine d'aria - 38mm
3. Isolantelsolante Canapa Biofib - 60mm
4. Doppia lastra Gyproc Habito forte - 25mm
5. Isolante Canapa Biofib - 100mm
6. Struttura metallica Gyproc Gyprofile
7. Doppia lastra Gyproc Habito forte - 25mm
8. Isolante Canapa Biofib - 100mm
9. Doppia lastra Gyproc Habito forte - 25mm
10. Isolante Canapa Biofib - 100mm

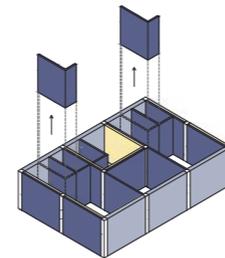
U: 0,14 Wm²/K
Sfasamento: 12,44 ore
Attenuazione: 0,09
Massa: 88 kg/m²



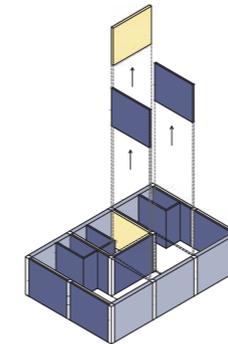
Flessibilità per layer



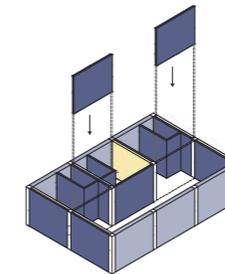
COMPOSIZIONE RESIDENZIALE
 Tipologie residenziali private T2 e t4



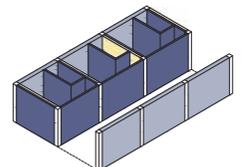
RIMOZIONE MODULO BAGNO
 Sottrazione layer modulo aggiuntivo bagno



RIMOZIONE LAYER SUPERFLUI
 Sottrazione layer superflui



RIPOSIZIONAMENTO LAYER
 Recupero e riposizionamento layer eliminati



DEFINIZIONE FINALE
 Composizione finale in residenza per studenti

Elaborati grafici personali

Il terzo ed ultimo grado di flessibilità considera quella nel tempo. Questo grado è stato il più complesso da trattare dal momento che si verifica quando la metratura dell'alloggio lo consente. Motivo per cui, al fine di garantire tipologie abitative adeguate a tutti i possibili fruitori, facendo riferimento in particolare sia ad un discorso economico che ad un'ottica di esigenze (city users, necessitano di un alloggio in affitto per un soggiorno temporaneo), non tutte gli appartamenti presenti nell'abaco soddisfano questo grado di flessibilità.

Tuttavia, le tipologie T4 e T5, possono essere configurate in differenti soluzioni, giocando con la disposizione delle pareti interne. Perciò, esemplificando un caso in cui un nucleo familiare abbia inizio con un singolo elemento, può sfruttare lo spazio dedicandolo maggiormente al soggiorno.

Ampliandosi, potrebbe necessitare di una camera indipendente, separata dalla zona giorno per garantire privacy alla coppia e quindi, riducendo lo spazio

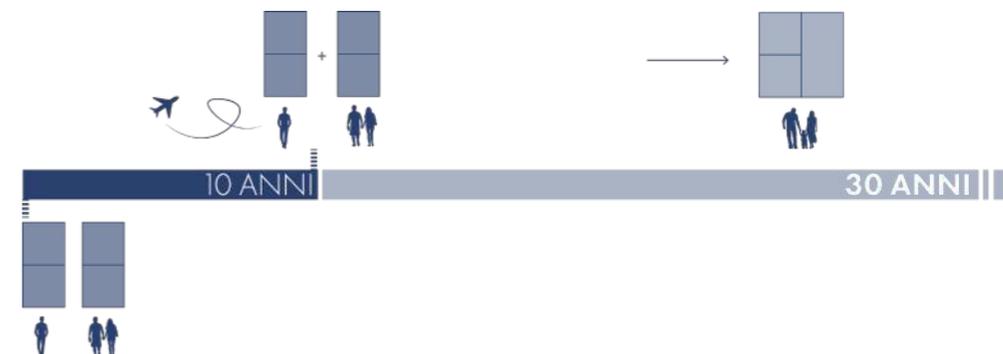
dedicato al soggiorno, ricaverebbe una camera indipendente. Infine, la metratura della tipologia consente l'aggiunta di una seconda camera con servizio annesso, in previsione di un'addizione di ulteriori membri alla famiglia (un figlio, un anziano, uno studente fuorisede).

Elaborati grafici personali

Gradi della flessibilità in relazione al tempo

1° Grado

Scambio modulare fra tipologie



2° Grado

Cambio destinazione d'uso



3° Grado

Variazione configurazione spaziale

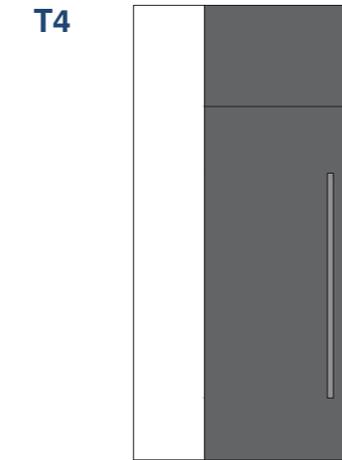
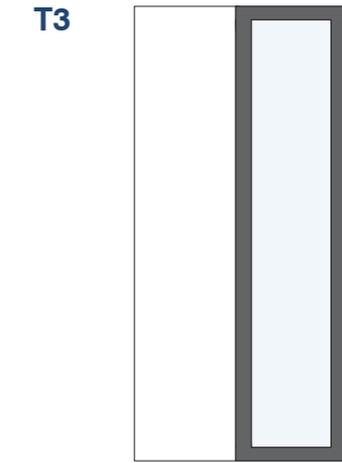
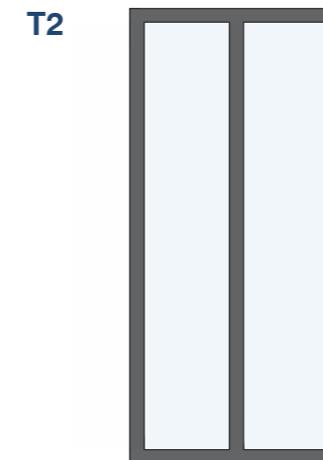
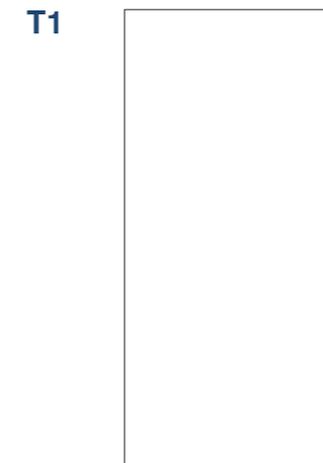


4.4. La chiusura verticale esterna componibile

Per rendere effettivi i cambiamenti raccontati in base ai gradi di flessibilità, è stato studiato un sistema costruttivo specifico per la chiusura verticale esterna. Dal momento che, soprattutto quando tra tipologie avviene uno scambio di moduli, è necessario modificare porzioni della parete esterna, si è deciso di lavorare anche sulla chiusura verticale, come per le partizioni interne e quindi pensare ad un dispositivo modulare che si potesse scomporre e variare in caso di necessità.

Considerando come dimensioni di partenza la misura interna tra pilastri pari a 3,6m, la porzione di facciata si compone di 3 moduli da 120cm. I moduli possono essere di differenti tipologie: modulo pieno, modulo parzialmente finestrato e pieno, modulo totalmente finestrato, modulo porta d'ingresso.

Elaborati grafici personali



Combinando i moduli, è possibile ottenere sia l'abaco di aperture previste per le tipologie abitative, sia le quattro configurazioni di chiusura pensate per il progetto. Tale modularità consente di lavorare con il rivestimento, dando dimensioni ripetibili

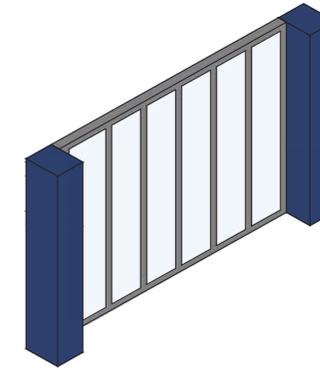
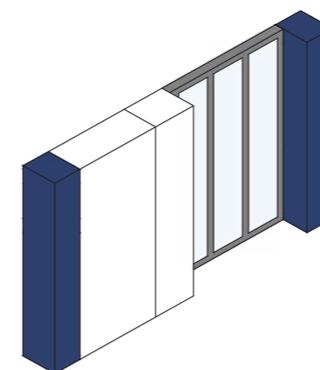
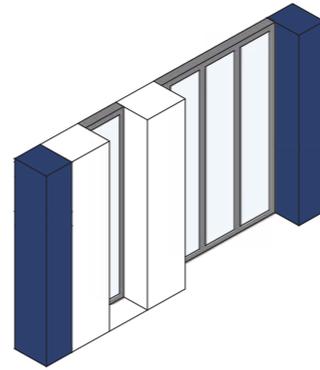
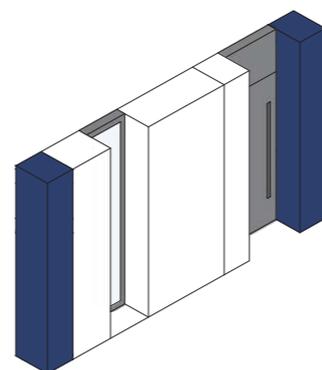
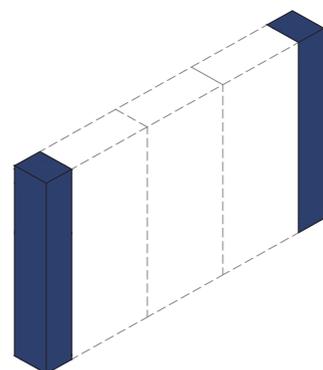
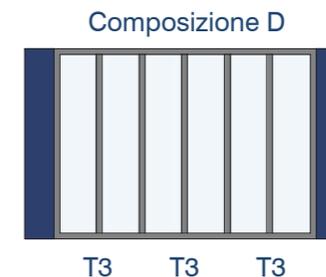
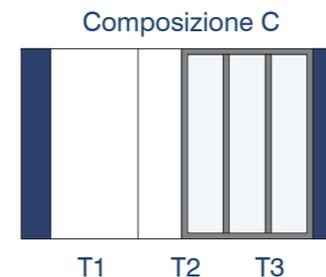
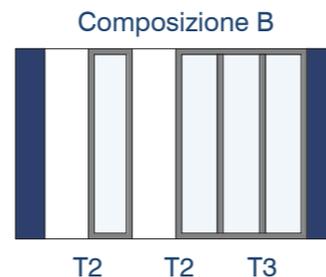
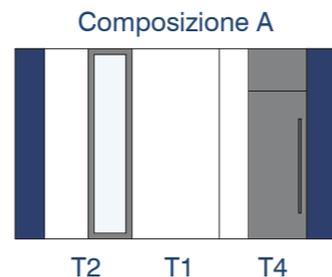
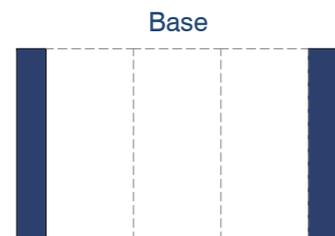
alle lastre, di modo che, nel momento della posa, tali lastre si possano comporre perfettamente con le aperture, senza aver necessità di realizzare o modificarle specificatamente per la facciata.

Dal punto di vista della scelta materica e cromatica si è voluto riprendere l'usuale trama e colore chiaro della pietra portoghese.

La scelta del materiale di rivestimento è stata oggetto di studio e analisi, al fine di optare per la soluzione che fosse durevole, ad impatto ambientale contenuto, ma comunque affine al sito di progetto.

Composizioni moduli

Elaborati grafici personali



Ritornando al tema della flessibilità dello spazio dell'abitare, era necessario studiare un metodo per poter modificare la porzione di chiusura verticale esterna, nel momento in cui veniva compiuto un processo di trasformazione della tipologia abitativa, secondo i gradi di flessibilità precedentemente illustrati. Motivo per cui, nel momento in cui bisogna compiere una modifica tra alloggi, è possibile rimuovere la porzione di chiusura verticale esterna della dimensione richiesta per compiere la sostituzione necessaria alla nuova configurazione. Questo è effettuabile perché, essendo costruita con layer scomponibili tenuti insieme da una sottostruttura metallica, quindi totalmente assemblati a secco, ogni materiale risulta essere indipendente, smontabile ed eventualmente riutilizzabile.

Sono stati studiati tre casi. Il primo caso tratta il concetto di flessibilità iniziale e nel tempo, in particolare lo scambio modulare fra tipologie abitative in relazione alla variazione dei nuclei familiari; il secondo caso tratta il cambio di destinazione d'uso, da residenziale a co-living; il

terzo caso si occupa della flessibilità nel tempo, in particolare alla modificazione della configurazione spaziale interna dell'alloggio in relazione all'ampliamento o riduzione dell'utenza.

Il primo caso è possibile definirlo quello più invasivo, perché presuppone un cambiamento sia della chiusura verticale esterna che delle partizioni interne. Partendo quindi da 2 tipologie T2, monolocali, affiancati si ipotizza come utenza, per esemplificare l'esempio, un singolo e una coppia. In un processo temporale tipo, 10 anni dopo si presuppone che il singolo non necessiti più l'appartamento e che la coppia familiare voglia ampliare il suo nucleo familiare. Motivo per cui l'acquisto dei due moduli del singolo, genererebbe una tipologia T4 adatta ad una famiglia con un figlio. L'esempio pone di fronte ad alcune riflessioni. Bisogna essere consapevoli che tale grado di flessibilità sia da una parte limitante, dal momento che per effettuarlo è necessario che un'utenza non necessiti più dell'alloggio e quindi si genera un'evidente dipendenza dalle esigenze degli utenti.

Tuttavia, la composizione per moduli permette di recuperare sempre lo spazio, ampliarlo o ridurlo se necessario, definire molteplici tipologie che rispondano a varie esigenze sociali, economiche e spaziali.

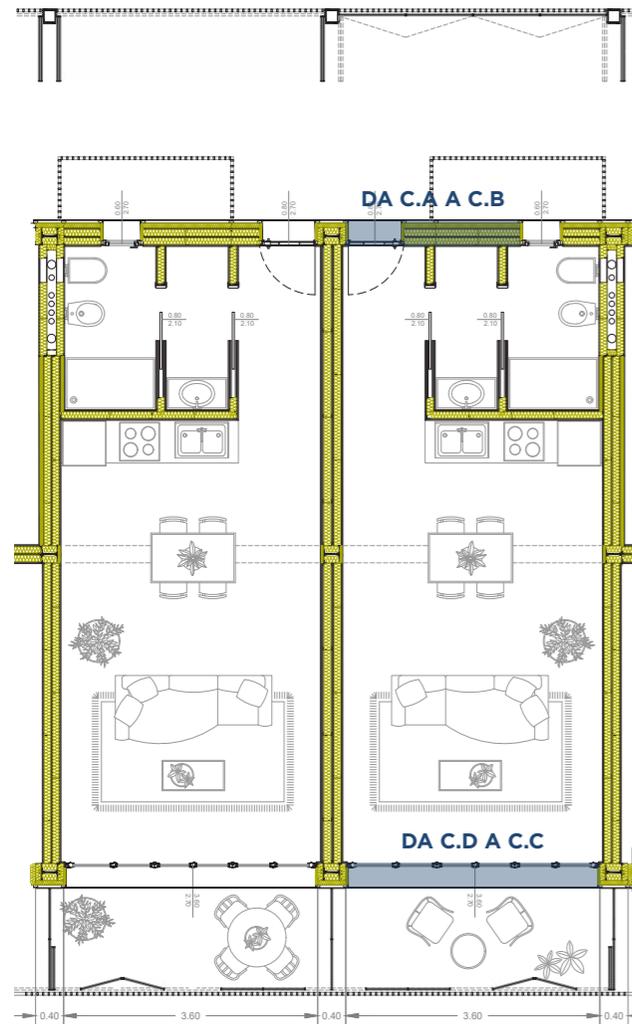
Il secondo caso mostra come variare la destinazione d'uso, da residenziale a co-living. Si prevede una sostituzione parziale della chiusura verticale esterna e la rimozione di alcune partizioni interne. È possibile definirla una modifica parzialmente invasiva. Ciò che si evidenzia, con questo esempio, è come in un'ottica temporale possa diventare necessario avere un numero di stanze per studenti maggiori di quello ipotizzato a inizio progettazione, addirittura potrebbe essere necessario trasformare l'intera residenza privata in studentato. Grazie a questo grado di flessibilità, questa eventuale esigenza potrebbe quindi essere risolta attraverso questo processo trasformativo. Nel caso esemplificato si passa da una duplice tipologia T2, ovvero il monocale, alle soluzioni abitative pensate per studenti, previste di una camera privata e delle zone

giorno comuni.

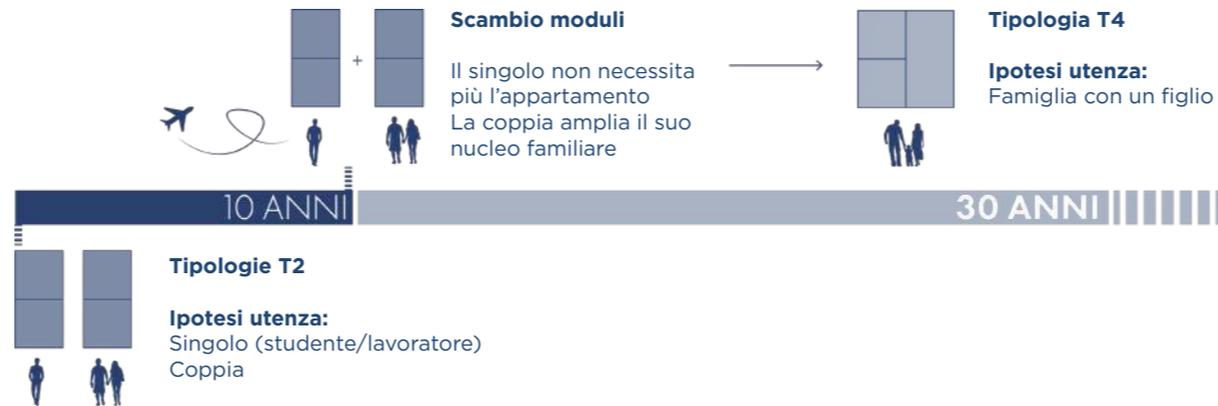
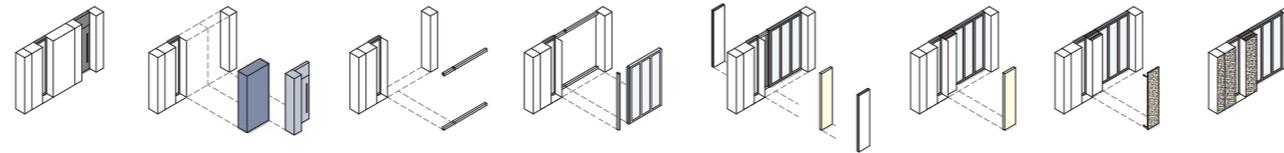
L'ultimo caso risulta essere quello meno invasivo, dal momento che la chiusura verticale esterna rimane integra e non prevede modificazioni. Considerando un periodo di tempo pari a 30, è possibile che la famiglia con un figlio possa modificarsi, data la crescita del figlio stesso e una ricerca di indipendenza abitativa, passando quindi da nucleo familiare di 3 persone, a 2. Nell'eventualità in cui la riduzione della metratura non sia una volontà dell'utenza, è possibile tuttavia riconfigurare lo spazio interno in base alle nuove esigenze. Una coppia non necessita per forza di due stanze e due servizi, motivo per cui potrebbe dedicare molto più spazio alla zona giorno, sempre cosciente che il progetto prevede una reversibilità e quindi un ritorno all'assetto iniziale. Questo grado di flessibilità risulta particolarmente interessante perché dimostra come una spazialità possa relazionarsi strettamente con la volontà dei suoi fruitori, dall'altra parte bisogna essere consapevoli che ciò è realizzabile solo con metrature che ne permettano la riuscita.

Flessibilità modulare

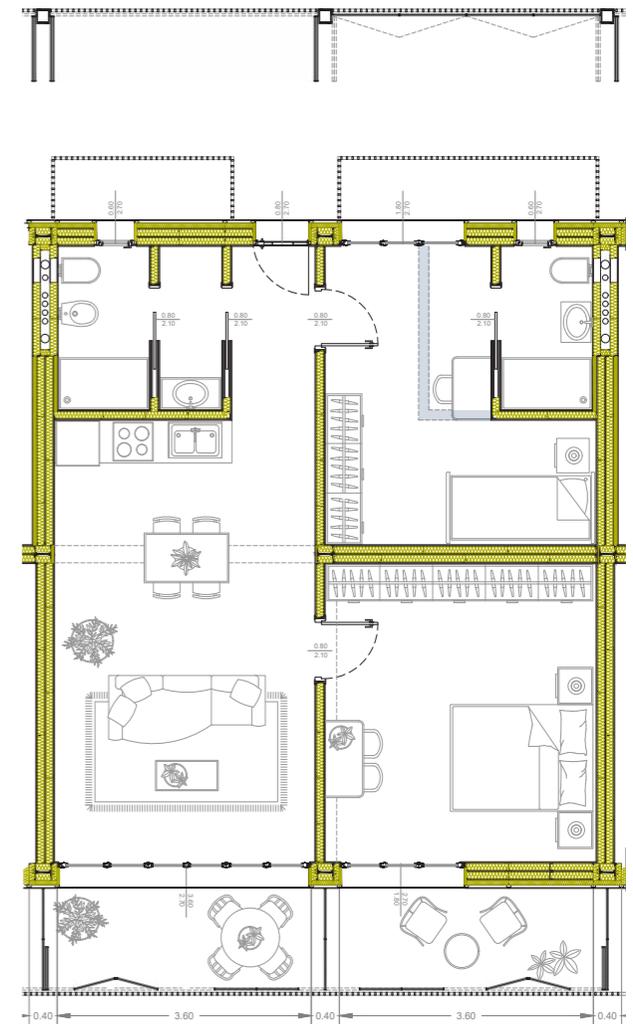
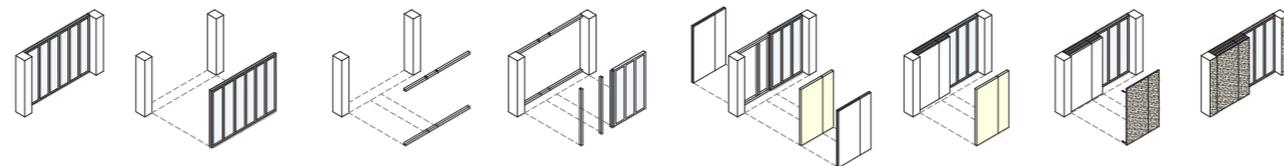
Elaborati grafici personali



