

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI
BOLOGNA CAMPUS DI CESENA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE A CICLO UNICO IN
ARCHITETTURA

ECO|CASE

Efficient **C**onstruction **O**ptions for
Creating **A**ffordable housing **S**olutions preventing **E**nergy poverty

Tesi in
ARCHITETTURA SOSTENIBILE

Relatore
Prof. Jacopo Gaspari

Presentata da
Alice Magnani
Alice Sabattini

Correlatori
Prof. Ernesto Antonini
Prof. Kristian Fabbri

Anno Accademico
2019/2020

INDICE

ABSTRACT **pag. 7**

1. LA CASA DEL DOMANI **pag.11**

1.1	Introduzione	13
1.2	Dal Social Housing all’Affordable House	15
1.2.1	Le politiche dell’Housing Sociale in Italia	17
1.2.2	L’housing sociale a Bologna	19

2. IL CONTESTO **pag.23**

2.1	Introduzione al quartiere Bolognina	25
2.2	Verso il futuro: il nuovo comparto	29
2.2.1	Mobilità	32
2.2.2	Rapporto Verde/Costruito	34
2.2.3	Popolazione	36

3. AREA DI PROGETTO **pag.39**

3.1	Introduzione	41
3.2	Analisi climatica	43
3.3	Analisi microclimatica	45

4. ECO|CASE **pag.49**

4.1	Concept	51
4.2	Strategie progettuali	53
4.3	Simulazioni microclimatiche	58
4.4	Assetto funzionale	62
4.5	Configurazione strutturale	65
4.5.1	Il sistema costruttivo X-LAM	66
4.6	Spazi e distribuzione	70
4.6.1	I servizi	71
4.6.2	Vivi, lavora e incontra	74
4.6.3	L’alloggio di primo accesso	75
4.6.4	L’alloggio temporaneo	81
4.7	Un nuovo spazio verde dinamico	89
4.8	Soluzioni costruttive	96

4.9	Il ruolo del progetto nel contenimento della Povertà Energetica	101
4.9.1	Il ruolo dell'abitazione	103
4.9.2	Risposte progettuali	104
4.9.3	I materiali isolanti	105
4.9.4	I rivestimenti	108
4.9.5	La valutazione dei costi di riscaldamento/raffrescamento	109
4.9.6	I risultati	110
	 Bibliografia	 118

ABSTRACT

ECO|CASE propone la riqualificazione di un lotto ad angolo nel quartiere Bolognina, a Nord Est della città di Bologna. L'area di progetto è situata in prossimità dell'insediamento storico e corrisponde a un nodo di cerniera tra il tessuto consolidato del quartiere e la prospiciente nuova area di espansione.

La sfida del progetto è reinterpretare il modello insediativo originario in chiave contemporanea, connettendo le due aree attraverso un complesso volumetrico capace di accogliere un Mix funzionale che combini un'innovativa offerta abitativa e alcuni servizi complementari, attualmente non presenti nel quartiere.

Il modello abitativo proposto cerca di rispondere alle trasformazioni economiche e sociali contemporanee, immaginando alcuni profili di utilizzo che si discostano dai modelli di utenza consolidati.

In particolare, l'offerta è rivolta alle generazioni più giovani in uscita dai nuclei familiari di provenienza e a profili dinamici e transitori legati alle condizioni del nuovo mercato del lavoro.

Abitazione di primo accesso: prima soluzione abitativa a cui un individuo può far fronte in modo autonomo.

Alloggio temporaneo: soluzione capace di soddisfare i bisogni dell'individuo in movimento (studente e/o lavoratore).

Questi modelli si riferiscono a una permanenza più o meno limitata, connotata da flessibilità e dinamicità in un arco temporale che non supera i cinque anni.

Inoltre, considerando i profili di reddito associati all'utenza, tendenzialmente medio-bassi, la tesi mira a verificare come le prestazioni termofisiche dell'involucro edilizio possano influenzare il rischio che le nuove abitazioni siano causa di *povertà energetica*.

Tramite l'analisi di diverse tipologie di involucro e rivestimento esterno, si è cercato di ridurre i costi dell'alloggio individuando una soluzione adeguata a utenti dal medesimo profilo di reddito.

LA CASA DEL DOMANI

1.1 Introduzione

La *questione abitativa* è ad oggi argomento di riflessione e la reinterpretazione del termine *abitare* ha visto un cambiamento radicale della domanda; privati e amministrazioni cercano di fornire nuove risposte al cambiamento sociale ed economico coinvolgendo fasce d'utenza più ampie e modificando le forme di accessibilità economica all'abitazione.

La situazione socio-economica ha causato un rapido passaggio dalla locazione permanente al carattere più transitorio dell'abitare, concependolo come uno spazio mutevole e flessibile.

Al cambiamento sociale corrisponde una variazione degli spazi, cosicché le funzioni specifiche e scandite dal tempo, divengono oggi luoghi a funzione indifferenziata. Questa concezione non permette di seguire modelli preimpostati ma dispone programmi dalle mutevoli sfumature, a seconda del luogo, dell'utente e della disponibilità economica.

L'attuale situazione mondiale di Emergenza Sanitaria ha influito su una nuova percezione dell'alloggio e su un nuovo modo di vivere. Non è più idoneo un modello statico dell'abitazione ma è diventata necessaria l'integrazione con lo spazio esterno (cortili, balconi) dove la socializzazione diventa un focus preponderante dando rilevanza agli spazi d'incontro.¹

Lo spazio compartimentato tradizionale (soggiorno, camera, bagno) dovrà tenere conto dello svago, del lavoro, dello sport dando origine ad ambienti flessibili e dinamici.²

Nasce il concetto di "locale polifunzionale" destinato ad ospitare più funzioni allo stesso tempo/luogo o durante l'arco temporale della giornata.

La *Casa del domani* dovrà tenere conto di diversi scenari:

Economico: accessibile alle fasce con minor reddito senza incorrere nella povertà energetica.

1 Zoom meeting INU (Istituto nazionale di urbanistica) Puglia – April 30th 2020

2 Fondazione e sviluppo sostenibile – Dossier pandemia e sfide del nostro tempo

Sociale: rispondere alle nuove esigenze spaziali sfruttando lo spazio “minimo” senza rinunciare al contatto con l’esterno.

Flessibilità: consentire molteplici usi e adattarsi all’utente.

Sostenibilità: utilizzare tecnologie sostenibili a partire dalla struttura unita alla progettazione di impianti altamente efficienti supportati da risorse rinnovabili.

Contesto: interconnessione con infrastrutture e servizi per favorire la possibilità di attività lavorative da remoto o in condizioni non necessariamente vincolate alla sede aziendale.

Questo modello abitativo trae alcuni spunti dal quello noto come *Mixed Use*³ diffuso a partire dagli anni ‘90 con lo scopo di integrare alloggi e servizi per rivitalizzare alcune aree urbane.

La questione dello sviluppo sostenibile viene associata al tentativo di ridurre il traffico viario della città mentre l’accentramento dei servizi e delle abitazioni contribuisce ad ottimizzarlo e contenerlo.⁴ Pertanto, l’uso misto è stato identificato come un mezzo per creare una crescita urbana sostenibile, garantendo un maggiore sviluppo interno alle aree urbane e rafforzando i centri storici interessati dai cambiamenti economici.

3 Greene, J. C., Caracelli, V. J. & Graham, W. F. Toward a Conceptual Framework for Mixed-Method Evaluation Designs. *Educ. Eval. Policy Anal.* (1989)

4 Barlow, J. *Mixed use development, practice and potential.* (2006).

1.2 Dal Social Housing all’Affordable House

La capacità economica per accedere al mercato immobiliare costituisce uno dei più rilevanti temi della società contemporanea in relazione all’evoluzione delle dinamiche del lavoro e delle condizioni economiche generali del paese.

I quartieri ad alta densità abitativa, realizzati prevalentemente negli anni ‘70 per rispondere alla domanda di utenti con reddito basso, non hanno portato ad una risposta concreta sulla questione abitativa⁵. Parallelamente sempre più nuclei famigliari non riescono ad accedere al mercato immobiliare. Una risposta diffusa negli ultimi decenni è stata la residenza condivisa o *Housing*, che rappresenta una particolare tipologia di aggregazione in gruppi di residenza privata, accomunati dalla condivisione di alcuni servizi⁶.

Nello specifico, la definizione di Social Housing fa riferimento alle “*soluzioni abitative per nuclei famigliari i cui bisogni non possono essere soddisfatti dalle condizioni di mercato e per le quali esistono regole di assegnazione pubblica*”⁷.

La Commissione Europea nel 2010 ha integrato questa definizione aggiungendo: “[...] *sviluppo, locazione o vendita e manutenzione di abitazioni a prezzo accessibile, assegnazione e gestione [...] in programmi di risistemazione di gruppi o gestione del debito di famiglia a basso reddito*”.

L’Housing sociale è tornato ad essere una tematica importante a livello Regionale quando furono pubblicati i primi Report sul disagio abitativo e sulle condizioni degli alloggi nelle città. A partire dal 2010, la provincia di Bologna e diversi enti hanno collaborato al fine di individuare l’incidenza degli sfratti e la crescente richiesta di abitazioni a prezzo calmierato. Le Istituzioni hanno prodotto una riflessione che tenta di riassumere il problema:

“un disagio legato non solo alla povertà, ma esito di una mancata visione del futuro, scarsa mobilità sociale e territoriale generata da un sistema che non ha saputo affiancare ad una sempre più forte flessibilità nel lavoro e nel reddito, condizioni altrettanto flessibili per l’accesso al credito, all’a-

5 Re_Cycling Social Housing. Ricerche per la rigenerazione sostenibile dell’edilizia residenziale sociale” I Parte, pag. 30

6 Report monografico Social Housing, Cassa depositi e prestiti, 2014, pag.25

7 CECHO-DAS-European federation of public, cooperative and social housing

bitazione, alla mobilità, incrementando il divario tra opportunità e bisogni [...] Dall'altro lato un mercato abitativo che ha prodotto volumi e tipologie di offerte non in linea con la domanda corrente. Un mercato oggi in difficoltà ulteriormente compresso dai meccanismi di rendita e speculazione fondiaria⁸".

Il Social Housing è dunque inteso come un insieme di abitazioni destinate ad affitti calmierati per categorie sociali intermedie quali giovani coppie a basso reddito, famiglie mono-genitore, anziani, studenti, impiegati fuori sede, immigrati.

La sfida progettuale ha un duplice obiettivo: aumentare la coesione sociale tra gli utenti e migliorare la qualità del prodotto contenendo la spesa; non ci si dovrà limitare ad offrire un alloggio a costi contenuti ma si dovranno integrare i servizi alla persona (materiali e immateriali) che sostanzino il binomio *housing e sociale*.

Tra questi servizi rientrano quelli "necessari" come pulizie, manutenzioni, assistenza agli anziani, servizi domestici, e quelli "aggiuntivi" come asili, palestra ecc. acquisibili con convenzioni *outsourcing* che garantiscano risparmi su spese condominiali, consumi energetici, manutenzione di spazi comuni⁹.

La definizione di *prezzo accessibile* è materia complessa e ad oggi è argomento di analisi e dibattiti da parte degli esperti, tuttavia un punto comune è incentrato sull'idea che le famiglie "*non dovrebbero pagare più del 30% del loro reddito per abitazioni, comprese le utenze*"¹⁰. Le difficoltà economiche incrementano pendolarismi e situazioni abitative precarie e temporanee, ed inoltre queste fasce sono "costrette" a spostarsi in periferia, dove la qualità dell'alloggio e i costi abitativi sono inferiori. Inversamente i consumi per la gestione dell'abitazione saranno superiori alla media e a questi si uniscono gli alti costi dei trasporti per raggiungere i luoghi e i servizi della città.

8 Social Housing Bologna, report comunale, 2012

9 Re_Cycling Social Housing. Ricerche per la rigenerazione sostenibile dell'edilizia residenziale sociale" I Parte, pag. 8

10 W. O'Dell Et, Debolezze nelle attuali misure del fabbisogno abitativo" Edilizia abitativa e società. Vol31, n 1, pp. 29-40, 2004.

1.2.1 Le politiche dell'Housing Sociale in Italia

Il tema dell'alloggio popolare attraversa determinati periodi storici che ne caratterizzano la risposta legislativa italiana e ne definiscono le politiche per l'Edilizia Residenziale Pubblica; è la partecipazione del soggetto pubblico che rende possibile lo sviluppo di un alloggio accessibile per la popolazione svantaggiata.

Gli anni compresi tra il 1800 e il 1900 vedono emergere il fenomeno dell'inurbamento, con l'esodo dalle periferie verso la città e un conseguente peggioramento delle condizioni abitative urbane, dando origine a quartieri operai caratterizzati da scarsa igiene e problemi legati all'inquinamento e al traffico.

Questi fattori negativi portano, nel 1903, all'emanazione della Legge 251 (Legge Luzzatti) con lo scopo di agevolare un'edilizia popolare incentivata dalla pubblica amministrazione.

In questo clima nascono gli IACP (Istituto Autonomo Case Popolari) con lo scopo di utilizzare finanziamenti pubblici per la costruzione di abitazioni a prezzo calmierato dedicate a cittadini dal basso reddito familiare.

Nel 1938 viene concessa una maggiore operatività, ai comuni e agli enti, nell'acquisizione di risorse da destinare all'edilizia residenziale per i soggetti meno agiati¹¹. In questo frangente si instaurano i rapporti tra Enti e Istituti di credito poiché spesso i fondi nascevano da donazioni o erano insufficientemente predisposti dallo Stato.

Nell'immediato Dopoguerra, l'intervento dello Stato diventa essenziale per la Ricostruzione della Nazione e si costituiscono i primi progetti INA-casa mediante il piano Fanfani (1949) e la GESCAL¹² che prevede un ampliamento dell'offerta residenziale.

Nel 1962 viene emanata la Legge che introduce i Piani di Zona, piani urbanistici attuativi di iniziativa pubblica per insediamenti di edilizia economica popolare (PEEP). Questi strumenti rendono possibile il sequestro di aree edificabili per la realizzazione di interventi popolari.

¹¹ Testo Unico delle disposizioni sull'Edilizia popolare ed economica.

¹² Programma per la costruzione di alloggi per lavoratori

Dagli anni '70 si sviluppano di due politiche: l'intervento diretto da parte dello Stato e l'inizio della decentralizzazione a vantaggio delle regioni.

Nel 1971 viene istituita l'edilizia residenziale pubblica ERP come parte integrante del sistema di Welfare Nazionale¹³.

Qualche anno dopo, viene istituito il Piano decennale per l'edilizia residenziale, introducendo un comitato che assegna alle regioni nuove risorse economiche aumentando così la programmazione d'interventi. Il nuovo pensiero di recuperare e riqualificare l'esistente ha portato tra il 1992 e il 1993 a nuovi Programmi di Recupero con l'obiettivo di incentivare la Rigenerazione del tessuto urbano esistente. Inizia il percorso di abbandono dell'intervento diretto statale che in questo periodo cede il proprio patrimonio immobiliare puntando al reinvestimento dei ricavi delle vendite nella riqualificazione urbana.

Nel 1998 questi strumenti vengono affiancati al tema della sostenibilità ambientale. La Legge 21 del 2001 ha introdotto un programma denominato "Contratti di quartiere" finalizzato ad incrementare le dotazioni dei quartieri ERP, favorendo l'integrazione sociale e l'adeguamento dell'offerta abitativa.

La definizione di alloggio sociale cambia nel Decreto del 2008 che lo definisce: *"una unità immobiliare residenziale in locazione permanente che svolge funzioni di interesse generale nella salvaguardia di ridurre il disagio abitativo di individui e nuclei che non sono in grado di accedere alla locazione di alloggi nel libero mercato."*¹⁴ A concludere questi interventi il D.P.C.M. del 2009 (PIANO CASA) definisce: *"un programma in ambito urbano finalizzato a incrementare la disponibilità di alloggi da offrire in locazione a canone sostenibile e migliorarne l'equipaggiamento infrastrutturale"*.

Questo decreto introduce i bandi di gara regionali, la definizione di zona grigia¹⁵ dei nuclei famigliari, la possibilità di interventi di natura privata e una nuova spinta all'ecosostenibilità. I nuovi alloggi dovranno raggiungere determinate prestazioni energetiche sia nella loro realizzazione che nel recupero dell'esistente.

¹³ Sistema sociale per garantire la fruizione di servizi sociali indispensabili
Dizionario italiano Sabatini Coletti

¹⁴ Decreto Ministero Infrastrutture 22.02.2008

¹⁵ Condizioni economiche sufficienti a rappresentare condizioni economiche di disagio del nucleo famigliare.

1.2.2 L'Housing sociale a Bologna

La nascita dell'IACP a Bologna, dal 1908, inaugura un programma di interventi finanziati dalle istituzioni locali e dal Comune. Questo ente sancisce l'inizio della costruzione di alloggi popolari nella città, che avrebbero dovuto rispettare un modello standard rigido in tutto il quartiere, composto da:

- Altezza pari a 4-5 livelli abitativi
- Similarità senza specifiche destinazioni funzionali
- Servizi igienico-sanitari ridotti e standard minimi di illuminazione e ventilazione
- Superficie minima per spazi comuni
- Policromia fra edifici (giallo-rosso)

L'isolato nell'insieme era formato da casamenti, case a schiera e villini. Progettualmente i singoli edifici venivano posti sul perimetro esterno dell'isolato lasciando internamente un'area a corte di pertinenza.

La situazione peggiora nel periodo fascista: la crescita demografica e i fattori economici portano ad una maggiore richiesta di abitazioni e ad una densificazione del tessuto urbano, trasformando l'iniziale assetto in "casermoni" autosufficienti, che saturano e alzano le corti. I bombardamenti causati dalla Seconda Guerra Mondiale portarono ad un nuovo Piano Regolatore nel 1948. La Ricostruzione prevedeva un aumento della vegetazione negli edifici e la distinzione delle nuove edificazioni.

Negli anni '60 vengono adottati i PEEP ad integrazione dei piani regolatori stimolando la costruzione in modo riequilibrato all'interno della città, allo scopo di fermare la speculazione edilizia che caratterizzava queste aree di espansione.

In questo periodo, infatti, inizia la realizzazione di servizi, aree verdi e impianti sportivi/culturali per colmare le carenze dei comparti popolari.

L'interesse regionale in materia subentra a partire dal 2004 portando un nuovo faro sulla questione abitativa, demandando agli enti una catalogazione di interventi e necessità e quindi una nuova pianificazione territoriale.

L'interruzione delle politiche durante la crisi economica, a partire dal 2008, ha portato a nuove riflessioni e alla ricerca di nuovi strumenti per la risoluzione del problema. La sinergia pubblico-privato diventa essenziale alla costruzione di nuovi modelli abitativi convenzionati.

Tra inizio secolo e il 2010 infatti gli sfratti complessivi emessi nella provincia di Bologna sono più che raddoppiati. Quelli per morosità sono invece più che triplicati, a mostrare un fenomeno con una crescita inaspettata e ignorata nella vicenda attuale.

Le domande legittime presenti nelle liste per l'Edilizia Residenziale Pubblica dei comuni bolognesi sono quasi 15 000: si tratta cioè di quelle famiglie in attesa di un alloggio pubblico (a fronte di una capacità di aggiudicazione che annualmente non supera i 600 alloggi). A questa domanda di politiche per la casa si somma anche il disagio degli studenti fuori sede. Nel 2011 l'Ateneo di Bologna conta in complesso circa 80 000 iscritti. Il costo "per vivere" sostenuto in genere da uno studente universitario è pari a circa 1 000 euro al mese; il 50% della spesa mensile è destinata all'affitto dell'alloggio¹⁶ e da ciò emerge un'incidenza troppo alta delle spese.

La crisi economica odierna lascia facilmente comprendere che nei prossimi anni i fondi statali non saranno a disposizione nella stessa misura per combattere i nuovi problemi abitativi delle famiglie.

In parallelo viene quindi istituito il Fondo Emilia Romagna Social Housing, nel 2011, con durata di 25 anni come base di investimento immobiliare riservata ad investitori qualificati. Lo scopo principale è dare una risposta al disagio abitativo presente sul territorio, mediante l'incremento di alloggi sociali che riescano a soddisfare una sfera privata e condivisa¹⁷.

Il comune di Bologna offre ad oggi qualche esempio concreto:

"Le sette porte" - Comparto Mandria, Bologna: complesso residenziale posto nel centro storico, nel quartiere "Ex-ghetto". L'immobile è costituito da alloggi, posti auto in libero mercato e alcuni locali commerciali. Viene data priorità a: persone single di età non superiore a 35 anni, coppie, famiglie con

¹⁶ Bologna, C. metropolitana di. "Bologna Social Housing", la condizione abitativa nel territorio metropolitano.

¹⁷ InvestiRE SGR SpA. Fondo FERSH.

bambini minori (e nuclei monogenitoriali).¹⁸ L'affitto calmierato si attesta tra i 330-550 euro/mese in base alla locazione - monolocali o trilocali.