Fasi di sostituzione e assemblaggio da C.A a C.B

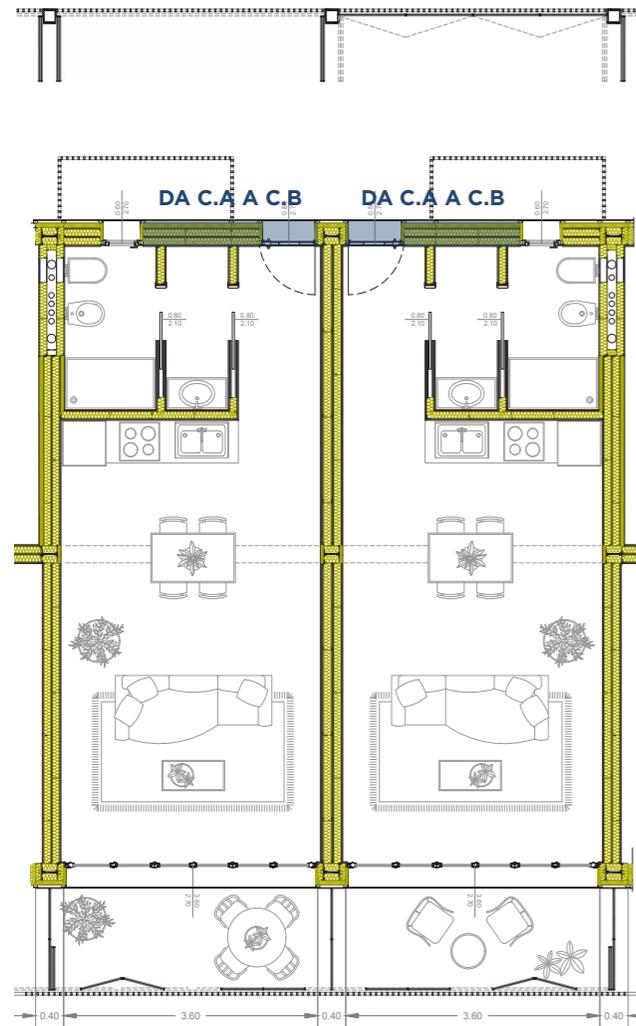


Fasi di sostituzione e assemblaggio da C.D a C.C

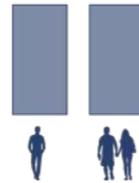


Flessibilità d'uso

Elaborati grafici personali



30 ANNI



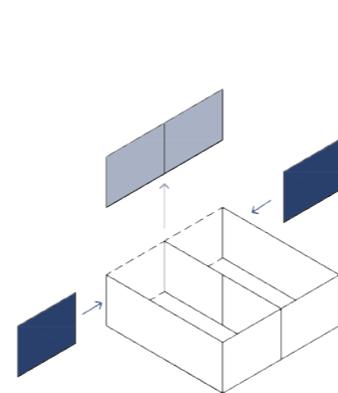
**Tipologie T2 -
Residenza privata**

Ipotesi utenza:
Singolo (studente/
lavoratore)
Coppia



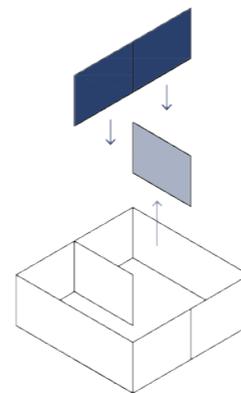
**Tipologie T1 -
Coliving**

Ipotesi utenza:
Studenti
Artisti



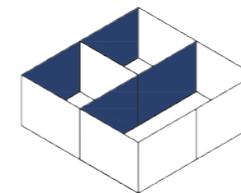
1° Passaggio

Sostituzione chiusura
verticale esterna



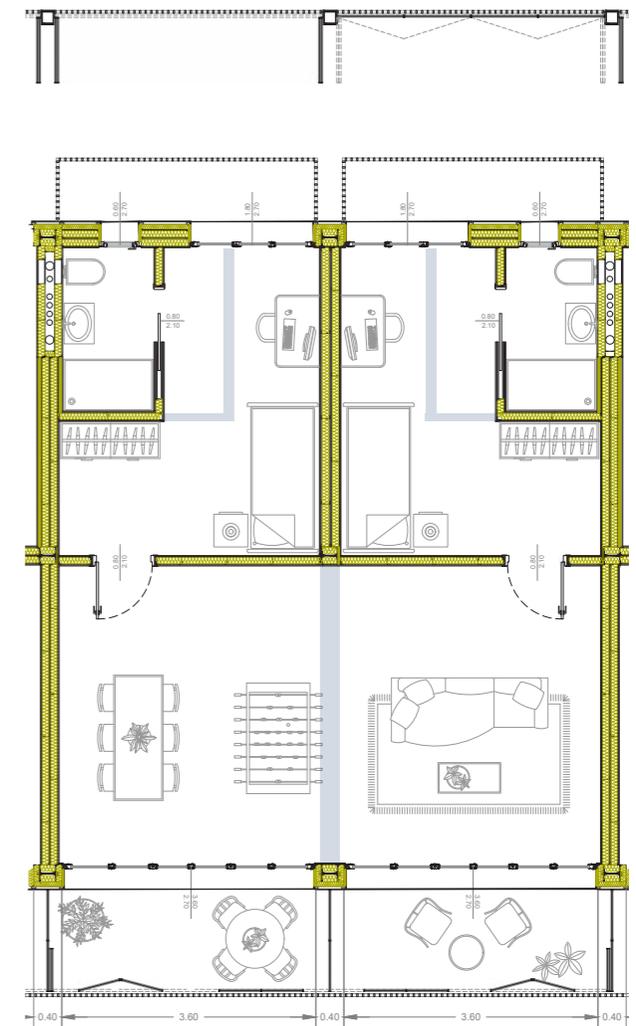
2° Passaggio

Nuova configurazione
spaziale interna



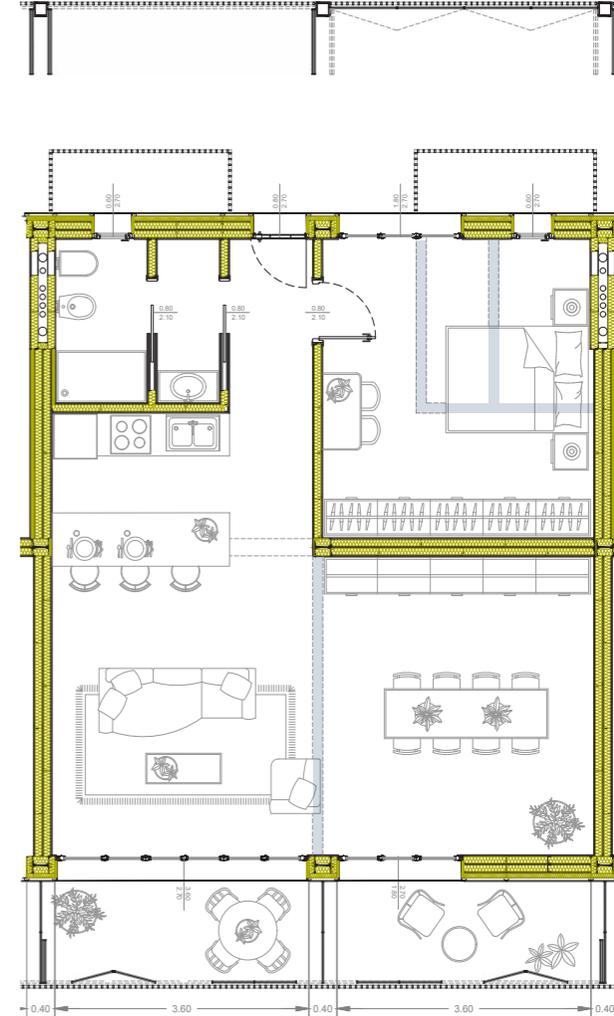
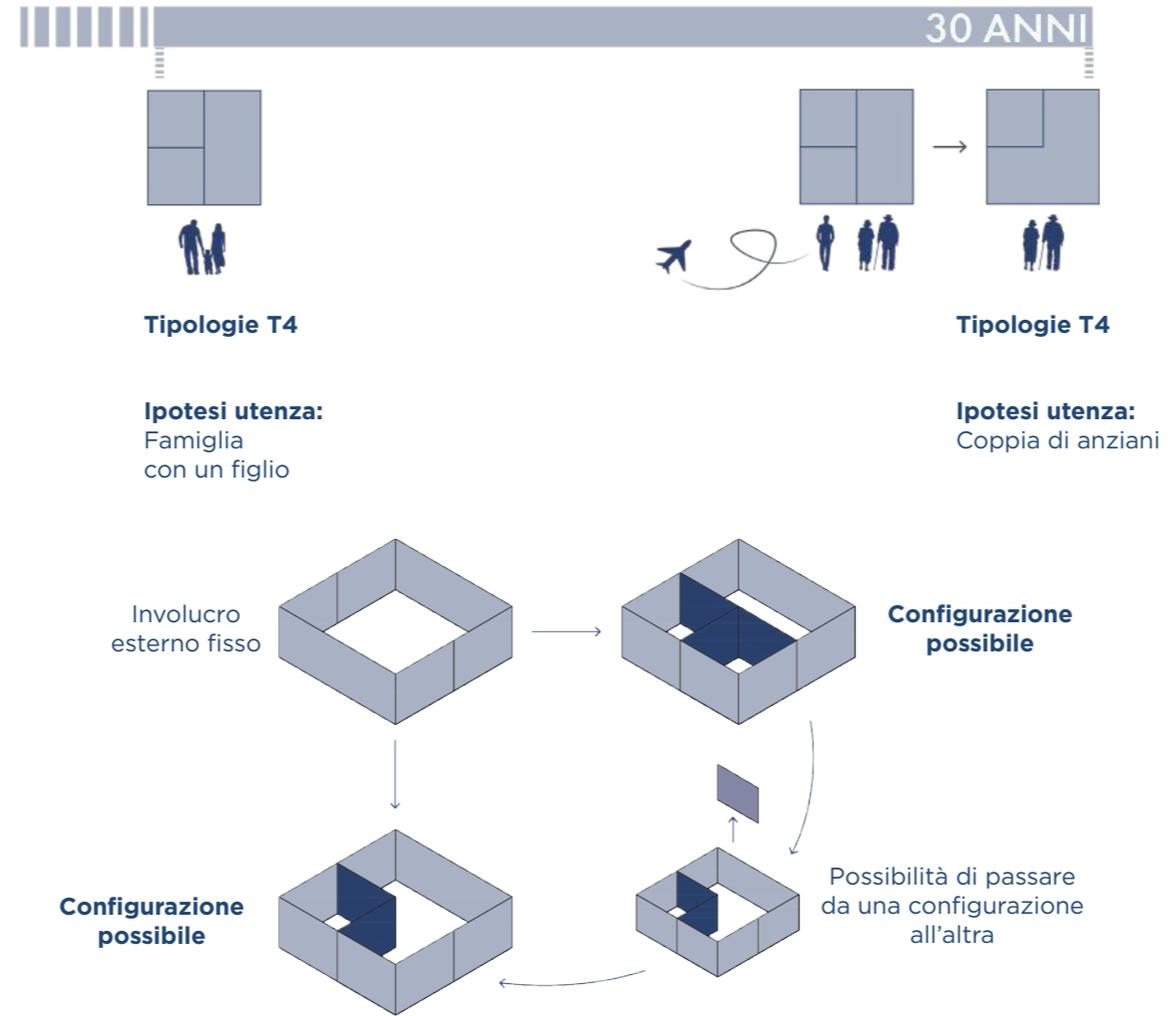
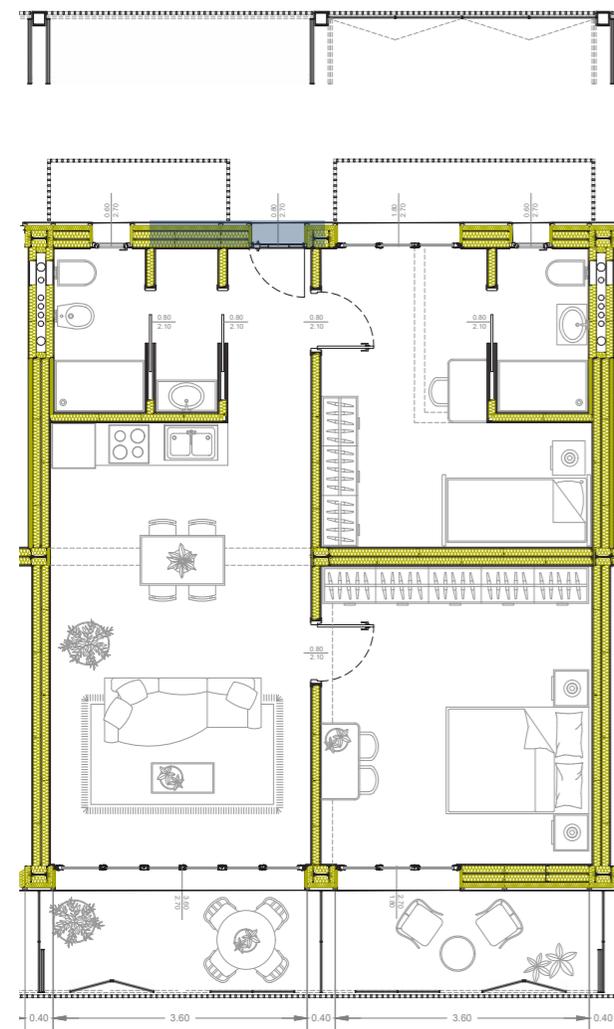
3° Passaggio

Definizione finale
per cambio uso



Flessibilità nel tempo

Elaborati grafici personali



Questo determina un disegno dei prospetti particolarmente interessante. Il fronte ovest, data anche la presenza del ballatoio, presenta un minor numero di aperture ma si trasforma nello spazio di connessione, incontro e socializzazione principale dell'edificio nella sua parte residenziale. Il fronte est, che si presenta come il lato con la maggior privacy, presenta delle aperture più ampie che si aprono sulla parte più interna del parco e sulla preesistenza. In entrambi i prospetti però si demarca questa volontà di definire gli estremi compatti e solidi, che identificano i vani scala e assolvono al compito di controventamento.

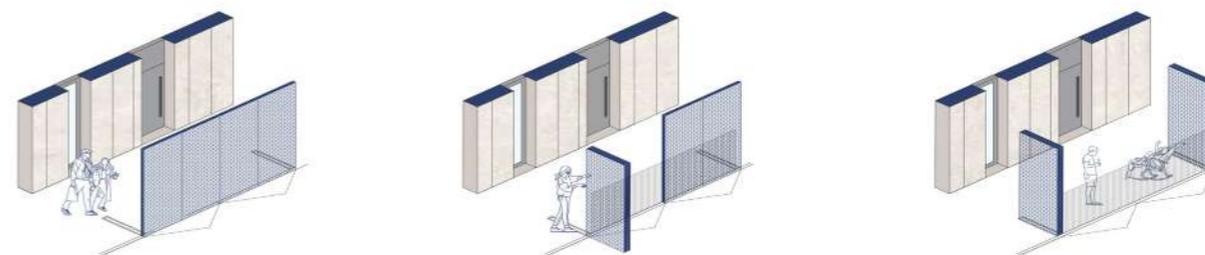
La compattezza degli estremi si contrappone quindi alla restante porzione del fronte di forte dinamismo e movimento. Tale dinamicità è data dal lavoro svolto con il sistema di schermatura. Per ovviare alla radiazione solare e alle alte temperature caratterizzanti il contesto si è studiato un metodo per schermare che fosse pensato in modo specifico per il progetto. Il movimento delle schermature è identico

tra ballatoio e balcone. Le schermature sono pieghevoli, si chiudono quindi a pacchetto e successivamente scorrono internamente per poter generare delle piccole spazialità intime ed accoglienti, sul ballatoio, e per non ingombrare eccessivamente lo spazio aperto nei balconi.

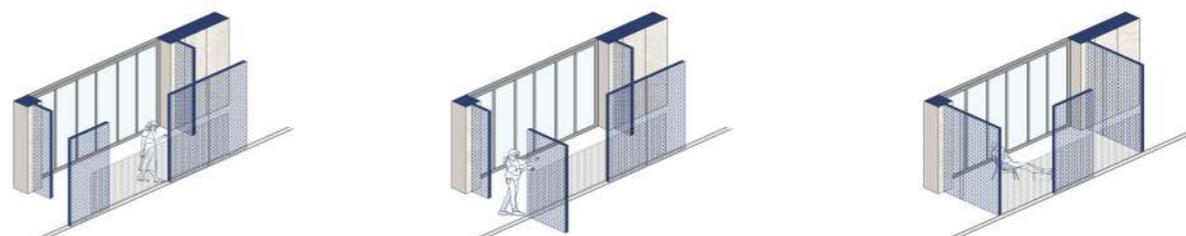
La colorazione dei pannelli di schermatura riprende il colore degli azulejos, un tipico ornamento dell'architettura portoghese di colore blu. Il colore nel prospetto diventa quindi un elemento cardine interessante, che dà identità al progetto e un senso di appartenenza agli abitanti, perché riprende e simboleggia la tradizione portoghese. Il materiale, come si vedrà nello specifico, in seguito, è stato oggetto di numerosi studi e valutazioni.

Alla fine, si è optato per l'alluminio, che come verrà illustrato meglio in seguito, risulta essere il materiale più performante, durevole, esente da sostituzioni nel periodo di vita previsto per l'edificio, ovvero 50 anni.

Schermature ballatoio

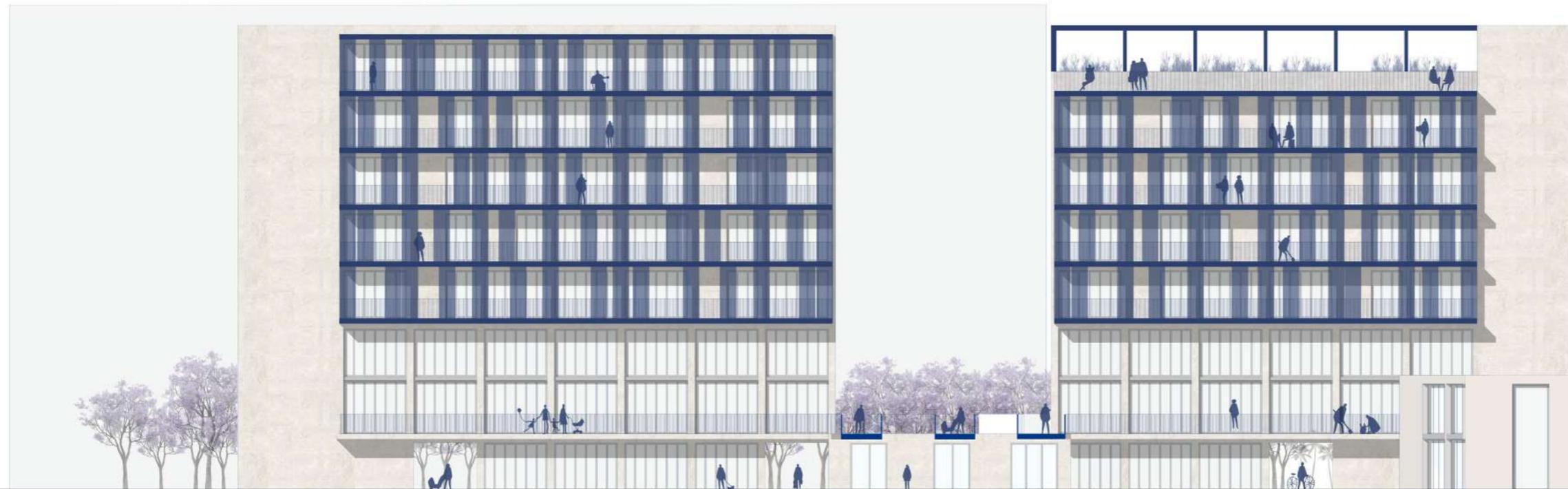


Schermature balcone



Elaborato grafico personale

Prospetto est



Elaborato grafico personale

Prospetto ovest



Elaborato grafico personale

Prospetto sud



Elaborato grafico personale

Prospetto sud interno



Elaborato grafico personale

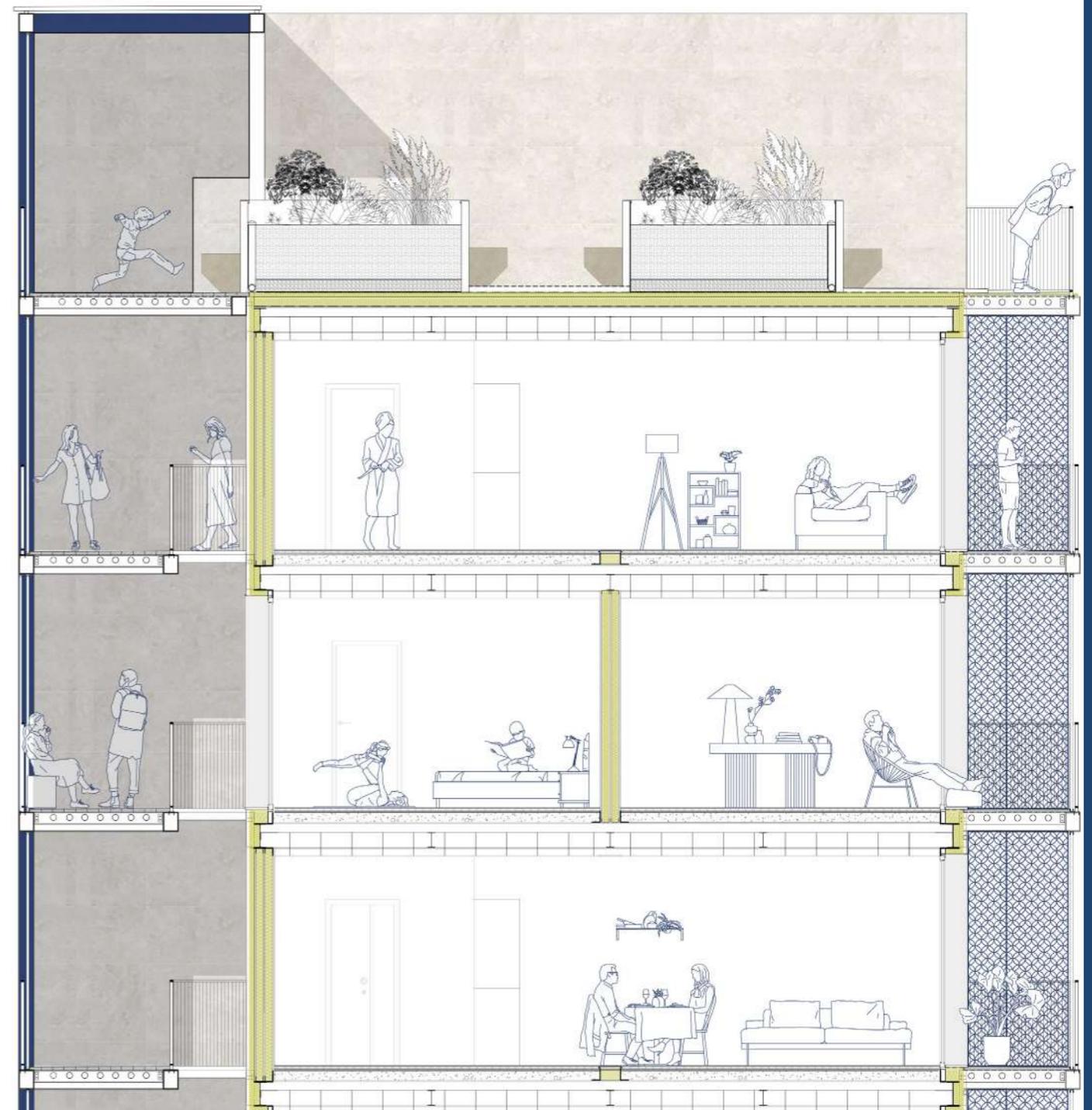
Prospetto dettaglio materico

Elaborato grafico personale



Sezione dettaglio costruttivo

Elaborato grafico personale





Life Cycle Design ed Energia

Riflessioni per un progettare consapevolmente

- 5.1. Life Cycle Assessment: l'analisi del ciclo di vita e la sua metodologia
- 5.2. Strategie di applicazione del metodo LCA: tre casi di progetto
- 5.3. Energia ed impianti
- 5.4. Sistema Energetico

5.1. Life Cycle Assessment: l'analisi del ciclo di vita e la sua metodologia

È possibile quantificare la sostenibilità di un edificio o di un determinato componente?

Carbon footprint, water footprint, EPD, B-Corp, Life Cycle Assessment, LEED, NZEB, sono solo alcuni dei termini e delle sigle che si incontrano quando si tratta la sostenibilità.

Con la consapevolezza che il mondo dell'edilizia è responsabile del 40% delle emissioni ambientali, negli ultimi decenni si è messa sempre più in luce l'importanza di una progettazione sostenibile. Si è iniziato ad analizzare l'edificio come un insieme di parti che in ogni loro fase del ciclo di vita hanno un impatto sia sull'ambiente che sulla salute dell'uomo.

L'edificio, infatti, deve essere considerato come un bene durevole, di conseguenza con un ciclo di vita lungo, e con notevoli impatti ambientali in tutte le diverse fasi, sia produttive che di utilizzo, senza tralasciare gli impatti ambientali che entrano in gioco nella fase finale del suo ciclo di vita, ovvero durante la dismissione.

Il primo punto fermo nella progettazione di un edificio sostenibile, non deve quindi essere incentrata solamente sulla progettazione

architettonica dell'edificio, ma deve tener conto del suo intero ciclo di vita, dove il concetto di tempo assume un ruolo fondamentale. Nella progettazione sostenibile, come detto nei capitoli precedenti, è necessario un approccio olistico e una visione ampia sulle possibili soluzioni. Costruire edifici sostenibili apporta numerosi benefici in ognuna delle tre sfere, ambiente, società e economia, aiuta a contenere i costi dell'edificio, riduce la quantità di materiali sprecati sia durante la costruzione che nella dismissione, migliora la salubrità, aiuta nella preservazione dell'ambiente circostante, diminuisce le emissioni e gli agenti inquinanti, e tanti altri benefici.

Tale approccio al progetto riporta l'attenzione a fasi della vita che prima non venivano studiate. Si introducono i concetti di *design for disassembly*, quindi l'idea di disassemblaggio dell'edificio; il *design for recycling*, il progetto per il riciclaggio e il *design for reuse*, il progetto di riuso.

L'edificio, quindi, viene progettato in tutti gli aspetti del suo ciclo di vita, introducendo il concetto di *Life Cycle Thinking*, dove anche gli aspetti che influiscono sulle fasi di gestione,

manutenzione e dismissione sono studiate e progettate già nelle prime fasi del progetto.

Nato alla fine degli anni Settanta negli Stati Uniti, per far fronte alle prime crisi energetiche, il *Life Cycle Thinking* vuole suggerire un criterio attraverso il quale compiere azioni o decisioni sull'intero ciclo di vita, definendo alcune strategie progettuali comuni. Tra queste ci sono la riduzione delle risorse materiali impiegate, l'elevata durabilità dell'edificio grazie alla sua adattabilità, la manutenibilità e la sostituibilità degli elementi per prolungare la vita dell'edificio, il disassemblaggio e il riciclaggio delle varie componenti.¹

Tutti i concetti che si introducono con l'approccio Life-cycle portano ad una nuova visione del manufatto architettonico, non più come elemento statico all'interno della vita della città, ma come un oggetto dinamico che si possa adattare e trasformare ai bisogni mutevoli degli utenti.

Nella progettazione, il concetto che deve

emergere è che un edificio non è sostenibile solamente tramite l'aggiunta di *ecogadgets*² come ad esempio pannelli fotovoltaici, generatori eolici, tetti verdi e simili. La sostenibilità non deve diventare uno slogan per portare vantaggio in termini commerciali e di business, ma deve essere in perseguimento di obiettivi ben precisi.

Proprio per questo è nata la necessità di rendere tangibile la sostenibilità, fornendo una base scientifica attraverso l'introduzione di protocolli multicriteri. La definizione di linee guida per la progettazione e strumenti di verifica per la certificazione degli edifici ha fatto sì che il concetto di sostenibilità non sia più astratto ma verificabile.

Più nello specifico, le varie tipologie di protocolli utilizzati presentano molto spesso una struttura simile. Essi si presentano come una lista di requisiti da soddisfare, che possono essere verificati a fine progettazione oppure come strumento a supporto nelle

1. Lavagna M., *Life Cycle Assessment in edilizia. Progettare e costruire in una prospettiva di sostenibilità ambientale*, Hoepli, Milano, 2008

2. Yeng K, *Ecodesign. A manual for Ecological Design*, Wiley Academy, Regno Unito, 2006

riferimento all'analisi del ciclo di vita mediante il supporto del LCA.

Per quanto riguarda nello specifico la composizione strutturale dell'LCA, si fa riferimento alle normative UNI EN ISO 14040:2006 (Gestione ambientale; Valutazione del ciclo di vita; Principi e quadro di riferimento) UNI EN ISO 14044:2006 (Gestione ambientale; Valutazione del ciclo di vita; Requisiti e linee guida) ISO/TS 14072:2014 (*Environmental management; Life cycle assessment; Requirements and guidelines for organizational life cycle assessment*), le quali definiscono e delineano le specifiche fasi che determinano l'organizzazione dell'LCA.

Si delineano quattro fasi, due scientifiche e particolarmente complesse e altre due meno complicate rispetto alle precedenti. Esse sono nominate nel modo che segue:

1. Analisi dell'Inventario (*Inventory Analysis*)
2. Valutazione degli Impatti (*Impact Assessment*)
3. Definizione di Obiettivo, Confini del sistema, Unità funzionale e Funzione del sistema (*Goal and Scope Definition*)
4. Valutazione dei possibili miglioramenti (*Improvement, Valuation o Interpretation Assessment*)

Come inizialmente affermato, dal momento che LCA studia gli impatti ambientali in ogni fase del ciclo di vita di un determinato prodotto è possibile, già al principio, compiere dei processi comparativi tra opzioni differenti in ambito di soluzioni costruttive che permettono di selezionare la soluzione a minor impatto oppure a riflettere su temi come riciclabilità, riuso dei materiali in relazione agli effetti ambientali che causano durante il loro ciclo di vita. Detto ciò, non sempre la scelta finale sarà quella a minor impatto, ma sarà selezionata considerando, certamente il suo effetto sull'ambiente, ma anche la durabilità, la riciclabilità, la performance dell'elemento costruttivo che caratterizzano tutte le fasi della sua vita.

Quindi, gli impatti studiati e verificati sul componente in esame, non riguardano solo ed esclusivamente il materiale stesso, bensì considerano ogni singola fase del suo ciclo di vita, a partire dalla produzione e chiudendo con la sua dismissione. Perciò bisogna fare attenzione ad ogni momento del life cycle perché potrebbe verificarsi un minor impatto iniziale, il quale potrebbe portare a preferire un materiale piuttosto che un altro, ma mostrare effetti negativi nelle fasi successive.

Nello specifico, le varie fasi di un ciclo di vita tipico come definito in LCA sono:

- A: le fasi di produzione e costruzione
- B: la fase di utilizzo
- C: la fase di fine vita
- D: impatti finali esternalizzati al sistema

La **fase di produzione (A1-A3)** riguarda l'utilizzo di energia e delle risorse per estrarre le materie prime, per trasportare i materiali agli impianti di produzione dei prodotti e per produrre i prodotti edilizi finali.

La **fase di costruzione (A4-A5)** prevede il trasporto dei materiali al cantiere, oltre alla quantità di energia utilizzata per alimentare le attrezzature da costruzione, la fornitura di materiali da costruzione di supporto e l'energia per smaltire eventuali rifiuti generati durante il processo di costruzione.

La terza fase ovvero quella di **utilizzo (B1-B7)** considera l'impatto dell'occupazione di un edificio nel corso della sua vita comprendendo gli apporti in ambito di illuminazione, di riscaldamento, di uso dell'acqua e di qualsiasi materiale utilizzato per la manutenzione, le riparazioni e la sostituzione.

La fase di **fine vita (C1-C4)** comporta la demolizione e lo smaltimento dell'edificio,

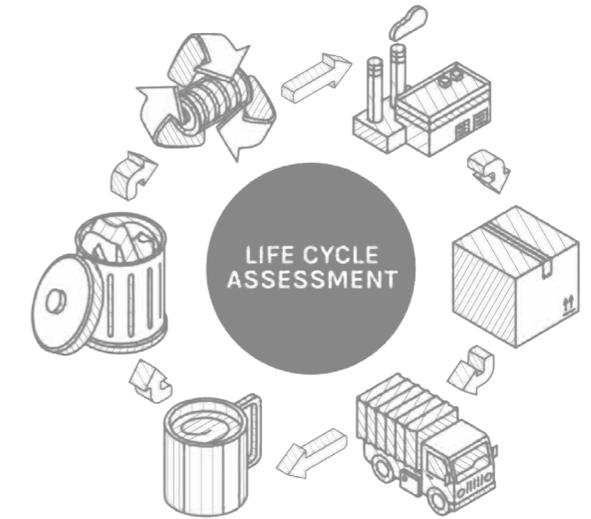


Fig.2 Schema che rappresenta le diverse macro-fasi dell'LCA. Partendo dal reperimento dei materiali e proseguendo con la costruzione (A), poi a tutte le varie fasi dell'utilizzo (B), e arrivare alla fine del ciclo di vita (C). In questo caso, adoperando un metodo di life cycle thinking il prodotto alla fine del suo ciclo di vita non finisce in discarica ma viene riciclato o riutilizzato.

Fonte: Rielaborazione personale

oltre al trattamento dei rifiuti, nell'eventualità in cui l'edificio non venga riadattato o migliorato per un'ulteriore occupazione. Infine, l'ultima fase **oltre il ciclo di vita (D)** raccoglie tutti gli effetti vari del riutilizzo, del riciclaggio e/o del recupero di materiali, energia o acqua dal progetto.

Questi effetti sono chiamati impatti esternalizzati perché si attuano al di fuori dei parametri studiati dall'LCA.

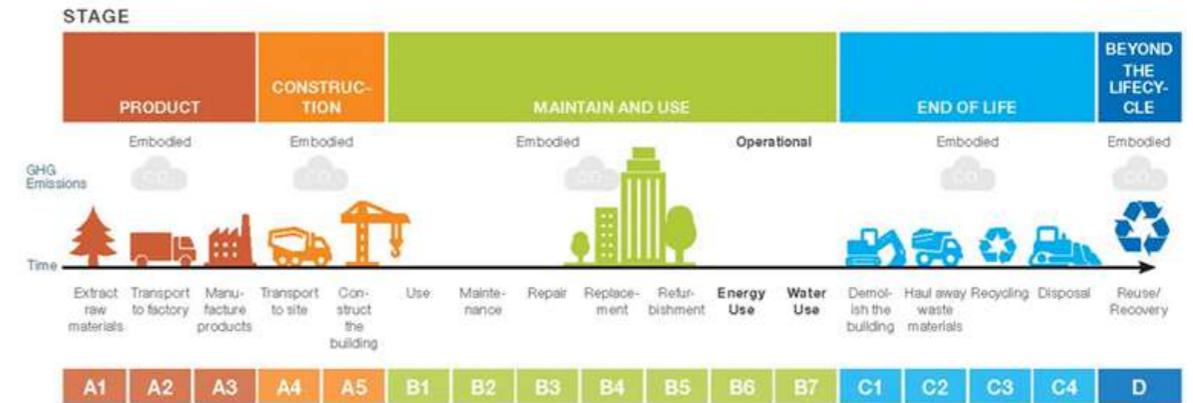


Fig.3 Schema che rappresenta le diverse fasi che compongono il ciclo di vita di una realizzazione. Le fasi analizzano ogni singolo aspetto che riguarda la produzione di un qualsiasi prodotto. Partendo dall'estrazione dei materiali (A1), per procedere con tutta la fase di produzione (A2-A3) si prosegue con le fasi di costruzione (A4-A5). Una volta finito il prodotto si passa alle fasi di uso e manutenzione (B1-B7) e una volta giunto al fine vita (C1-C4) viene analizzato nel dettaglio ogni singolo elemento. Tutte queste fasi vengono concretamente quantificate all'interno della certificazione EPD, dove ad ognuna di essa vengono attribuiti dei valori che ne quantificano gli impatti.

Fonte: New Building Institute

5.2. Strategie di applicazione del metodo LCA: analisi di progetto

Sempre più in architettura e nell'edilizia in generale si sta diffondendo l'importanza della conoscenza degli impatti ambientali dei materiali, componenti e delle soluzioni tecnologiche previste per gli edifici. L'utilizzo di questa metodologia, in particolare a supporto della progettazione e dell'industria produttrici di materiali da costruzione, ha inizio nei primi anni Novanta e si concretizza completamente nel 1996 alla scala dell'edificio. Da quel momento ad oggi sono molteplici gli studi svolti in casi applicativi in cui venivano studiati gli impatti di un edificio nel suo complesso oppure valutandone alcuni componenti.