“Via del Porto 15” – Manifattura delle Arti, Bologna: ha l’obiettivo di sperimentare una nuova forma di abitare collaborativo rivolta a giovani al di sotto dei 35 anni. Gli immobili saranno dati in affitto con contratti a canone concordato. I servizi e gli spazi da condividere sono distribuiti ad ogni piano, realizzando uno o più spazi di soggiorno-pranzo, lavanderie con area stiro, spazi per il tempo libero (musica, lettura, laboratorio, palestra), spazi destinati all’ospitalità¹⁹.

Il Comune ha anche modificato recentemente il Regolamento Urbanistico della città introducendo un articolo riservato alla “vita collaborativa”: *una possibilità residenziale che permette di aumentare l’offerta sociale di alloggi, compiendo allo stesso tempo valore sociale, dinamiche di solidarietà e reti auto-organizzate*²⁰.

18 OPEN GROUP cooperativa sociale. Housing sociale ‘Le sette porte’. Bologna (2018).

19 PORTO 15. Bologna <https://urbanpromo.it/2015/progetti/progetto-cohousing-di-via-del-porto15/> (2016)

20 Department of Housing, C. of B. Bologna: providing social housing and fightin evictions through solidarity and cooperativism. Cities adequate Hous. (2019).

IL CONTESTO

2.1 Introduzione al quartiere Bolognina

Il principale evento storico che sancisce l'assetto urbano moderno della città riguarda la costruzione della Linea Ferroviaria nel 1859.

Nel 1889 viene redatto il nuovo PRG [Fig.1] che prevede due ambiti d'intervento:

- la città consolidata, all'interno della cinta muraria
- il territorio di ampliamento, esterno alle mura

Quest'ultimo veniva organizzato su una maglia rettangolare che ripercorreva i passi dell'urbanistica ottocentesca Europea²¹, estesa concentricamente fuori dalla linea delle mura storiche della città.

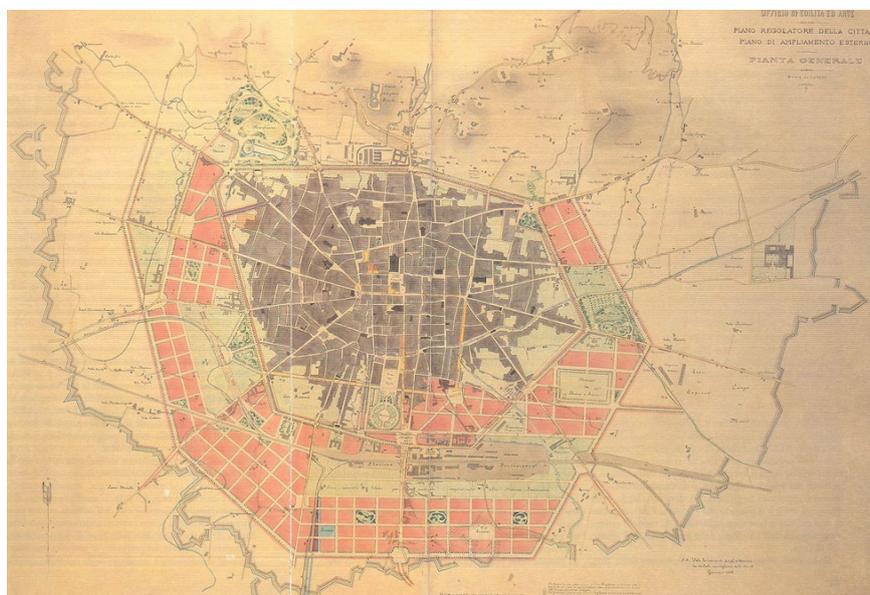


Figura 1 - Carta storica del 1889

Il quartiere Bolognina rientra a far parte della categoria in ampliamento ma inizia tardivamente la sua edificazione a partire dal 1908, connotandosi come quartiere operaio legato alle infrastrutture. Il piano era carente nell'organizzazione degli spazi pubblici e dei servizi relativi annessi, e portò alla edificazione di comparti a corte che, dal Dopoguerra, si sono saturati, mantenendo però un impianto regolare ben visibile.

21 Piano Haussmann (1853 – Parigi) e Piano Cerdà (1860 – Barcellona)



Figura 2 - Carta storica del 1941



Figura 3 - Carta storica del 1958

Ad oggi, permangono alcune caratteristiche dei piani popolari all'interno del quartiere come:

- un reddito inferiore al resto del Comune, dovuto alla forte presenza di pendolari e famiglie immigrate
- dipendenza dal centro storico e dalla rete di infrastrutture a livello di servizi
- alta densità edilizia e domanda di alloggi

Da inizio secolo, il quartiere si arricchisce della nuova sede amministrativa del Comune di Bologna e del nuovo accesso alla stazione ferroviaria dell'Alta velocità dando vita a un nuovo polo organizzativo.

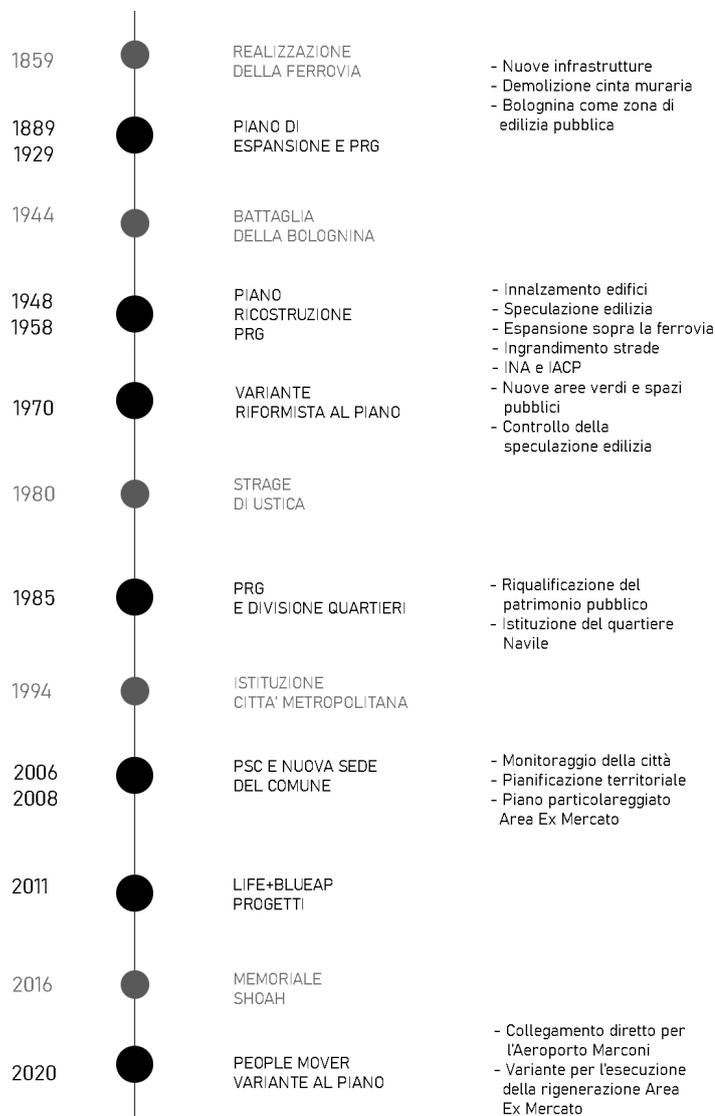


Figura 4 - Linea temporale

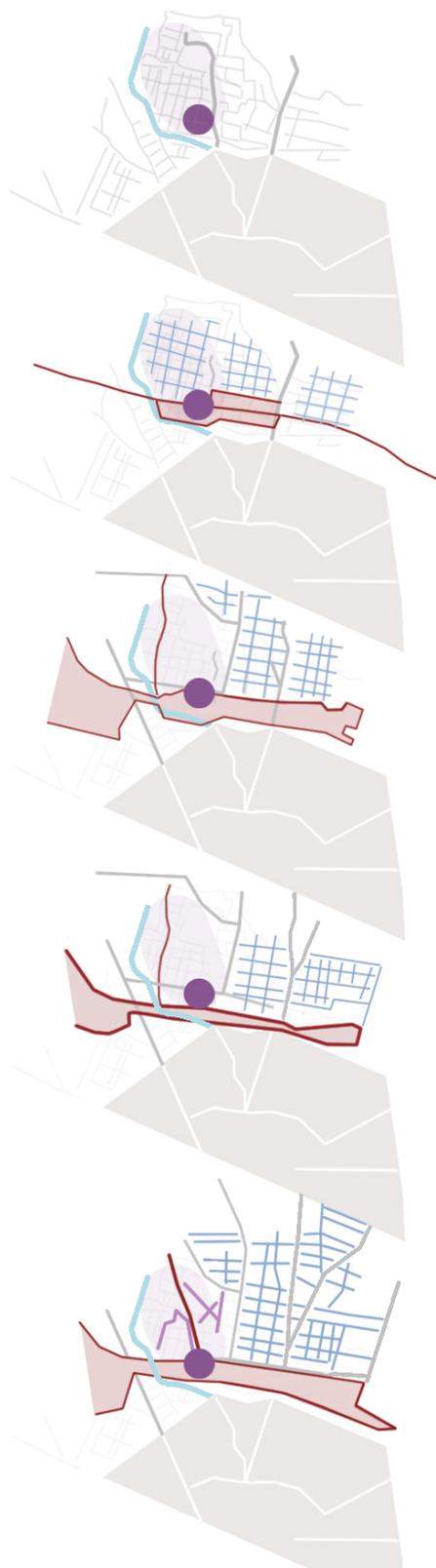
1851 La città è dentro le mura
Il quartiere è prevalentemente
agricolo.

1884 La **ferrovia**
e il nuovo piano regolatore
coinvolge le campagne fuori dalle
mura, che vengono demolite.
Viene pianificata una **espansione urbana**
su maglia rettangolare con pochi
spazi verdi.

1971 Le aree della **ferrovia**
vengono ridotte per la
realizzazione di un'area per il mercato.

1958 La **ferrovia**
viene ampliata e spezza il quartiere
per aumentare la sua portata.
Il **quartiere** consolida e recupera
il suo impianto a maglia rigida
durante la ricostruzione.

2002 Le aree del mercato
vengono entrano a far parte di un
percorso di rigenerazione
per poter dare al quartiere Bolognina
spazi pubblici e di raccolta,
spostando la **sede amministrativa**
del Comune e offrendo un **nuovo spazio**
per servizi.



2.2 Verso il futuro: il nuovo comparto



Figura 6 - Trasformazioni Ex Mercato Ortofrutticolo

L'area di espansione, come illustrato nella figura 6, prevede la trasformazione attualmente in corso dell'area Ex mercato ortofrutticolo per un'estensione di 284.900 m².

Il piano urbanistico in vigore prevede:

- residenza: 92.503 m² (circa 1200 alloggi di cui 300 da destinare ad abitazioni sociali)
- altri usi: 17.159 m² (uffici, commercio, altro)
- ostello: 2.000 m²

La convenzione urbanistica stipulata stabilisce che una quota pari al 20% della superficie utile residenziale di proprietà privata e pari al 50% di quella pubblica sia destinata a edilizia convenzionata, con priorità sulle aree comunali alla realizzazione di alloggi in affitto²².

22 <http://dru.iperbole.bologna.it/pianificazione-attuativa/comparto-r52-navile>

La riqualificazione del comparto è stata elaborata nell'ambito di un laboratorio di progettazione partecipata conclusosi nel 2007, con l'obiettivo di accrescere il quartiere in termini di qualità urbana e servizi. L'area "rigenerata" prevede, oltre alla realizzazione di alloggi, la progettazione di attrezzature ad uso pubblico e di vaste aree verdi che si integreranno con gli edifici residenziali in un sistema continuo di spazi aperti e fruibili, in continuità con il tessuto urbano del quartiere Bolognina. Le risorse messe a disposizione dal Comune di Bologna e da Acer (Azienda Casa Emilia-Romagna), consentiranno di realizzare nuovi alloggi di edilizia sociale e di recuperare la vecchia pensilina del mercato ortofrutticolo, trasformandola in una grande piazza coperta, cui sarà connesso un nuovo centro culturale con sala polivalente e palestra²³.

Sono numerosi i progetti di rilancio economico e culturale, anche in chiave di attrattività turistica, che riguardano l'area: il nuovo Student Hotel da 600 posti letto che nascerà dal recupero dell'ex edificio Telecom di via Fioravanti, il progetto di riqualificazione dello storico mercato di via Albani, le iniziative di valorizzazione commerciale nell'area di via Serra e dintorni. Il carattere del lotto d'intervento si modificherà anche a seguito del completamento della Stazione Centrale di Bologna: concorso vinto da Arata Isozaki. Il progetto rappresenterà una nuova centralità urbana e nuovi collegamenti uniranno parti di città finora separate dalla ferrovia. Gli edifici saranno rapportati all'altezza delle costruzioni circostanti con volumi che ospiteranno varie funzioni. Il blocco centrale di passaggio, *La Piastra*, prevede la realizzazione di corti interne vetrate che diffonderanno la luce all'interno e inferiormente, verso il piano dei binari. *Il Tubo* funzionerà da collegamento tra la Piastra e l'*Isola* attraverso pedane mobili che attraverseranno gli spazi commerciali. *L'Isola*, che si affaccerà sulla nuova sede comunale ad integrazione del People Mover, ospita la centrale termica che alimenta il progetto. Il bianco è il colore dominante: intonaco all'esterno, tetto coperto da ghiaia, resine bianche per gli interni. [Fig. 8]



Figura 7 - Planimetria Nuova Stazione centrale di Bologna
<https://isozaki.co.jp/>



Figura 8 - Fronte urbano
<https://isozaki.co.jp/>

2.2.1 Mobilità

Nello specifico l'area di intervento si trova all'interno della *Città della Ferrovia* [Fig.10], ovvero quella porzione di città in cui si verificheranno le trasformazioni più rilevanti, che ricomporranno gli insediamenti costruiti prima e dopo la rivoluzione industriale: la Bologna storica e il quartiere della Bolognina²⁴. Nonostante la cesura data dal tratto ferroviario, il lotto oggetto di studio risulta ben collegato al centro storico, raggiungibile sia a piedi che grazie ai mezzi pubblici, a oggi ampiamente organizzati. A partire dal 2014 sono iniziati i lavori per la realizzazione di una nuova arteria stradale denominata *Asse Nord-Sud* situata al di sotto dei binari della Stazione di Bologna Centrale. Il primo stralcio funzionale dell'Asse prevede la realizzazione di un collegamento con il piano *Kiss&Ride* che costituirà un ulteriore accesso alla Stazione stessa da via de' Carracci e da via Bovi Campeggi²⁵. Prospiciente all'area troviamo il *Marconi Express*, denominato People Mover, che riesce a collegare in meno di dieci minuti la stazione ferroviaria di Bologna all'Aeroporto.

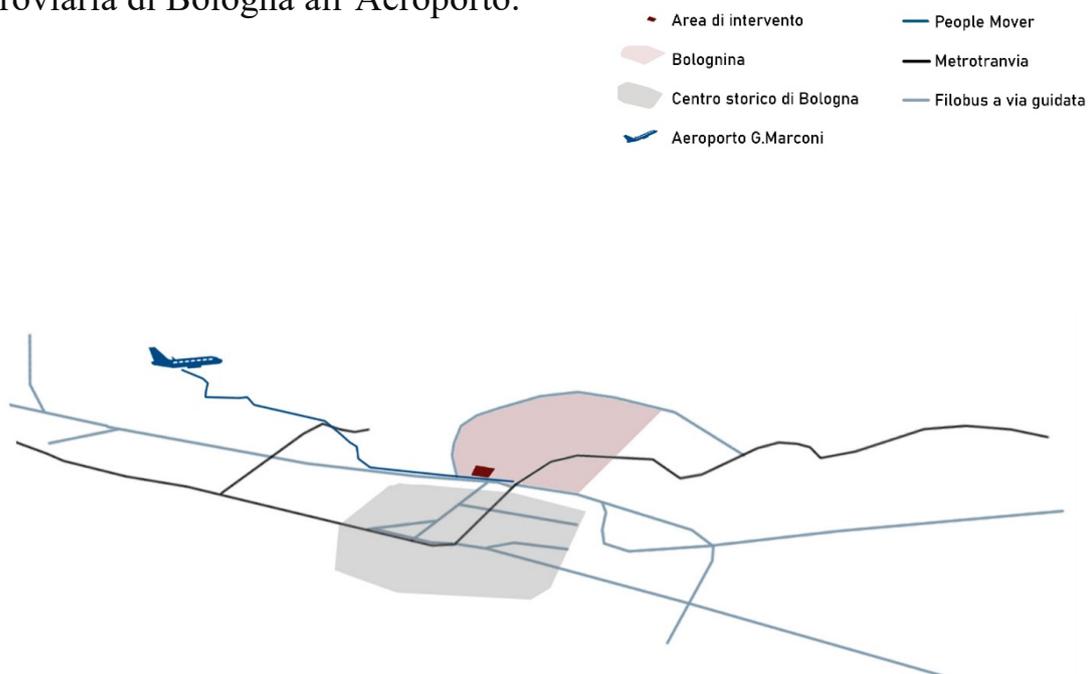


Figura 10 - Città della Ferrovia

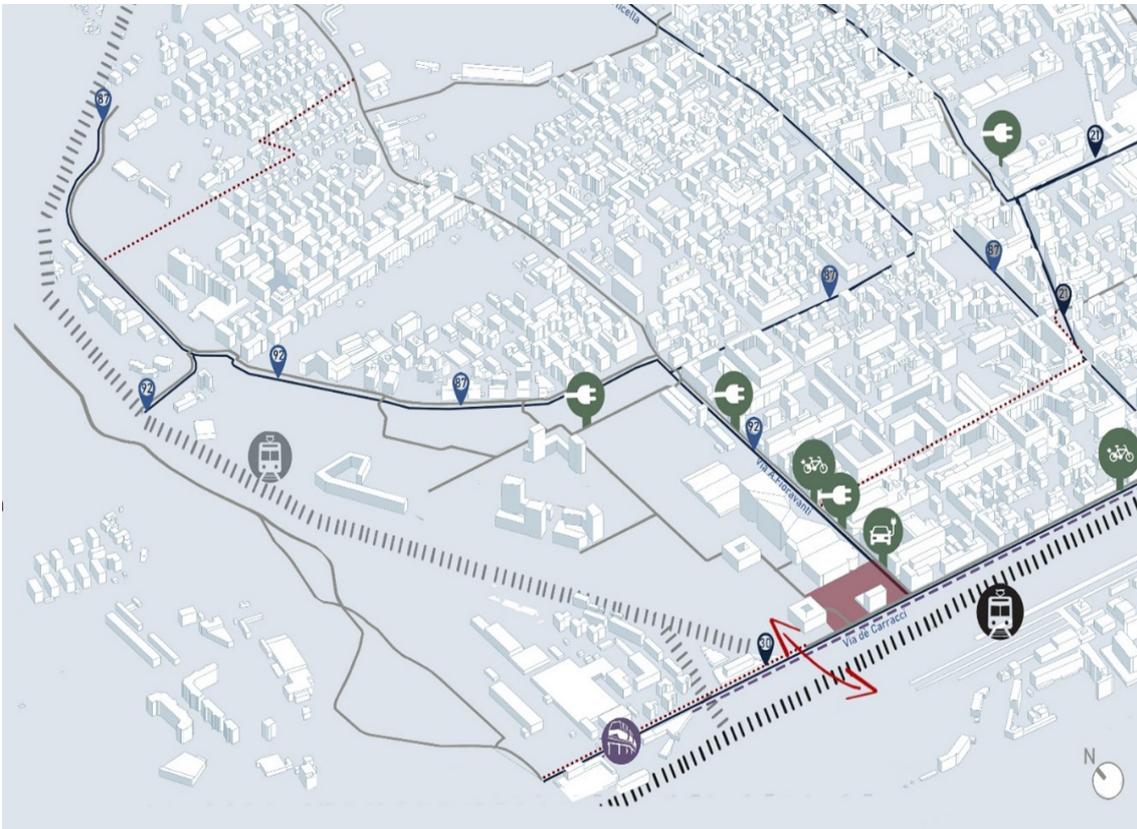


Figura 11 - Analisi della mobilità



Le nuove infrastrutture rappresentano un evidente vantaggio per i pendolari che abitano il quartiere, rendendolo un polo attrattivo interconnesso. La nuova dotazione di attrezzature, come le colonnine per la ricarica dei veicoli elettrici, le postazioni legate al bike sharing e al car sharing, consentono la riduzione dei mezzi propri di trasporto a favore di una mobilità più sostenibile. [Fig.11]

2.2.2 Rapporto Verde/Costruito



Figura 12 - Analisi del verde



Il quartiere, come si nota dalla figura presenta numerosi collegamenti e aree verdi, soprattutto nel nuovo comparto di espansione. Tuttavia, l'incompletezza del progetto unita all'assenza di ombreggiamento rappresenta una problematica evidente poiché alimenta l'isola di calore ²⁶, definita come un fenomeno microclimatico che consiste in un aumento della temperatura nell'ambito urbano rispetto alla periferia. A questa criticità si unisce la quasi completa saturazione delle corti del comparto storico limitrofo, che comporta un peggioramento delle condizioni di comfort interne al quartiere.

Le aree verdi dotate di alberature hanno una notevole rilevanza soprattutto legata al microclima del contesto. Una delle loro funzioni riguarda l'intercettazione dei raggi solari e la regolazione del processo di evapotraspirazione ovvero la trasformazione dell'acqua in vapore; conseguentemente comporta un abbassamento di temperatura mediante la sottrazione di energia termica.

Dal Dopoguerra ad oggi, sono stati osservati diversi eventi di emergenza idrica non convenzionali; le principali concause sono riscontrabili nell'impermeabilizzazione delle aree urbane, la mancata pianificazione del drenaggio, l'inquinamento etc. In generale, si è registrato un aumento delle precipitazioni ma soprattutto della loro intensità. Nello specifico, questo provoca un importante aumento del rischio idrogeologico del fiume Navile. L'intensificarsi di eventi estremi legati al microclima danneggiano l'area urbana sia nel periodo invernale che in quello estivo. Spesso le piene si alternano a periodi di siccità, dove le risorse non riescono ad essere convogliate o trattenute dal sistema²⁷.

2.2.3 Popolazione

Il quartiere Bolognina si differenzia per una densità abitativa elevata: fino a 120 abitanti/ha a fronte dei quartieri limitrofi, che si attestano sui 60 abitanti/ha. Ciò è evidente in un maggior numero di piani costruiti fuori terra che si avvicina a 3-4 livelli; questi presentano per la maggior parte una destinazione residenziale seguita da quella commerciale connotando il quartiere ad uso abitativo.

Più del 20% delle abitazioni nel quartiere sono alloggi di proprietà pubblica ed evidenziano una situazione strettamente legata all'ambito abitativo.

La superficie media degli alloggi in complesso è di 79,5 m². Più della metà di alloggi nel quartiere sono attualmente in affitto mentre la quota restante è di proprietà²⁸.

Dai dati si osserva che il quartiere ospita un alto numero di lavoratori e studenti rispetto ai quartieri limitrofi²⁹. [Fig.13] L'età media è in crescita rispetto agli anni precedenti, ossia nella fascia tra i 30 e i 64 anni in media assestandosi a 45 anni. [Fig.14] I nuclei famigliari sono caratterizzati da individui singoli e coppie con figli. [Fig.15] A seguito del Dopoguerra, lo spostamento delle zone produttive della città ha portato al deprezzamento degli immobili e a fenomeni di degrado nel quartiere. Questo viene rafforzato da un evidente reddito medio inferiore di un terzo rispetto al reddito del centro storico e del quartiere Navile, attestandosi sui 20.500 Euro. [Fig. 16]

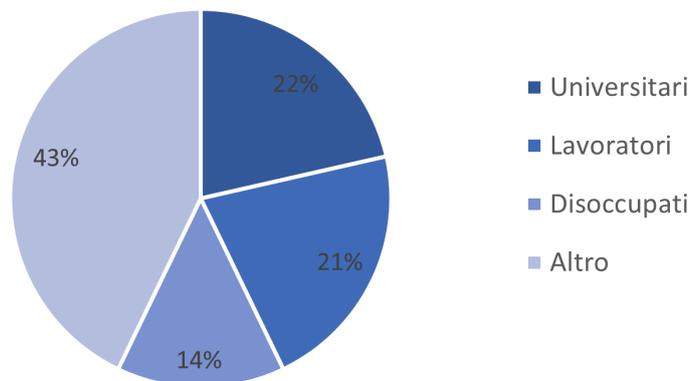


Figura 13- Popolazione attiva, dati Istat 2019



Figura 14 - Età della popolazione della Bolognina, dati Istat 2019

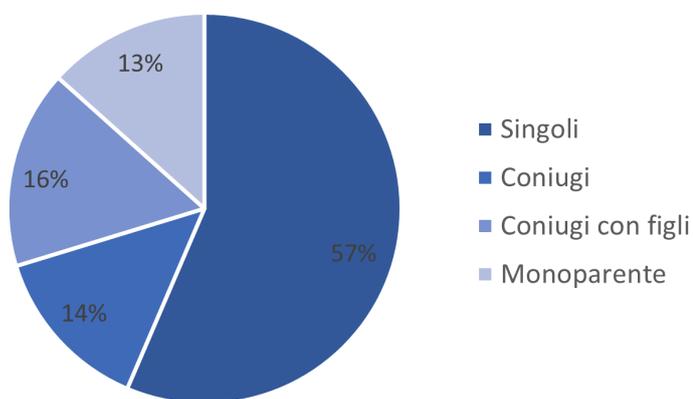


Figura 15 - Composizione nuclei familiari, dati Istat 2018

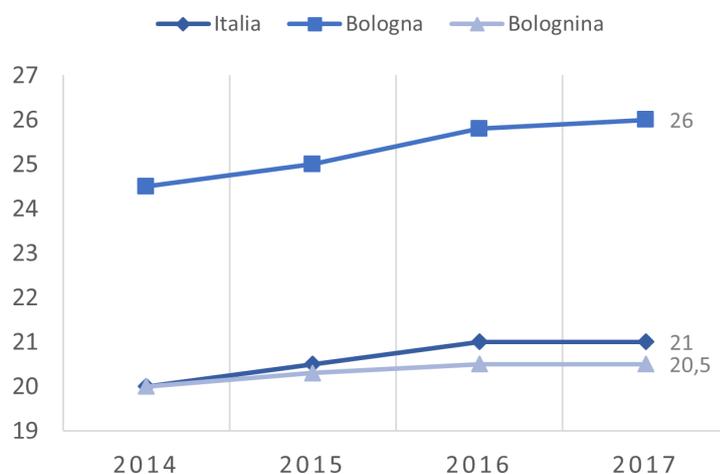


Figura 16 - Reddito medio della popolazione, dati Istat 2017

AREA DI PROGETTO

3.1 Introduzione

ECO|CASE si colloca nel comparto della Bolognina, che unitamente a Corticella e Lame, configura l'attuale quartiere Navile.

È situata nella prima periferia Nord, alle spalle della stazione Bologna centrale. A Nord è delimitata dalla tangenziale, ad Est dalla Fiera di Bologna e ad Ovest dall'area dell'Ex Mercato ortofrutticolo cittadino.

Il lotto oggetto d'intervento è situato ad angolo tra due importanti arterie infrastrutturali: Via De' Carracci, che costeggia la stazione Centrale, e Via Fioravanti, che funge da limite con l'insediamento storico del quartiere. Nello specifico l'area di interesse è racchiusa a Nord da un parcheggio multipiano e a Sud dalla prossima realizzazione del People Mover. Il lato Est costeggia il quartiere consolidato della Bolognina, quello Ovest il nuovo comparto in trasformazione regolato dal Piano Particolareggiato.

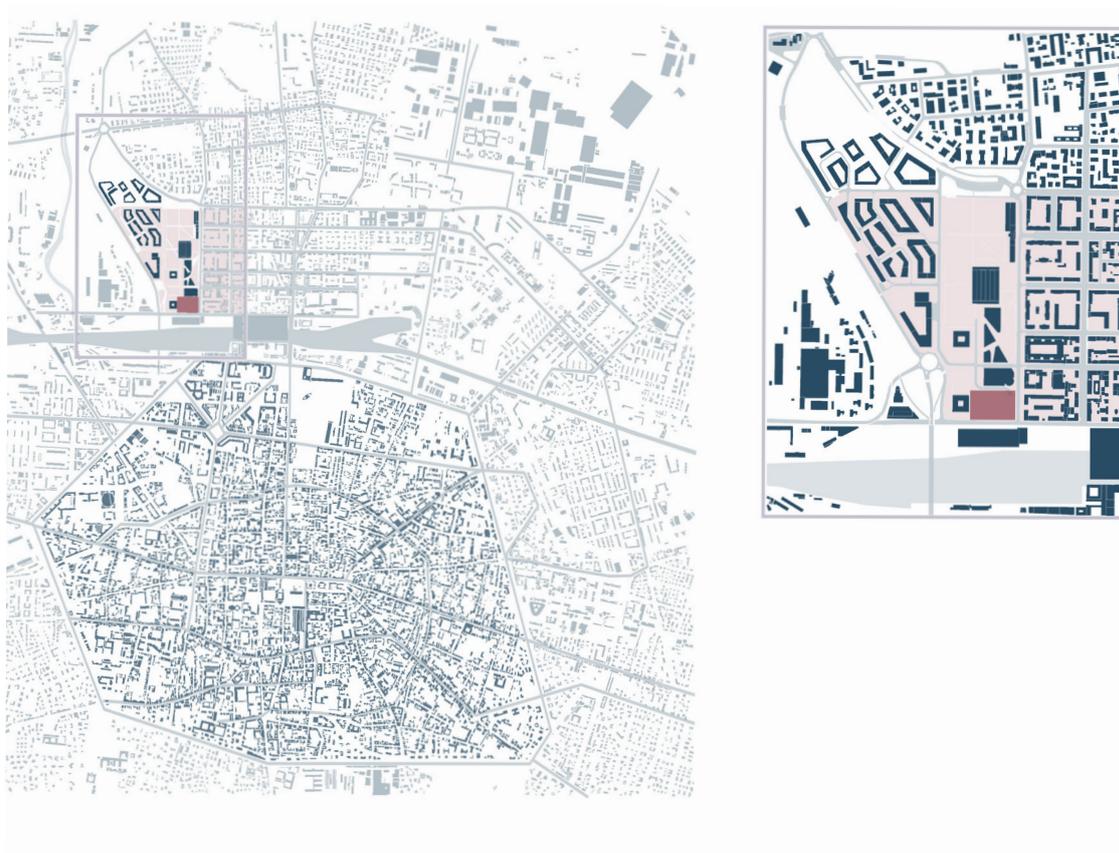


Figura 17 - Area d'intervento

Il nuovo piano prevede la demolizione dell'edificio esistente e la realizzazione di un edificio multipiano che presenti determinate caratteristiche:

- 4500 m² di superficie utile
- altezza massima 5 piani fuori terra
- suddivisione in molteplici corpi di fabbrica
- sfruttamento di risorse rinnovabili e ottenimento della più alta efficienza energetica

Destinazioni realizzabili e caratteristiche del lotto:

- abitazioni singole permanenti e temporanee
- abitazioni collettive
- centri di attività terziaria
- attività singole integrate a servizi e aziende
- commercio mediante piccola o medio-grande struttura
- strutture ricettive e alberghiere
- tutti gli spazi esterni di uso pubblico antistanti gli edifici dovranno concorrere a garantire la qualità e unitarietà dell'intervento, nonché la coerenza con lo spazio pubblico contiguo
- ogni singolo lotto urbano attuativo privato dovrà garantire una quantità di superficie permeabile minima pari al 15%.

3.2 Analisi climatica³⁰

Longitudine: 11° 30' E

Latitudine: 44° 53' N

Temperatura media annuale: 14 °C

Temperatura massima: Luglio, 30°C

Temperatura minima: Gennaio, -2°C

Pioggia media annuale: 774 mm

Venti predominanti estivi: ENE

Venti predominanti invernali: WNW

La città di Bologna è situata a circa 50 metri sul livello del mare. Secondo la classificazione climatica si identifica nella zona E, caratterizzata da un clima temperato umido con estati molto calde e inverni freddi e rigidi. Il piano di adattamento climatico di Bologna (Life+ BLUE AP³¹) cerca di realizzare alcune misure per rendere la città meno vulnerabile e proteggere il territorio e le infrastrutture dai rischi legati al cambiamento climatico. In particolare le novità del piano riguardano strumenti e strategie sulle risorse idriche e sul dissesto idrogeologico. I punti più importanti partono dalla considerazione che la città si trova in una condizione di vulnerabilità dovuta alla quasi totale saturazione del territorio. Il piano individua alcune vulnerabilità rispetto ai cambiamenti climatici e le divide in 4 macro-tematiche:

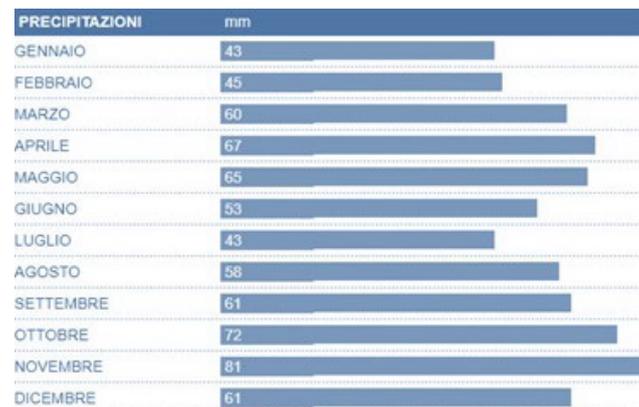
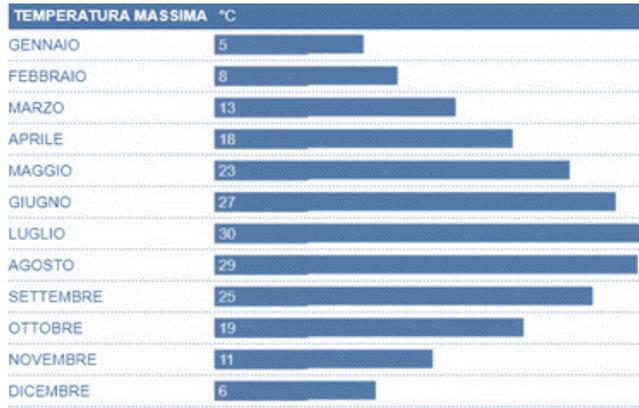
- gestione del verde
- raffrescamento degli ambienti (In-Out)
- riduzione dei consumi
- gestione delle acque

³⁰ Eurometeo.com

Energyplus.com

Software Climateconsultant

³¹ Bologna Local Urban Environment Adaptation Plan for a Resilient City



3.3 Analisi microclimatica

Tra le principali sfide che le città dovranno affrontare nel prossimo futuro, quella di far fronte ai cambiamenti climatici è certamente una delle più impegnative, non solo in relazione al variare delle condizioni al contorno, ma anche e soprattutto in relazione al benessere e alla salute degli abitanti.

Il comfort esterno dipende da:

- caratteristiche dell'ambiente costruito
- relazione tra materiali e consumo energetico
- cambiamenti climatici globali
- micro-clima locale: temperatura, radiazione solare, velocità del vento, umidità assoluta e relativa.

I principali rischi legati ai cambiamenti climatici riguardano l'aumento di temperatura globale: in base al rapporto *IPCC Global Warming 1.5°C* viene esaminato uno scenario futuro in cui l'aumento di 1.5 °C di temperatura porterà a conseguenze impattanti, alimentando l'isola di calore nelle aree urbane e ripercussioni mondiali. A livello economico-sociale si verificherà anche un aumento della domanda di energia legata al raffrescamento e l'aumento di temperatura e patologie croniche.

I risultati ottenuti dalle analisi microclimatiche effettuate nel quartiere con il software ENVI-met³² ci hanno permesso di abbassare le soglie di stress termico dell'area migliorando le condizioni climatiche generali.

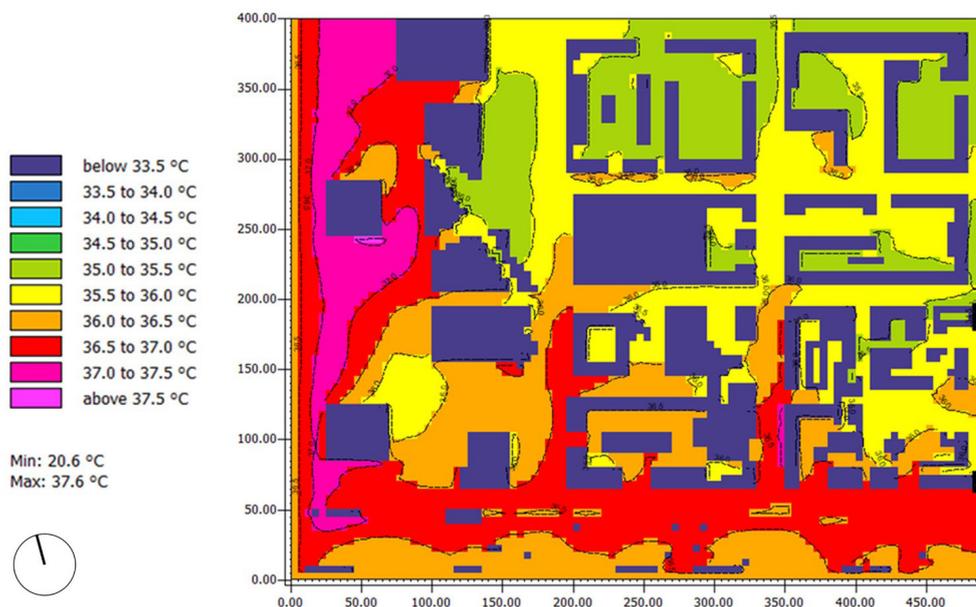


Figura 18 - Temperatura dell'aria, Stato di fatto, ore 15:00

La temperatura si attesta intorno ai 36 e i 37°C all'interno del lotto mentre è inferiore nelle corti verdi raggiungendo i 35°C.

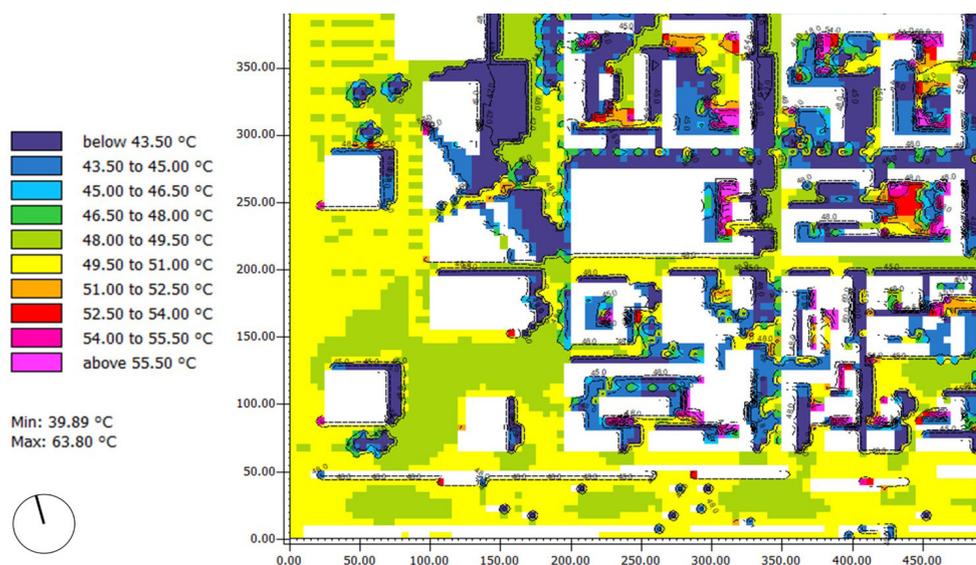


Figura 19 - PET, Stato di fatto, ore 15:00

L'indicatore PET, Physiological Equivalent temperature [°C] ovvero la temperatura dell'aria dove il corpo umano viene bilanciato con la stessa temperatura interna e cutanea delle condizioni estive³³ si attesta in quasi tutta la porzione di quartiere tra i 48 e i 51°C indicando uno stress termico estremo [Fig.20].

PET (°C)	Thermal sensation	Physiological stress level
4	very cold	extreme cold stress
8	cold	strong cold stress
13	cool	moderate cold stress
18	slightly cool	slight cold stress
23	comfortable	no thermal stress
29	slightly warm	slight heat stress
35	warm	moderate heat stress
41	hot	strong heat stress
	very hot	extreme heat stress

Figura 20 - M&M (1999)

La velocità del vento, a due metri dal suolo, è mediamente inferiore a 1,5 m/s che corrisponde a *bava di vento* secondo la *Scala di Beaufort*. In questo contesto, il movimento del vento è visibile ma non percepibile sulla pelle.