Tuttavia, risulta ancora essere necessaria una sensibilizzazione per far comprendere in primis ai progettisti come l'applicazione del metodo LCA consenta di stimare gli impatti ambientali in ogni fase del ciclo di vita dell'edificio e di ogni sua componente, in modo tale da capire dove poter intervenire ed agire per migliorare. Chiaramente si possono attuare alcune strategie di studio per utilizzare questo metodo in modo parziale o totale, su alcuni componenti dell'edificio piuttosto che su altri. La scelta della strategia deve tenere

sempre conto del contesto progettuale, del tipo dell'edificio, della sua forma e funzione e dell'ipotetica vita utile prevista. Inoltre, tale strategia non deve essere attuata al termine della progettazione come verifica finale delle scelte definite, ma durante l'intero inter-progettuale deve affiancarsi come supporto decisionale rispetto agli obiettivi fondativi del progetto.

Un uso particolarmente utile nella progettazione è utilizzare il metodo LCA in un'ottica comparativa, ovvero comparare tecnologie con materiali differenti o alternative di prodotti di finitura, isolamento. Si è soliti comparare due metodi strutturali differenti, come acciaio e calcestruzzo o anche soluzioni di finitura esterna come alluminio, gres, legno e così via. In tal modo si è potuto verificare in modo immediato quale potesse essere la soluzione migliore in riferimento agli impatti ambientali prodotti. Sono stati tenuti in considerazione anche parametri come durabilità, caratteristiche termiche ed acustiche, resistenza al fuoco ed inoltre anche l'aspetto estetico, mantenendo costante un'attenzione nei confronti degli obiettivi

cardine del progetto.

Di fondamentale importanza, durante la progettazione di CARE, è stato lo studio dei materiali, la loro sperimentazione e ricerca. Attraverso l'utilizzo del software OneClick, è stato possibile avere durante tutta la fase di progettazione un rapido riscontro sugli impatti delle soluzioni che si stavano prendendo in considerazione, e attraverso il confronto con altri materiali, scegliere la soluzione più affine agli obiettivi di progetto.

OneClick è un software per LCA di edifici o singoli componenti per la valutazione degli impatti ambientali durante tutto il ciclo di vita, suddivisi in diverse categorie, che aiuta nella progettazione di edifici che necessitano di certificazioni per la bioedilizia. Attraverso la scelta dei materiali presenti nel database, il software riesce a restituire dei confronti immediati sia con i risultati numerici sia attraverso dei grafici. Fin da subito è possibile mettere a confronto diversi materiali per una stessa soluzione, vedendo quale risulta quello maggiormente impattante e in quali fasi del suo ciclo di vita. Nel progetto le categorie analizzate per il confronto tra le diverse soluzioni sono

state quella dell'Embodied Carbon (GWP), quindi la quantità di CO2 emessa durante tutto il ciclo di vita, e l'Embodied Energy, la quantità di energia richiesta da una determinata soluzione, ottenuta sommando l'energia da fonti non rinnovabili (PENRT) e l'energia da fonti rinnovabili (PERT), durante tutto il ciclo di vita.

Oltre a queste due categorie il software fornisce una valutazione anche per quanto riguarda il consumo idrico, l'esaurimento dell'ozono, l'acidificazione del terreno e così via. Questo fornisce una visione completa sulla soluzione e una sua valutazione affine agli obiettivi di progetto.

Per poter svolgere il confronto, il software analizza i vari pacchetti costruttivi, materiali, consumi idrici ed elettrici, movimenti di terra per le fondazioni, e tutti i vari dati inseriti. Per quanto riguarda i materiali, tutti quelli presenti nel software hanno una certificazione EDP che consente di analizzare i loro impatti ambientali, effettuando poi una valutazione finale in relazione alla vita del modulo impostata. Nel progetto CARE per tutte le simulazioni sono state svolte con un ciclo di vita pari a 50 anni.

Durante la selezione dei materiali per le simulazioni si è posta attenzione che tutti gli i materiali selezionati per il confronto avessero la certificazione EPD con le stesse categorie di impatto. Infatti, criticità riscontrata con il software è stata quella che non tutti i materiali presenti nel database hanno una certificazione EDP con indicati gli impatti in tutte le loro fasi, ponendo così il confronto tra le diverse soluzioni non veritiero.

Inoltre, altro elemento a cui porre attenzione è la quantità di CO2 biogenica che viene stoccata nei materiali lignei. Infatti, in questi casi viene detratta una quantità di CO2 assorbita durante la crescita dalla pianta, ma che viene emessa in una fase successiva, quando il materiale giunge a fine vita e viene bruciato.

Nel caso specifico del progetto CARE sono state analizzate quattro diverse categorie che costituiscono i diversi moduli che compongono l'intero progetto. Questi sono: il modulo del pacchetto costruttivo, il modulo dei serramenti, il rivestimento e in fine il modulo delle schermature. Nei capitoli successivi ognuno di questi moduli viene analizzato nel dettaglio.

5.2.1 Studio del pacchetto costruttivo a parità di trasmittanza

Il primo caso di comparazione è riscontrabile alla scala del subsistema, in cui si comparano tre differenti sistemi per il pacchetto della parete esterna. I tre diversi sistemi comparati sono:

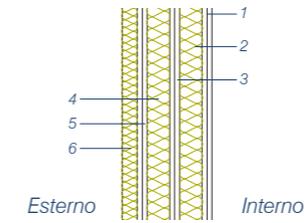
-Soluzione di progetto (design) con isolamento in lana di vetro e sottostruttura in acciaio,

-Soluzione biobased (biobased) con isolamento in canapa e struttura in legno,

-Soluzione tradizionale (massiva) con isolamento in lana di vetro a cappotto.

Per procedere con l'analisi è stata analizzata un'unità funzionale composta da un modulo di larghezza 1,20m e altezza 2,70m. Per avere una scala comparativa uniforme si è posta una trasmittanza di $U=0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$ in tutti e tre i sistemi, sono stati modificati gli spessori degli isolanti per rispondere a questo requisito e avere dei risultati comparabili tra loro. Questa operazione è stata svolta con il supporto di un foglio di calcolo Excel che restituisce diversi valori prestazionali del pacchetto, inserendo i materiali e i relativi spessori.

PARETE ESTERNA PROGETTO



1. Doppia lastra Habito13 13 mm
2. Isolante Arena34 60 mm
3. Doppia lastra Habito13 13 mm
4. Isolante Arena34 60 mm
5. Doppia lastra Habito13 13 mm
6. Isolante Arena34 38 mm

Descrizione degli strati	Spessore (s) [m]	Conduttività termica (l) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/KgK]	Densità (ρ) [Kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (d) [m]	$\xi = s/d$ [-]	Resistenza termica [m2K/W]
Rsi	Aria								0,100
1	Habito forte	0,013	0,210	1030	985		0,075	0,172	0,062
2	Habito forte	0,013	0,210	1030	985		0,075	0,166	0,060
3	Isolante ARENA34 - vetro	0,060	0,034	1030	55		0,128	0,467	1,765
4	Habito forte	0,013	0,210	1030	985		0,075	0,166	0,060
5	Habito forte	0,013	0,210	1030	985		0,075	0,166	0,060
6	Isolante ARENA34 - vetro	0,060	0,034	1030	55		0,128	0,467	1,765
7	Habito forte	0,013	0,210	1030	985		0,075	0,166	0,060
8	Habito forte	0,013	0,210	1030	985		0,075	0,166	0,060
9	Cappotto CLIMA	0,030	0,034	1030	55		0,128	0,234	0,882
10	Aria	0,036		1005	1		-	-	0,000

Trasmittanza $U=0,20 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fattore di decremento (attenuazione) $fd= 0,218$

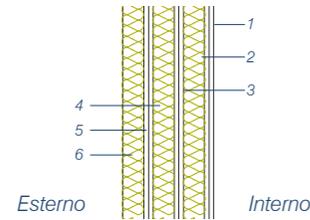
Ritardo fattore di decremento (sfasamento) $\phi= 10,03 \text{ h}$

Trasmittanza termica periodica $Yie= 0,044 \text{ W/m}^2\text{K}$

Massa superficiale $Ms= 83 \text{ kg/m}^2$

Resistenza termica totale $Rt= 4,920 \text{ W/m}^2\text{K}$

PARETE ESTERNA BIOBASED



1. Doppia lastra Habito13 13 mm
2. Isolante Biofib Canapa 60 mm
3. Doppia lastra Habito13 13 mm
4. Isolante Biofib Canapa 60 mm
5. Doppia lastra Habito13 13 mm
6. Isolante Biofib Canapa 60 mm

Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (l) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/KgK]	Densità (ρ) [Kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (d) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2K/w]
Rsi	Aria									0,100
1	Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,172	0,062
2	Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
3	Isolante Biofib canapa	0,060	0,040		1800	30		0,143	0,420	1,500
4	Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
5	Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
6	Isolante Biofib canapa	0,060	0,040		1800	30		0,143	0,420	1,500
7	Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
8	Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
9	Cappotto Biofib canapa	0,060	0,040		1800	30		0,143	0,420	1,500
10	Aria	0,036			1005	1		-	-	0,000

Trasmittanza $U=0,20$ W/m²K

Fattore di decremento (attenuazione) $fd= 0,186$

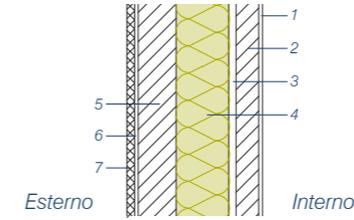
Ritardo fattore di decremento (sfasamento) $\phi= 10,32$ h

Trasmittanza termica periodica $Yie= 0,037$ W/m²K

Massa superficiale $Ms= 80$ kg/m²

Resistenza termica totale $Rt= 4,920$ W/m²K

PARETE ESTERNA MASSIVA



1. Intonaco 10 mm
2. Blocco forato 60 mm
3. Malta 20 mm
4. Isolante Arena34 140 mm
5. Blocco forato 100 mm
6. Malta 20 mm
7. Intonaco 2 mm

Descrizione degli strati		Spessore (s) [m]	Conduttività termica (l) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/KgK]	Densità (ρ) [Kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (d) [m]	ξ = s/d [-]	Resistenza termica [m2K/w]
Rsi	Aria									0,100
1	Intonaco	0,010	0,900		1000	1600		0,124	0,080	0,011
2	Blocco forato	0,060	0,350		840	600		0,138	0,434	0,171
3	Malta	0,020	1,400		1000	1800		0,146	0,137	0,014
4	Isolante ARENA34	0,140	0,034		1030	55		0,128	1,090	4,118
5	Blocco forato	0,100	0,350		840	600		0,138	0,724	0,286
6	Malta	0,020	1,400		1000	1800		0,146	0,137	0,014
7	Intonaco	0,020	0,900		1000	1600		0,124	0,161	0,022

Trasmittanza $U=0,20$ W/m²K

Fattore di decremento (attenuazione) $fd= 0,484$

Ritardo fattore di decremento (sfasamento) $\phi= 9,13$ h

Trasmittanza termica periodica $Yie= 0,101$ W/m²K

Massa superficiale $Ms= 224$ kg/m²

Resistenza termica totale $Rt= 4,920$ W/m²K

Inoltre, le tre soluzioni sono state analizzate senza considerare il rivestimento esterno di finitura, in quanto è stato sviluppato come elemento di analisi a parte che vedremo nei capitoli successivi.

Definite queste costanti è stata svolta la simulazione con il software OneClick.

Come detto in precedenza, si è controllato che tutti i materiali presenti nelle diverse soluzioni presentassero le stesse fasi di ciclo di vita nella valutazione EPD. In questo caso, tutti i materiali selezionati presentavano le fasi di produzione e costruzione (A1-A5), le fasi di utilizzo (B1-B7) e le fasi di dismissione (C1-C4).

Ottenuti i risultati si è svolta un'analisi in termini di benefici e congruenza con gli obiettivi di progetto.

È emerso che la **soluzione massiva** risultava essere la soluzione maggiormente impattante nella categoria di Embodied Carbon, rispetto alle soluzioni costruttive a secco. Inoltre, la sua tecnica costruttiva totalmente ad umido la fa risultare quella con il maggior consumo di acqua, non permette una demolizione selettiva, il recupero di alcune sue componenti, e non risponde agli obiettivi di progetto di flessibilità e adattabilità.

Analizzando invece i risultati della **soluzione**

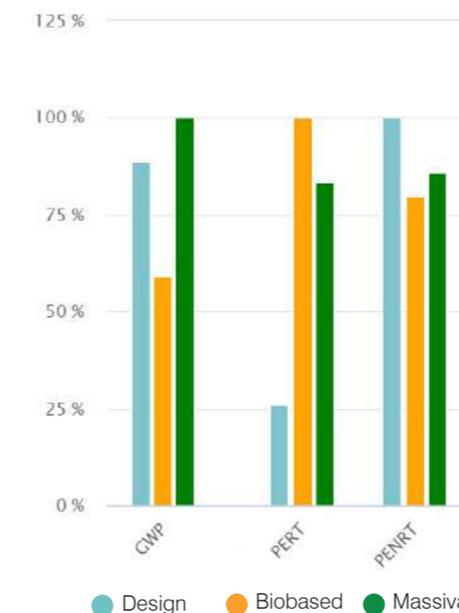
Biobased, questa soluzione risulta essere la migliore a livello di impatti ambientali, vista la scelta di materiali bio, come ad esempio gli isolanti in canapa, e l'utilizzo di una sottostruttura in legno. In questa simulazione bisogna tener conto, che si risulta essere quella maggiormente vantaggiosa dal punto di vista dell'emissione di CO₂, ma questo perché viene sottratta la CO₂ biogenica del legno, che verrà poi emessa una volta finito il suo ciclo di vita con la combustione del materiale. Inoltre, considerando il quantitativo di Embodied energy, la soluzione che risulta essere quella che richiede più energia, è quella massiva con 3514,18 MJ contro i 3475,16 MJ di quella biobased e i 3421,29 MJ di quella di progetto, durante l'intero ciclo di vita.

Rispetto alla soluzione massiva, la soluzione biobased consente una demolizione selettiva grazie alla costruzione a secco e il riuso e riciclo delle sue componenti. Problematica riscontrata è la necessità di una maggior quantità di materiale per costruire la sottostruttura in legno, rispetto ad una soluzione in acciaio, e il trattamento a fine vita prevede la dismissione in discarica.

Ultima simulazione è stata la **soluzione di progetto**, costituita da isolanti in lana di vetro e una sottostruttura in acciaio. Anche in

questo caso la soluzione ottiene un risultato inferiore alla soluzione massiva/ il pacchetto tecnologico scelto anche in questo caso permette una demolizione selettiva e il totale riuso e riciclo delle sue componenti. Inoltre, i

montanti in acciaio possono essere costituiti da acciaio con un'elevata percentuale di componente riciclata e a loro volta, finito il ciclo di vita possono essere riciclati. Questa soluzione, rispetto a quella biobased,



GWP UF=1,20X2,70m

Design 156,52 kgCO₂e
Biobased 104,27 kgCO₂e
Massiva 176,03 kgCO₂e

PERT UF=1,20X2,70m

Design 244,66 MJ
Biobased 934,01MJ
Massiva 780,59 MJ

PERNT UF=1,20X2,70m

Design 3179,63 MJ
Biobased 2541,15 MJ
Massiva 2733,59 MJ

Fig.1 I dati sono stati ottenuti dalla simulazione di tutte le soluzioni con trasmittanza uguale.

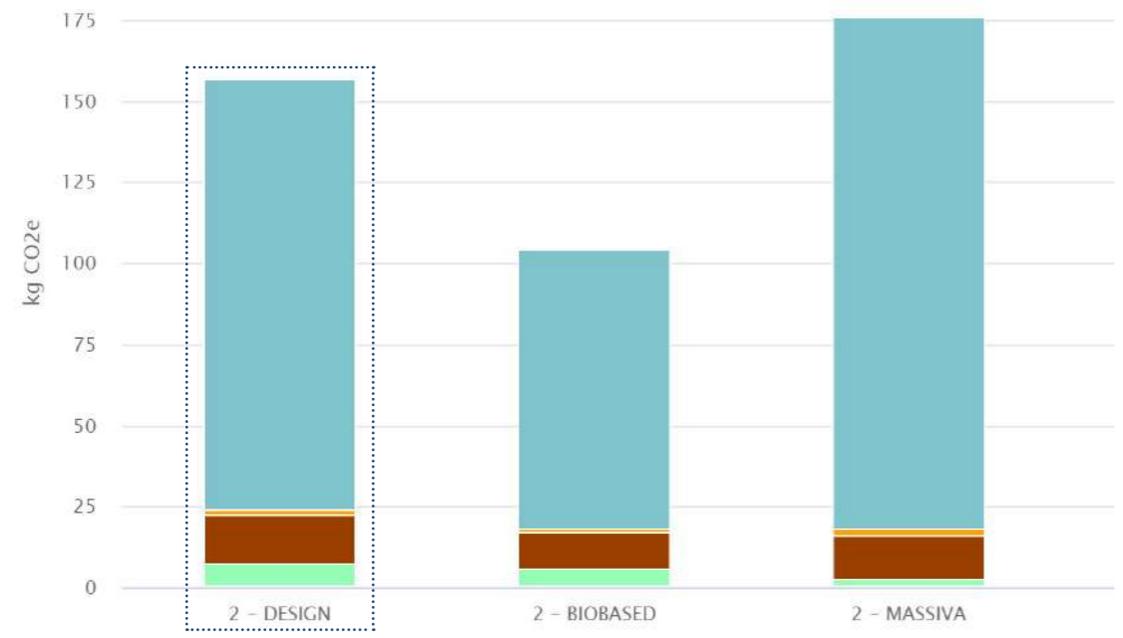


Fig.2 Il grafico elaborato dal software OneClick, mostra gli impatti dell'Embodied Carbon nelle diverse fasi. Si può notare come in tutte le soluzioni le fasi con gli impatti maggiori sono quelle delle fasi appartenenti alla fase A1-A5 e in alcuni casi la fase C2 di trasporto dei rifiuti a fine vita.

UF=1,20X2,70m

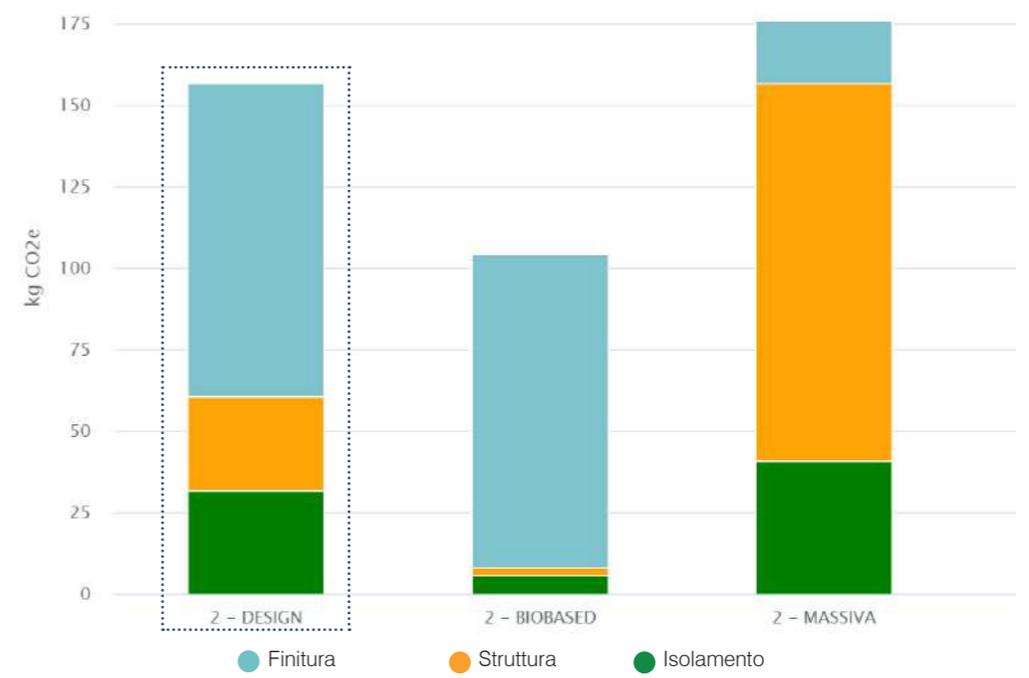


Fig.3 Il grafico elaborato dal software OneClick, mostra come impattano le diverse componenti della stratigrafia, in tutte le fasi del ciclo di vita, nella definizione dell'Embodied Carbon. Si può notare come nella soluzione massiva l'elemento maggiormente impattante sono i mattoni, mentre nelle soluzioni di Design e Biobased, sono i vari strati di lastre in cartongesso. Inoltre, sempre da questo grafico si è potuta notare la notevole differenza di impatti tra l'utilizzo di un isolante con la canapa e un isolante in lana di vetro.

UF=1,20X2,70m

permette di non dover utilizzare delle materie prime vergini.

Attraverso lo studio delle diverse soluzioni si è potuto notare come tra le caratteristiche maggiori delle soluzioni a secco ci sia la loro leggerezza, se confrontiamo la massa della soluzione tradizionale (224 kg/m^2) con quella delle due soluzioni a secco (cr. 80 kg/m^2) vediamo come quest'ultima sia quasi un terzo di quella della soluzione massiva.

La leggerezza porta innumerevoli benefici, tra cui tutti quelli legati al trasporto. Trasportare componenti più leggere permette di consumare meno carburante e quindi emettere meno emissioni inquinanti.

Inoltre, le costruzioni a secco come detto in precedenza, sono facilmente assemblabili in opera, e con tempi minori vista la mancanza di componenti che devono "asciugarsi" e in alcuni casi arrivano sotto forma di pacchetti già assemblati.

I vantaggi continuano anche nella fasi finale del loro ciclo di vita, permettendo una demolizione selettiva e dando la possibilità di recuperare alcune delle loro componenti.

Inoltre, si è potuto verificare come l'inserimento di elementi che presentino parti in legno, risultino quasi sempre ad essere la soluzione meno impattante, questo per la presenza

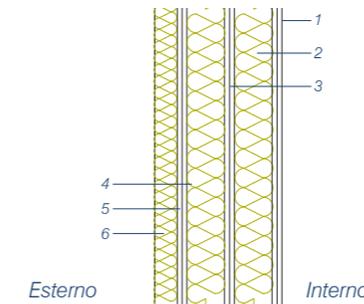
della CO_2 biogenica. In questo caso è che senza una valutazione completa si rischia di scegliere ad occhi chiusi questo materiale, non considerando che in alcuni casi il legno per poter essere utilizzato nelle parti strutturali viene unito tramite colle e quindi una volta estratta la materia prima quest'ultima non può più essere riciclata.

A fronte di queste osservazioni, si è quindi scelto per il progetto una struttura in acciaio che potesse essere composta da un'elevata componente riciclata e a sua volta riciclata.

Durante le tre simulazioni, si è potuto notare come solamente lo strato isolante concorresse a definire una differenza notevole tra la soluzione di design e la soluzione biobased per quanto riguardava le emissioni di CO_2 . Infatti, il valore nella soluzione biobased era addirittura cinque volte inferiore rispetto alla soluzione di design.

Per questo è stata svolta una simulazione ulteriore mettendo a confronto i due materiali isolanti della soluzione di design e biobased, mantenendo i montanti in acciaio in entrambe le soluzioni, è stato sostituito il materiale isolante in lana di vetro con quello in canapa. Utilizzando, in questo caso, la stratigrafia con gli spessori di progetto e non considerando quindi entrambe le soluzioni con la stessa

PARETE ESTERNA DESIGN - LANA DI VETRO



1. Doppia lastra Habito 13 13 mm
2. Isolante Arena34 95 mm
3. Doppia lastra Habito 13 13 mm
4. Isolante Arena34 95 mm
5. Doppia lastra Habito 13 13 mm
6. Isolante Arena34 60 mm

Descrizione degli strati	Spessore (s) [m]	Conduttività termica (l) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/KgK]	Densità (ρ) [Kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (d) [m]	$\xi = s/d$ [-]	Resistenza termica [m2k/w]
Rsi Aria Strato laminare interno			1	2	3	4	5		0,100
1 Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,172	0,062
2 Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
3 Isolante ARENA34 - vetro	0,095	0,034		1030	55		0,128	0,739	2,794
4 Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
5 Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
6 Isolante ARENA34 - vetro	0,095	0,034		1030	55		0,128	0,739	2,794
7 Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
8 Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
9 Cappotto CLIMA	0,060	0,034		1030	55		0,128	0,467	1,765
10 Aria	0,038			1005	1		-	-	0,000

Trasmittanza $U=0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fattore di decremento (attenuazione) $fd= 0,089$

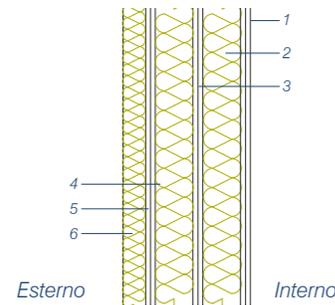
Ritardo fattore di decremento (sfasamento) $\phi= 12,67 \text{ h}$

Trasmittanza termica periodica $Yie= 0,011 \text{ W/m}^2\text{K}$

Massa superficiale $M_s= 88 \text{ kg/m}^2$

Resistenza termica totale $R_t= 7,861 \text{ W/m}^2\text{K}$

PARETE ESTERNA DESIGN - CANAPA



1. Doppia lastra Habitat 13 13 mm
2. Isolante Biofib Canapa 95 mm
3. Doppia lastra Habitat 13 13 mcm
4. Isolante Biofib Canapa 95 mm
5. Doppia lastra Habitat 13 13 mm
6. Isolante Biofib Canapa 60 mm

	Descrizione degli strati	Spessore (s) [m]	Conduttività termica (l) [W/mK]	Resistenza termica [mqK/W]	Calore specifico (c) [J/KgK]	Densità (ρ) [Kg/m3]	Resistenza termica aria [m2K/W]	Profondità di penetrazione al periodo T (d) [m]	$\xi = s/d$ [-]	Resistenza termica [m2kw]
Rai	Aria Strato laminare interno		1	2	3	4	5			0,100
1	Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,172	0,062
2	Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
3	Isolante Biofib canapa	0,095	0,040		1800	30		0,143	0,686	2,375
4	Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
5	Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
6	Isolante Biofib canapa	0,095	0,040		1800	30		0,143	0,686	2,375
7	Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
8	Habito forte	0,013	0,210		1030	985		0,075	0,166	0,060
9	Cappotto Biofib canapa	0,060	0,040		1800	30		0,143	0,420	1,500
10	Aria	0,038			1005	1		-	-	0,000

Trasmittanza $U=0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$

Fattore di decremento (attenuazione) $fd= 0,117$

Ritardo fattore di decremento (sfasamento) $\phi= 11,95 \text{ h}$

Trasmittanza termica periodica $Yie= 0,017 \text{ W/m}^2\text{K}$

Massa superficiale $Ms= 82 \text{ kg/m}^2$

Resistenza termica totale $Rt= 6,758 \text{ W/m}^2\text{K}$

trasmittanza, ma ponendo i diversi strati di spessore

Inoltre, entrambi i pacchetti sono stati verificati tramite il foglio di calcolo in Excel per verificare le prestazioni energetiche. Ottenendo una trasmittanza di $0,12 \text{ W/m}^2\text{K}$ per la soluzione di design con la lana di vetro e una trasmittanza di $0,14 \text{ W/m}^2\text{K}$ per la soluzione di design con l'isolante in canapa.

Dalla simulazione è emerso come con la soluzione con l'isolante in canapa si ha una riduzione dell'Embodied Carbon, $136,64 \text{ kgCO}_2\text{e}$, rispetto alla soluzione con la lana di vetro, $178,56 \text{ kgCO}_2\text{e}$. Mentre considerando l'Embodied Energy, risulta quella con un minor impatto la soluzione con la lana di vetro, $3927,21 \text{ MJ}$, rispetto alla soluzione con la canapa, $4288,32 \text{ MJ}$.

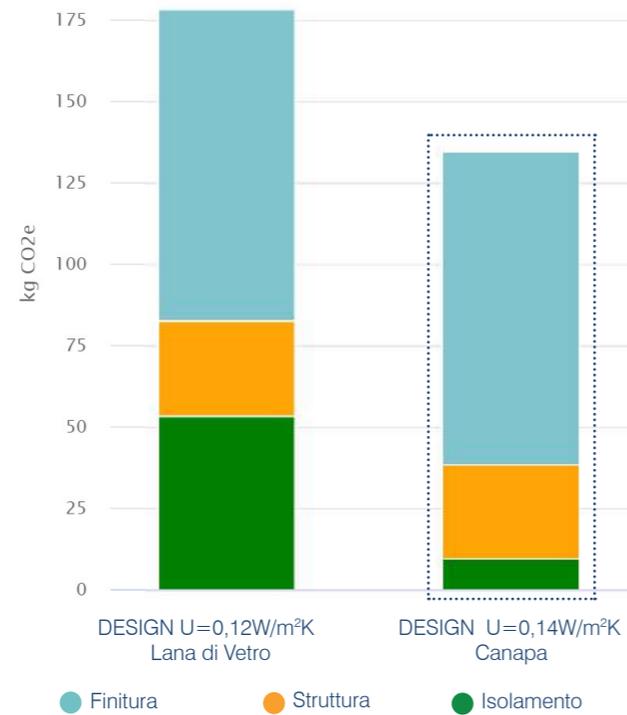


Fig.4 Il grafico elaborato dal software OneClick, mostra l'impatto dell'Embodied Carbon dei diversi strati componenti le stratigrafie con gli spessori da progetto.