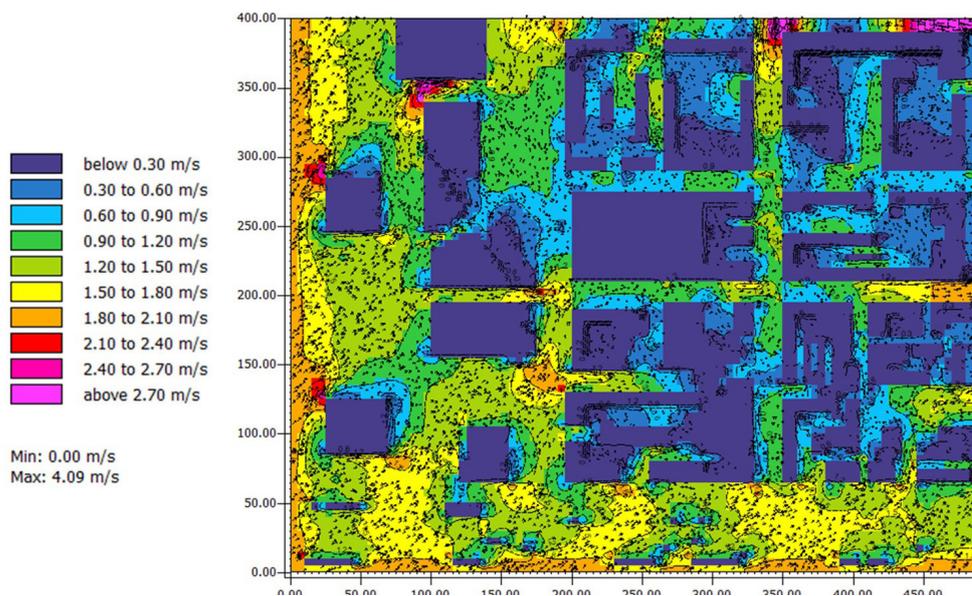


Figura 21 - Velocità del vento, Stato di fatto, ore 15:00

33 Def. Hoppe, 1999

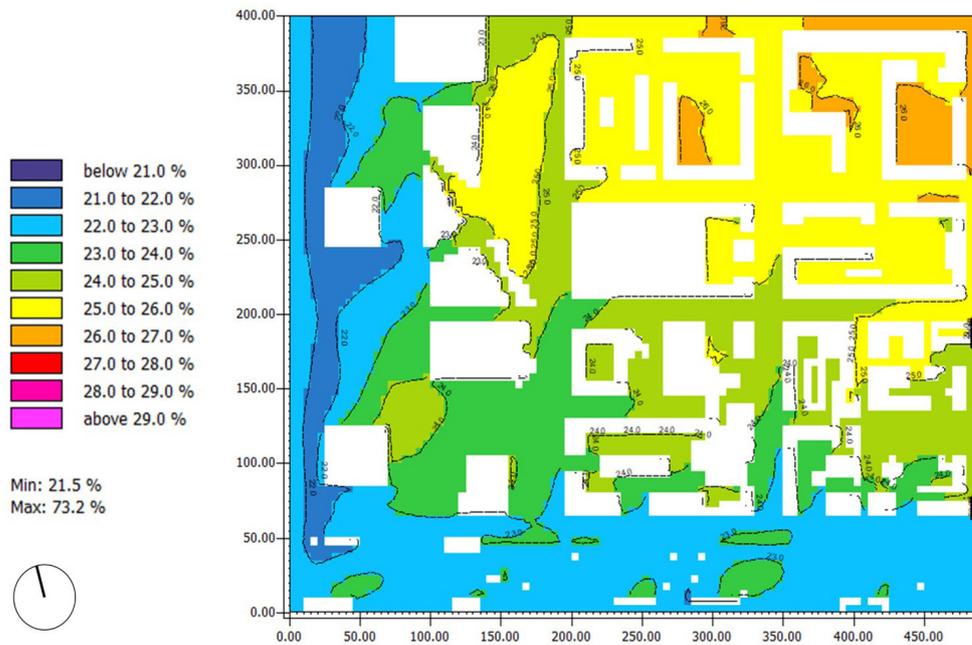


Figura 22 - Umidità Relativa, Stato di fatto, ore 15:00

La percentuale di umidità relativa all'interno del quartiere è inferiore al 30% connotando un clima secco³⁴.

L'area studiata attraverso il software dimostra come siano necessari diversi interventi per tentare di contrastare le innumerevoli criticità. Questi influenzeranno il confort termico outdoor contribuendo alla diminuzione dell'isola di calore e fornendo una base di studio per compararlo al progetto.

La simulazione supporterà le strategie globali dell'intervento nel ridisegno dell'area e degli spazi verdi.

34 ISPRA – Istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale- Gli indicatori del clima in Italia

ECO|CASE

4.1 Concept

Il progetto occupa l'intera area a disposizione al fine di attribuire l'appropriato ruolo di cerniera ad un lotto che media la transizione tra la tipica matrice insediativa della Bolognina storica e la nuova area di espansione.

La volumetria finale è il risultato di una serie di sottrazioni: la prima, nella porzione centrale del volume, segue la struttura tipica del quartiere: lotti costruiti sul perimetro con uno spazio cortilizio centrale. [Fig.24]

La seconda porta alla realizzazione di due terrazze verdi che rendono dinamica la relazione tra interno ed esterno, creando nuove e maggiori occasioni di incontro tra i residenti in totale sicurezza.

Il volume viene ulteriormente elaborato mediante brecce ricavate nelle posizioni strategiche. Queste hanno un duplice fine: suggerire l'attraversamento (relazione fisica con l'interno del lotto a ciò che lo circonda) e la relazione visiva con i punti di percorrenza principali. Inoltre, i vuoti sono stati appositamente studiati per sfruttare maggiormente la ventilazione naturale, assecondando la direzione dei venti dominanti e accelerando la portata d'aria attraverso una compressione delle sezioni di attraversamento. Questo produce benefici in termini di confort percepito negli spazi esterni compresi all'interno delle volumetrie.

I quattro prismi di uguali dimensioni, ad Ovest, non individuano una gerarchia di percorrenza ma completano la scena in corrispondenza del nuovo asse in direzione del Comune, alternando pieni e vuoti e inducendo l'individuo verso la scoperta delle occasioni che si verificano all'interno.

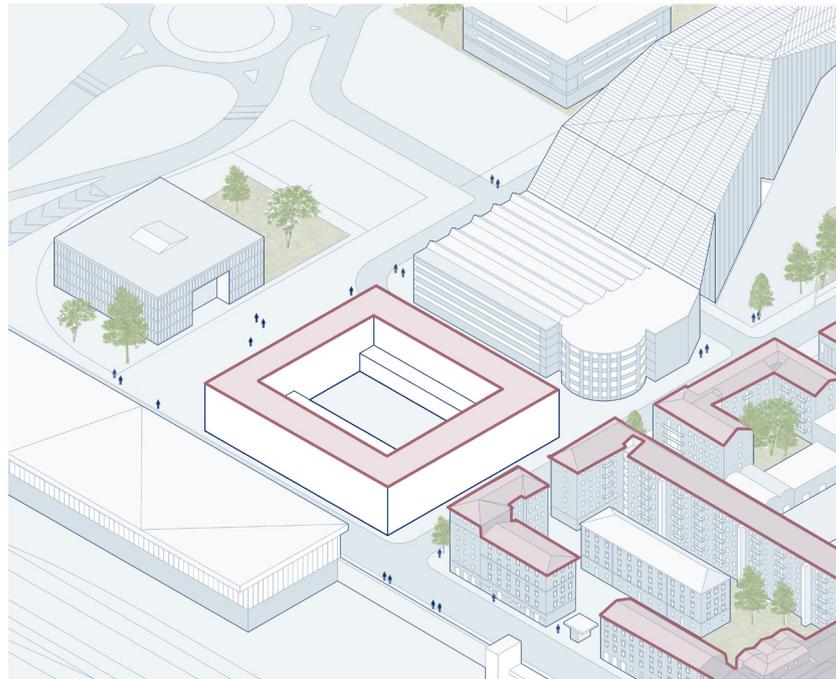
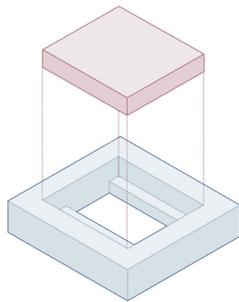


Figura 23 - Concept iniziale

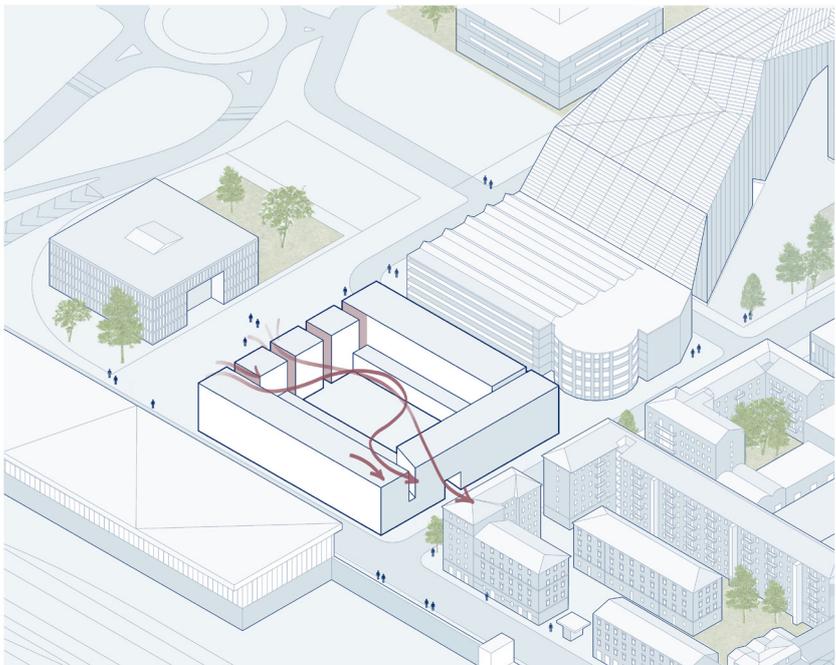
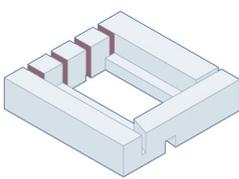
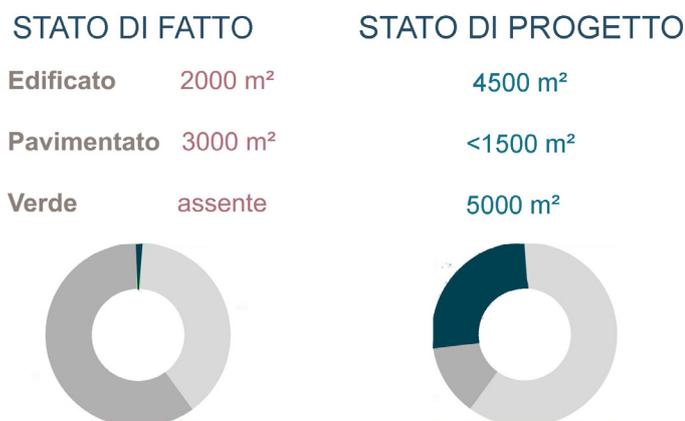


Figura 24 - Concept finale

4.2 Strategie progettuali

Dalle analisi svolte in precedenza, si sono riscontrate alcune **criticità**.

1. Il quartiere presenta un alto stress termico in quanto la maggior parte degli isolati del nuovo comparto è incompleta e priva di ombreggiamento.
2. Il rischio idrogeologico è alto, data la vicinanza alle sponde fluviali del fiume Reno con eventi di piena prolungati alternati a periodi di forte siccità³⁵.
3. Le principali infrastrutture mostrano carenze rispetto alla mobilità dolce e ciclabile in quanto le piste ciclopedonali, promiscue, non sono protette dal traffico veicolare.
4. Il quartiere principalmente abitativo è caratterizzato da un forte deficit di dotazioni pubbliche e servizi; quelli legati ai beni di prima necessità portano il residente a spostarsi al di fuori dei propri isolati per far fronte a queste necessità.
5. La presenza della stazione ferroviaria aumenta la connessione del quartiere con la città, amplificata dalla recente realizzazione del People Mover che la collega all'Aeroporto G. Marconi e alla sotterranea linea dell'Alta Velocità. La mancanza di servizi, e la prossimità delle infrastrutture garantisce un'**opportunità** per la realizzazione di un comparto multifunzionale che accolga e unisca la sfera commerciale con la richiesta di alloggi accessibili.



³⁵ Il clima è già cambiato 2019 – Osservatorio di Legambiente CittàClima
Il rapporto idrometeoclima Emilia Romagna 2017 - 2019 - Arpae

ECO|CASE prevede, sul piano economico-sociale, di ampliare e potenziare i servizi garantendo una pluralità commerciale, privata e pubblica che possa aumentare il valore dell'area.

Dotando il progetto di piccole o medie attività commerciali e/o medio-grandi strutture integrate a servizi e aziende è possibile diminuire gli spostamenti all'interno del quartiere e di conseguenza traffico e inquinamento. [Fig. 25]

Nel quartiere, si è distinta la richiesta di alloggi per famiglie e/o pendolari dal reddito medio-basso; la necessità di un'abitazione a costo limitato aiuta l'insediamento e l'integrazione della fascia grigia. Gli alloggi, flessibili alle nuove esigenze abitative rispondono ad una permanenza variabile distinguendosi in alloggi di primo accesso - fino a cinque anni - per i nuclei familiari in formazione e in uscita dal nucleo familiare di origine, e abitazioni temporanee - fino ad un anno - per studenti e/o lavoratori. La particolarità del caso insieme alle nuove necessità ha visto il superamento del concetto di condominio e/o di Social housing, integrando assieme spazi lavorativi comuni e privati che possano dare vita ad un piccolo quartiere autosufficiente. [Fig. 26]

L'aumento dei servizi, assieme alla riprogettazione della mobilità interna ed esterna al lotto, andranno a favorire e a proteggere la mobilità dolce, anche in funzione delle fermate del trasporto pubblico. Le due arterie principali, Viale Fioravanti e Via De' Carracci, verranno riprogettate attraverso l'inserimento di viali alberati e aree verdi. L'assetto stradale verrà rialzato e i percorsi verranno strutturati per salvaguardare l'eventuale pedone/ciclista. [Fig. 27]

L'anello di giunzione tra progetto e ambiente urbano è quindi la rete del verde, estesa ai confini del lotto mediante una griglia modulare che si prolungherà fino al Comune. [Fig. 28] L'intero lotto diventerà quindi verde e permeabile grazie ad una pavimentazione drenante impostata sulle depressioni e sui rilievi della griglia modulare che innescano una decostruzione dello schema.

La de-pavimentazione rappresenta una strategia che consente di restituire uno spazio permeabile e vegetale che aumenti la resilienza della città ai cambiamenti climatici. [Fig. 29]

Questo permette la riduzione del run-off in caso di pioggia intensa, il filtraggio delle acque meteoriche e un miglioramento delle condizioni di comfort, di salubrità e vivibilità degli spazi urbani³⁶. Le depressioni sono state adibite a rain-garden, che raccolgono e riutilizzano l'acqua piovana come strumento di irrigazione dell'intero apparato verde. Gli effetti positivi garantiti dalla presenza di fasce verdi all'interno dell'ambiente edificato sono ampiamente dimostrati e documentati. Il gradiente di temperatura che si crea tra superfici edificate e aree vegetate determina un importante flusso d'aria che consente di eliminare dalla città calore ed inquinanti atmosferici.

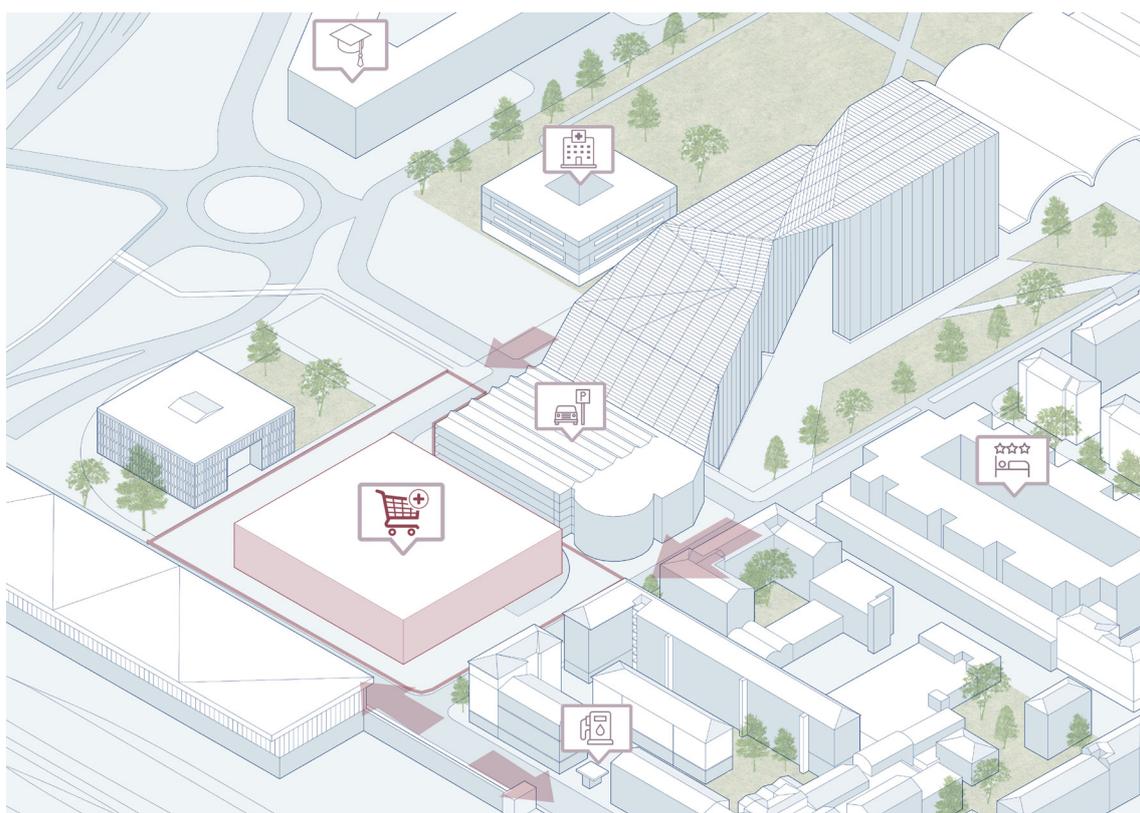


Figura 25 - Potenziamento servizi nel quartiere

36 Rigenerare la città con la natura – Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, V. Dessi, E. Fernè, L. Ravello, M. T. Salomoni, 2016, Maggioli Editore.

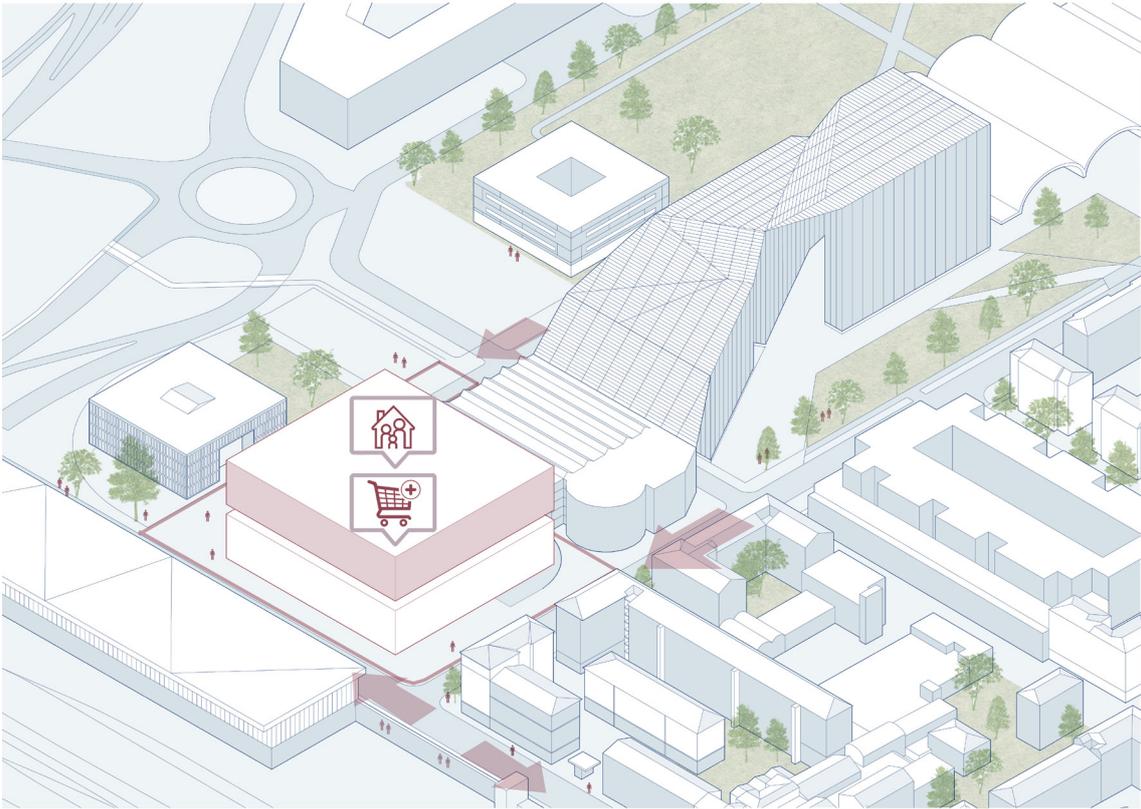


Figura 26 - Alloggi flessibili

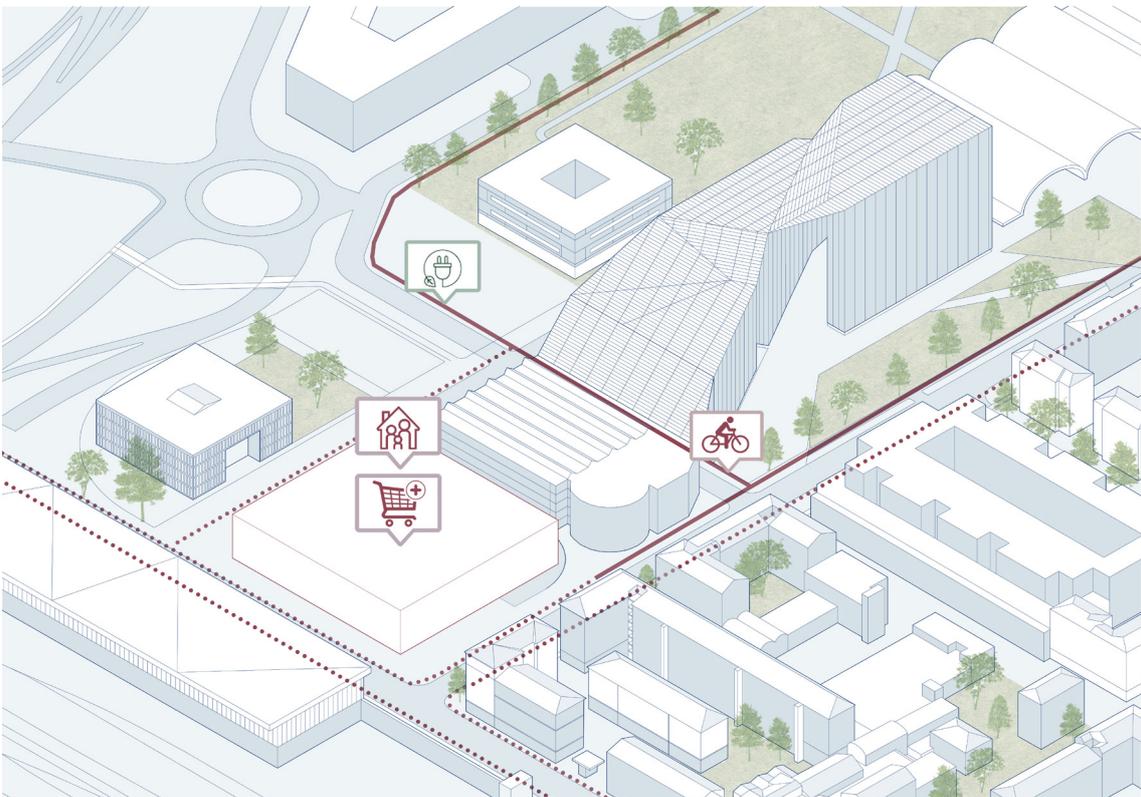


Figura 27 - Messa in sicurezza delle aree pedonabili e ciclabili

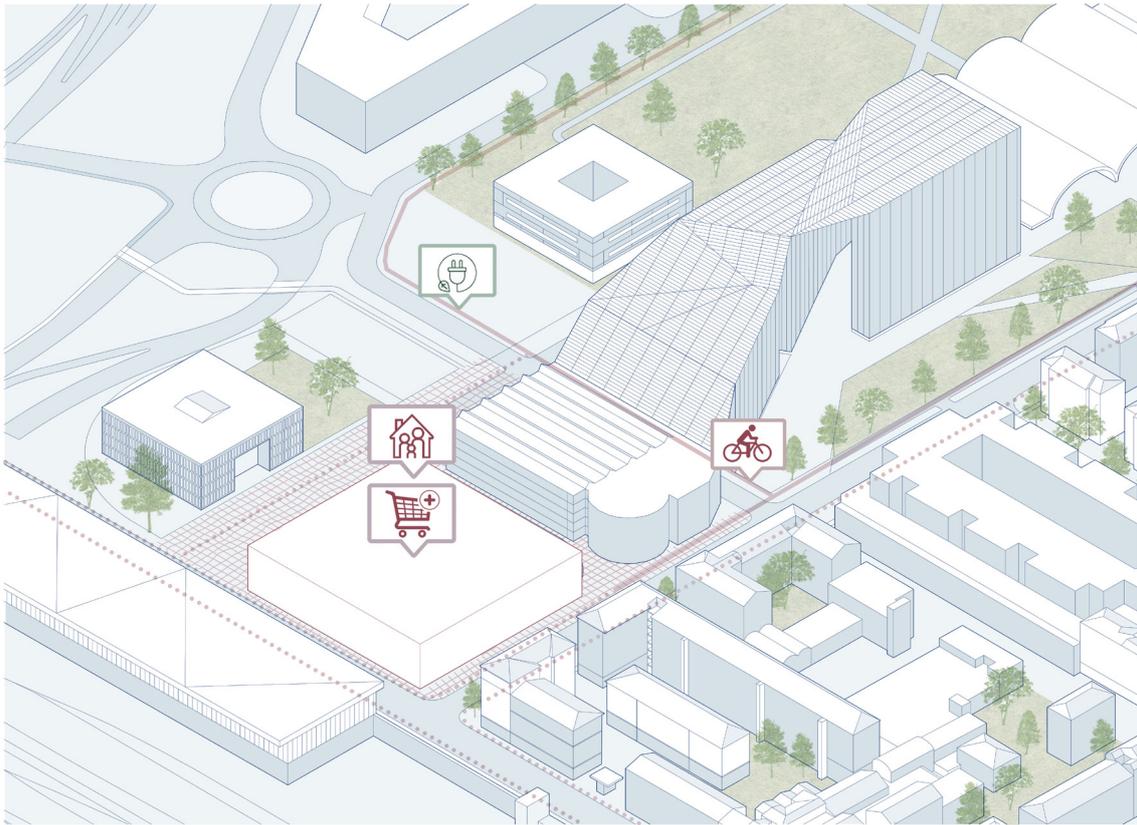


Figura 28 - Griglia modulare

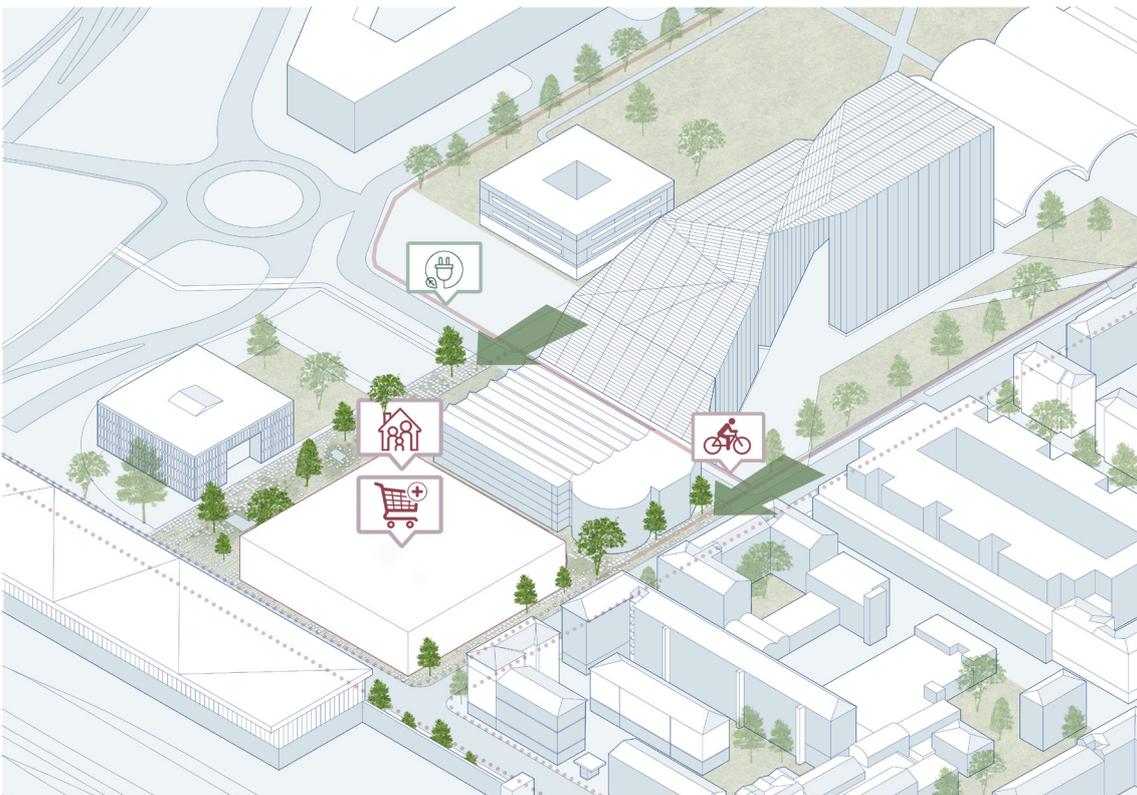


Figura 29 - Sistema del verde

4.3 Simulazioni microclimatiche

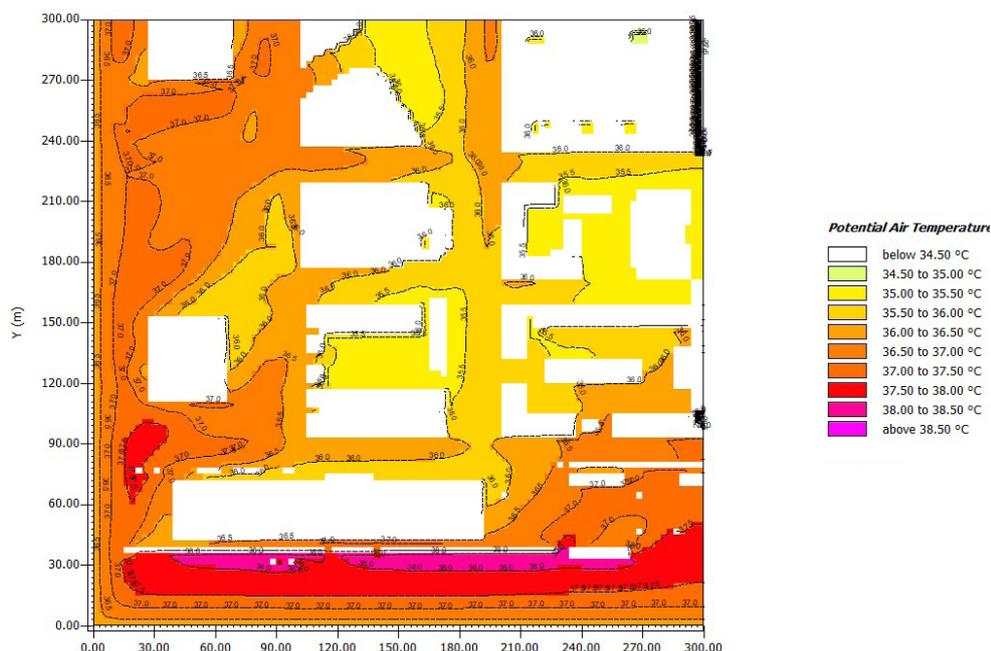


Figura 30 - Temperatura dell'aria, Stato di progetto, ore 15:00

La simulazione è stata effettuata alle ore 15.00 del 24/07/2019 (giorno più caldo dell'anno). Come si può notare dalla figura 30, la temperatura è mediamente in calo, con differenze fino a -0.5°C . Questo, sebbene possa sembrare ininfluenza, comporta una differenza nella percezione del comfort personale. Questo risultato è una conseguenza diretta della de-pavimentazione e dell'inserimento di aree verdi e alberature aumentando gli elementi di ombreggiamento che ne limitano l'irraggiamento diretto.

Il rapporto fra l'intensità della radiazione riflessa da un corpo a quella con cui è stato irraggiato è denominata albedo. Un corpo bianco, riflettente, ha un albedo uguale a 1 mentre un corpo nero assorbe tutta la radiazione ricevuta e il suo albedo è pari a zero. Per migliorare il progetto è stata consultata la norma UNI 8477 che mostra i coefficienti di riflessione (albedo) per diverse superfici. Il terreno e le aree verdi consentono di innalzarne i valori e ridurre le temperature superficiali e dell'aria.

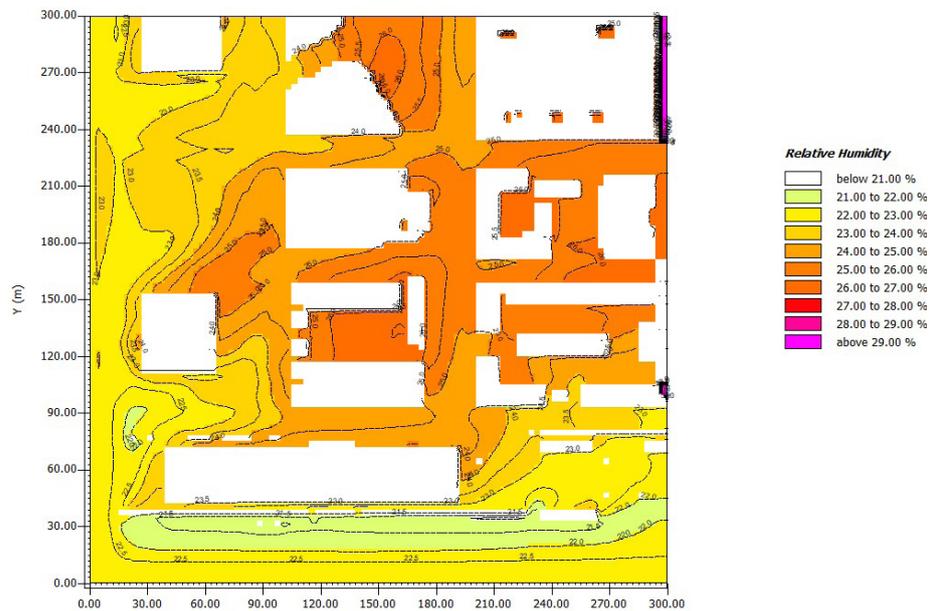


Figura 31 - Umidità relativa, Stato di progetto, ore 15:00

Per quanto concerne l'umidità relativa, [%] ovvero il rapporto tra la massa del vapore d'acqua contenuta nell'aria e la massima quantità di vapore che può contenere lo stesso volume d'aria, notiamo un miglioramento.

Si passa da un Max di 25,5 % a 26,5 %. Questo risultato tuttavia non è ancora sufficiente a descrivere un ambiente umido poiché fino ad una percentuale < 30% l'ambiente risulta secco.

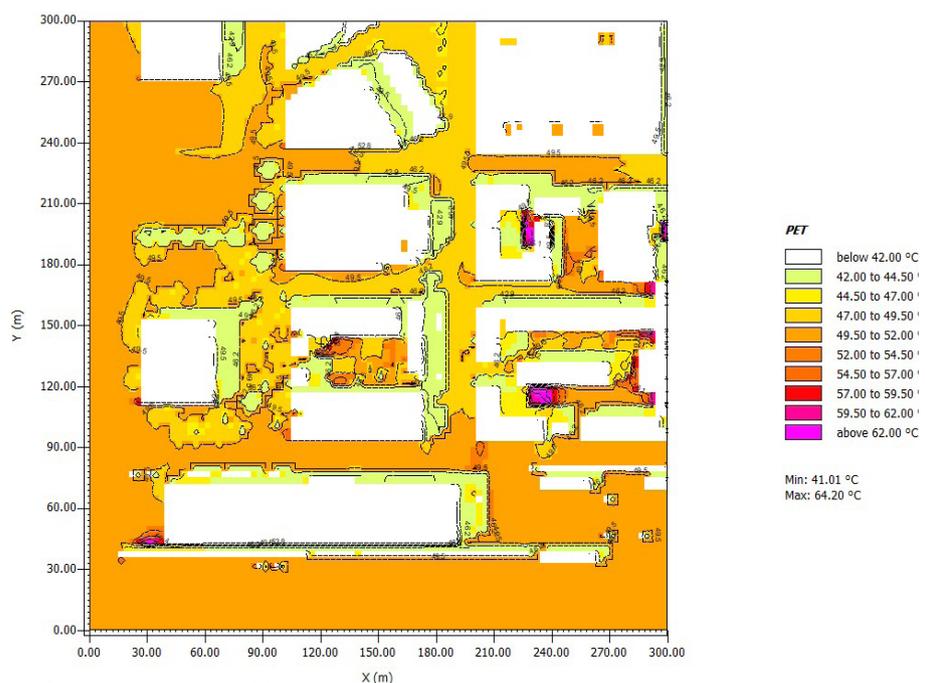


Figura 32 - PET, Stato di progetto, ore 15:00

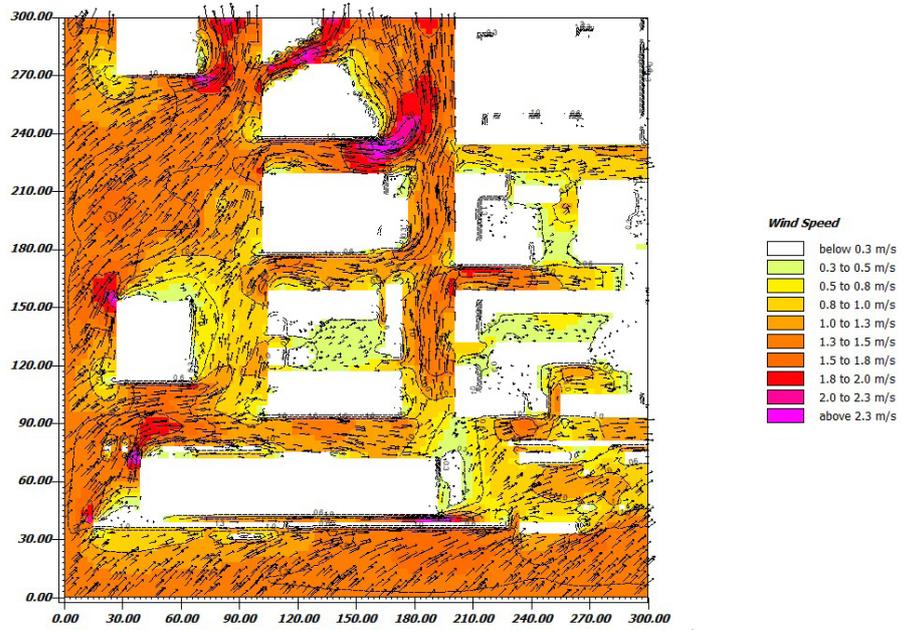


Figura 33 - Velocità del vento, Stato di progetto, ore 15:00

STATO DI PROGETTO

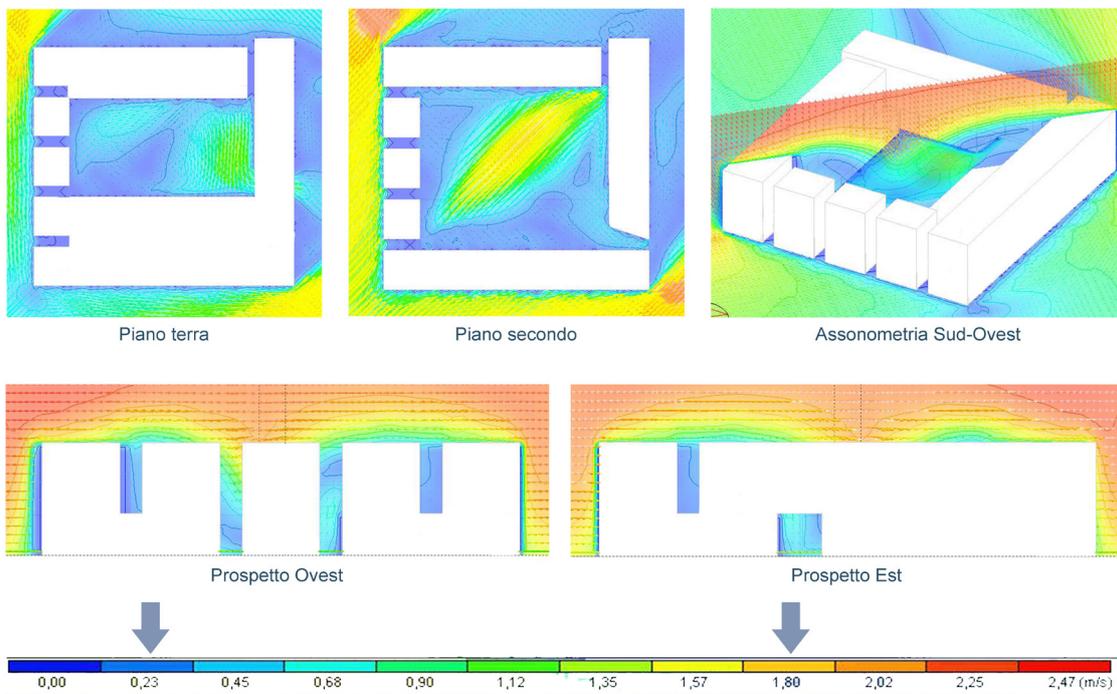


Figura 34 - Analisi fluidodinamica del vento, DesignBuilder

Un valore PET superiore a 35°C indica una condizione di caldo estremo per l'individuo. Questo dato sarà comune nello scenario futuro di aumento delle temperature globali. Vi è infatti una stretta relazione tra gli effetti dell'ambiente e la termoregolazione dell'uomo: l'indicatore PET aiuta la comprensione mediante un indice basato sul bilancio energetico del corpo umano.

Un incremento di PET di 2,4°C si traduce, in condizione neutre, in un aumento di 2°C di temperatura dell'aria.

Le simulazioni del parametro PET riscontrano una diminuzione media di 4,5°C rispetto allo stato di fatto. Si può considerare in quasi tutto il quartiere un passaggio da Stress estremo a Forte stress, un grado inferiore nella tabella M&M (1999). La diminuzione della temperatura percepita da un valore superiore ai 50°C a valori medi intorno a 41°C consente un miglioramento del confort e un abbassamento della richiesta energetica.