UF=1,20X2,70m

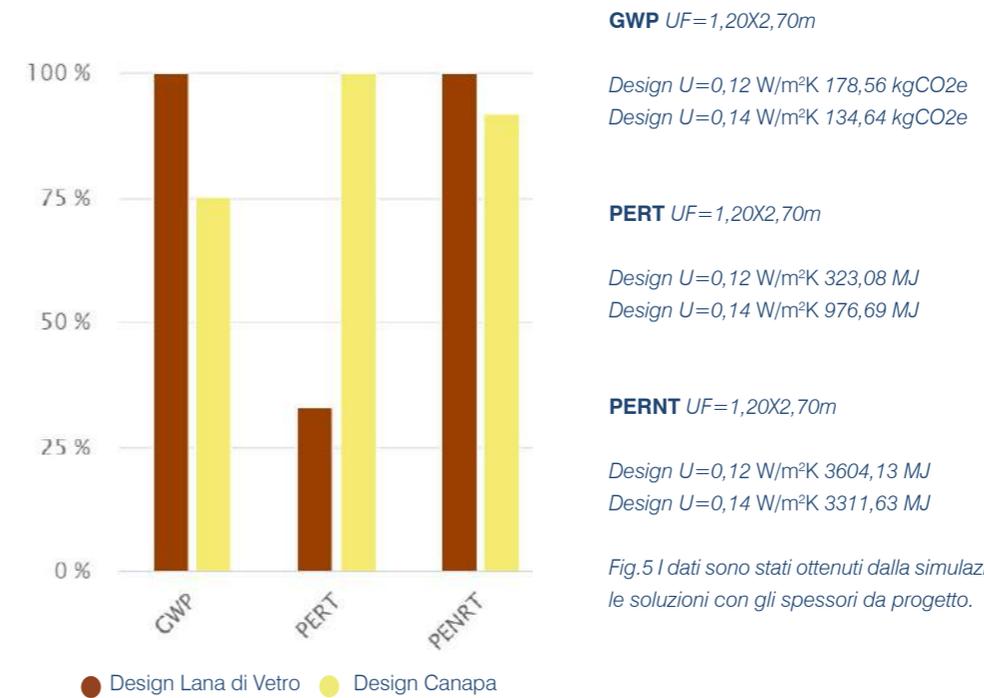


Fig.5 I dati sono stati ottenuti dalla simulazione di entrambe le soluzioni con gli spessori da progetto.

5.2.2 Studio della pelle dell'edificio

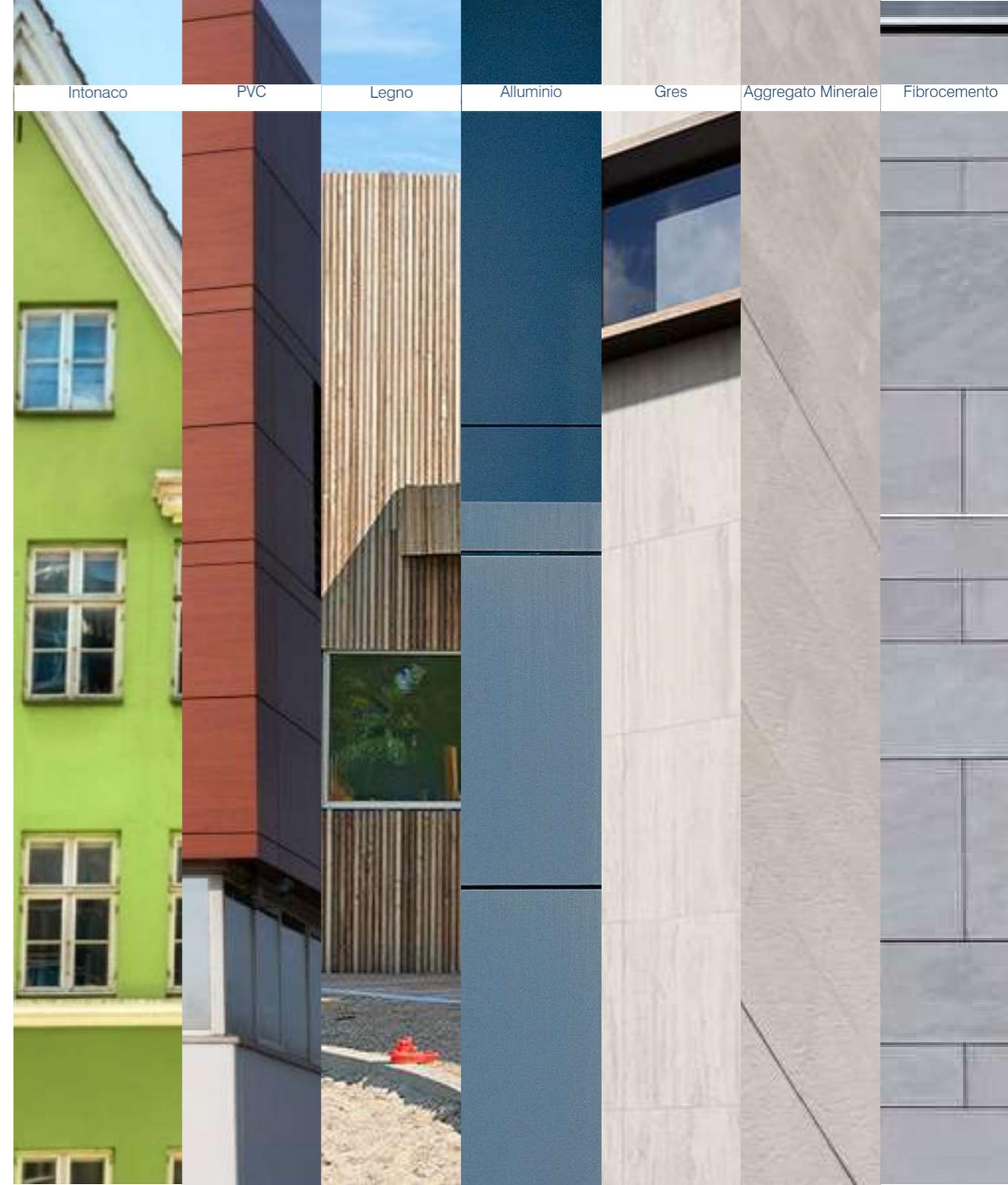
Il secondo caso di comparazione è riscontrabile alla scala del subsistema, in cui si comparano differenti soluzioni per il materiale di rivestimento. Attraverso questa analisi è stato possibile vedere l'impatto delle diverse soluzioni di materiali presenti e di come cambiando questo strato si possano ottenere miglioramenti notevoli dal punto di vista degli impatti ambientali.

Per procedere con l'analisi è stata definita un'unità funzionale con un modulo di larghezza 1,20m e altezza 2,7m. L'obiettivo del confronto era analizzare le diverse soluzioni presenti sul mercato, da quelle più tradizionali a quelle più innovative, per verificarne gli impatti ambientali. In questo specifico caso, per rispettare le caratteristiche dei diversi materiali, sono stati mantenuti gli spessori dati da scheda tecnica. Mentre per la scelta finale si è tenuto conto degli obiettivi prefissati durante la progettazione, tra questi c'era la volontà di essere affini al contesto e all'architettura portoghese. Per questo uno dei requisiti a cui doveva rispondere il materiale era quello di fornire la stessa espressività materica tipica dell'architettura portoghese.

Altri vincoli inseriti per la scelta dei materiali, in questo caso per rispettare l'obiettivo di adattabilità e flessibilità, era la dimensione, che doveva essere disponibile nel modulo 1,2x2,7m, la durevolezza nel tempo e la possibilità di essere montato con un sistema a secco.

Inoltre, in tutte le simulazioni è stato considerato solamente il materiale di rivestimento tralasciando la sottostruttura metallica per la facciata ventilata.

Anche in questo caso le fasi del ciclo di vita analizzate sono state le fasi di produzione e costruzione (A1-A5), le fasi di utilizzo (B1-B7) e le fasi di dismissione (C1-C4).



Il primo materiale ad essere escluso è stato l'**intonaco**, in quanto, anche se tra le soluzioni con un impatto minore sia per il embodied Carbon che per Embodied Energy, non rispondeva ai requisiti di adattabilità, flessibilità e di montaggio a secco.

Il secondo materiale ad essere scartato è stato il **rivestimento plastico**, sia per il suo elevato impatto ambientale sia per la sua resa materica totalmente non affine al contesto. Per questo materiale nella valutazione EPD non sono state considerate tutte le fasi di utilizzo, mancando la fase B1-B3-B4. Inoltre, il prodotto ha una garanzia di 10 e da scheda tecnica del produttore ogni 15 anni per poter avere una resa estetica del prodotto come nuovo, è necessario un intervento di pulizia, rimozione delle pellicole protettive e la riapplicazione delle stesse per protezione delle lastre in PVC. Altri due materiali scartati, seppur con degli impatti ambientali ridotti, sono stati il **legno** e l'**alluminio**, in quanto non affini con gli obiettivi di progetto elencati in precedenza e la loro totale dissonanza con i materiali del contesto. Infatti, né l'alluminio né il legno erano in grado di rendere la stessa matericità delle architetture portoghesi, la scelta di uno di questi due materiali solamente per il loro basso livello di emissioni, sarebbe andato a

discapito della congruenza con il contesto. Anche in questo caso il legno risultava essere la soluzione a secco con il minor impatto, questo grazie alla quantità di carbonio biogenico sottratto.

I materiali selezionati per la loro affinità con il contesto, erano le lastre di **gres**, le lastre in **aggregato minerale** e le lastre in **fibrocemento**. Si è optato per quest'ultima soluzione in quanto a parità di resa estetica,

B2 Etapes de maintenance

B2 Maintenance		
Nettoyage		
Paramètre	Description	Valeur
Processus	Nettoyage haute pression	Tous les 15 ans
Cycle	Nettoyage sur DVR	3

B5 Etapes de réhabilitation

B5 Réhabilitation		
Film de rénovation		
Paramètre	Description	Valeur
Processus	Pose d'un film adhésif de rénovation sur la surface du panneau	Tous les 15 ans
Cycle	Pose du film sur DVR	3

Fig.6 Frammento della scheda EPD del rivestimento in PVC. Si può notare come nella sezione B2 e B5 vengono indicati gli interventi di manutenzione e pulizia della facciata ogni 15 anni.

Fonte: Scheda EPD da OneClick

congruenza con il sistema a secco e disponibilità di misure delle lastre risultava quella con il minore impatto.

Analizzando il ciclo di vita dei materiali si è inoltre visto come il gres avesse una vita utile di 25 come elemento delle facciate esterne, necessitando quindi di una sostituzione per arrivare ai 50 anni di vita dell'edificio.

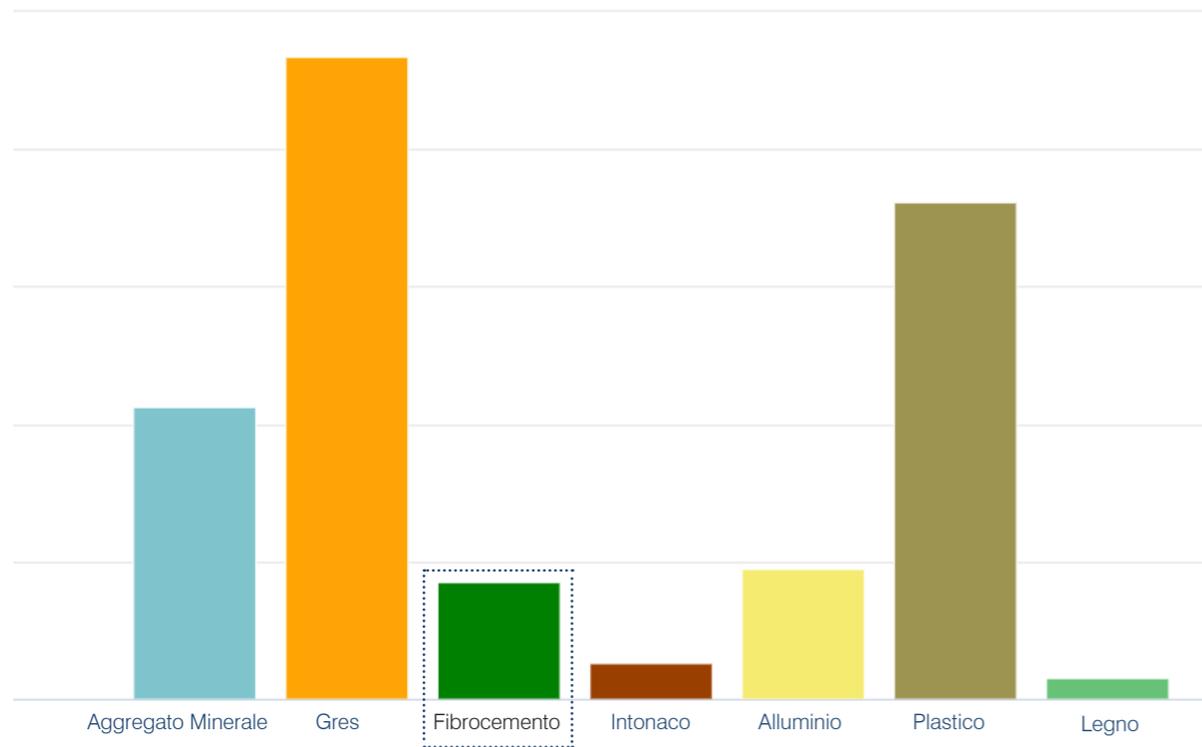
Problema simile è stato riscontrato con il rivestimento in aggregato minerale, che da scheda tecnica, necessita di un intervento di manutenzione tramite pulizia ogni 10 anni.

Per quanto riguardava l'Embodied Carbon, la soluzione in fibrocemento risultava ancora la più vantaggiosa con 85,54 kgCO₂e, mentre le lastre di aggregato minerale avevano un valore quasi triplo, 212, 96 kgCO₂e, e quelle in gres addirittura quintuplo, 467,2 kgCO₂e. Anche dal punto di vista dell'Embodied Energy il gres risultava il più impattante con 8052,74 MJ, a seguire la soluzione in aggregato minerale, 5097,52 MJ, e a seguire il fibrocemento con un risultato ridotto rispetto al gres di quasi otto volte, 910,02 MJ.

B2 Maintenance :

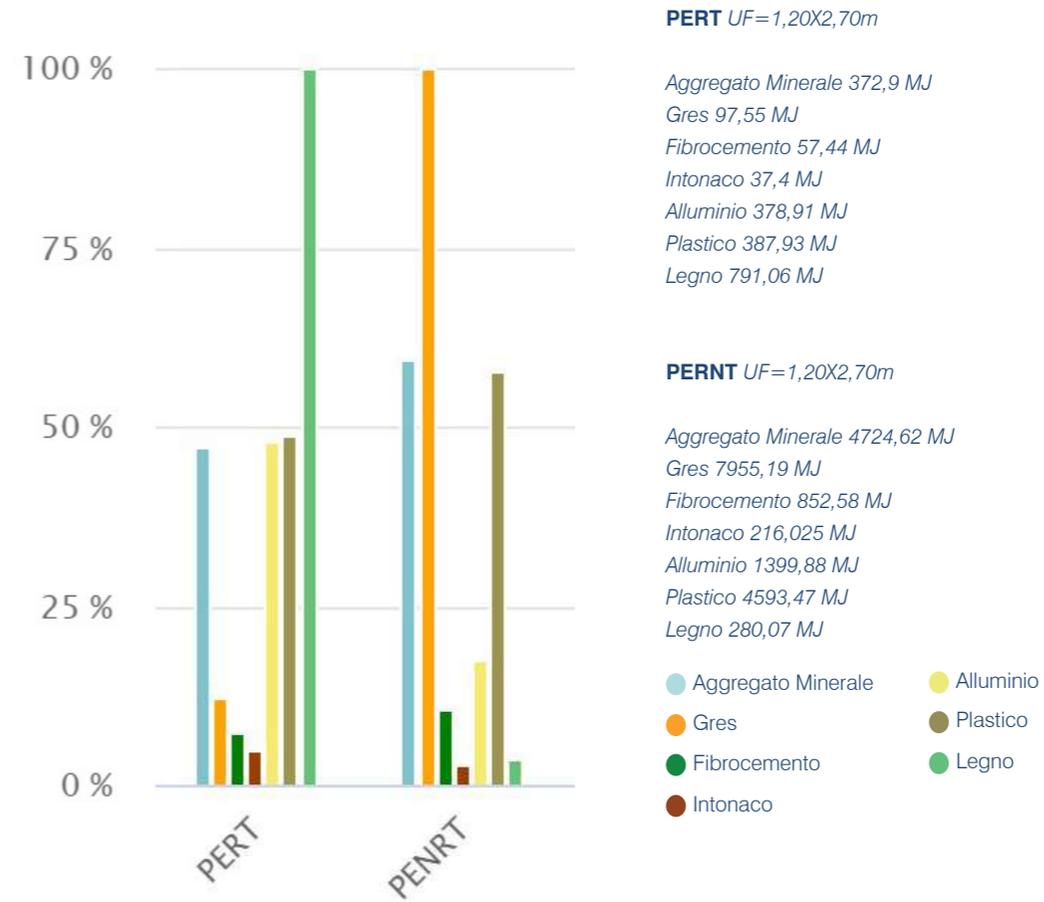
Paramètre	Unités	Valeur/description
Description du scénario		Le nettoyage du parement est pris en compte suivant les préconisations du fabricant.
Fréquence de maintenance	année	10
Intrants auxiliaires pour la maintenance	kg/cycle	-
Déchets produits pendant la maintenance (spécifier les matériaux)	kg	-
Consommation nette d'eau douce	litres/UF/cycle	2,60E+00
Intrant énergétique pendant la maintenance	kWh/UF/cycle	4,37E-02

Fig.7 Frammento della scheda EPD del rivestimento in gres. Fonte: Scheda EPD da OneClick



GWP- Embodied Carbon UF=1,20X2,70m

Aggregato Minerale 212,96 kgCO2e
 Gres 467,2 kgCO2e
 Fibrocemento 85,54 kgCO2e
 Intonaco 26,71 kgCO2e
 Alluminio 94,93 kgCO2e
 Plastico 361,96 kgCO2e
 Legno 15,3 kgCO2e



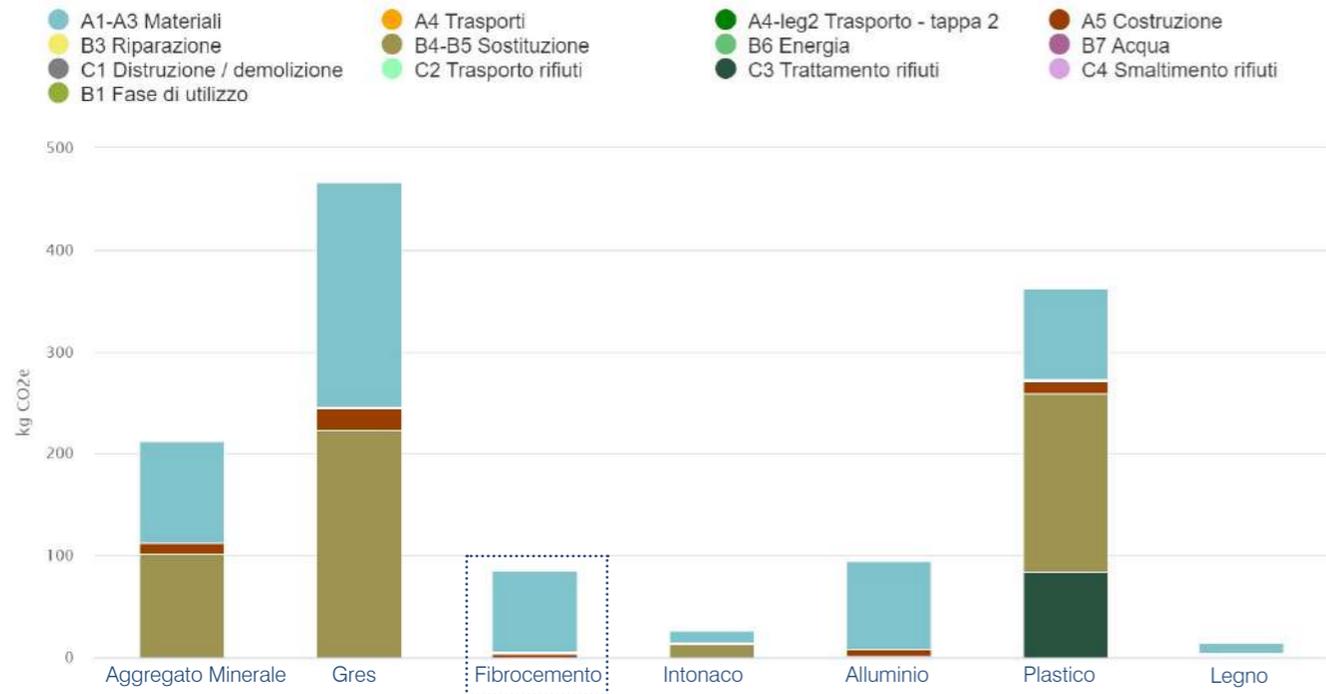


Fig.8 Il grafico elaborato dal software OneClick, mostra gli impatti complessivi di tutto il ciclo di vita suddiviso nelle varie fasi. Dal grafico è possibile notare come il rivestimento in aggregato minerale, in gres e in materiale plastico siano quelli che presentano un maggior impatto nella fase B4-B5 Sostituzione. I tre materiali infatti, impostando un periodo di vita utile di 50 anni, non erano in grado di soddisfare questo requisito in quanto la loro durata è inferiore. Il gres ha una vita utile, da scheda EPD, di 25 anni, mentre le lastre in aggregato minerale per mantenere le sue caratteristiche estetiche pari al nuovo necessita di una pulizia ogni 10 anni. Uguale problema lo presenta il rivestimento plastico in PVC che necessita di interventi di pulizia e sostituzione delle pellicole protettive ogni 15 anni.

UF=1,20X2,70m

5.2.3 Studio del sistema schermante

Il terzo caso di comparazione è riscontrabile alla scala del sistema di schermature dell'edificio.

Questo elemento risulta quello maggiormente personalizzabile in quanto grazie alla definizione di una sottostruttura metallica che consente il movimento delle schermature, all'interno è possibile fissare una vasta gamma di materiali per le schermature. Ormai sul mercato le soluzioni possibili sono infinite, più o meno trasparenti, totalmente opache, scorrevoli, a pacchetto, fisse...

Nelle pagine successive sono illustrati alcuni casi, in cui le schermature diventano elementi

caratterizzanti dell'edificio.

Tra i materiali maggiormente utilizzati ci sono quelli metallici. I materiali metallici si presentano come leggeri, facilmente personalizzabili, sia per forme che per livello di trasparenza ricercato. Vengono utilizzati come lamiera forate, griglie...

Altro materiale molto spesso utilizzato sia per la sua versatilità sia per i suoi risultati positivi nelle valutazioni degli impatti è il legno.

Altri progetti invece utilizzato tessuti studiati appositamente per l'esterno, materiali plastici, elementi ceramici fissi e molti altri.

149 Rue des Suisses Apartment Buildings / Herzog&Meuron / Paris, France, 1999–2000



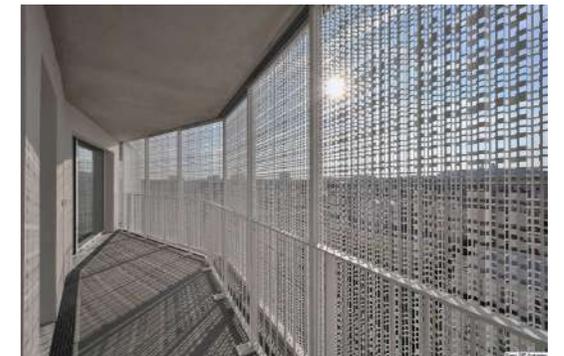
Fig.9/10/11 Fonte: Divisare



Social Housing in Paris / Bigoni Mortemard/ Paris, France/ 2018



Fig.12/13/14 Fonte: ArchDaily



Petit Mont-Riond / CCHE/ LAUSANNE, SWITZERLAND/2015



Fig.15/16 Fonte: ArchDaily



EDIFICIO U15 / CINO ZUCCHI ARCHITECTS / MILANO, ITALIA / 2011

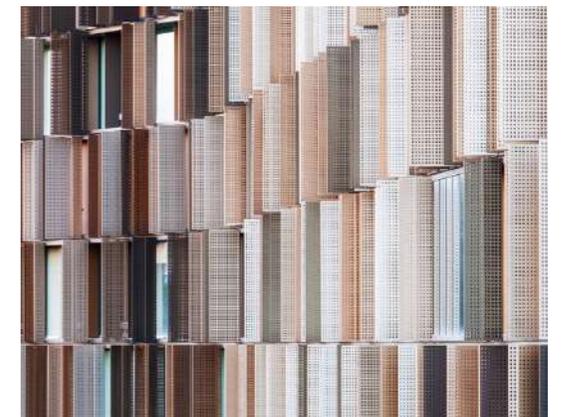


Fig.17/18/19/20 Fonte: ArchDaily

EMILIANO HOTEL / OPPENHEIM ARCHITECTURE , STUDIO ARTHUR CASAS / RIO DE JANEIRO, BRASILE /2017

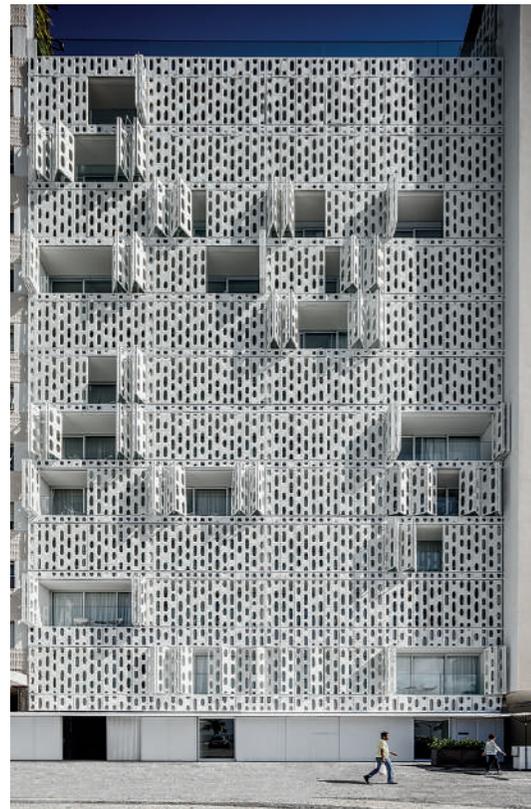


Fig.21/22 Fonte: ArchDaily

BUILDING OF 54 SOCIAL HOUSING IN INCA / ALVENTOSA MORELL ARQUITECTES / INCA,BALEARIC ISLANDS / 2021



Fig.23/24 Fonte: Divisare

**AUSIAS MARCH HOUSING BUILDING / GCA ARCHITECTS /
BARCELONA, SPAGNA / 2022**



Fig.25/26/27 Fonte: ArchDaily



**SOCIAL HOUSING UNITS FOR PURCHASE / PHILIPPON-KALT
ARCHITECTES URBANISTES / CHOISY LE ROI, FRANCIA / 2013**



Fig.28/29/30 Fonte: Divisare



SCUOLA DI ARCHITETTURA / LACATON & VASSAL / NANTES, FRANCIA / 2009

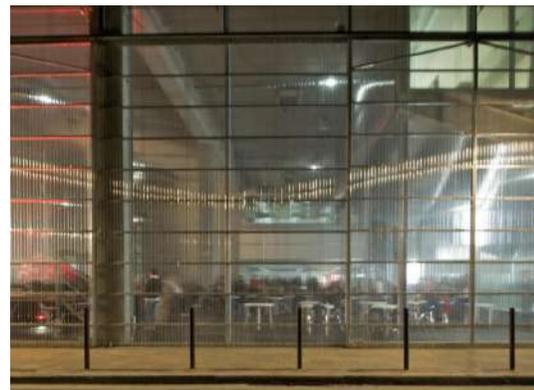
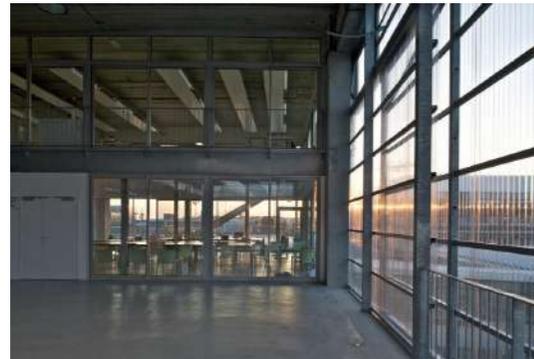


Fig.31/32/33/34 Fonte: Divisare

SUSPENDED HOUSE / FALA ATELIER/ PORTO, PORTOGALLO/ 2020

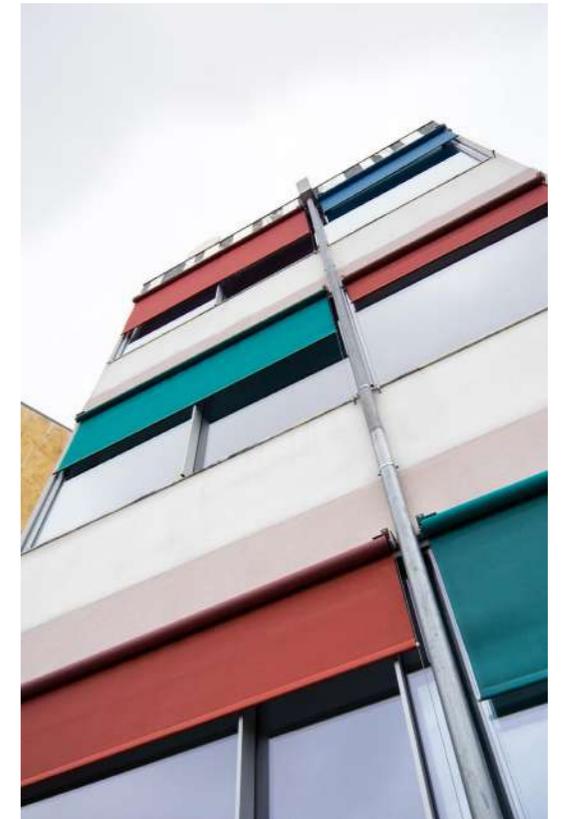


Fig.35/36 Fonte: Divisare

HORIZON MERIDIA / ATELIER MARC BARANI / NIZZA, FRANCIA / 2014



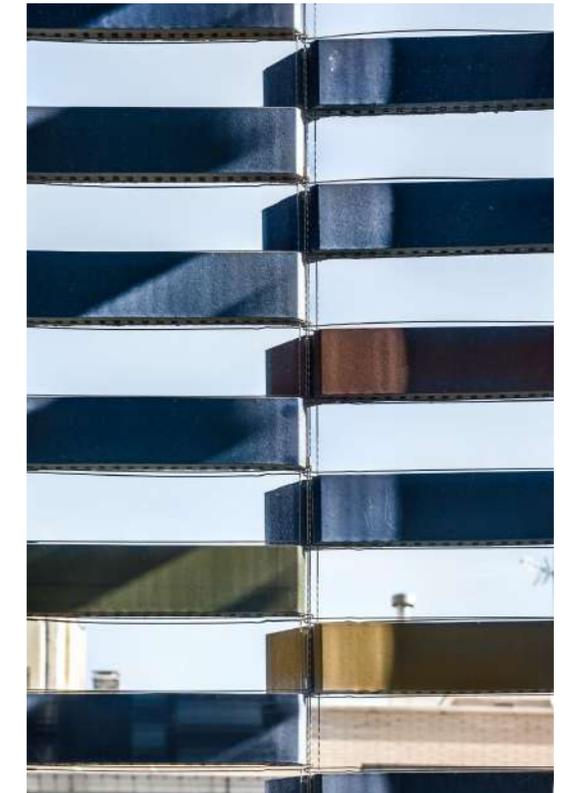
Fig.37/38 Fonte: Divisare



SANT PAU HOSPITAL'S RESEARCH INSTITUTE / PICHARCHITECTS, 2BMFG / BARCELONA, SPAGNA / 2019



Fig.39/40 Fonte: Divisare



TINO HOUSE / EMAC / SAGUNTO, SPAGNA / 2017



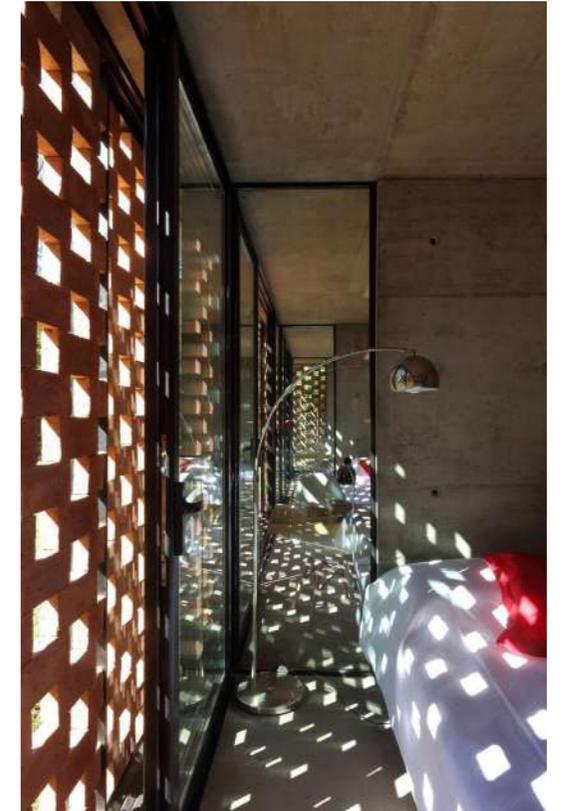
Fig.41/42 Fonte: Divisare



EXPERIMENTAL BRICK PAVILION / ESTUDIO BOTTERI-CONNELL / LA PLATA, ARGENTINA / 2015



Fig.43/44/45 Fonte: Divisare



METROPOLE ROUEN NORMANDIE HEADQUARTERS / FERRIER MARCHETTI STUDIO / ROUEN, FRANCIA /2017



Fig.46/47/48 Fonte: Divisare

Anche in questo caso per la scelta del materiale definitivo si è tenuto conto dei due obiettivi principali di progetto: la sostenibilità del prodotto e la sua affinità con il contesto. I materiali selezionati per procedere con le simulazioni sono quelli che potevano essere inseriti nel sistema di fissaggio e movimento delle schermature, in questo caso tessile, alluminio e legno.

Il modulo definito per la simulazione è di larghezza 90cm e altezza 270cm. Lo spessore dei materiali è stato lasciato invariato rispetto a quello fornito dalla scheda tecnica. Per la simulazione è stato considerato solamente il materiale utilizzato come schermatura, non considerando il sistema di supporto e movimento.

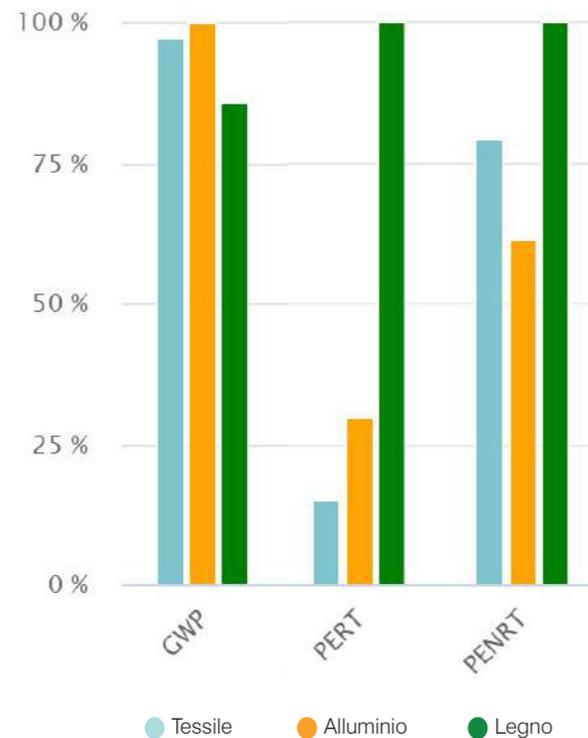
Anche in questo caso l'elemento con il risultato maggiormente vantaggioso per quanto riguarda l'Embodied Carbon risulta essere il legno con 90,78 kgCO₂e per modulo a differenza del tessile, 102,69 kgCO₂e, e dell'alluminio, 105,48 kgCO₂e.

Il legno però, è stato ancora scartato perché non affine alla matericità del contesto.

Scartato il legno, il ragionamento si è spostato sulla soluzione in materiale tessile e su quella in alluminio. Considerando come valore solamente l'Embodied Carbon, risulta più

vantaggiosa la soluzione con il tessile, 102,69 kgCO₂e, rispetto a quella in alluminio, 105,48 kgCO₂e.

Andando però ad analizzare nel dettaglio le fasi del ciclo di vita, si nota come la soluzione in tessuto presenti la maggior parte degli impatti concentrati nella fase di utilizzo B1-B5 e nella fase della dismissione. Consultando la scheda tecnica si evince come il tessuto necessiti di una sostituzione in quanto la sua vita è di 15 anni. Per questo, considerando il ciclo di vita del modulo pari a 50 anni, durante l'intera vita risulta necessario sostituire tutte le schermature almeno 3 volte. Così facendo si produce una grande quantità di rifiuti e di risorse richieste per effettuare la sostituzione. Inoltre, a fine vita il materiale non può essere riciclato e finisce per la sua totalità in discarica. A fronte di queste analisi, risulta come, si la soluzione in acciaio è quella con il maggior impatto ma alla fine quella con un miglior rapporto impatti-benefici. La personalizzazione del disegno stampato produce all'inizio un grande quantitativo di sfridi, che però possono essere recuperati e riciclati, e la schermatura stessa può essere formata da lastre di alluminio con un grande quantitativo riciclato. Inoltre, l'intera schermatura a fine vita può essere riciclata completamente.



GWP $UF=0,90 \times 2,70m$

Tessile 102,69 kgCO₂e
 Alluminio 105,48 kgCO₂e
 Legno 90,78 kgCO₂e

PERT $UF=0,90 \times 2,70m$

Tessile 213,48 MJ
 Alluminio 421,01 MJ
 Legno 1422,04 MJ

PENRT $UF=0,90 \times 2,70m$

Tessile 2002,67 MJ
 Alluminio 1555,42 MJ
 Legno 2527,48 MJ

- A1-A3 Materiali
- A4 Trasporti
- A4-leg2 Trasporto - tappa 2
- A5 Costruzione
- B3 Riparazione
- B4-B5 Sostituzione
- B6 Energia
- B7 Acqua
- C1 Distruzione / demolizione
- C2 Trasporto rifiuti
- C3 Trattamento rifiuti
- C4 Smaltimento rifiuti
- B1 Fase di utilizzo

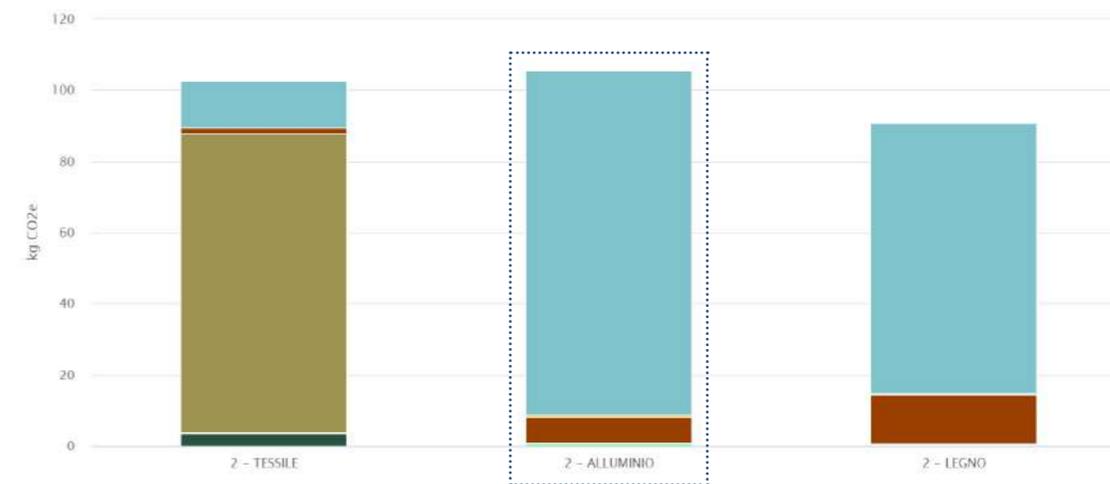


Fig.49 Il grafico elaborato dal software OneClick, mostra come nella soluzione Tessile, le fasi che impattano maggiormente nella definizione dell'Embodied Carbon, sono la fase B4-B5 di Sostituzione e la fase C3 di trattamento dei rifiuti a fine vita. Questo perché come visto dalla scheda EPD fornita, il prodotto ha una vita utile di 15 anni, implicando quindi una loro sostituzione almeno 2 volte nell'arco di 50 anni. Proprio per questo il materiale è stato scartato a fronte di un eccessivo spreco di materiale e formazione di rifiuti.

Nelle soluzioni in alluminio e legno, le fasi con il maggiore impatto fanno parte alla fase A1-A3 Materiali e di A5 Costruzione.

Per la simulazione è stata considerata una $UF=0,90 \times 2,70m$

5.2.4 Studio dei serramenti

A seguire è stato analizzato il modulo trasparente, il serramento. Per quanto riguarda lo studio del modulo del serramento è stato inizialmente preso in considerazione un modulo da normativa di 1,23x1,48 m e successivamente i valori ottenuti sono stati proporzionati ad un modulo di progetto pari a 0,6x2,7m.

In questo caso le soluzioni prese in esame presentavano tutte un doppio vetro, e si differenziavano per il materiale del telaio. Anche in questo caso le fasi del ciclo di vita analizzate sono state le fasi di produzione e costruzione (A1-A5), le fasi di utilizzo (B1-B5) e le fasi di dismissione (C1-C4).

Le soluzioni analizzate nella simulazione sono state due con telaio monomaterico, alluminio e PVC, e due soluzioni composte, legno-alluminio e PVC-alluminio.

Analizzando i diversi materiali, non sono state riscontrate differenze di risultati molto discostanti, se non in alcune categorie per la soluzione in alluminio. Prendendo in considerazione l'Embodied Energy, la soluzione con il minor impatto risulta essere quella con il telaio in **alluminio**, 193,89 KgCO_{2e}, a seguire

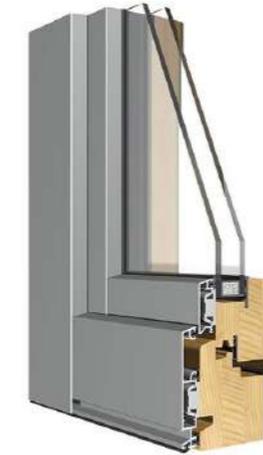
il telaio in **legno-alluminio**, 206,86 kgCO_{2e}, il telaio in **PVC**, 214,35 kgCO_{2e}, in fine il telaio **PVC-Alluminio**, 249,93 kgCO_{2e}.

Anche dal punto di vista dell'Embodied Energy la soluzione con gli impatti minori era la soluzione in acciaio con 1807,64 MJ, e a seguire la soluzione con il telaio in PVC, 4365,93 MJ, il telaio in legno-acciaio, 5556,86 MJ, e il telaio in PVC-legno, 5853,45 MJ.

In questo caso la scelta è stata effettuata analizzando le diverse soluzioni nelle varie fasi del ciclo di vita. Ponendo il periodo di calcolo della vita utile anche in questa simulazione pari a 50, l'unica soluzione che non necessitava di grandi interventi di manutenzione era la soluzione con il telaio in alluminio. Verificando nelle schede EPD fornite dal software, si è notato come le soluzioni PVC-alluminio e legno-alluminio avevano come riferimento dei calcoli una vita utile di 30 anni, mentre la soluzione in PVC presentava una vita utile di 40 anni.

A fronte di queste osservazioni è stata scelta la soluzione con i serramenti in alluminio, in ottica di durabilità nel tempo e prestazioni ambientali.

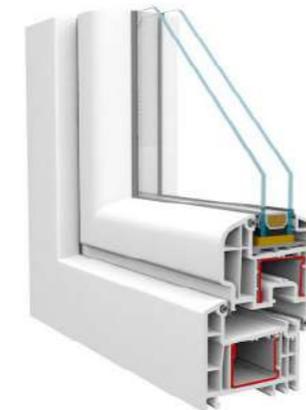
Serramento in ALLUMINIO-LEGNO



Serramento in ALLUMINIO



Serramento in PVC



Serramento in PVC-ALLUMINIO



GWP UF=0,60X2,70m

Legno-Alluminio 206,86 kgCO₂e
 Alluminio 193,89 kgCO₂e
 PVC 214,35 kgCO₂e
 PVC-Alluminio 249,93 kgCO₂e

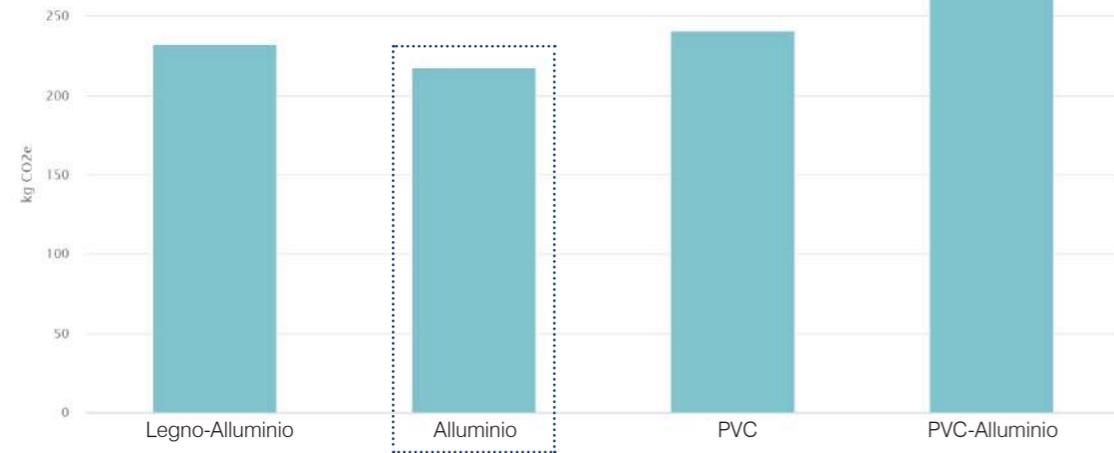
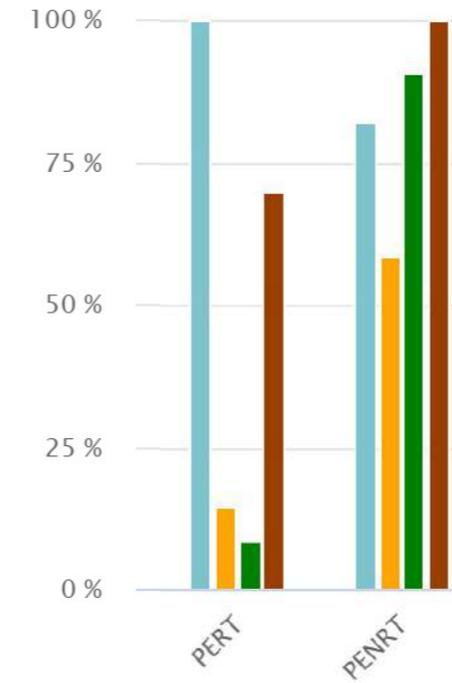


Fig.50 Il grafico elaborato dal software OneClick, mostra l'Embodied Carbon delle diverse soluzioni selezionate per lo studio dei serramenti. I valori dei moduli da 0,6x2,7m sono stati ricavati attraverso una proporzione del valore ottenuto con la simulazione.

PERT UF=0,60X2,70m

Legno-Alluminio 1733,66 MJ
 Alluminio 257,24 MJ
 PVC 146,66 MJ
 PVC-Alluminio 1211,08 MJ



PERNT UF=0,60X2,70m

Legno-Alluminio 3.823,2 MJ
 Alluminio 2.727,92 MJ
 PVC 4.219,27 MJ
 PVC-Alluminio 4.642,36 MJ

Fig.51 I valori dei moduli da 0,6x2,7m sono stati ricavati attraverso una proporzione del valore ottenuto con la simulazione.

- Legno-Alluminio
- Alluminio
- PVC
- PVC-Alluminio

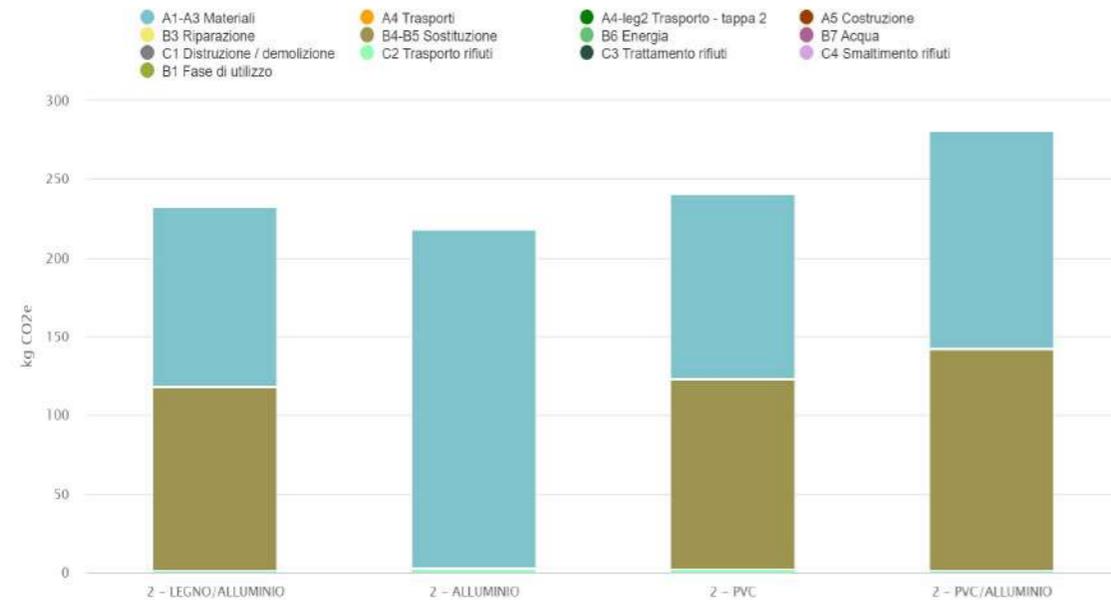


Fig.52 Il grafico elaborato dal software OneClick, mostra come nei serramenti in legno-alluminio, PVC e PVC-alluminio, la fase B4-B5 sostituzione siano, insieme alla fase A1-A3 Materia, quella con il maggiore impatto. Questo perché la vita utile fornita da scheda EPD era rispettivamente di 40 anni per la soluzione in PVC e 30 anni per le soluzioni in PVC-legno e Legno-alluminio. Così facendo, avendo considerato come periodo di calcolo 50 anni, scegliendo queste soluzioni sarebbe stato necessario un intervento di manutenzione e sostituzione.

Per la simulazione è stata considerata una UF=0,60x2,70m

5.2.5 Studio del modulo porta

L'ultimo elemento analizzato, per la definizione dei moduli di facciata è stato quello della porta d'ingresso.

Anche in questo caso è stata definita un'unità funzionale, pari alla dimensione della porta, quindi 0,80x2,70m. Vista la presenza del sopra-luce, è stata presa in esame tutta l'altezza, quindi considerando la porta alta 2,70m e non 2,10m.

Come in tutte le simulazioni precedenti è stato verificato che la scheda EPD presentasse tutte le fasi.

Attraverso la simulazione si è visto come le fasi più impattanti nel LCA sono quelle dei materiali A1-A3, e quella della sostituzione B4-B5, visto che la vita utile indicata nella scheda è 30 anni.

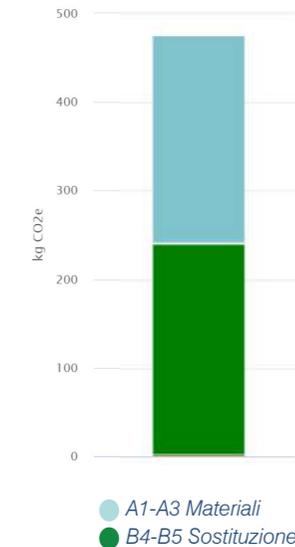


Fig.53 Il grafico elaborato dal software OneClick, mostra le diverse fasi del ciclo di vita, e come nel calcolo dell'Embodied Carbon quelle maggiormente impattanti sono la fase A1-A3 dei Materiali e B4-B5 di sostituzione.

Per la simulazione è stata considerata una UF=0,80x2,70m

GWP UF=0,80x2,70m
475,87 kgCO2e

PERT UF=0,80x2,70m
876,83 MJ

PERNT UF=0,80x2,70m
8227,75 MJ

5.2.6 Studio dei moduli di facciata

A fronte delle analisi condotte nei capitoli precedenti si sono definite le soluzioni costruttive e i materiali che compongono le diverse parti dell'edificio.

Per quanto riguarda il pacchetto costruttivo è stata selezionata la soluzione di design con l'isolante in canapa, e applicato un rivestimento in fibrocemento. Mentre per le parti trasparenti sono stati scelti dei serramenti in alluminio.

A completare il sistema dell'edificio, ci sono le schermature in alluminio.

L'elemento di facciata è stato progettato con dei moduli più piccoli, T1/T2/T3/T4, che compongono l'elemento di facciata più grande di 3,60m, composizioni A/B/C/D.

Una volta analizzati i singoli moduli componenti l'intero sistema della facciata, e selezionata la soluzione affine agli obiettivi di progetto, si è proseguito componendo le diverse composizioni.

Attraverso la progettazione della facciata secondo questo sistema modulare, è stato possibile quantificare gli impatti del singolo modulo, evidenziando come ad esempio la soluzione totalmente trasparente in termini di impatti ambientali sia quella maggiormente

impattante sul fronte dell'*Embodied Carbon*.

Inoltre, progettando le diverse componenti in maniera modulare è stato possibile tenere maggiormente fede agli obiettivi di progetto di reversibilità, adattabilità e flessibilità.

Questi aspetti, oltre ad entrare in gioco nella composizione interna e nella definizione delle scelte tecnologiche, sono stati presi in considerazione negli aspetti di LCA.

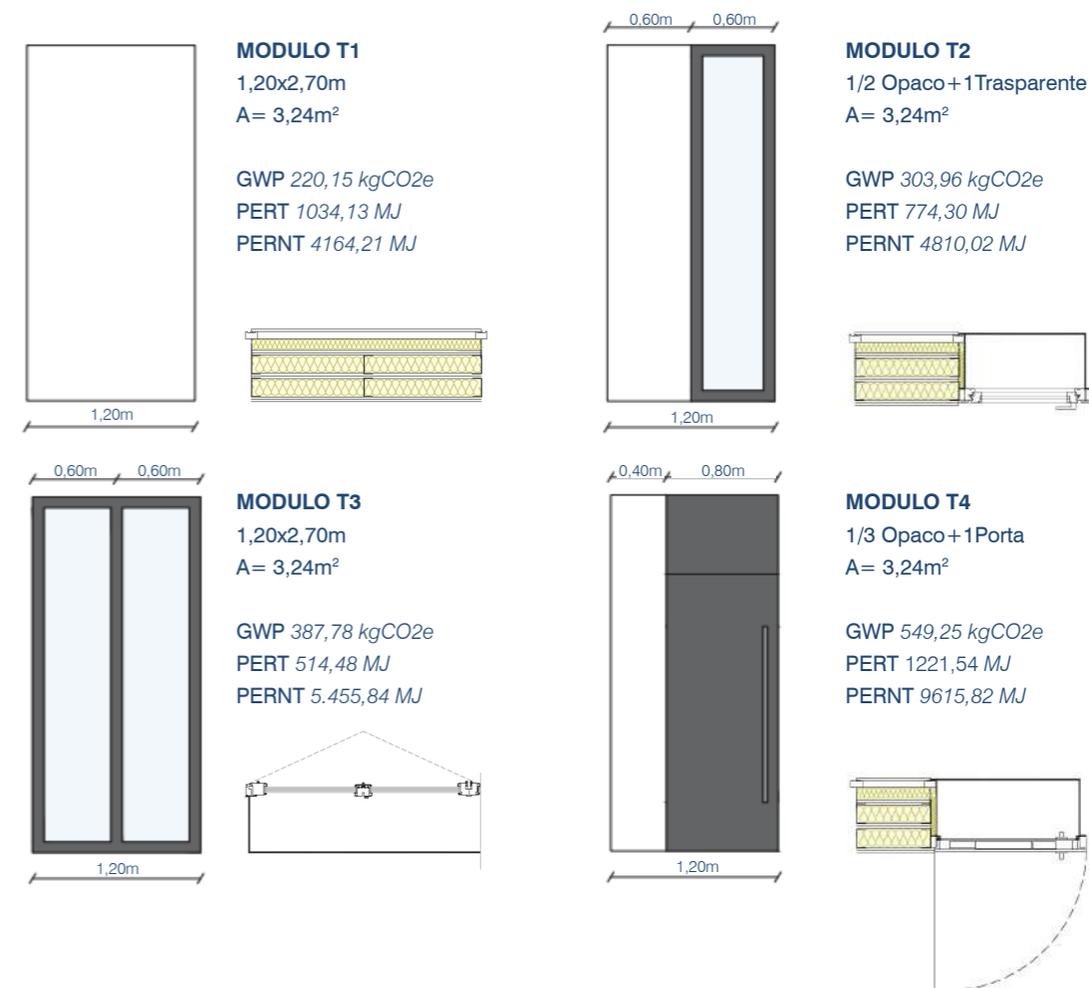
Ipotizzando le possibili trasformazioni interne della pianta, e le conseguenti modifiche in facciata, attraverso i moduli è stato possibile quantificare la differenza di impatti tra una demolizione dell'intero modulo da 3,60m e una demolizione selettiva della porzione interessata.

Attraverso la definizione delle composizioni è stato possibile verificare che una progettazione modulare e fin da subito attenta al futuro dell'edificio possa apportare diversi benefici.

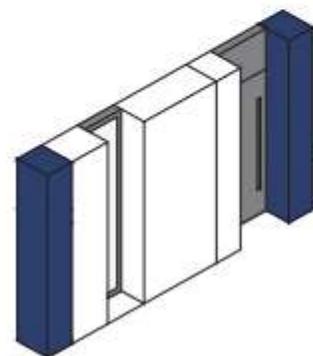
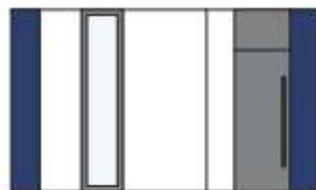
Tutte le possibilità di trasformazione sono state ipotizzate e progettate in modo tale da ridurre al minimo lo spreco di risorse ed energia.

Le trasformazioni ipotizzate rispettano i 3 gradi di adattabilità illustrati nei capitoli precedenti.