Il discomfort termico dipende anche dall'assenza di forti venti: il progetto non incrementa notevolmente i valori, tuttavia, si riscontra un'accelerazione nei vuoti, strategicamente individuati.

La velocità massima, all'interno dell'area, risulta essere 2.4 m/s che secondo la scala di *Beaufort* è classificata come *brezza leggera* (1,6 a 3,3 m/s). Rispetto allo stato di fatto, la ventilazione diventa percepibile e può portare ad una sopportazione maggiore delle temperature estreme dell'aria.

A supporto dello studio sull'Effetto Venturi - cioè il fenomeno idrodinamico per cui la pressione di una corrente fluida aumenta al diminuire della velocità - è stata effettuata una simulazione CFD (Computational Fluid Dynamics) mediante il software Designer Builder. I risultati mostrano come il vento venga convogliato dalle aperture a Nord e a Ovest mentre le brecce minori come quella ad Est ne facilitano l'uscita evitando la creazione di zone di calma.

4.4 Assetto funzionale

Alla luce delle analisi sviluppate intorno alle funzioni presenti nell'area, è stato previsto l'inserimento di molteplici attività.

La configurazione dell'edificio suddivide il volume compatto in più comparti destinati ad uso pubblico e/o privato.

Un supermercato di 1200 m² è stato collocato su via De' Carracci e offre la possibilità di integrare i servizi presenti.

Dalla corte interna è possibile raggiungere piccoli negozi al dettaglio e una banca, oltre che una libreria e una palestra pubblica; la suddivisione in piccole attività permette di riprodurre un quartiere autosufficiente.

I volumi superiori - 2400 m² - adibiti a residenza sono divisi in alloggi di primo accesso a nord e alloggi temporanei a sud. Il posizionamento delle unità temporanee prospicienti alla stazione aumenta la loro connessione alle infrastrutture e funge da protezione visiva alle abitazioni di primo accesso, posizionate nella parte retrostante. [Fig. 37]

Il blocco che si affaccia su via Fioravanti ospita spazi di Coworking funzionali alle esigenze dei professionisti dato che si trova nell'incrocio intermodale delle principali connessioni. [Fig. 39]

Un servizio aggiuntivo è rappresentato dal parcheggio interrato che, costeggiando il Kiss&Ride, offre almeno un posteggio per i residenti e altrettanti per i clienti.

 SERVIZI			 SPAZI ABITATIVI		
Supermercato		1230 m ²			
Vendita al dettaglio		695 m ²			
Libreria		116 m ²			
Cafè Letterario		180 m ²		10 Alloggio temporaneo	100 m ²
Palestra		250 m ²		10 Alloggio temporaneo	46 m ²
Co-working		300 m ²		20 Alloggio di primo accesso	48 m ²
		<hr/>			<hr/>
		2771 m ²			2420 m ²

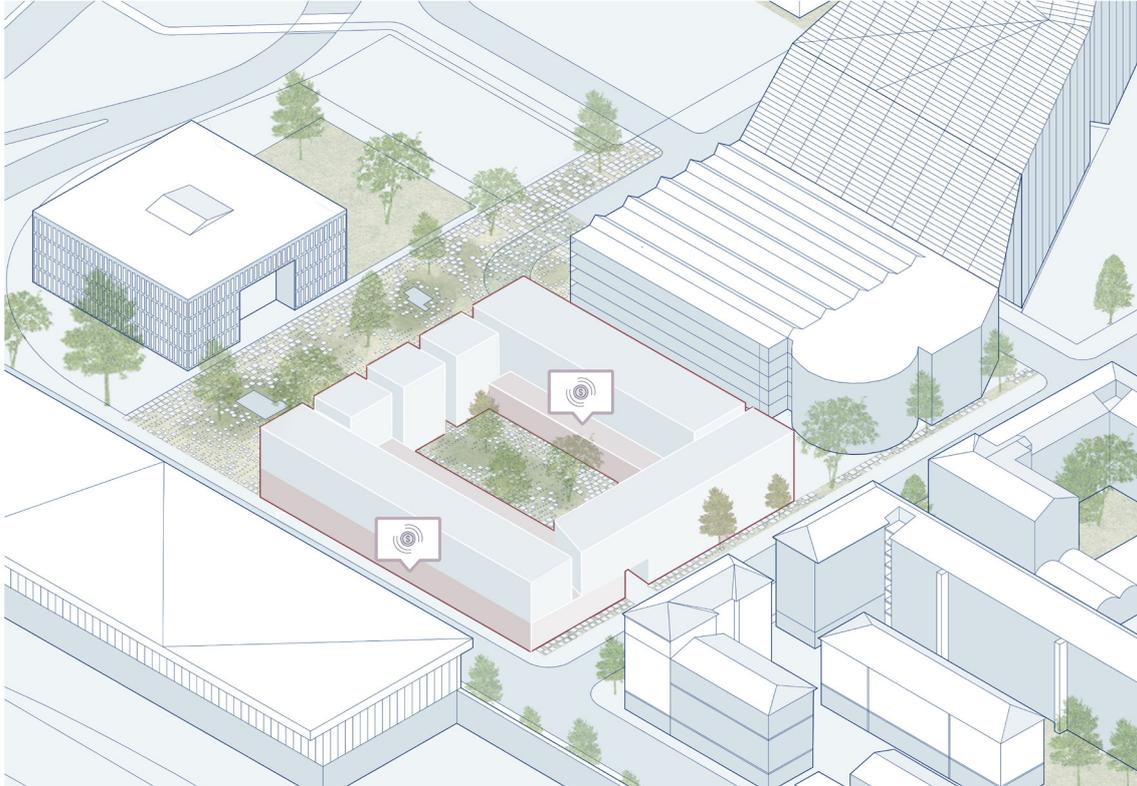


Figura 35 - Servizi

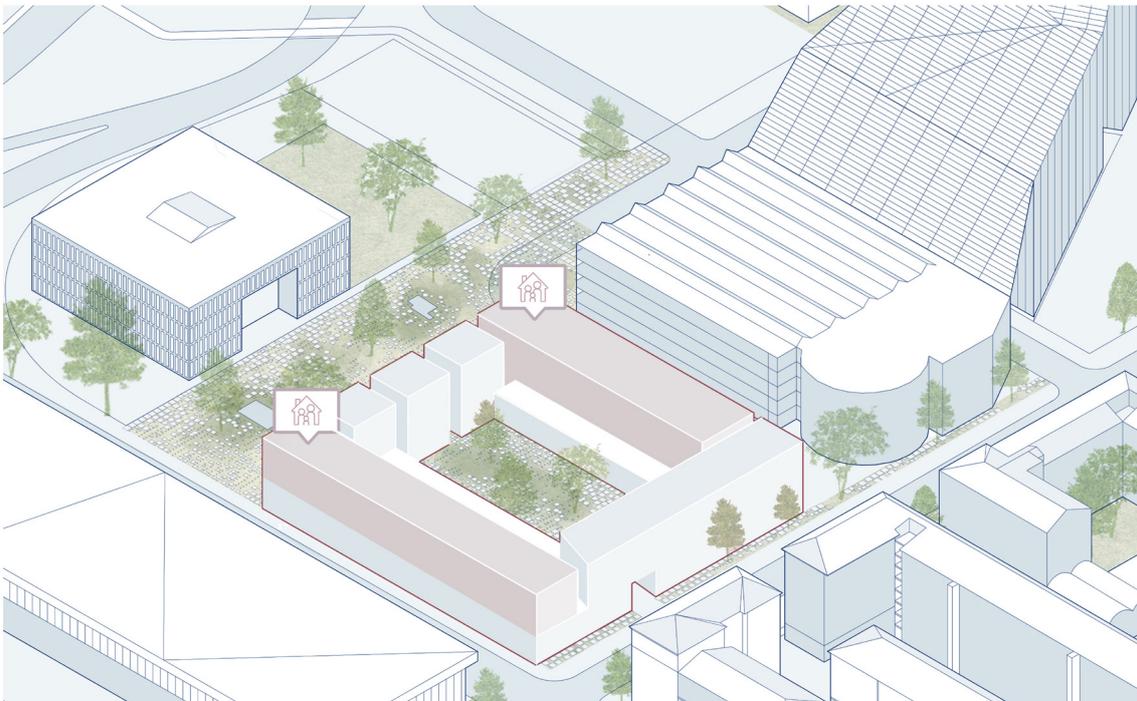


Figura 36 - Spazi abitativi

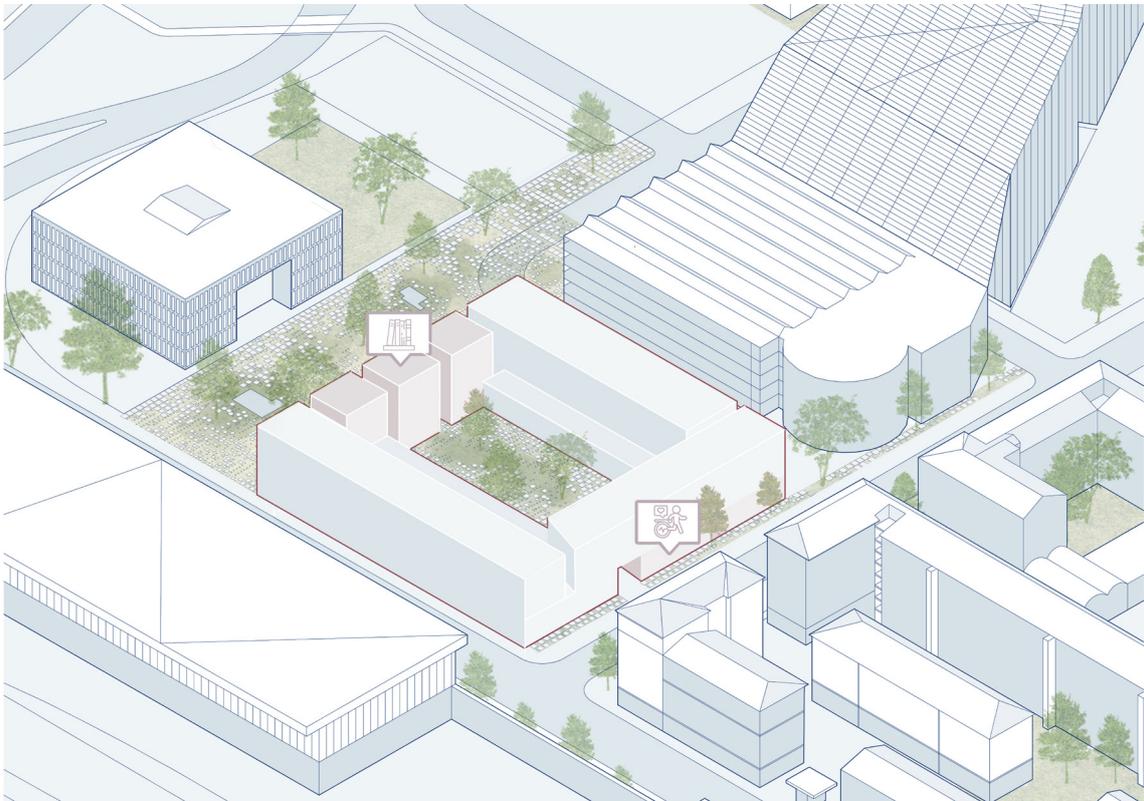


Figura 37 - Libreria e palestra

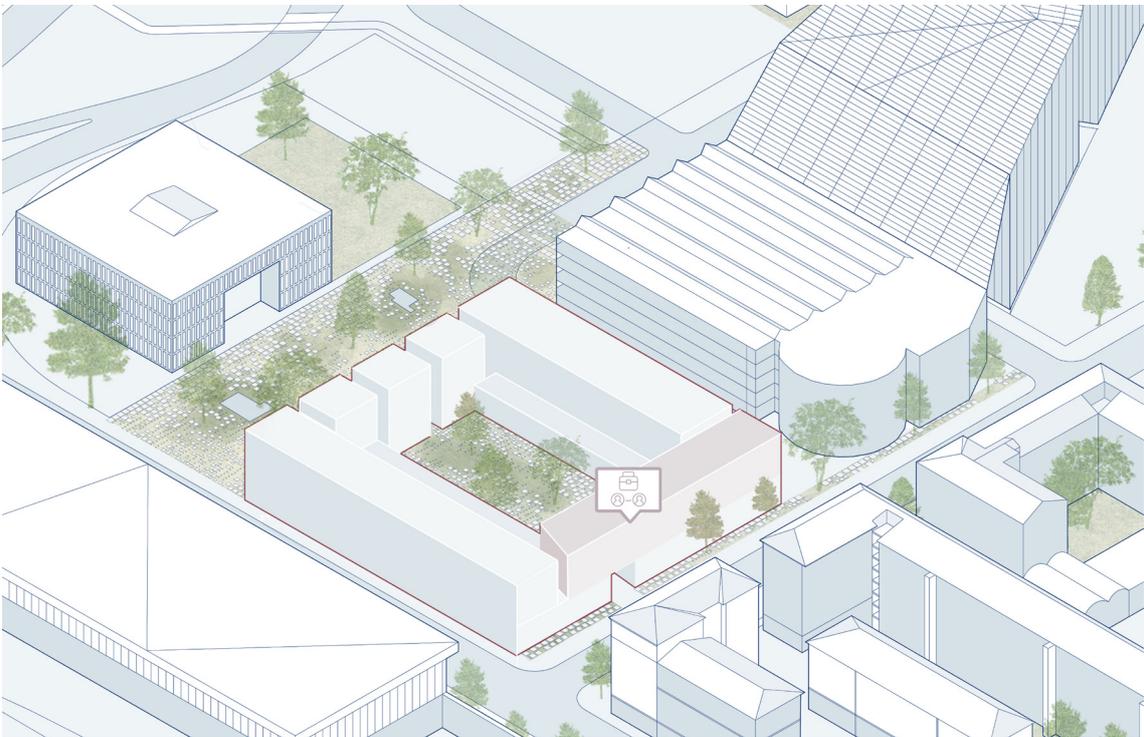


Figura 38 - Coworking

4.5 Configurazione strutturale

L'intervento prevede il consolidamento della porzione stradale interrata del Kiss&Ride e lo sbancamento dell'area a fronte della realizzazione di una fondazione a platea che ospita un parcheggio sovrastante. La strategia prevede l'utilizzo di setti portanti che, a partire dal basamento, proseguono in continuità fino al colmo dell'edificio.

La struttura dei prismi ad Ovest è formata da setti in calcestruzzo armato e solaio prefabbricato alveolare estruso Spiroll. La copertura presenta dei lucernari che permettono l'ingresso zenitale della luce aumentando la qualità degli spazi interni. Il comportamento dei singoli blocchi può essere assimilabile a quello di *una scatola* a base quadrata di 10,8 m.

I blocchi scala e le porzioni comuni degli alloggi presentano una struttura simile a quella dei prismi, mentre le connessioni orizzontali ai singoli alloggi, a Nord, sono state pensate come strutture leggere in acciaio autoportanti.

A Nord e a Sud i volumi sono costituiti da due tipologie costruttive integrate: calcestruzzo armato dall'interrato al piano primo e una struttura in X-LAM a formare le residenze in continuità.

I pannelli sono stati dimensionati per uno spessore di 12 cm (3+2+2+2+3) per le chiusure verticali e 19 cm (5+3+3+3+5) per le chiusure orizzontali.

Il volume che completa l'edificio su Via Fioravanti ripete la struttura *a scatola* in calcestruzzo con solai in Spiroll. Sul lato Ovest si apre un affaccio vetrato che connette i servizi alle abitazioni.

4.5.1 Sistema costruttivo X-LAM

Il CLT (Cross Laminated Timber) o comunemente chiamato X-LAM nasce in Germania a metà anni '90 come struttura a elemento bidirezionale efficace sia come piastra sia come lastra. Un edificio realizzato in questo modo è una struttura scatolare dove pareti e solai sono diaframmi rigidi collegati meccanicamente tra loro.

Il costo quindi è molto simile alle altre strutture lignee; tuttavia l'X-LAM consente carichi maggiori al pari di un pannello in calcestruzzo.

Il sistema è stato scelto per diverse caratteristiche:

Resistenza meccanica: il pannello è dotato di un ottimo rapporto massa/prestazioni con una buona stabilità dimensionale e buona isotropia.

Sicurezza in caso di incendio: assenza di fumi scuri o tossici dovuti dalla combustione.

Sostenibilità: è un materiale naturale a basso contenuto di CO₂. Il legno è in grado di essere completamente riciclato a fine del suo uso e i pannelli non contengono formaldeide.

Facilità di esecuzione: Cantierizzazione semplice e veloce, a bassa pericolosità e con impiego di risorse ridotto. Le fasi avvengono a bassa emissione di rumori e polveri sottili.

Contenimento energetico: la conducibilità del legno permette al pannello di svolgere sia funzione isolante che di massa termica. Sono strutture prive di ponti termici e facilmente rivestibili da cappotti isolanti dimensionalmente contenuti.

Elementi della struttura: legno e acciaio. Il primo viene utilizzato sotto forma di pannelli ed elementi BEAM (travi e pilastri in legno lamellare) mentre il secondo per le connessioni tra elementi.

Il pannello è formato dall'accostamento di strati di tavole incrociate, con un minimo di 3. La divisione dei singoli pannelli avviene in moduli da 1,20 o 0,60 metri, dipendenti dalle singole case produttrici.

Essenze: abete, pino, douglasia, larice.

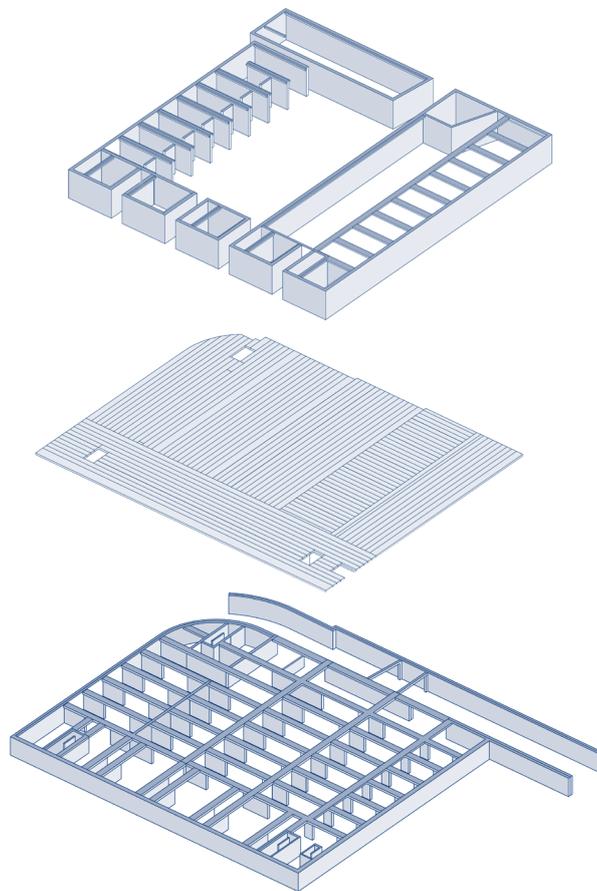
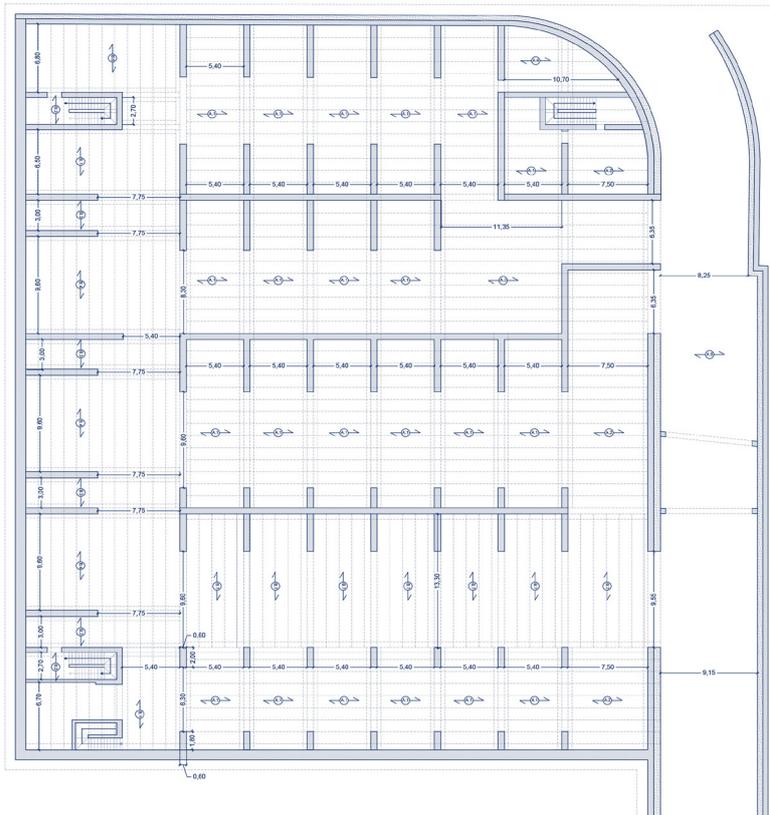
Le principali norme di riferimento sono:

CNR DT 206/2007 denominato “Eurocodice 5” è una norma tecnica relativa alle costruzioni prevista a livello europeo ³⁷.