Moduli di facciata



Composizioni facciata

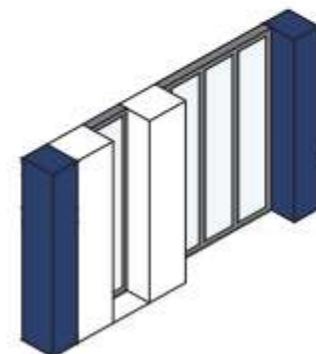
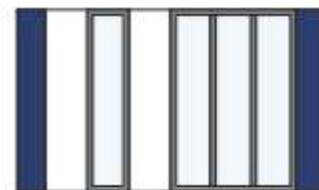


COMPOSIZIONE A UF=3,60X2,70m

1 T2+1 T1+1 T4

A= 9,72m²

GWP 303,96+220,15+ 549,25= 1.073,36 kgCO₂e
 PERT 774,30+1034,13 +1221,54= 3.029,97 MJ
 PERNT 4810,02+4164,21+ 9615,82= 18.590,05 MJ

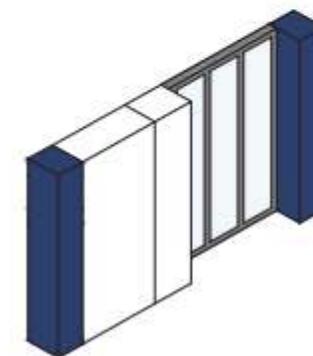
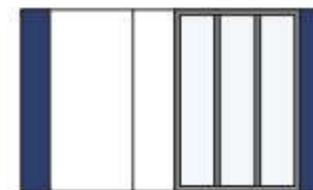


COMPOSIZIONE B UF=3,60X2,70m

2 T2+1 T3

A= 9,72m²

GWP 303,96+303,96+ 387,78= 995,7 kgCO₂e
 PERT 774,30+774,30 +514,48= 2.063,08 MJ
 PERNT 4810,02+4810,02+ 5.455,84= 15.075,88 MJ

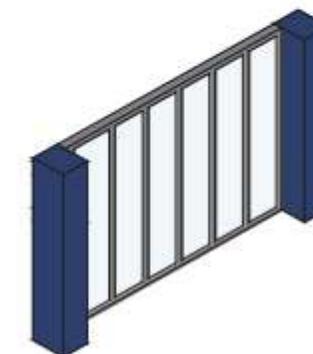


COMPOSIZIONE C UF=3,60X2,70m

1 T1+1 T2+1 T3

A= 9,72m²

GWP 220,15+303,96+ 387,78 = 911,89 kgCO₂e
 PERT 1034,13 +774,30+ 514,48 = 2.322,91 MJ
 PERNT 4164,21+ 4810,02+ 5.455,84 = 14.430,07 MJ



COMPOSIZIONE D UF=3,60X2,70m

3 T3

A= 9,72m²

GWP 387,78 x 3= 1.163,34 kgCO₂e
 PERT 514,48 x3= 1.543,44 MJ
 PERNT 5.455,84 x3= 16.367,52 MJ

GWP - Composizioni facciata A/B/C/D

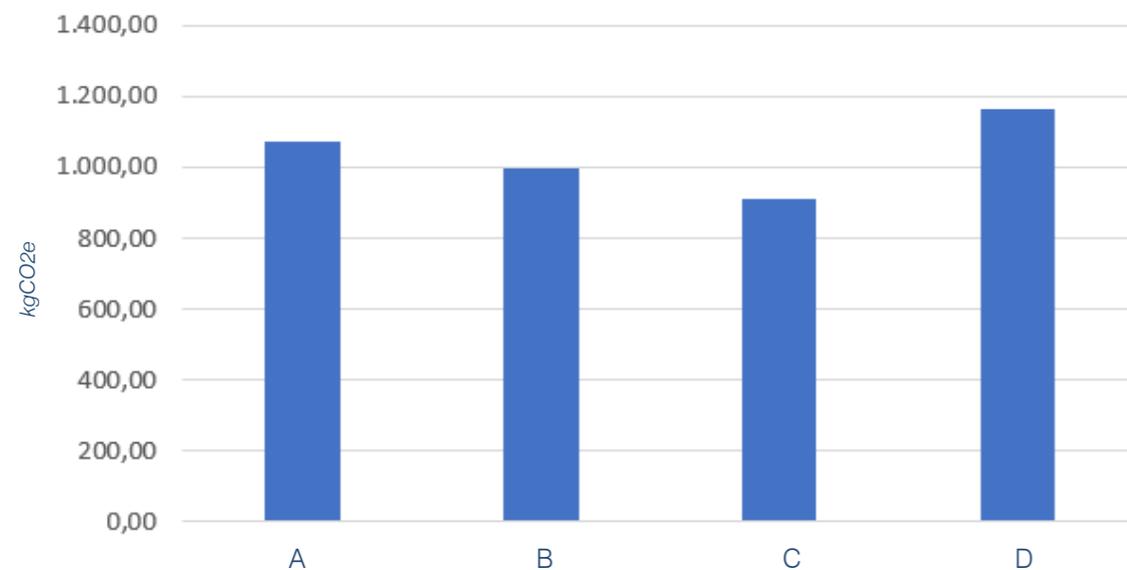


Fig.54 Il grafico elaborato mostra le diverse composizioni, A/B/C/D, evidenziando come gli elementi con la maggior superficie vetrata risultino essere quelli che presentano impatti maggiori dal punto di vista dell'Embodied Carbon. Questo perché tra tutti gli elementi costruttivi il vetro, e l'elemento del serramento in generale, risulta quello maggiormente difficile da riciclare e che nel corso del ciclo di vita richiede maggiori interventi di manutenzione.

Per la simulazione è stata considerata una $UF=3,60 \times 2,70m$

PERT - Composizioni facciata A/B/C/D

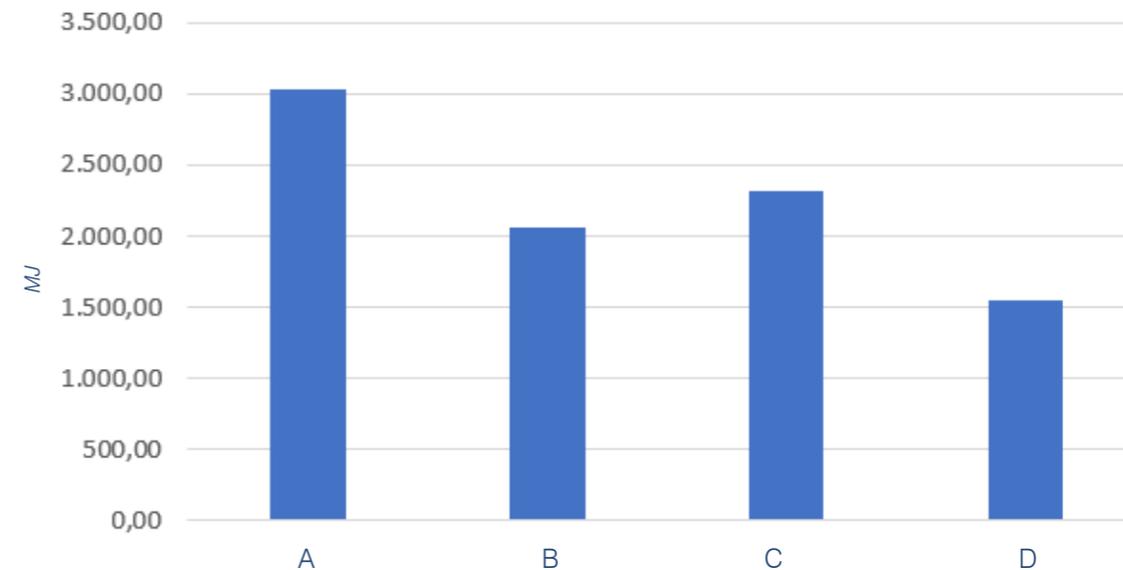


Fig.55 Il grafico elaborato mostra l'energia proveniente da fonti rinnovabili utilizzata durante tutto il ciclo di vita delle diverse composizioni. I moduli che attingono in minor quantità a fonti di energia rinnovabile sono tutti quelli che presentano una parte di serramento.

Per la simulazione è stata considerata una $UF=3,60 \times 2,70m$

PERNT - Composizioni facciata A/B/C/D

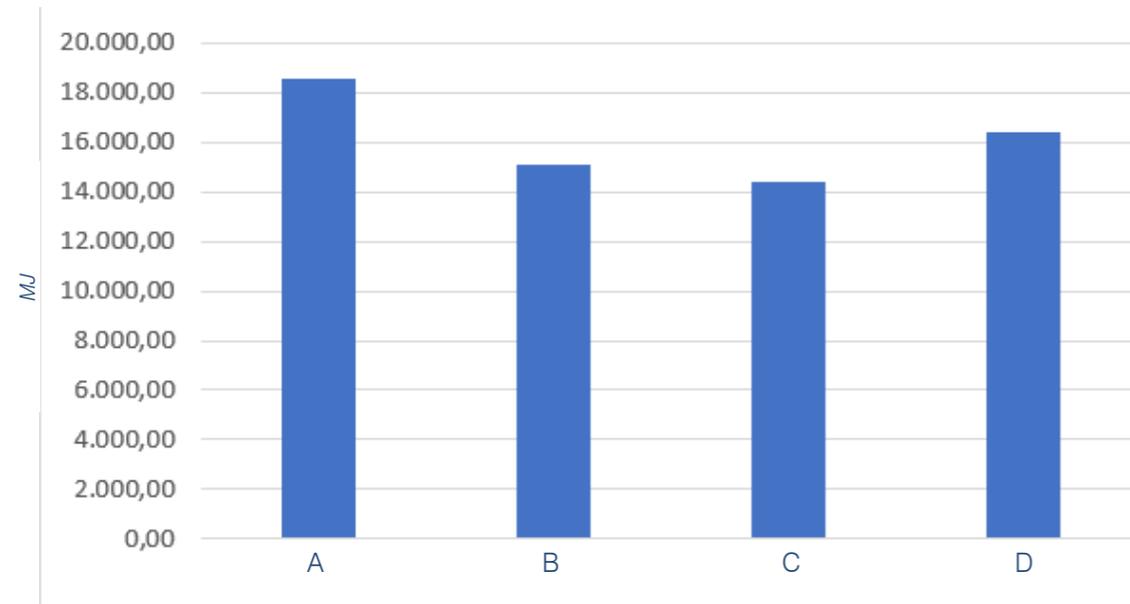


Fig.56 Il grafico elaborato mostra la quantità di energia proveniente da fonti non rinnovabili delle diverse composizioni di facciata. In questo caso la composizione che attinge maggiormente a fonti non rinnovabili è la composizione A.

Per la simulazione è stata considerata una UF=3,60X2,70m

Embodied Energy - Composizioni facciata A/B/C/D

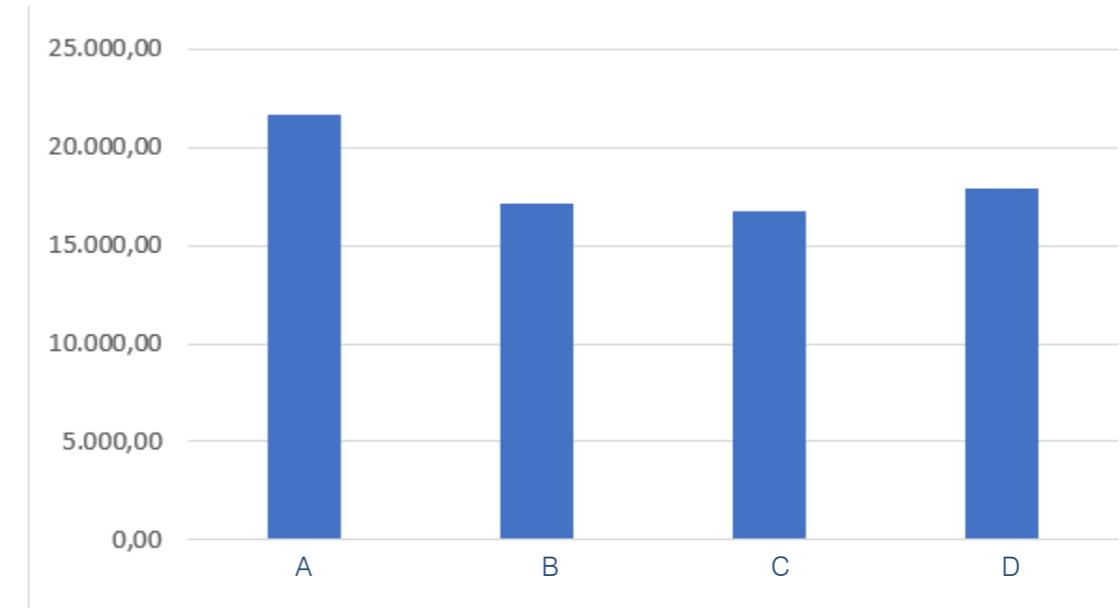


Fig.57 Il grafico elaborato mostra la quantità di Embodied Energy, somma di PERNT e PERT, che ogni singola composizione richiede nell'intero ciclo di vita, a partire dalla fase A1 fino ad arrivare a C4.

Per la simulazione è stata considerata una UF=3,60X2,70m

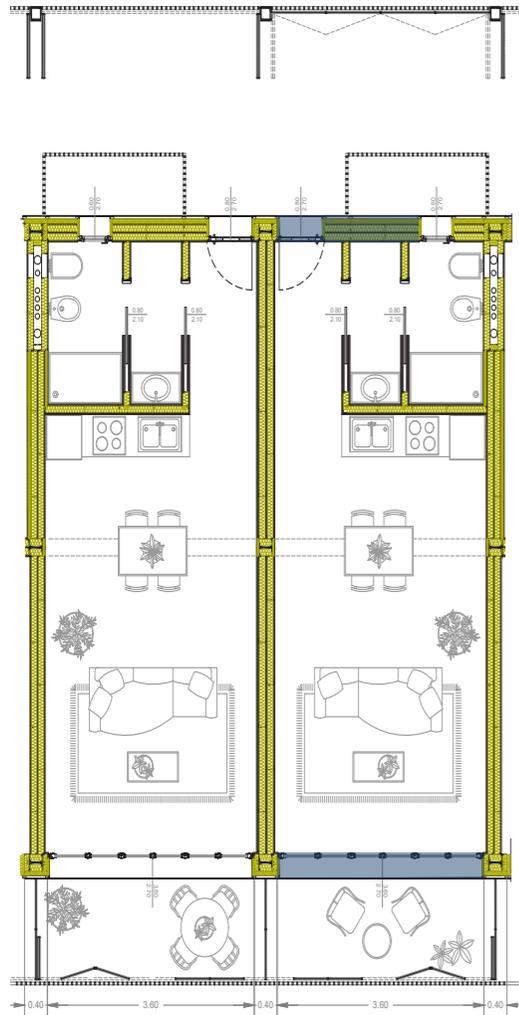
Una volta analizzati da prima tutti i materiali per la definizione dei moduli T1/T2/T3/T4, e successivamente i singoli moduli, si è potuto quantificare per ogni singolo elemento di facciata i suoi effettivi impatti sia in termini di Embodied Carbon che Embodied Energy. Attraverso il supporto del software OneClick si è potuto aver un riscontro immediato delle soluzioni scelte e le possibili soluzioni. Attraverso l'analisi dei moduli T1/T2/T3/T4, si è notato come quelli maggiormente impattanti fossero i moduli con la presenza di serramenti o dell'elemento porta, quindi a fronte di questa osservazione, si può dedurre come un edificio maggiormente vetrato sia maggiormente impattante rispetto ad uno stesso edificio ma con una superficie trasparente minore. Attraverso lo studio specifico dei serramenti, nel capitolo 5.2.4, si è notato come questo elemento ha una durata del ciclo di vita inferiore rispetto alle altre componenti studiate, necessitando quindi una manutenzione e sostituzione maggiore durante la vita dell'edificio. E anche una volta giunto a fine vita il serramento risulta essere l'elemento maggiormente difficile da riciclare. Inoltre, non va tralasciata la questione dell'efficienza energetica, dove un edificio completamente vetrato avrà necessità di una

quantità di energia maggiore per il suo comfort interno, rispetto ad un edificio dove le parti trasparenti ed opache sono bilanciate tra loro. Le stesse osservazioni vengono riportate anche nelle diverse composizioni A/B/C/D. Studiando gli elementi di composizione di facciata come combinazione di diversi moduli è stato possibile sperimentare nei diversi gradi di facciata e verificarne il loro vantaggio sia in termini di materiali utilizzati, ma anche in termini di consumi ed energia richiesta. Attraverso la modularità della facciata si è quindi riusciti a dimostrare i suoi vantaggi in termini di flessibilità interna e allo stesso tempo quantificare quanto le varie modifiche possono impattare. Nella pagine successive, sono illustrati due diversi casi in cui in seguito a delle modifiche interne era necessario che anche la composizione della facciata cambiasse. Nel primo caso, viene affrontato il primo grado di flessibilità, dove dalla situazione di partenza di due monolocali si arriva ad un unico appartamento trilocale. Per poter svolgere queste modifiche era necessario apportare delle modifiche sia nella facciata est che nella facciata ovest. Il modulo porta T4, per far sì che da ingresso si passi ad una camera, deve essere sostituito

da un modulo T3, di conseguenza anche il modulo T1 totalmente pieno deve essere sostituito da un modulo T2, avendo così una composizione che passa da essere T4/T1/T2 a una composizione T3/T2/T2. Partendo da questa sostituzione di sono simulate due soluzioni per sottolineare come una progettazione flessibile, modulare e adattabile sia vantaggiosa. Il primo esempio mostra il caso in cui venisse sostituita tutto il modulo di facciata. Così facendo si avrebbero per le operazioni un Embodied Carbon di 1044,84 kgCO_{2e} e un Embodied Energy di 20.517,28 MJ. Nel caso in cui si adotti una sostituzione selettiva, e quindi non tutti e tre i moduli ma solamente due di essi, si avrebbe per le varie operazioni un Embodied Carbon di 716,31 kgCO_{2e} e un Embodied Energy di 13.243,8MJ. Anche nel caso di un totale cambio di utilizzo, come si vede nel secondo grado di flessibilità, dove l'edificio passa ad essere uno studentato. La composizione della facciata viene considerata sia nel caso che tutti e tre i moduli cambiassero sia solamente due di essi. Nel caso in cui cambi tutta la composizione, si ottiene un Embodied Carbon per tutte le operazioni di 1044,84 kgCO_{2e} e un Embodied Energy di 20.517,28 MJ.

Mentre, nel caso in cui si sostituiscano due moduli si ha un Embodied Carbon di 716,31 kgCO_{2e} e un Embodied Energy di 13.243,8MJ. Anche in questo caso è dimostrato quanto detto con il caso precedente. Viene quindi dimostrato come, adottando una visione sul futuro e sulla sua possibilità di modificarsi, e includendo questa possibilità fin da subito si possono evitare diversi consumi.

1° Grado della Flessibilità - Scambio modulare



SOSTITUZIONE TOTALE



COMPOSIZIONE A INTERO

Embodied Carbon
GWP: 1.073,36 kgCO₂e
Embodied Energy
PERT: 3.029,97 MJ
PERNT: 18.590,05 MJ

COMPOSIZIONE B INTERO

Embodied Carbon
GWP: 995,71 kgCO₂e
Embodied Energy
PERT: 2063,09 MJ
PERNT: 15075,89 MJ

SOSTITUZIONE PARZIALE



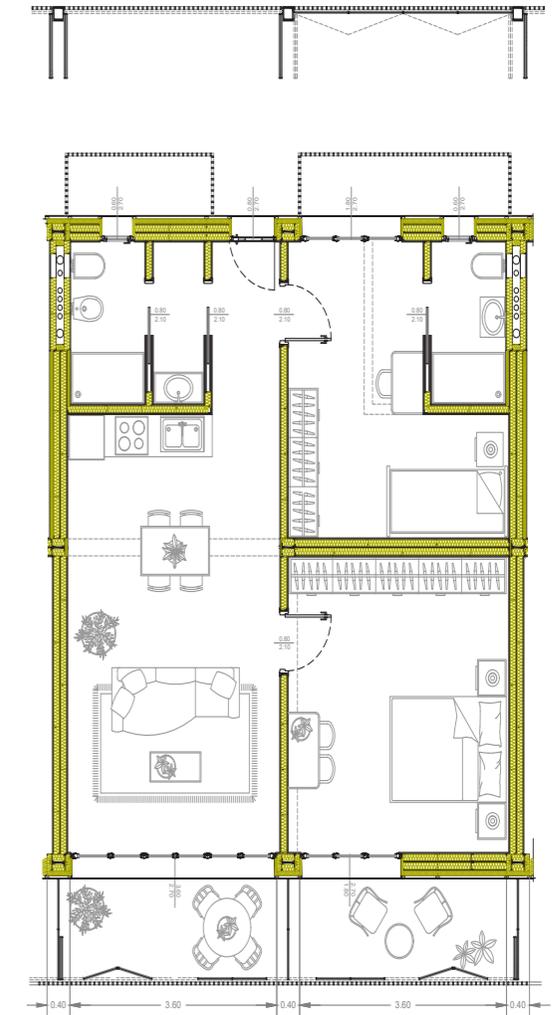
COMPOSIZIONE A

Embodied Carbon
GWP: 1.073,36 kgCO₂e
Embodied Energy
PERT: 3.029,97 MJ
PERNT: 18.590,05 MJ

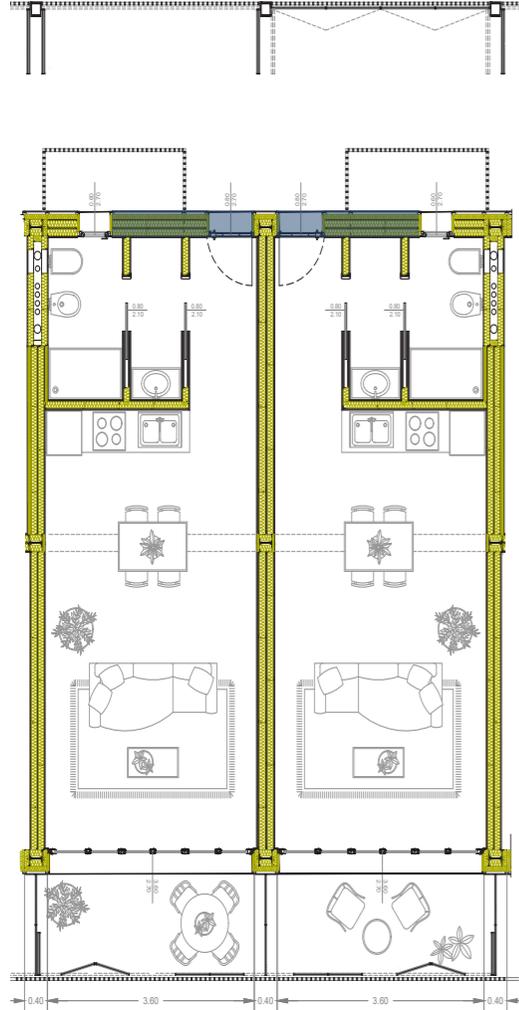
COMPOSIZIONE B

Embodied Carbon
GWP: 691,745 kgCO₂e
Embodied Energy
PERT: 1288,785 MJ
PERNT: 10265,865 MJ

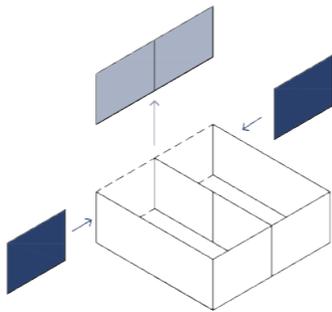
■ Elementi mantenuti
■ Elementi sostituiti



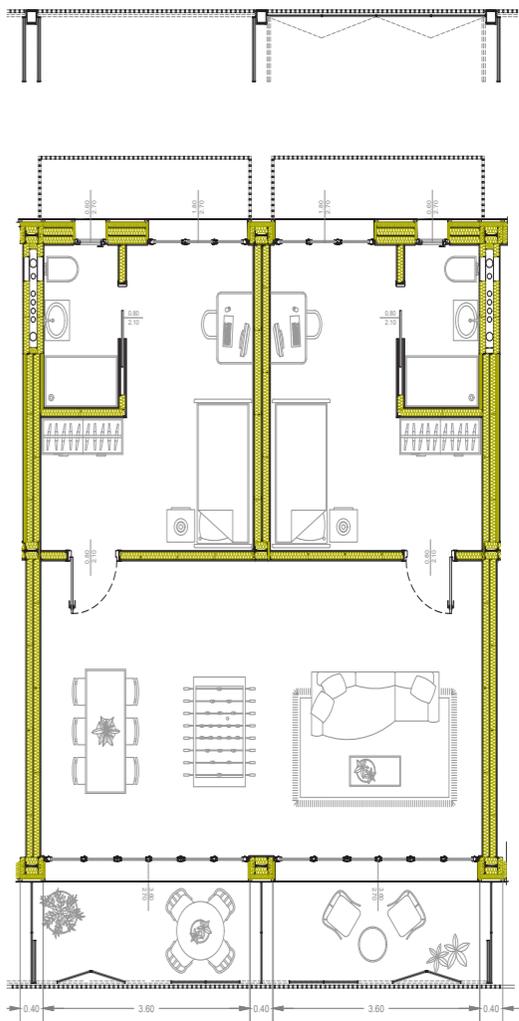
2° Grado della Flessibilità - Variazione destinazione d'uso



IMPATTI SOSTITUZIONE chiusura verticale esterna



Sostituzione chiusura verticale esterna



5.3. Energia ed impianti

Come si è visto nei capitoli precedenti, la questione dell'efficienza energetica e di uno sviluppo sostenibile nascono di pari passo con la progettazione dell'edificio. Infatti, per ottenere una completa integrazione tra i sistemi di produzione di energia rinnovabile e l'edificio, è necessario che essi vengano progettati fin da subito, e non alla fine come aggiunta necessaria per rientrare in una delle categorie delle varie certificazioni di sostenibilità.

Costruire sostenibile, come visto nei capitoli precedenti, non si tratta solamente di scegliere porgendo attenzione ai materiali, alle caratteristiche tecniche della stratigrafia, alla scelta della struttura portante, alla disposizione interna, all'orientamento, ma anche all'integrazione del sistema di produzione di energia e di tutto il sistema impiantistico per il corretto funzionamento dell'edificio. Ancora una volta, emerge la complessità del costruire sostenibile e di come esso voglia dire fare scelte, che a volte vadano a discapito di alcuni obiettivi.

Cavedi, impianti elettrici, impianti di riscaldamento, impianto di produzione dell'acqua calda, sistemi di scarico, sono

solo alcuni dei sistemi che si diramano nella parte più interna del nostro edificio, e per una progettazione che rispetti gli obiettivi di adattabilità e flessibilità è necessario che vengano progettati fin da subito.

Oggi giorno le soluzioni proposte per integrare maggiormente i sistemi di produzione sono sempre maggiori. Ad esempio, solamente per i pannelli fotovoltaici esistono moltissime soluzioni che permettono di integrarli nelle coperture, nei parapetti, nelle pensiline e addirittura nei vetri.

Il primo passo nella progettazione è stata la definizione dei cavedi impiantistici. Infatti, la definizione della posizione dei cavedi, risulta cruciale per lo sviluppo della disposizione interna, e della disposizione della struttura portante. Nel caso del progetto CARE si è cercato per quanto più possibile di ottimizzare il loro numero e di posizionarli tutti nella fascia ovest, dedicata al blocco servizi. Per far sì che il loro passaggio si potesse inserire in concomitanza della struttura portante e non aver sporgenze nelle pareti, si sono utilizzate al posto delle tradizionali travi IPE due travi a C, così che i tubi potessero scorrere nello spazio

centrale. All'interno dei cavedi sono stati inseriti tutti i tubi per il corretto funzionamento dei servizi, quindi i vari tubi di scarico delle acque nere e i tubi di areazione per le cucine. Inoltre, tutto il sistema impiantistico è stato studiato per far sì che, le trasformazioni viste nei capitoli precedenti, siano attuabili senza dover modificare la parte impiantistica, garantendo quindi la flessibilità degli alloggi. Questo è stato possibile grazie allo studio del modulo bagno, e della disposizione del sistema di riscaldamento e raffrescamento in tutta la parte abitabile.

5.3.1 Sistema Impiantistico: Riscaldamento e Raffrescamento

Sempre in ottica di flessibilità e adattabilità della composizione interna è stato scelto come sistema di riscaldamento la soluzione a pannelli radianti. Questa soluzione, infatti, permette di non avere elementi funzionali nelle pareti interne, consentendo così uno spessore minore delle stesse e nel caso di una trasformazione interna, il sistema di riscaldamento è già presente senza dover apportare nuove modifiche impiantistiche. Il modello scelto inoltre, permette un totale montaggio a secco, rimanendo affine all'obiettivo di disassemblaggio delle componenti dell'edificio a fine ciclo di vita.

Altra caratteristica del modello installato è la possibilità di effettuare anche il raffrescamento, motivo per cui è stato inserito un sistema di deumidificazione nel controsoffitto.

La colonna di distribuzione verticale comune a tutto il piano è stata inserita nel cavedio impiantistico dietro l'ascensore, per poi proseguire con una distribuzione orizzontale sfruttando la struttura costruttiva del ballatoio, per arrivare al collettore del singolo appartamento. Questa soluzione ha permesso di alleggerire il pacchetto del solaio, e

Schema impianto Riscaldamento

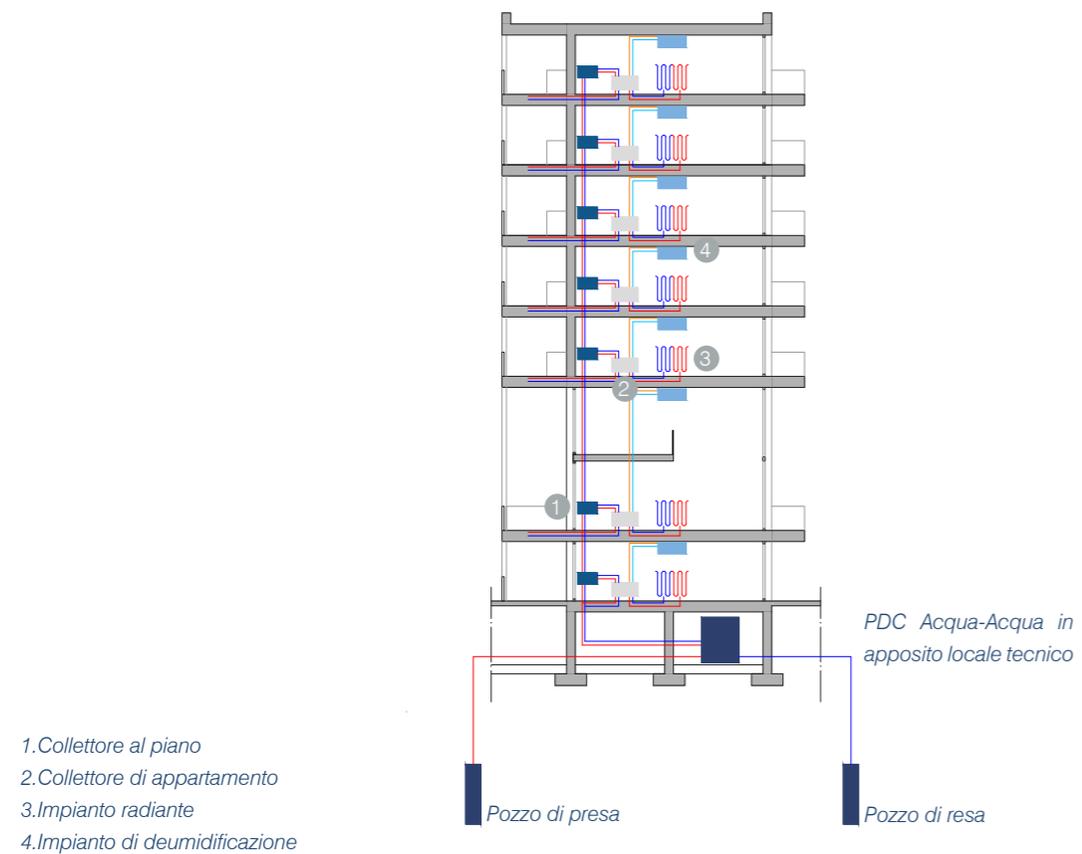


Fig.1 Schema sistema riscaldamento e raffrescamento.

garantisce una maggiore autonomia nel caso di guasti all'interno di uno degli appartamenti. Così facendo, nel caso di perdita, non si vanno a generare danni negli appartamenti vicini.

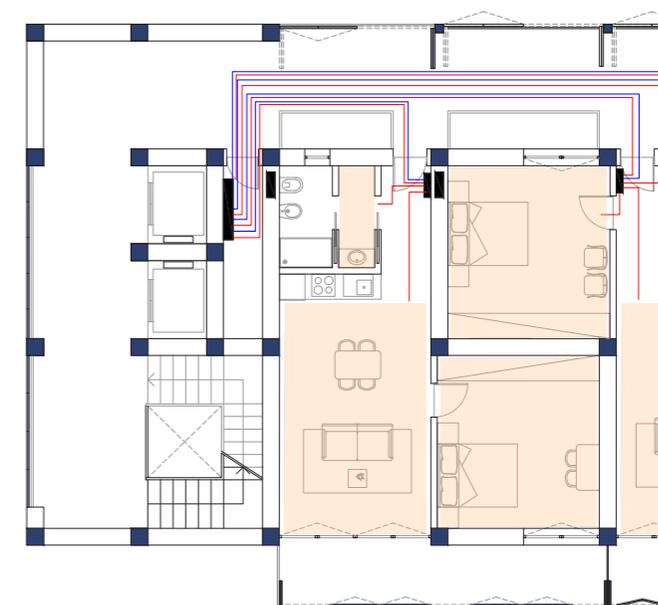


Fig.2 Schema di distribuzione impianto di riscaldamento e raffrescamento

5.3.2 Sistema Impiantistico: Acqua Calda Sanitaria (ACS)

Per quanto riguarda la distribuzione dell'ACS, fornita dalla pompa di calore, si snoda attraverso un collettore al piano e un collettore presente in ogni appartamento. Inoltre, per la distribuzione dell'acqua calda è stata inserita una colonna di ricircolo, così da avere l'acqua calda subito disponibile all'apertura del terminale ed evitare sprechi d'acqua.

Per una corretta valutazione complessiva sui bisogni dell'edificio sono stati calcolati i consumi di acqua calda sanitari necessari ad ognuna delle tipologie di appartamento e per l'edificio nella tua totalità.

Per il calcolo si sono divisi i piani per tipo, e in base alla metratura dell'appartamento sono stati utilizzati i parametri dati da normativa UNI.¹

Successivamente il risultato ottenuto, $3,85\text{m}^3/\text{gg}$, è stato convertito per ottenere la quantità di ACS necessari in un anno, $62889,5\text{ kWh}$, per poter poi procedere con la simulazione dei fabbisogni energetici totali.

1. Norma UNI TS 11300-2:2014

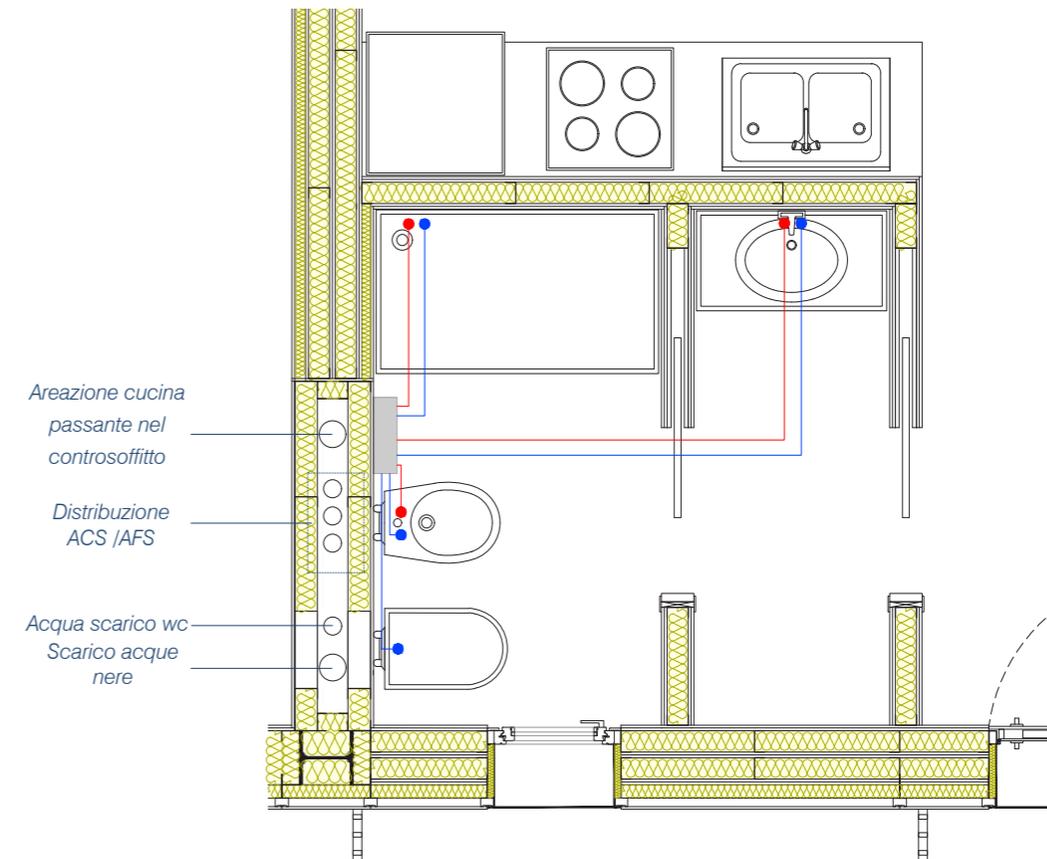


Fig.2 Dettaglio costruttivo della parete con l'intercapedine per gli impianti

Schema impianto ACS

Totale fabbisogno giornaliero: 3,84 m³/gg

Totale fabbisogno annuo: 62889,5 kWh

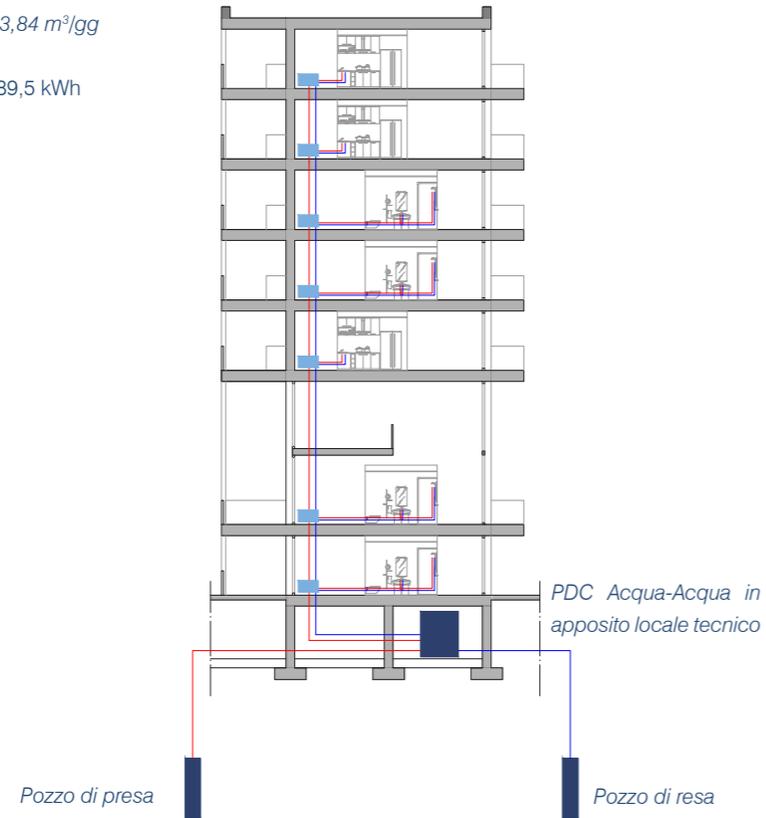


Fig.3 Schema di distribuzione dell'ACS.

CALCOLO ACS (a*s+b)*10-3

TIPO A				per app.		tot. tipo	
m ²	fattore a	fattore b	n° flat	V m ³ /g		V m ³ /g	
60	1,067	36,67	8	0,10069		0,80552	
40	2,667	-43,33	1	0,06335		0,06335	
TIPO B				per app.		tot. tipo	
m ²	fattore a	fattore b	n° flat	V m ³ /g		V m ³ /g	
40	2,667	-43,33	1	0,06335		0,06335	
60	1,067	36,67	2	0,10069		0,20138	
80	1,067	36,67	2	0,12203		0,24406	
100	1,067	36,67	2	0,14337		0,28674	
TIPO A				per app.		tot. tipo	
m ²	fattore a	fattore b	n° flat	V m ³ /g		V m ³ /g	
60	1,067	36,67	8	0,10069		0,80552	
40	2,667	-43,33	1	0,06335		0,06335	
TIPO B				per app.		tot. tipo	
m ²	fattore a	fattore b	n° flat	V m ³ /g		V m ³ /g	
40	2,667	-43,33	1	0,06335		0,06335	
60	1,067	36,67	2	0,10069		0,20138	
80	1,067	36,67	2	0,12203		0,24406	
100	1,067	36,67	2	0,14337		0,28674	
TIPO C				per app.		tot. tipo	
m ²	fattore a	fattore b	n° flat	V m ³ /g		V m ³ /g	
20	0	50	6	0,05		0,3	
CASA BOTTEGA				per app.		tot. tipo	
m ²	fattore a	fattore b	n° flat	V m ³ /g		V m ³ /g	
120	1,067	36,67	6	0,03667		0,22002	

3,85 m³/g

Fig.4 Tabella di calcolo per il fabbisogno di ACS dell'intero edificio

Sup. utile Su(m ²)	Su <= 35	35 < Su <= 50	50 < Su <= 200
Parametro a litri/(m ² *giorno)	0	2,657	1,067
Parametro b litri/giorno	50	-43,33	36,67

5.3.3 Sistema Impiantistico: Elettrico e Fotovoltaico

Tra i sistemi impiantistici studiati, particolare attenzione è stata rivolta alla definizione dei possibili carichi elettrici previsti dalle residenze. Sono stati selezionati i principali apparecchi elettrici con la relativa potenza ed è stato ipotizzato, cercando di essere il più veritieri possibile, il tempo di funzionamento previsto per ogni apparecchio quantificato in ore al giorno. L'esempio riportato fa riferimento ad un appartamento tipo di circa 75 m², previsto di una zona giorno con cucina, due bagni e due camere.

I valori risultati dalla moltiplicazione fra potenza e tempo di funzionamento per ogni singolo apparecchio sono stati sommati per ottenere il fabbisogno in Wh/giorno. Effettuando una seconda operazione è stato possibile verificare il fabbisogno invece annuale, pari a 2175,400 kWh/anno. Grazie al supporto dell'impianto fotovoltaico, parte dell'energia elettrica necessaria viene quindi ridotta, perché compensata dall'energia ottenuta dalle risorse rinnovabili.

APPARECCHIO	POTENZA (W)	TEMPO DI FUNZIONAMENTO (h/gg)	
Frigorifero	100	8	800
Fornelli ad induzione		2	
Congelatore	300	8	2400
Forno elettrico	1500	0,5	750
Lavastoviglie	440	1,5	660
Lavatrice	600	0,5	300
Televisore	100	3,5	350
Computer	150	2	300
Illuminazione	50	8	400

5960 Wh/gg

2175,400 kWh/anno

Fig.5 Tabella di calcolo dei carichi elettrici di un appartamento tipo

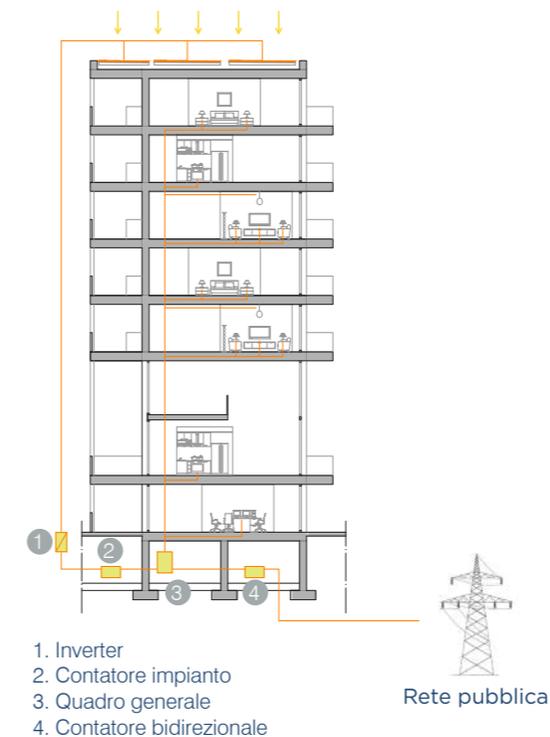


Fig.6 Schema sistema elettrico

In parallelo a tutte queste operazioni che andavano a lavorare sulla composizione interna dell'edificio si è studiata una soluzione per il posizionamento del sistema fotovoltaico. Per prima cosa si è definita la loro posizione sul volume più alto, così da non aver problemi di ombre portate e sfruttare l'irraggiamento solare.

La prima opzione ad essere scartata per non essere affine alla tipicità delle architetture portoghesi era quella di un'integrazione del sistema fotovoltaico in una copertura con il tetto a falda.

Per questo si sono studiate diverse composizioni e inclinazioni per il posizionamento dei pannelli sulla copertura piana. In tutti i casi è stato utilizzato il pannello Maxeon con una potenza di picco di 440 Wp e per il calcolo della produzione annuale ci si è avvalsi del software PVgis.

La prima opzione è stata quella di disporre i pannelli con un angolo di 2° per permettere lo scolo delle acque, e per coprire la superficie maggiore a disposizione. Si riescono così ad inserire 108 pannelli e raggiungere una produzione di 65570,77 kWh/anno.

PRIMA IPOTESI

Potenza pannelli: 440 Wp
Angolo: 2°

Pannelli installati: 108
Potenza installata: cv kWp

Produzione: 65770,77 kWh/anno

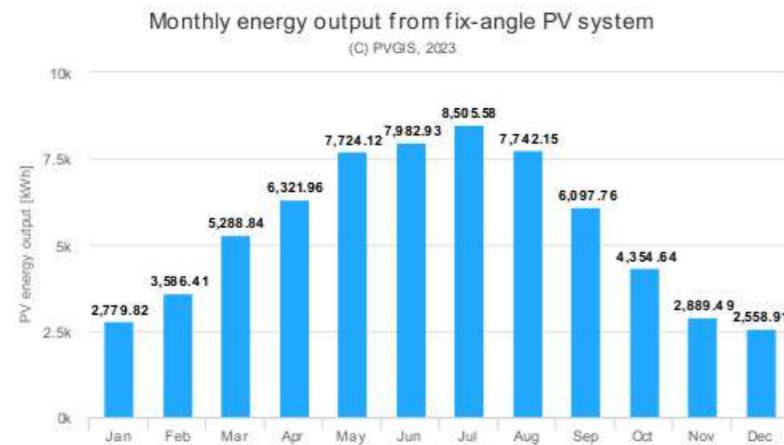
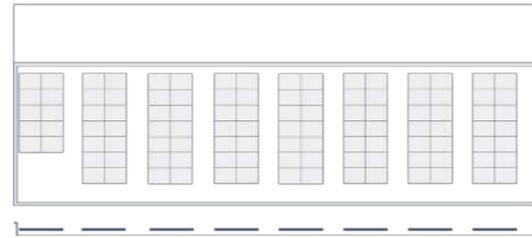
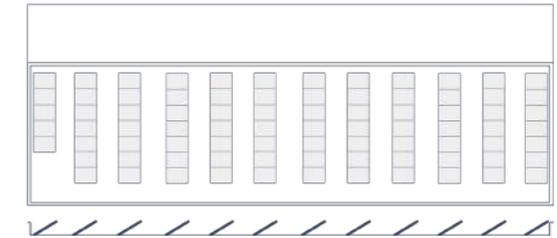


Fig.7 Tabella con la simulazione di produzione annuale ottenuta tramite il software Pvgis

La seconda ipotesi è stata quella di inserire i pannelli con un angolo di 30°, che data la posizione dell'area di progetto, risultava essere quella performante. In questo caso i pannelli installati erano un numero inferiore rispetto alla soluzione precedente in quanto le file dovevano essere distanziate per non farsi ombra tra di loro.



SECONDA IPOTESI

Potenza pannelli: 440 Wp
Angolo: 30°

Pannelli installati: 82
Potenza installata: 36,08 kWp

Produzione: 5652,2 kWh/anno

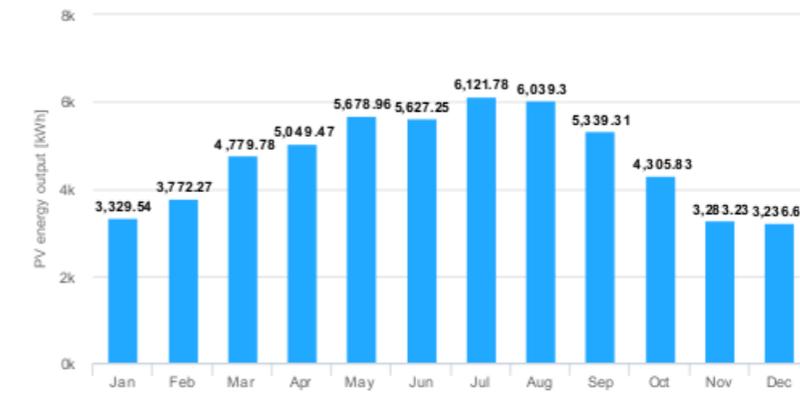


Fig.8 Tabella con la simulazione di produzione annuale ottenuta tramite il software Pvgis

TERZA IPOTESI

Potenza pannelli: 440 Wp
 Pannelli installati a 30°: 48
 Pannelli installati a 2°: 42
 Potenza installata: 39,6 kWp
 Produzione: 58667,2 kWh/anno

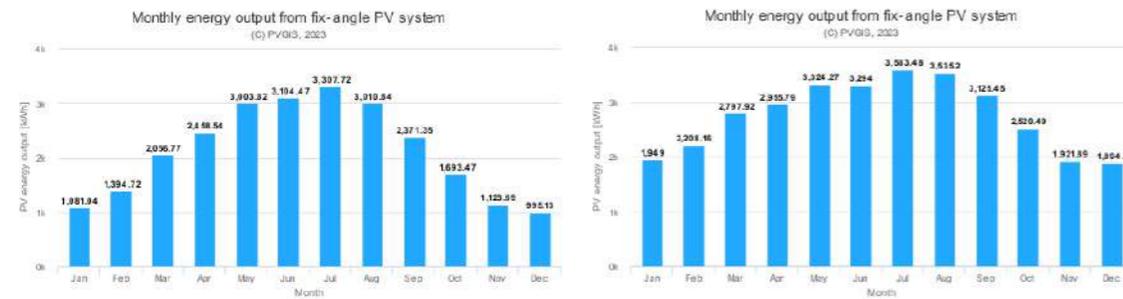
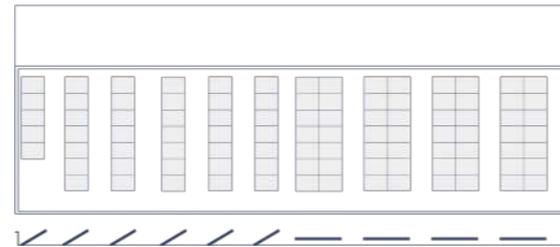


Fig.9 Tabella con la simulazione di produzione annuale ottenuta tramite il software Pvgis

La quarta ipotesi è stata quella di integrare nella disposizione dei pannelli il disegno del tetto verde presente nel volume più basso. Si è quindi scelto di riprodurre la stessa disposizione delle vasche verdi, presenti nella copertura dell'edificio più basso, ma inserendo i pannelli fotovoltaici. In questo caso il numero di pannelli inseriti è pari a 88, con un'inclinazione di 2° per permettere lo scolo delle acque. La volontà di riprodurre il medesimo disegno dell'altra copertura mostra l'intenzione di considerare, nonostante i volumi siano separati da un vuoto centrale, il costruito come un sistema che lavora in simbiosi. Riprendendone quindi il disegno, anche in una visione dell'alto, i volumi sono subito riconducibili ad un complesso unito.

QUARTA IPOTESI

Potenza pannelli: 440 Wp
 Angolo: 2°
 Pannelli installati: 88
 Potenza installata: 38,72 kWp
 Produzione: 53647 kWh/anno

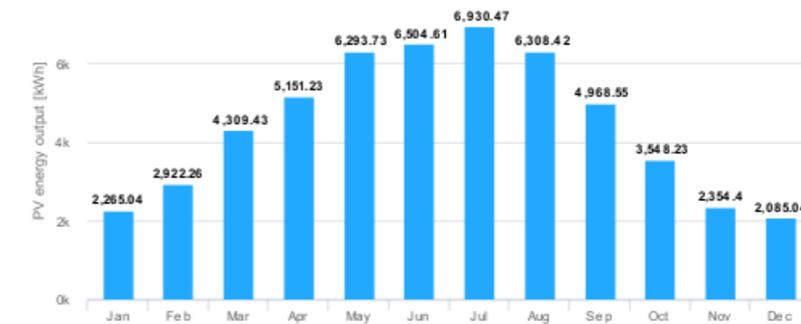


Fig.10 Tabella con la simulazione di produzione annuale ottenuta tramite il software Pvgis

A supporto della produzione di energia prodotta dal fotovoltaico installato sulla copertura è stata inserita, nella pensilina del ballatoio all'ultimo piano in ambo i volumi, una copertura fatta con pannelli fotovoltaici trasparenti, che lasciassero passare la luce. Sulle pensiline dei due edifici, vengono installati 114 pannelli con un'inclinazione di

2°, per poter garantire lo scolo delle acque piovane. I pannelli con una potenza di 160 Wp, garantiscono una potenza installata di 16 kWp, producendo 24841,55 kWh/anno. In totale i diversi impianti fotovoltaici permettono di produrre 78488,46 kWh/anno.

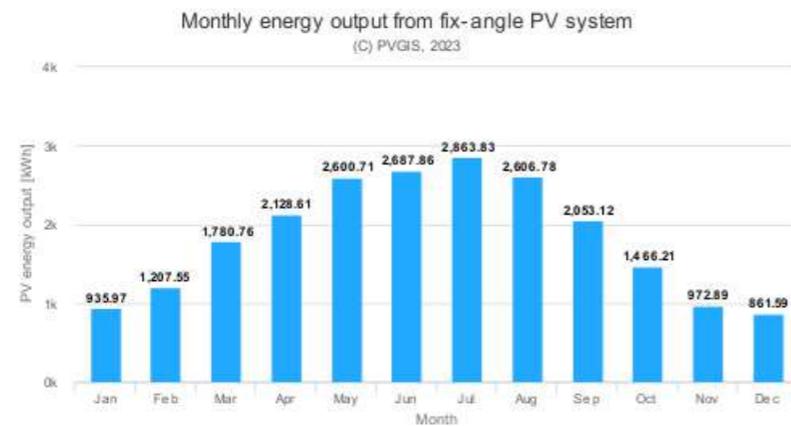


Fig.11 Tabella con la simulazione di produzione annuale ottenuta tramite il software Pvgis

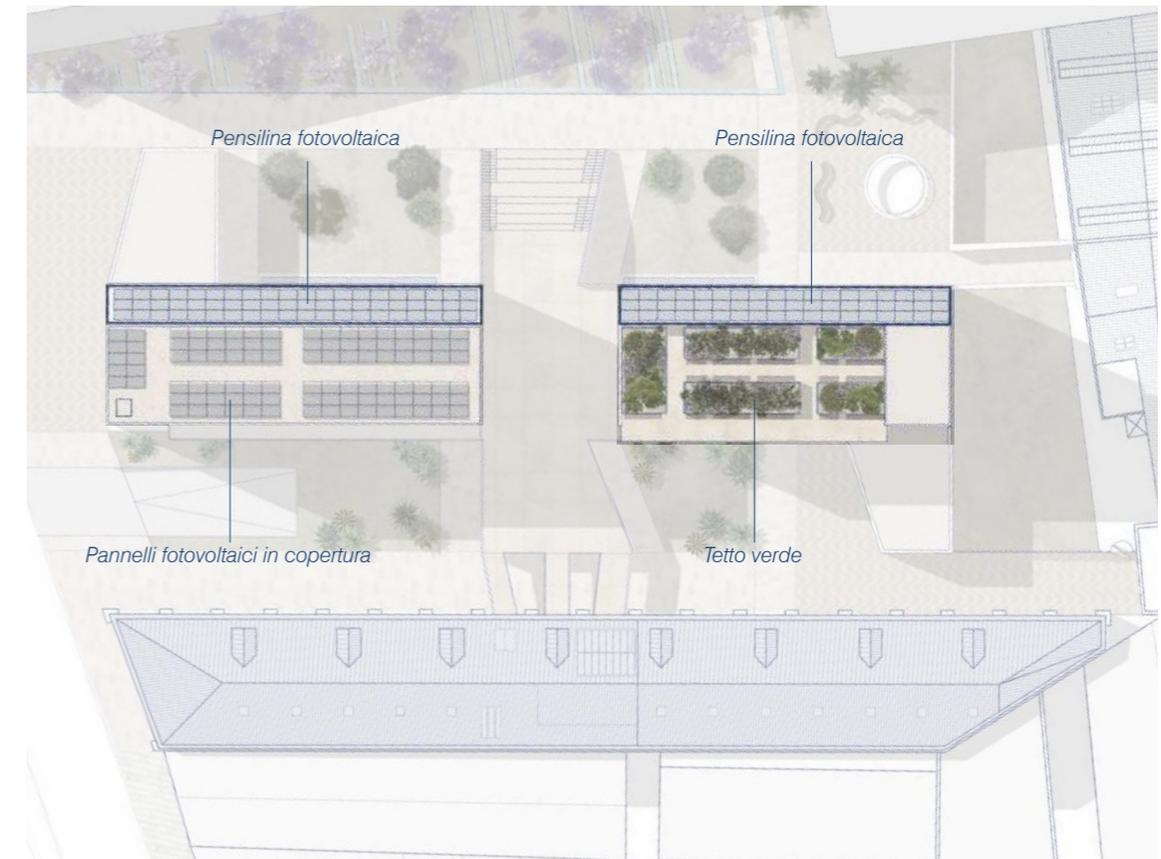


Fig.12 Pianta della copertura. Nell'edificio a nord si vede la pensilina e il tetto verde, mentre nell'edificio a sud la pensilina e i pannelli in copertura.

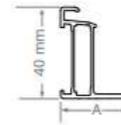
MAXEON 6 440W

Ogni pannello può funzionare in modo indipendente per ridurre l'impatto dell'ombra e migliorare le prestazioni del sistema.