Il testo contiene le esperienze internazionali, nell'ambito normativo, in accordo con le prescrizioni dell'Eurocodice.

DM 14 01 2008 - Norme tecniche per le costruzioni fornisce criteri generali di sicurezza, progettazione, caratteristiche dei materiali, e trattano aspetti attinenti alla sicurezza strutturale.

³⁷ Istruzioni per la progettazione, l'esecuzione e del controllo delle strutture in legno, Consiglio nazionale delle ricerche. CNR.



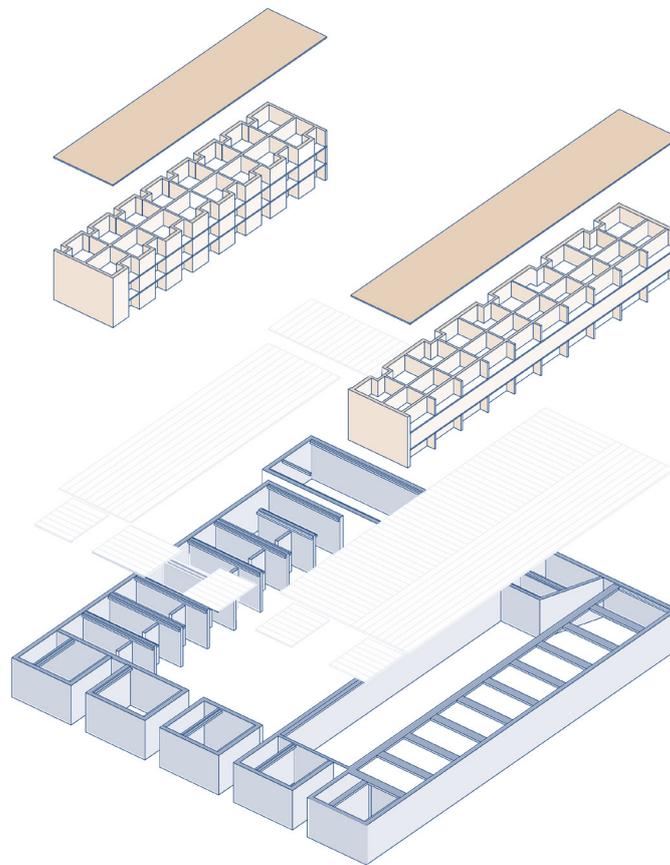
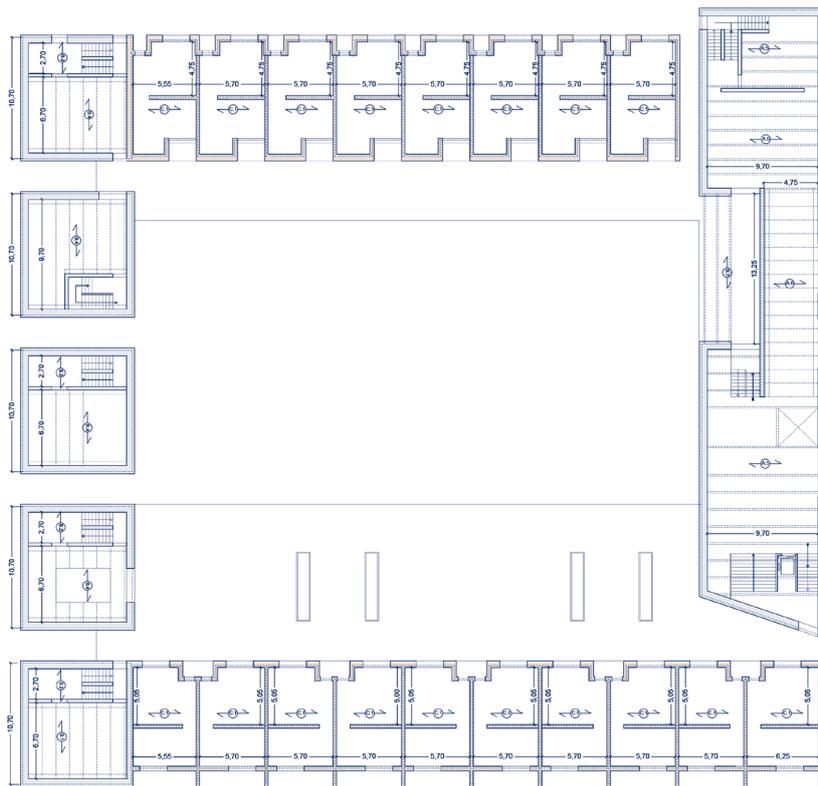
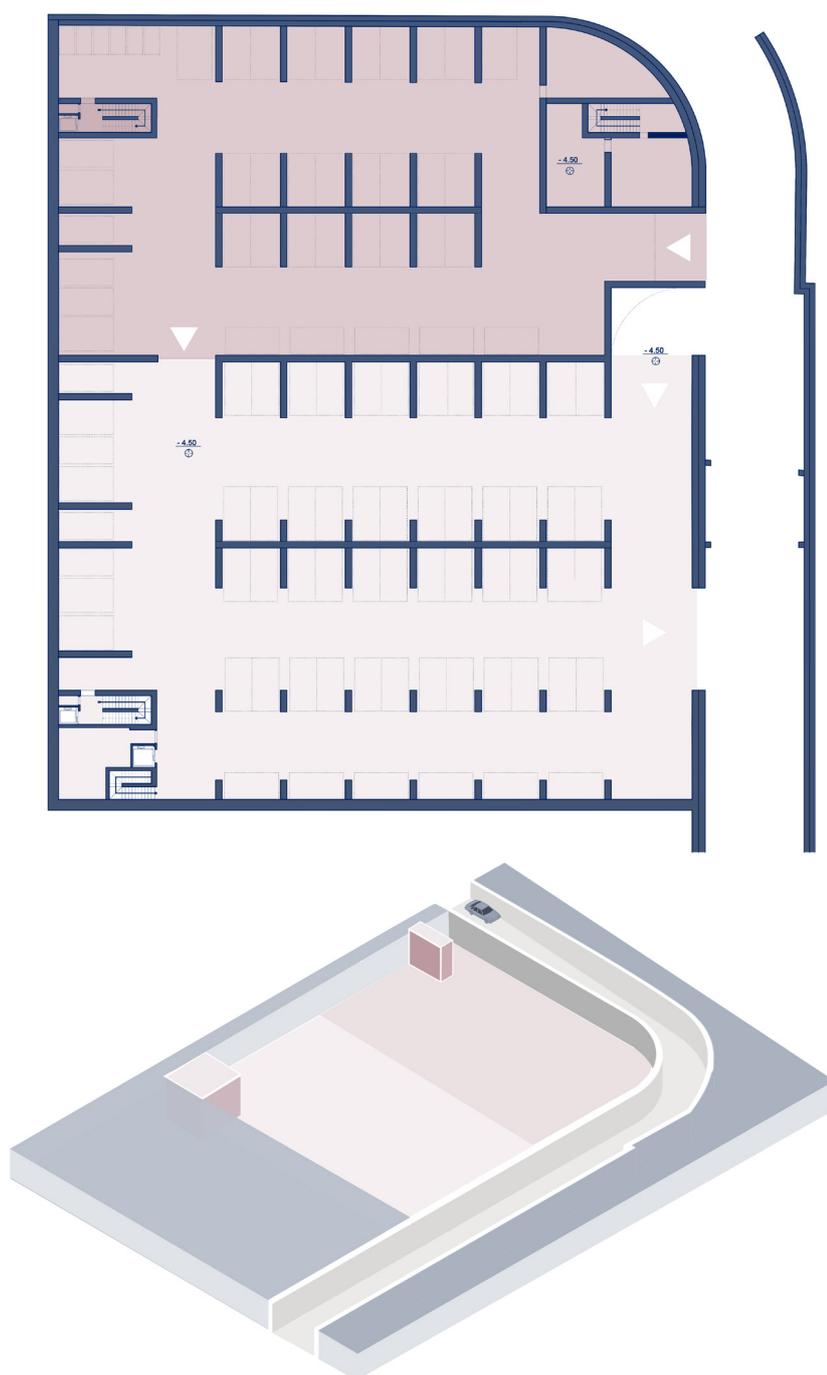


Figura 40 - Schemi strutturali CA e XLAM

4.6 Spazi e distribuzione

Il piano interrato è stato progettato per ospitare un parcheggio privato destinato ai residenti degli alloggi di primo accesso, con 37 posti auto e 6 posti moto - Area più scura, nella fig.41 - e uno per i residenti degli alloggi temporanei con 62 posti auto. Le due aree sono state divise per migliorare l'ordine e la sicurezza dello spazio attraverso due ingressi separati automatizzati. Il parcheggio, nella porzione inferiore - Area più chiara, nella fig. 41 è anche riservato ai clienti dell'area commerciale al piano terra.



4.6.1 I servizi

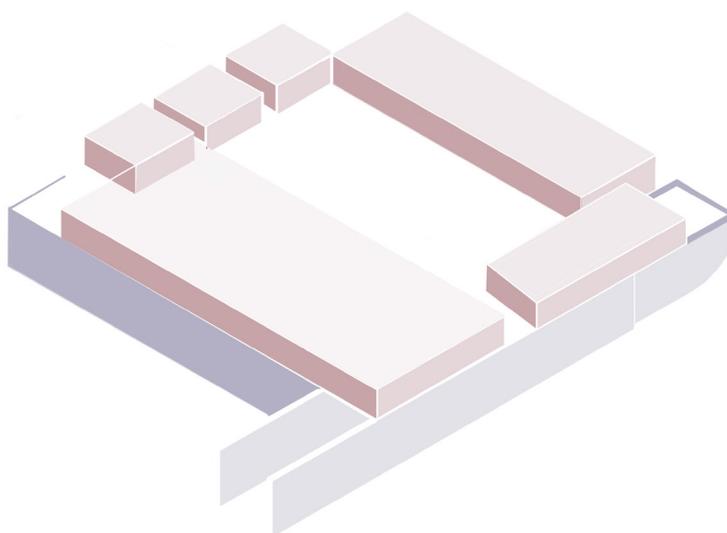


Figura 42 - Servizi commerciali

I servizi sono stati distribuiti all'interno dei differenti volumi a seguito della scelta più funzionale e strategica. Il progetto, al piano terra, è formato da un basamento omogeneo, evitando affacci esterni che si apriranno al contempo all'interno della corte. Gli ingressi principali dei servizi si trovano sui fronti che delimitano la piazza interna mentre quelli relativi alle residenze sono posizionati all'interno delle brecce per aumentarne sicurezza e privacy.

Il supermercato non presenta affacci verso l'esterno ma trova un contatto diretto con l'ambiente grazie ad una fonte luminosa diretta proveniente da vetrate a shed in copertura.

Allo stesso modo, l'impianto ad Est che ospita una palestra pubblica, si connette all'esterno mediante un affaccio vetrato al di sotto del portale d'ingresso mentre la parte Nord ospita piccoli negozi di vendita al dettaglio.

Ad Ovest, risaltano i profili dei prismi che caratterizzano il progetto e mostrano la loro imponenza granitica.

I due prismi alle estremità sono legati funzionalmente alla distribuzione delle ali abitative fornendo loro alcuni spazi complementari quali lavanderie, aree comuni e cucine. I blocchi centrali avendo uno sviluppo prevalentemente verticale ospitano funzioni che si estendono per tutti i piani, rispettivamente: una libreria a ballatoio, una sala polivalente, un caffè letterario sovrastato da un Kindergarten destinato alle residenze. Essi cercano di massimizzare lo sfruttamento della luce zenitale che dall'alto invade, attraversando l'intera sezione, tutti gli spazi. Questo non solo cerca di restituire una certa qualità a questi volumi introvertiti ma consente di mantenere delle facciate prevalentemente opache che contribuiscono a sottolineare il senso di protezione verso la corte interna.



Figura 43 - Sezione trasversale dei prismi



44 - Sezione prospettica trasversale, affaccio su via Fioravanti

4.6.2 Vivi, lavora e incontra

Vivi

Il nuovo modo di abitare ha portato ad un nuovo modo di vivere dinamico, delineando spazialmente e temporalmente un'esigenza attuale differente da quella consueta. La combinazione di servizi a disposizione degli alloggi rende più semplice e ottimale la soluzione di abitare in modo condiviso e ridurre le spese.

Lavora

Il volume posizionato su Via Fioravanti unisce la sfera privata a quella lavorativa ed è dedicato a un nuovo concetto di mondo del lavoro: il bisogno di spazi ibridi vicino alla residenza ha comportato la progettazione di ambienti interconnessi, multifunzionali e flessibili³⁸.

Incontra

All'interno si susseguono aree relax, uffici open space, spazi polifunzionali. Il contatto diretto con l'esterno, in questo caso, viene sviluppato attraverso un tetto giardino calpestabile dove poter incrementare le attività d'incontro culturali e di formazione.

³⁸ 21Wol-way of living

4.6.3 L'alloggio di primo accesso

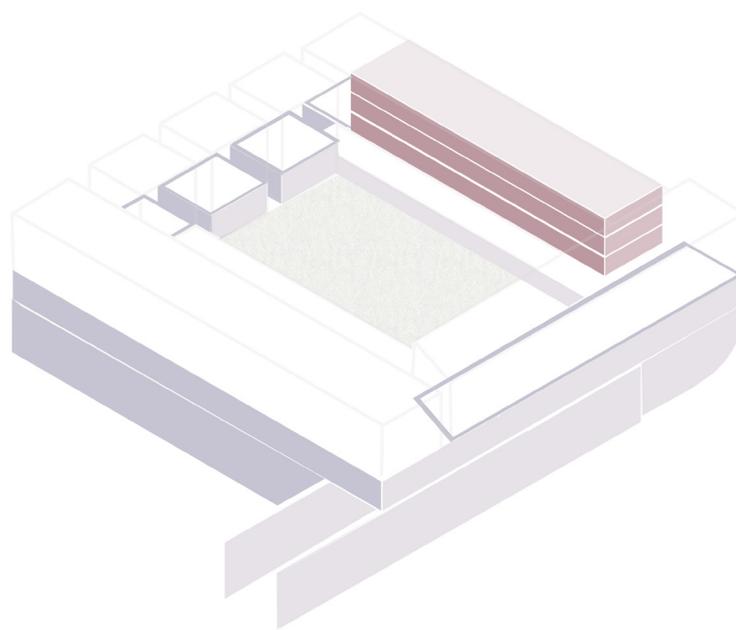
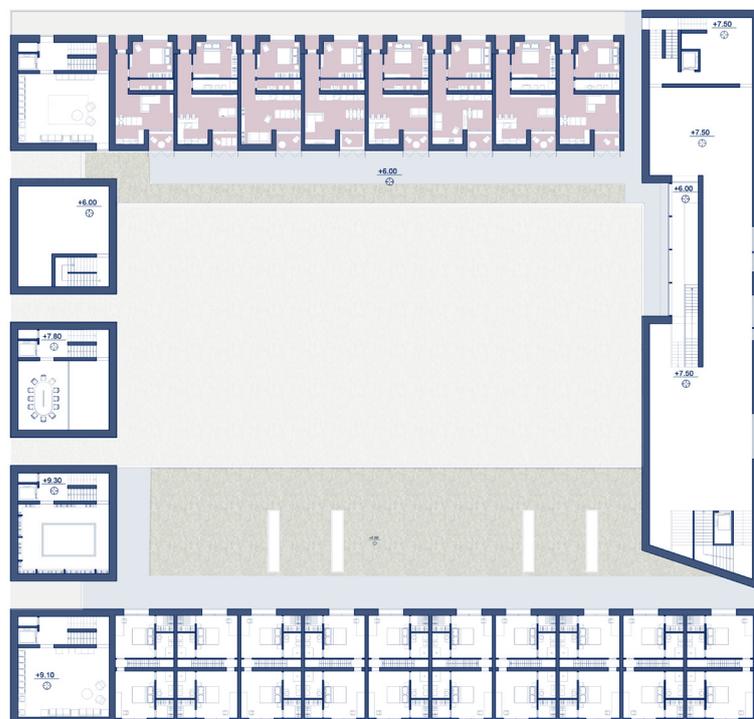


Figura 45 - Posizione degli alloggi di primo accesso

L'alloggio in esame è pensato come la prima soluzione abitativa a cui un individuo può avere accesso in modo autonomo e indipendente.

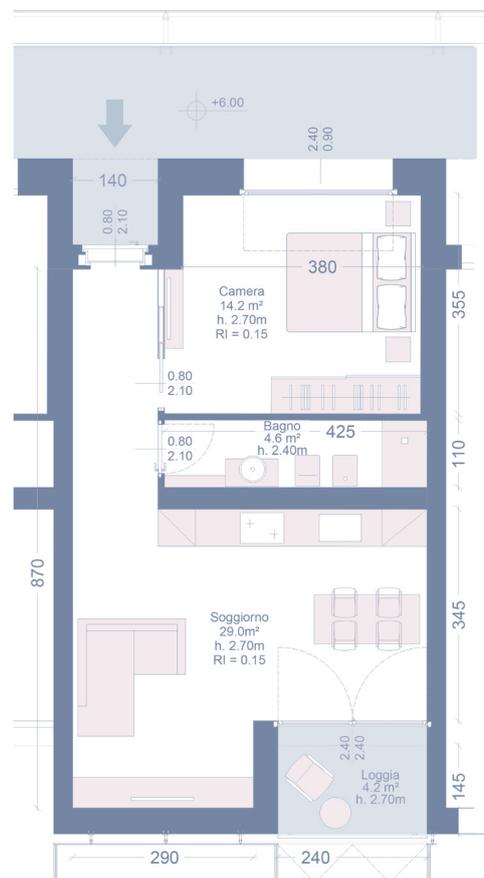
La soluzione prevista è destinata ad una permanenza di durata limitata, fino a 5 anni, e accoglie singoli o giovani coppie dal reddito medio-basso.

Esso deve conciliare la massimizzazione dello sfruttamento della superficie interna dal punto di vista economico.

Questo ha portato a definire un nucleo funzionale di servizio collocato in posizione baricentrica rispetto alla planimetria. Qui viene ricavata la parete impiantistica per servizio e cucina accorpendo le due funzioni in un'unica soluzione.

L'ingresso e la zona notte sono posizionati a Nord verso il ballatoio di accesso. La nicchia permette di filtrare l'accesso dai flussi di percorrenza e la finestratura a nastro della camera è collocata ad un'altezza maggiore per evitare l'introspezione visiva.

Il rivestimento metallico, con porzioni apribili, permette di modificare la configurazione della loggia a Sud, limitando l'irraggiamento estivo e favorendo quello invernale, quando è necessario un ulteriore carico termico che riduce i consumi.



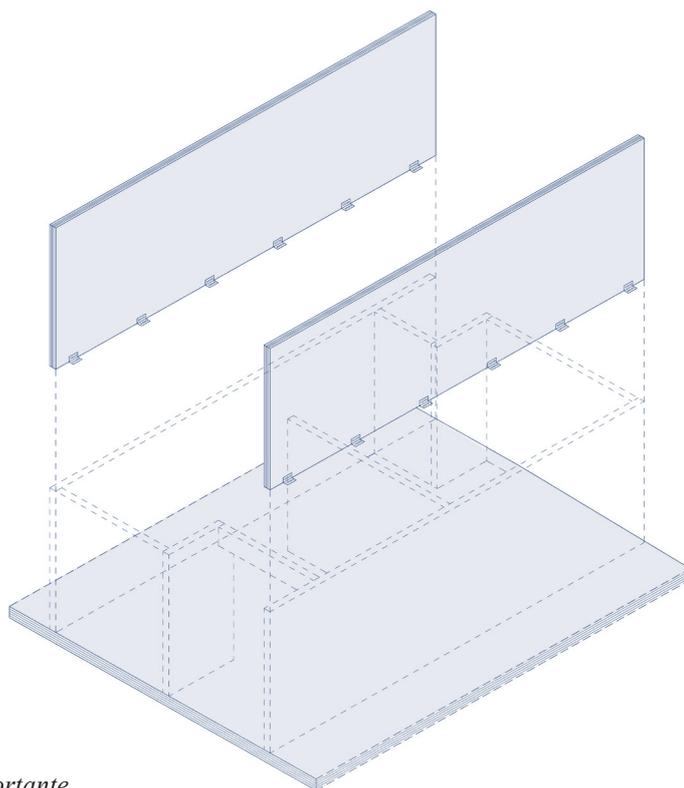


Figura 47 - struttura portante

Il sistema a setti portanti in Xlam permette un risparmio notevole sulla esecuzione e sulla cantierizzazione del progetto

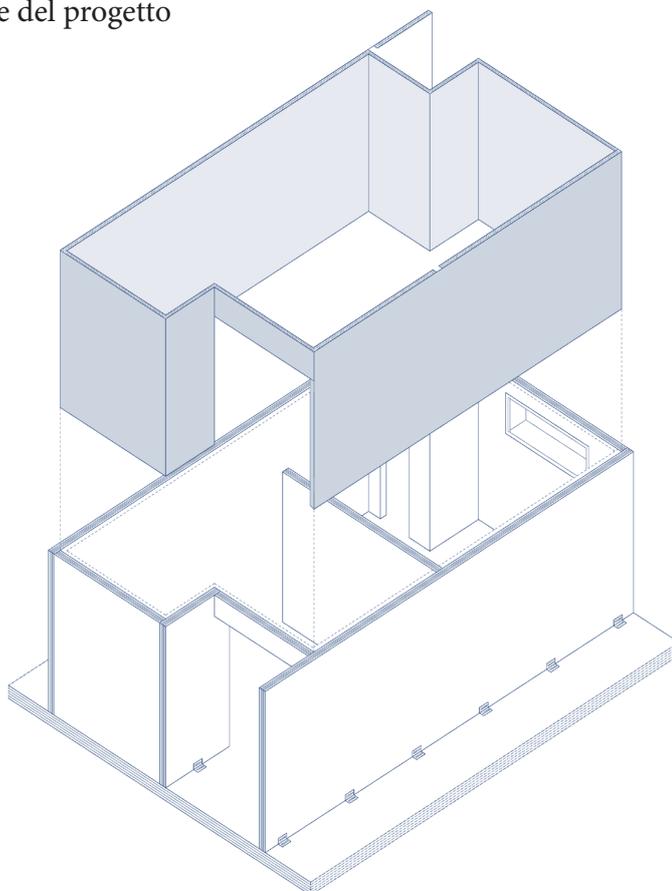


Figura 48 - Isolamento

Il corretto posizionamento dell'isolante, interno ed esterno, permette l'eliminazione di eventuali ponti termici dell'impianto, evitando dispersioni o la comparsa di problematiche quali condense o muffe.