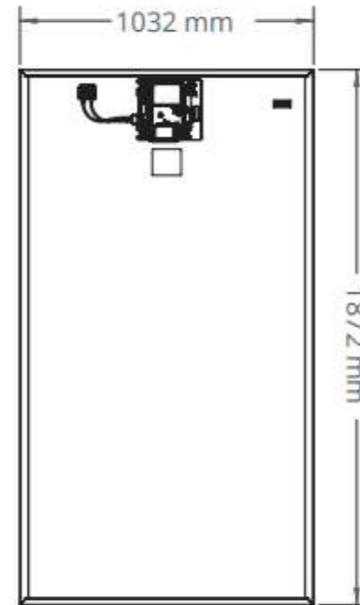
Potenza nominale 440W
Efficienza modulo 22,8%
Coeff.temp.(potenza) -0,29%
Peso 21 kg



FRAME PROFILE



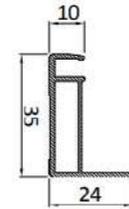
(A) Long Side: 32 mm
Short Side: 24 mm



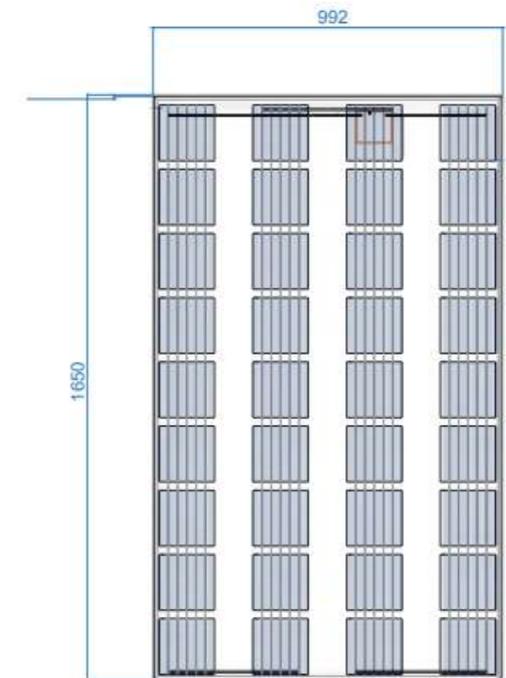
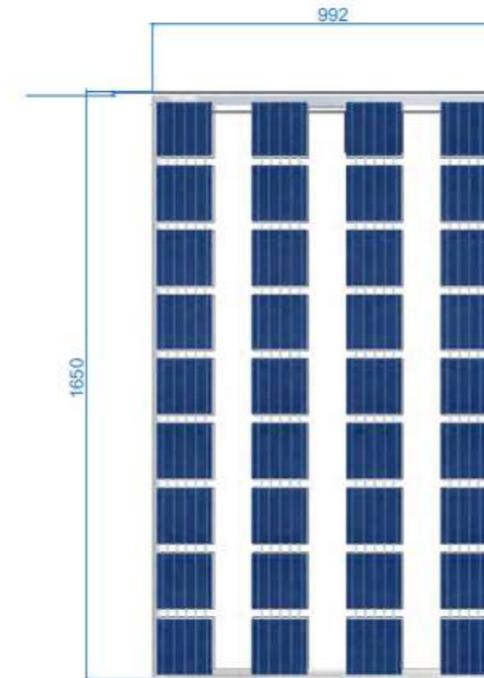
VE136PVT160W

Modulo 36 celle policristallino trasparente

Potenza nominale 160W
Efficienza modulo 9,76%
Coeff.temp.(potenza) -0,37%
Peso 21 kg
Trasparenza 44 %



SEZIONE PROFILO

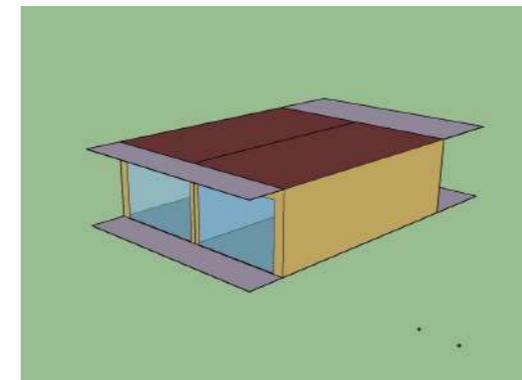
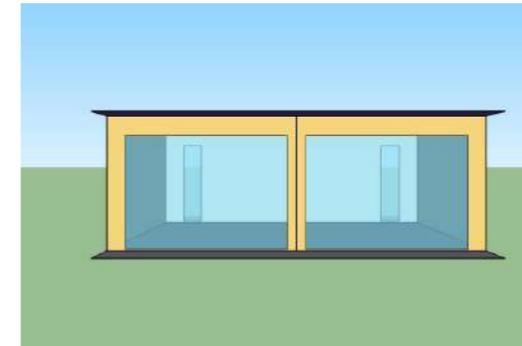


5.4. Sistema energetico

In seguito alla scelta delle stratigrafie e alla verifica dei sistemi impiantistici, è stato possibile realizzare una simulazione ipotetica del fabbisogno energetico di un appartamento di riferimento in termini di riscaldamento e raffrescamento. Più in dettaglio, tale studio è avvenuto mediante il supporto del software BestEnergy, il quale fornisce un'interfaccia basata su SketchUp che esegue la simulazione dinamica dell'energia dell'edificio. In questo modo, la nitidezza e l'affidabilità di un motore di simulazione all'avanguardia sono abbinati all'intuitività della modellazione di SketchUp.

Il vantaggio principale che questo strumento energetico offre è quindi una simulazione dinamica dell'energia degli edifici che: considera l'effettiva risposta termica dell'edificio e permette di calcolare la quantità di calore trasmesso durante il giorno, ovvero il flussotermico.

Dal punto di vista della modellazione, gli utenti possono costruire un modello energetico utilizzando gli strumenti di disegno di SketchUp e le interfacce dedicate, in modo piuttosto semplice ed immediato. Inoltre, sono stati sviluppati alcuni comandi più rapidi che permettono di generare geometrie, inserendo fin da subito le dimensioni di progetto e automatizzare il processo di modellazione. Tale strumento risulta essere fortemente necessario dal momento che è in grado di valutare: le richieste di energia per il riscaldamento, il raffreddamento del modello realizzato e la loro interazione, consentendo all'utente di verificare il comportamento energetico complessivo e compiere delle eventuali riflessioni, revisione di alcune scelte; gli effetti dei dispositivi di ombreggiamento mobili, quindi schermature; i livelli di comfort termico in riferimento alle scelte tecnologiche compiute, da quelle più



Elaborato grafico personale

tradizionali a quelle più innovative. Queste sono solo alcune delle funzionalità che il programma offre, ma sono illustrate coloro che sono state quelle utilizzate nel progetto CARE.

Nello specifico, il caso studio scelto per compiere quest'analisi è la medesima tipologia abitativa utilizzata per raccontare i gradi di flessibilità, in modo tale da avere una continuità di studio su uno stesso caso.

È necessario citare alcuni parametri che sono stati inseriti durante la simulazione, perché determinano i risultati ottenuti.

Per quanto riguarda le superficie opache disperdenti i dati di simulazione sono:

Chiusura verticale esterna:

1. Rivestimento Fibrocemento - 11mm
2. Intercapedine d'aria - 38mm
3. Isolantelisolante Canapa Biofib - 60mm
4. Doppia lastra Gyproc Habito forte - 25mm
5. Isolante Canapa Biofib - 100mm
6. Struttura metallica Gyproc Gyprofile
7. Doppia lastra Gyproc Habito forte - 25mm
8. Isolante Canapa Biofib - 100mm
9. Doppia lastra Gyproc Habito forte - 25mm

$$U=0.143 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$Ms=82 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Attenuazione (fd)}=0.110$$

$$\text{Sfasamento}=12.16 \text{ h}$$

$$\text{Trasmittanza termica periodica}=$$

$$0.016 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Solaio interpiano:

1. Lastra ActivAir - 12,5mm
2. Lamiera autoportante - 120mm
3. Lastra Aquapanel - 12,5mm
4. Lastra Aquapanel - 12,5mm
5. Massetto in sugherolite - 100mm
6. Lastra Aquapanel - 12,5mm
7. Lastra Aquapanel - 12,5mm
8. Pannelli radianti - 30mm
9. Finitura in gres - 15mm

$$U=0.252 \text{ W/m}^2\text{K}$$

$$Ms=1021 \text{ kg/m}^2$$

$$\text{Attenuazione (fd)}=0.088$$

$$\text{Sfasamento}=11.56 \text{ h}$$

$$\text{Trasmittanza termica periodica}=$$

$$0.022 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Per quanto riguarda le superfici trasparenti si è tenuto conto di alcuni fattori ovvero:

Trasmittanza termica media:

$$1.5 \text{ W/m}^2\text{K}$$

Fattore solare:

$$0.35$$

Trasmittanza radiazione visibile:

$$0.55$$

Una volta completato il passaggio di inserimento dei dati e delle stratigrafie, sono stati definiti i profili di utilizzo, ovvero:

Tasso di occupazione delle persone:

0.04 people/m² (3 persone per tale appartamento)

Carico termico delle apparecchiature elettriche: 4 W/m²

Portata del flusso d'aria di ventilazione: 0.5 vol/h

Riscaldamento a zone con temperatura costante: 20° e UR 50%

Raffrescamento a zone con temperatura costante: 26° e UR 50%

Per la simulazione è stato utilizzato il file climatico della città di Lisbona.¹

Nella scelta del generatore, sono stati considerati i valori di COP e EER della pompa di calore acqua-acqua di Aermec N.161, in seguito al calcolo

1. Fonte: Weather Data -EnergyPlus

Fig.1 Valori di COP e EER per la simulazione

Fig.2 Modello PDC scelta

Fonte: Scheda tecnica PDC Aermec 161

Questo prevede sia necessario installare n.2 Pompa di calore acqua-acqua modello WRL 180-650 N. 180.

WRL - °	
Taglia	180
Prestazioni in raffreddamento 12 °C / 7 °C (1)	
Potenza frigorifera	kW 49,7
Potenza assorbita	kW 10,8
Corrente assorbita totale a freddo	A 20,0
EER	W/W 4,59
Portata acqua sorgente	l/h 10336
Perdita di carico lato sorgente	kPa 27
Portata acqua utenza	l/h 8549
Perdita di carico lato utenza	kPa 27
Prestazioni in riscaldamento 40 °C / 45 °C (2)	
Potenza termica	kW 55,8
Potenza assorbita	kW 13,2
Corrente assorbita totale a caldo	A 24,0
COP	W/W 4,24
Portata acqua sorgente	l/h 12542
Perdita di carico lato sorgente	kPa 58
Portata acqua utenza	l/h 9685
Perdita di carico lato utenza	kPa 24
(1) Dati 14511:2022; Acqua lato utenza 12 °C / 7 °C; Acqua lato sorgente 30 °C / 35 °C	
(2) Dati 14511:2022; Acqua lato utenza 40 °C / 45 °C; Acqua lato sorgente 10 °C / 7 °C	

Pompa di calore condensata ad acqua reversibile lato acqua

Potenza frigorifera 49 + 174 kW
Potenza termica 55 + 192 kW



della potenza complessiva da soddisfare per l'edificio. Verranno per tale motivo, installate due pompe di calore del modello precedentemente indicato.

Le tabelle allegate mostrano i risultati ottenuti dalla simulazione, che ha tenuto conto anche della presenza dei sistemi schermanti a pannello disposti su entrambi i fronti dell'edificio. La scelta del generatore è quindi risultata dai valori della potenza termica e frigorifera al m², moltiplicata per i m² dell'intero edificio, mentre la domanda di energia elettrica richiesta è data dai fabbisogni di riscaldamento, raffrescamento, acqua calda sanitaria, carichi elettrici. In conclusione, il supporto dell'energia elettrica da fonti rinnovabili, ha permesso una riduzione della domanda di energia elettrica.

PER APPARTAMENTO TIPO - 76m2

Riscaldamento	91 kWh
Raffrescamento	217 kWh
Acqua calda sanitaria	2070 kWh
Carichi elettrici	2175 kWh

Domanda totale di energia elettrica	4553 kWh
--	----------

Energia elettrica da fonti rinnovabili	1792 kWh
--	----------

Domanda totale netta di energia elettrica	2761 kWh
--	----------

PER EDIFICIO - 3798m2

Considerando che per piano ci sono 6.5 appartamenti come quello tipo e il numero di piani previsti è 7.5 (essendo solo metà l'ultimo piano), i calcoli prevedono:

Riscaldamento	4436 kWh
Raffrescamento	10578 kWh
Acqua calda sanitaria	62889,5 kWh

Domanda totale netta di energia elettrica	134598 kWh
--	------------

PER APPARTAMENTO TIPO - 76m2

Potenza termica sensibile di picco	1.08 kW
Potenza frigorifera sensibile di picco	1.09 kW
Potenza frigorifera latente di picco	0.93 kW

PER EDIFICIO - 3798m2

Considerando che per piano ci sono 6.5 appartamenti come quello tipo e il numero di piani previsti è 7.5 (essendo solo metà l'ultimo piano), i calcoli prevedono:

Potenza termica sensibile di picco	53 kW
Potenza frigorifera sensibile+latente di picco	98 kW

Processo di calcolo:

$(1.08 + 1.09 + 0.93) \text{ kW} : 76 \text{ m}^2 = 0.04 \text{ kW/m}^2$ (potenza al m²)
 $0.04 \text{ kW/m}^2 \times 3798 \text{ m}^2 = 151,92 \text{ kW}$

Potenza totale	152 kW
-----------------------	--------

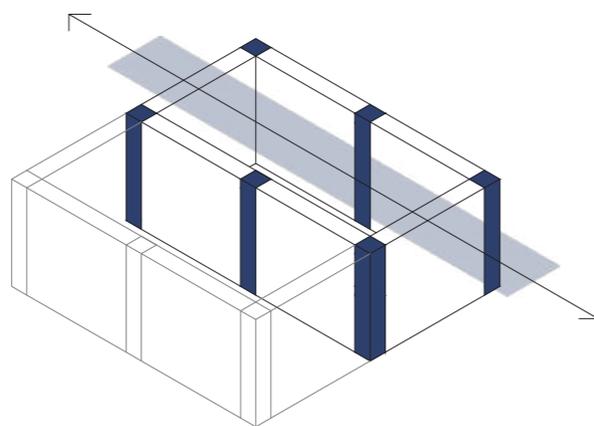
Elaborato grafico personale

Durante la progettazione, si è quindi tenuto conto anche del dispendio di energia elettrica necessaria per l'edificio. Motivo per cui sono state affrontate alcune riflessioni e prese determinate scelte progettuali che potessero lavorare in supporto al fabbisogno energetico.

Uno dei principali temi da risolvere, infatti, era garantire all'edificio un determinato raffrescamento nel periodo estivo, dal momento che il clima a Lisbona presenta temperature parecchio elevate in estate e miti nei restanti mesi dell'anno. Si è deciso di lavorare non solo scegliendo un adeguato sistema di schermature che potesse soddisfare un totale oscuramento ed un sistema impiantistico a pannelli radianti che presupponga anche il raffrescamento, ma proponendo ulteriori scelte progettuali.

Orientare l'edificio est-ovest, ponendo il fronte maggiormente trasparente a est, presuppone che il fabbisogno di riscaldamento solare risulti inferiore in

confronto a porre quel fronte ad ovest. Il prospetto con ballatoio, meno vetrato, si sviluppa ad ovest, dove le temperature sono più alte. Inoltre, per ogni tipologia abitativa è stato garantito il doppio affaccio, che consente una continua ventilazione generando correnti d'aria che danno frescura e qualità all'ambiente.



Schema ventilazione tramite doppio affaccio
Elaborato grafico personale

La riflessione su alcune scelte tecnologiche, come l'aumento degli spessori di isolante, è mirata a cercare di ottenere una qualità termica e acustica maggiore rispetto ad altre tecnologie costruttive, essendo sempre consapevoli che, soprattutto nel periodo estivo, non è assicurato tale miglioramento.

Inoltre, il supporto dell'impianto fotovoltaico, lo studio della più performante disposizione dei pannelli che consente di avere una maggior produzione elettrica da fonte rinnovabile, aiuta a compensare la necessità energetica dell'edificio. Chiaramente, da un punto di vista economico, queste scelte presuppongono una maggior spesa iniziale, di conseguenza ad una maggior durabilità nel tempo.

A fronte di tutte le analisi sviluppate con il lavoro di tesi è stato possibile sperimentare e analizzare il significato di progettare sostenibile.

Partendo dalla convinzione che non ci possa essere un progetto senza lo studio, l'analisi e la comprensione del contesto. Il contesto non è solamente un luogo in cui calar dall'alto il progetto ma un elemento fondante, in grado di fornir soluzione alle possibili problematiche che si possono riscontrare. Inoltre, il contesto fornisce continui spunti sia dal punto di vista materico, ad esempio la calcada poruguesa, sia dal punto di vista delle essenze, come ad esempio la Jacaranda.

Progettare in diretto contatto con il contesto vuol dire quindi, essere in grado di recuperare e salvaguardare gli antichi saperi, i materiali tradizionali, le tecniche costruttive, la biodiversità e a seguire, che altrimenti andrebbero perduti.

Proseguendo nelle fasi progettuali, fin da subito è stato importante considerare le diverse parti dell'edificio insieme e non come elementi separati dello stesso edificio. Ancora una volta è importante sottolineare come il progettare sostenibile, non sia solamente sinonimo di edifici con basse emissioni e con una grande quantità di verde su di essi,

ma sia un tema complesso in cui entrano in gioco diverse tematiche da affrontare con un approccio olistico.

Ad esempio, considerare fin da subito l'elemento dei cavedi e la successiva disposizione degli impianti è stata fondamentale per definire la disposizione interna e poter lavorare sui temi di flessibilità e adattabilità.

Anche il tema della modularità è stato di fondamentale importanza. Si può pensare che modularità non sia un carattere fondante della flessibilità e che restituisca elementi statici e poco movimentabili. Con il progetto CARE è stato visto come lavorando con la modularità, la flessibilità non sia solamente garantita ma anzi se ne è potuto garantire anche diversi livelli. Si è potuto vedere come, l'organizzazione di tutto l'edificio secondo moduli, a partire dalla struttura portante, possa garantire diversi gradi di flessibilità che vanno da interventi meno invasivi, come il cambio della disposizione interna, fino a interventi che modificano alcune porzioni di facciata.

La modularità è diventata quindi una caratteristica in grado di far fronte ai temi di adattabilità, flessibilità e sostenibilità. Prova ne è stata la composizione della facciata con moduli, che potessero far fronte a tutti gli obiettivi di progetto sopra citati, e che allo

stesso tempo hanno sottolineato come proprio attraverso la loro struttura modulare potessero garantire un risparmio di materie prime, energia e una diminuzione delle emissioni, nel caso futuro di cambio destinazione. Fondamentale risulta quindi essere il concetto di pensare all'edificio come un oggetto non finito, qualcosa in continuo mutamento, che possa essere aperto a diversi possibili scenari e mutforme in base alle esigenze dei suoi possibili utenti.

Per portare avanti tutte queste riflessioni, il supporto dei software come OneClick e Best Energy, hanno fatto sì che durante tutto il processo di progettazione si potesse avere un riscontro immediato sulle soluzioni ipotizzate.

Così facendo il processo di progettazione, si è articolato continuamente, mettendo in discussione le scelte ipotizzate e sperimentando sempre nuove possibili soluzioni. Un'altra parola chiave del progettare sostenibile è quindi quella di consapevolezza, dove in alcuni casi per perseguire gli obiettivi di progetto è stata portata avanti una scelta che da un punto di vista di impatti ambientali risultava maggiormente impattante ma più affine ai criteri considerati di maggior importanza in quell'ambito.

Esempio ne è lo studio dell'elemento

schermante dove, la soluzione ipotizzata e che risultava meno impattante è stata messa in discussione a fronte di una soluzione leggermente più impattante ma che durasse di più nel tempo. L'ipotesi iniziale di utilizzare delle schermature in tessuto è stata poi messa in discussione una volta svolta la simulazione per valutarne LCA. Attraverso i risultati ottenuti si è visto come il tessuto risultava essere la soluzione con il minor impatto, ma che durante il ciclo di vita di 50 anni richiedeva una sostituzione ogni 15 anni. Così facendo, rispetto ad una schermatura in alluminio, produceva una quantità maggiore di rifiuti e spreco di risorse.

Le scelte tecnologiche costruttive valutate con il LCA sono state valutate da un punto di vista energetico, con l'utilizzo del software BestEnergy. Sottolineando come la scelta dei materiali era verificabile sia attraverso le simulazioni degli impatti del ciclo di vita, sia nelle loro capacità termiche, costituendo così un edificio a bassi impatti, emissioni e con un'alta efficienza energetica.

Ad oggi non è possibile non pensare alla progettazione come qualcosa di ancora legato alla matericità tradizione e con poca attenzione a temi di importanza globale. Con il progetto CARE si è voluto sperimentare, come

detto in precedenza, il concetto di progettare sostenibile, toccando con mano la complessità del tema. Si è cercato di dimostrare come un progetto, per quanto più possibile sostenibile, possa rimandare ad un'estetica tradizionale ma con un sistema totalmente innovativo.

L'obiettivo principale è quello di progettare un'architettura per le persone e l'ambiente, il più possibile onesta e rispettosa di essi. Il progetto CARE ha cercato di sperimentare nuove forme dell'abitare, che fossero sì spinte verso temi innovativi, ma che allo stesso tempo rispettassero il concetto di privacy e interiorità del tema della casa. In parallelo, il rapporto uomo e natura si è sviluppato, riportando all'attenzione il vivere consapevoli del luogo in cui si è, dell'essere ospiti, e che nel tempo ci sarà la necessità dell'uomo e delle rispettive architetture, di dover adattarsi e imparare a vivere con un sempre più maggior numero di eventi climatici estremi.

CARE, Costruire l'Abitare Reversibile, vuole riprendere al concetto di cura, in inglese *care*. Il suo significato si distingue dal concetto di attenzione, per la sua dimensione temporale. L'attenzione è istantanea, mero interessamento, la cura no. Fare attenzione a qualcosa e prendersi cura di essa sono atti sentimentamente diversi. La cura segue un

processo, è capace di snodarsi tra passato, presente e futuro, segue un'evoluzione. Avere cura significa avere a che fare, partecipare ed essere parte dei fatti. La cura permette un senso condiviso, non si esprime con un'azione, ma con un modo di essere coinvolti da qualcosa,

La nostra CARE cerca quindi, di rimandare ad un interessamento attento e sollecito alle tematiche attuali; ad un riguardo e attenzione per l'uomo e l'ambiente; un rimedio che inviti ad un nuovo modo di vedere le cose; ed una preoccupazione sul mondo in cui vivremo se non saremo in grado di cambiare. Il tutto guardando al progetto come qualcosa di curato, attento al dettaglio, empatico, ma aperto sempre alla possibilità di una mancanza, di incompiuto, di indeciso, lasciando così la possibilità nel tempo di modificarsi.

Bibliografia

Sitografia

Bibliografia capitolo 1: Riflessioni ed analisi fondative

AAV, *World Population Prospects, The 2017 Revision*, Department of Economic and Social Affairs Population Division, United Nation, New York, 2017

AAV. *Settlements and Key Infrastructure*. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 907–1040

Ara Begum, R., R. Lempert, E. Ali, T.A. Benjaminsen, T. Bernauer, W. Cramer, X. Cui, K. Mach, G. Nagy, N.C. Stenseth, R. Sukumar, and P. Wester, *2022: Point of Departure and Key Concepts*. In: *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [H.-O. Pörtner, D.C. Roberts, M. Tignor, E.S. Poloczanska, K. Mintenbeck, A. Alegría, M. Craig, S. Langsdorf, S. Löschke, V. Möller, A. Okem, B. Rama (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA, pp. 121–196,

Alberti M., *Measuring Urban Sustainability*, in “Environmental Impact Assessment Review Special Issue”, vol.16, n4-6, July-Nov 1996, pp.381-424

Codispoti O., *Forma urbana e sostenibilità: l'esperienza degli ecoquartieri europei*, LISt Lab, Trento, 2018

Engelman R., *Oltre la sostenibilit ,   ancora possibile la sostenibilit ?* Worldwatch Institute, State of the World 2013. Edizioni Ambiente, Milano 2013, p.37

Galante A., Dall'  G., *Abitare sostenibile. una rivoluzione nel nostro modo di vivere*, Il Mulino, Bologna, 2010

Ganapini W., *Da rifiuti a risorse: verso la sfida dell'economia circolare*, “Micron”, n.28, 2014, pp. 14-23

Howard E., *Garden Cities of Tomorrow*, Swan Sonnenschein & Co., Londra, 1902, pp 20-57

Magnaghi A., *Il progetto locale: coscienza di luogo e autosostenibilit *, in “Il Progetto Sostenibile”, n.29, 2011, pp. 12-21.

O Tokede O., Rodgers G., Waschl B., Salter J., Ashraf M., *Harmonising life cycle sustainability thinking in material substitution for buildings*, in “Resources, Conservation and Recycling,” Volume 185, 2022

Perriccioli M., *Recycling Social Housing*, Clean, Napoli, 2015

Sartoretti I, *L'ecoquartiere nella citt  durevole*, “Micron”, n.28, 2014, pp. 26-32

Tabb P.J. , Deviren A.S. , *The Greening of Architecture. A critic History and Survey of Contemporary Sustainable Architecture and Urban Design*, Ashgate, Farnham 2013, p.13

Tosi A., *Abitanti: le nuove strategie dell'azione abitativa*, Il Mulino, Bologna, 1994
arquitecturaviva.com

Sitografia capitolo 1: Riflessioni ed analisi fondative

Arquitectura Viva - www.arquitecturaviva.com

Dreierfrenzel Architecture+Comunication - www.dreierfrenzel.com

Archidiap - www.archidiap.com

EPR Architects - www.epr.co.uk

KCAP - www.kcap.eu

Documentation suisse du Batiment - www.batidoc.ch

World Economic Forum - www.weforum.org

World Green Building Council - www.worldgbc.org

Letchworth Garden City Heritage Foundation - www.letchworth.com

Hannah Ritchie, Pablo Rosado and Max Roser (2022) - "Natural Disasters". Published online at OurWorldInData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/natural-disasters' [Online Resource] ourworldindata.org/natural-disasters

Space&Matter - www.spaceandmatter.nl

IPCC Sixth Assessment Report - www.ipcc.ch

Circular Economy - www.legacy.circularity-gap.world

Bibliografia capitolo 2: Lisbona: la città cosmopolita.

AAV. Alvaro Siza, *L'opera prima*, Casabella 896, Mondadori, Aprile 2019

Aravena A., *Elemental*, Phaidon, Londra, 2018

Buck P., *Lisbona*, Bruno Mondadori, Milano, 2003

Cosmi F., *Lisboa, l'Oceano del cambiamento urbano nella città più ospitale d'Europa*, in *Futuribili – Rivista di studi sul futuro e di previsione sociale* vol. XXII, n. 1, 2017

Pezzini, *Riabilitazione Urbana a Lisbona: il caso del quartiere "Mouraria"*, tesi di Laurea Magistrale, Politesi, 2010

Portas N., Mendes M., *Portogallo: architettura degli ultimi vent'anni*, Electa, Milano, 1991

Reggiani E., *Tracce dell'antico, segni del nuovo. Interventi contemporanei sul patrimonio preesistente a Lisbona dalla ricostruzione del Chiado ad oggi*, EdA, 2015

Rossa W., *Il piano per Lisbona dopo il terremoto del 1755*,

Sabo R., Falcato J.N., *Azulejos in Portogallo: piastrelle decorative e architettura*, Silvana, Cinisello Balsamo, 1998

Szanizslo G., *L'identità plurare, caratteri dell'architettura portoghese*, Guida, Napoli, 2002

Tavora F., *Fernando Tavora: Opera Completa*, Electa, Milano, 2005

Tavora F., *Dell'Organizzazione dello spazio*, Nottetempo, Milano, 2021

Sitografia capitolo 2: Lisbona: la città cosmopolita.

Alberto Campo Baeza - www.campobaeza.com

Sito Istituzionale Città di Lisbona - www.lisboa.pt

Interni Magazine Online - www.internimagazine.it

ArchDaily - www.archdaily.com

Arquitectura Viva - www.arquitecturaviva.com

Archidiap - www.archidiap.com

Divisare - www.divisare.it

Climate Date - www.it.climate-data.org

Bibliografia capitolo 4: Flessibilità dell'abitare

Pepe G., *L'alloggio flessibile: metodi, tecniche ed esemplificazioni di trasformabilità e adattabilità interna*, G. Luculano, Pavia, 1990

Pepe G., *Elasticità e tipologia dell'alloggio*, G. Luculano, Pavia, 1989

Sartoretti I, *La flessibilità come risposta all'abitare*, "Micron", n.30, 2014, pp. 44-47

Tosi A., *Abitanti: le nuove strategie dell'azione abitativa*, Il Mulino, Bologna, 1994

Ferri G., *Realizzare housing sociale: promemoria per chi progetta*, Bruno Mondadori, Milano, 2015

Delera A., *Ri-pensare l'abitare: Politiche, progetti e tecnologie verso l'housing sociale*, HOEPLI, Milano, 2013

Bosio E., Sirtori W., *ABITARE: il progetto della residenza sociale tra tradizione e innovazione*, Maggioli Editore, Santarcangelo di Romagna, 2010

Sitografia capitolo 4: Flessibilità dell'abitare

Domus - www.domusweb.it

ArchDaily - www.archdaily.com

Atlas of Interior - www.atlasofinteriors.polimi.it

Mitp-Arch Presse - www.mitp-arch.mitpress.mit.edu

Ahh - H.Hertzberg studio - www.ahh.nl

Archivio tesi PoliTo - www.webthesis.biblio.polito.it

Archivio tesi PoliMi - www.webthesis.biblio.polimi.it

Bibliografia capitolo 5: Life Cycle Design e Energia

Lavagna M., *Life Cycle Assessment in edilizia. Progettare e costruire in una prospettiva di sostenibilità ambientale*, Hoepli, Milano, 2008

Yeng K, *Ecodesign. A manual for Ecological Design*, Wiley Academy, Regno Unito, 2006

Monticelli C., *Life Cycle Design in Architettura – Progetto e Valutazione di Impatto Ambientale dalla Materia all'Edificio*, Maggioli Editore, Segrate (MI), 2013

Norma UNI TS 11300-2:2014

Manuale BestEnergy

Sitografia capitolo 5: Life Cycle Design e Energia

Weather Data, EnergyPlus - www.energyplus.net/weather

PVGIS- WWW.re.jrc.ec.europa.eu/pvg_tools/en/

OneClickLCA - www.oneclicklca.com