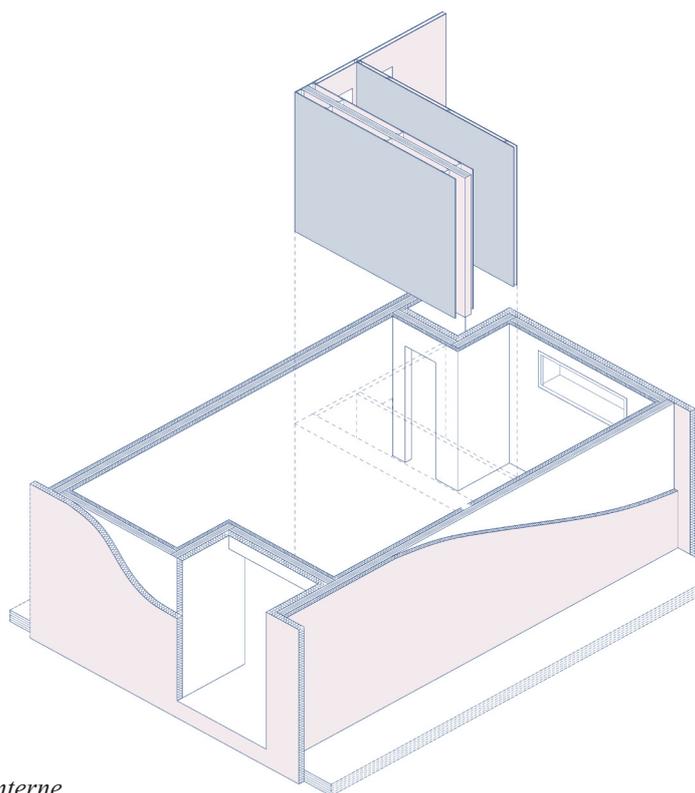


Figura 49 - pareti interne

La riduzione dei cavedi per impianti ad una sola parete, porta a limitare costi e manutenzione.

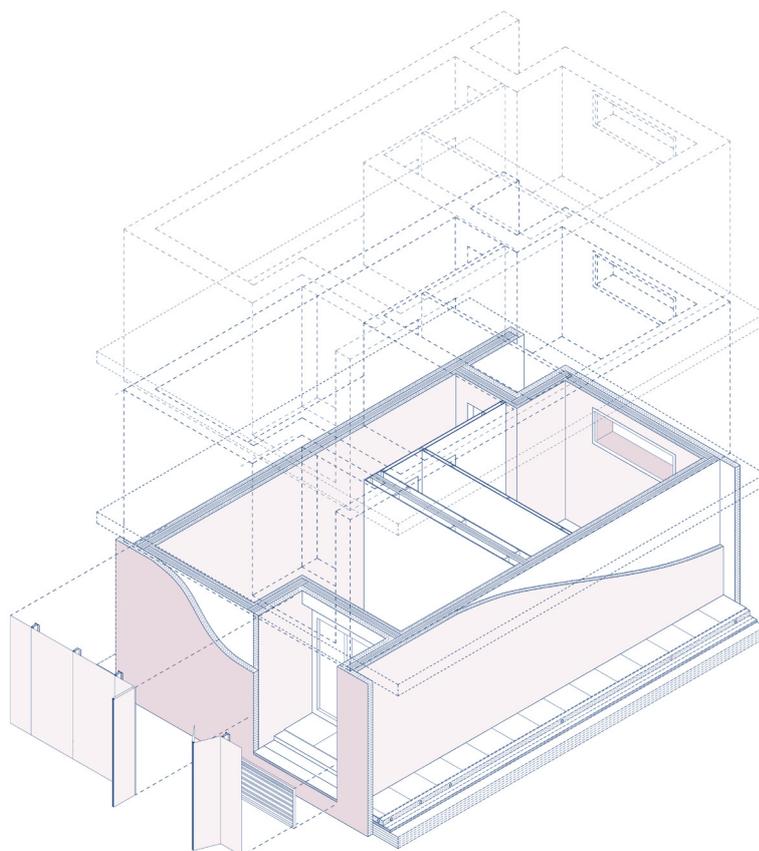


Figura 50 - Rivestimento e disposizione degli alloggi

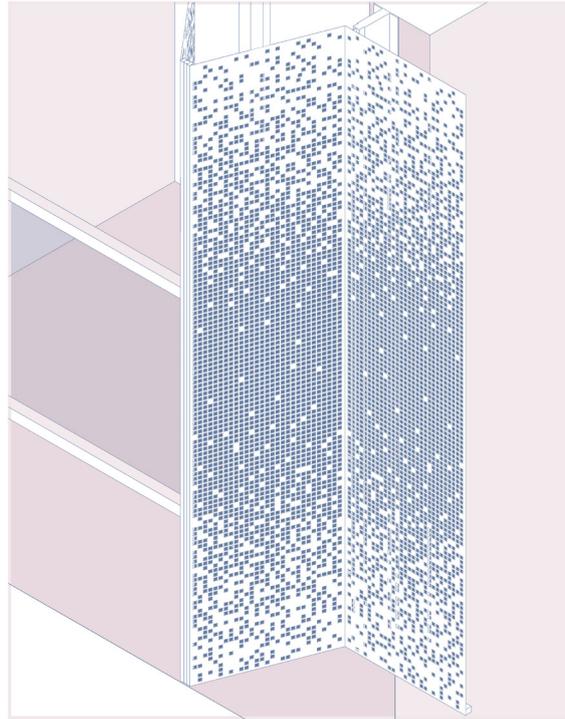


Figura 51 - Dettaglio rivestimento esterno

Il rivestimento esterno è costituito da lastre di acciaio microforate sorrette da un sistema di fissaggio a telaio, scorrevole, con chiusura a libro.

Il pannello è costituito da una lamiera a foro quadro con una percentuale di vuoto su pieno maggiore del 50% nella fascia centrale, e minore nelle fasce laterali.

I riferimenti a cui il progetto attinge sono:

- *Abitazioni in Rue de Swisse, Herzog e De Meuron, 2003* - edificio a completamento di una corte residenziale con servizi al piano terra. L'elevata permeabilità delle vetrate diurne si contrappone alla completa chiusura notturna mediante un sistema a doppia pelle.
- *Tecnoparc, Reus, Spain by Alonso Balaguer y Arquitectos Asociados, 2010* - Parco tecnologico a Sud della Catalogna all'interno di una zona di ricerca che promuove lo sviluppo economico, culturale e sociale. Le varie sale congressuali comportano un diverso rivestimento per ogni orientamento accomunate dalla doppia pelle che favorisce l'ombreggiamento delle ampie vetrate.



Figura 52 - Abitazioni in Rue de Suisse, Parigi, Herzog e De Meuron, fotografo: 2003 ³⁹



Figura 53 - Tecnoparc, Reus, Spain by Alonso Balaguer y Arquitectos Asociados, 2010⁴⁰

³⁹<https://www.herzogdemeuron.com>

⁴⁰<https://www.alonsobalaguer.com/component/content/article/29-proyectos/obra-construida/36-tecnoparc>

4.6.4 L'alloggio temporaneo

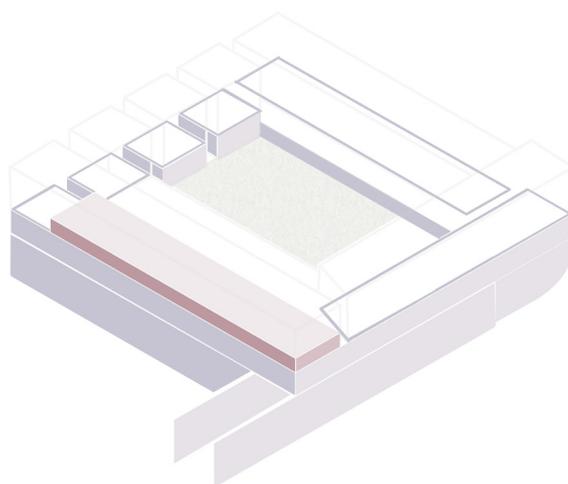
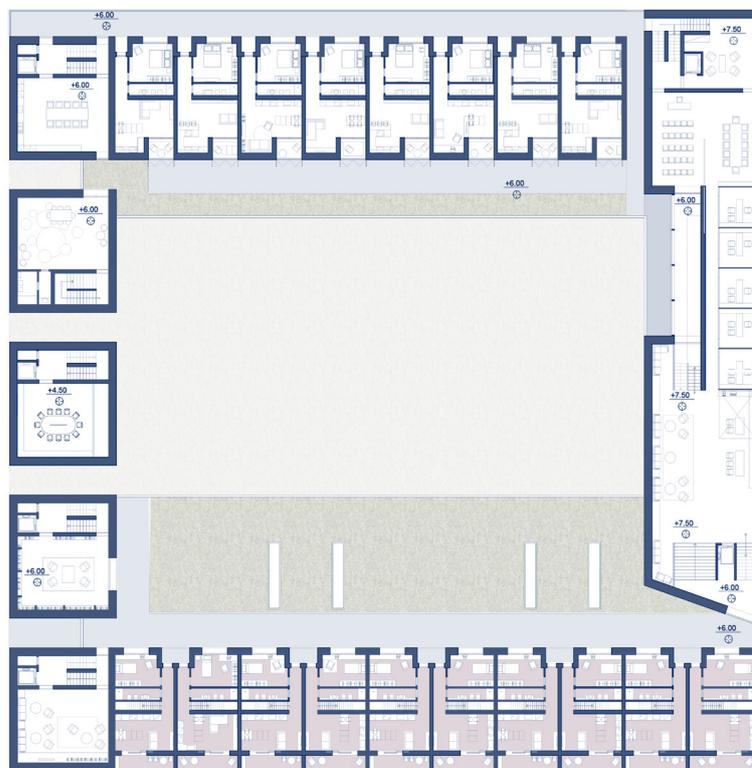


Figura 54 - Posizione alloggi temporanei

L'alloggio in esame è pensato per soddisfare i bisogni dell'individuo in movimento cercando di coniugare lo spazio dell'abitare con quello lavorativo. La soluzione prevista è destinata ad una permanenza di durata limitata, fino ad un anno, e pensata per soddisfare i bisogni di studenti e/o lavoratori, singoli e coppie che si trovano nella situazione di alloggiare temporaneamente.

Il modello è costituito in duplex il cui nucleo è integrato con uno spazio giorno condiviso e nuclei notte configurati come piccole suites indipendenti. Queste ultime sono fornite di un bagno privato, ampio spazio camera e cabina dove riporre i beni.

Caratteristica di tutte le tipologie di alloggio è l'estensione dello spazio giorno in una loggia a sud che garantisca la massimizzazione degli apporti solari oltre che beneficiare di uno spazio esterno.

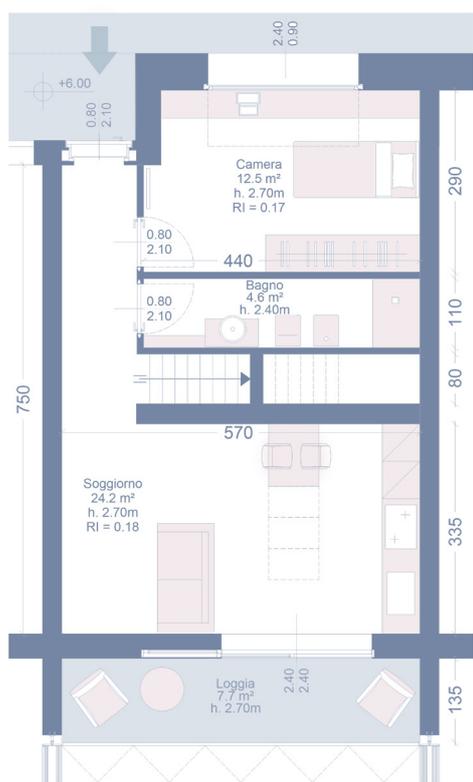


Figura 55 - Pianta piano terra alloggio

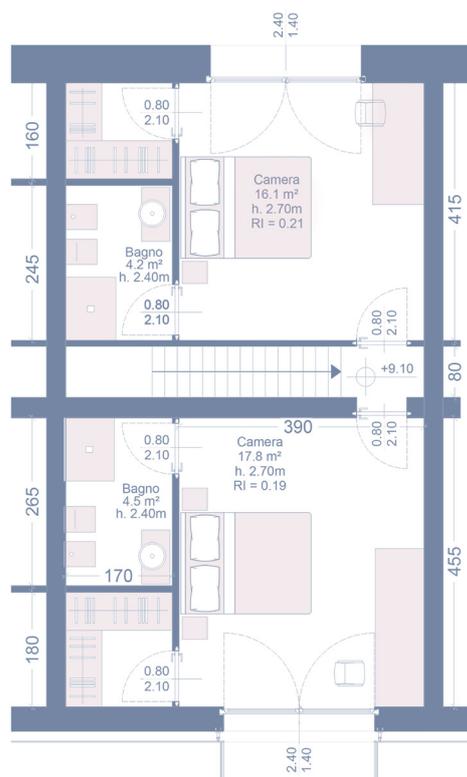


Figura 56 - Pianta piano primo alloggio



Figura 57 - Prospetto Sud

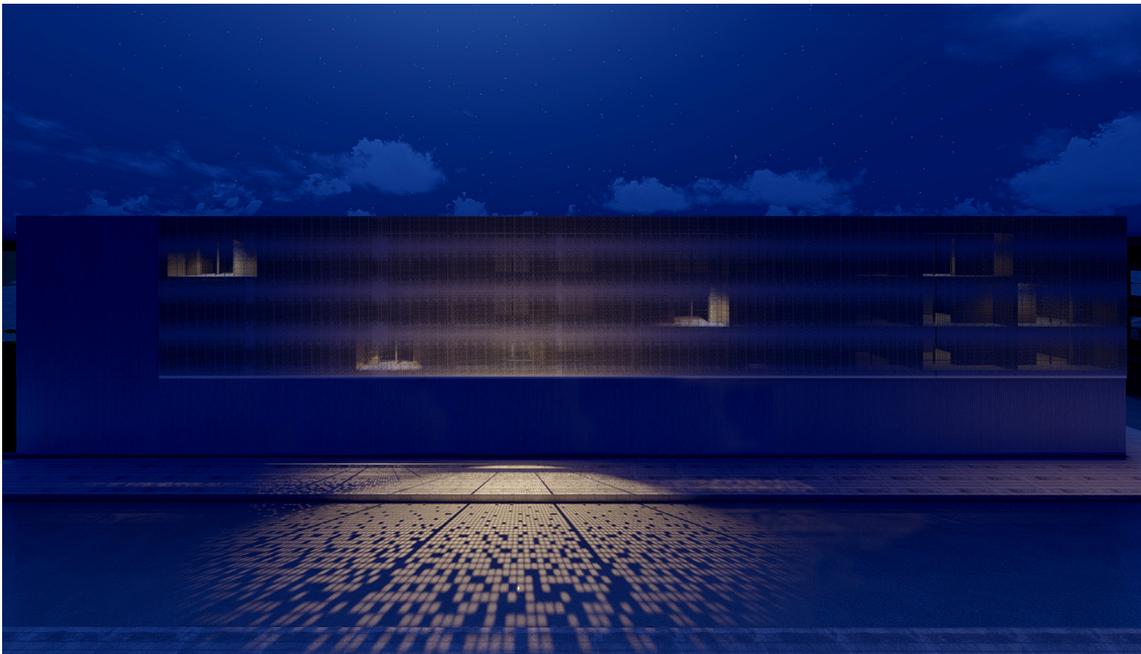


Figura 58 - Prospetto Sud



Figura 58 - Prospetto Sud



Figura 59 - Prospetto Sud

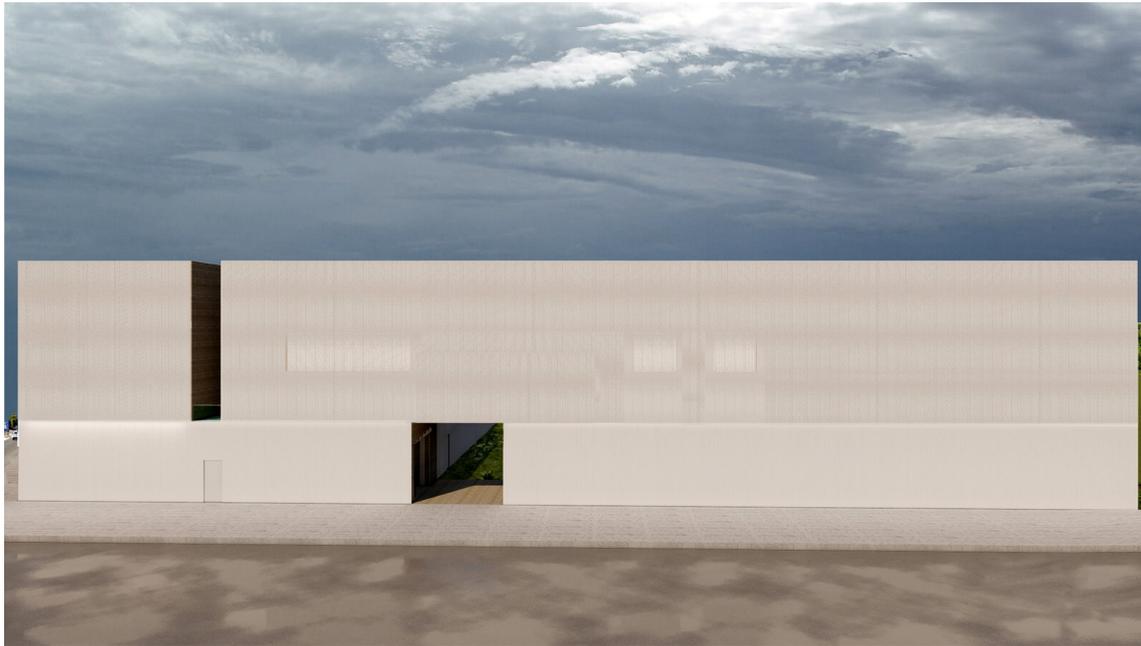


Figura 60 - Prospetto Est



Figura 61 - Prospetto Nord

4.7 Uno spazio verde dinamico

La principale strategia è cercare di connettere nel miglior modo possibile gli spazi interni con l'ambiente esterno.

L'intero progetto è stato modulato mediante una cellula minima di 60x60 cm estesa esternamente all'edificio per collegarsi all'area a Nord occupata dal Comune, garantendo una continuità con il verde presente.

Questa maglia viene sollevata e abbassata generando il “giardino in movimento” con depressioni e rilievi che configurano un profilo dinamico e naturale. Le porzioni compresse generano i giardini della pioggia che intercettano l'acqua piovana riducendo l'effetto *run-off* del terreno e garantiscono una maggiore biodiversità nell'ambiente urbano⁴¹.

La pavimentazione è il risultato di uno studio parametrico che tiene in considerazione i flussi di utenti verso e fuori l'edificio.

Essa è formata da blocchi drenanti e mantiene l'area permeabile; il suo concentramento e diradamento dipende dalla realizzazione di spazi di sosta e aree pedonali. Anche la manutenzione sarà ridotta in quanto basterà falciare periodicamente l'erba e riempire le lacune mancanti.

L'idea è stata sviluppata a partire dallo studio di alcuni progetti presi a riferimento:

- *Michel Desvigne, Keio University, Tokio, 2004-2005*

Realizzazione di un giardino sul tetto di un edificio a Tokyo. Il lavoro è basato sulla trasposizione di un'immagine aerea di un piccolo fiume. Il visitatore termina il percorso dell'edificio in uno spazio formato da grandi lastre dove il verde sembra perforare lo spazio impermeabile. Lo spazio non è composto da solidi e vuoti ma da piani e passaggi successivi a densità variabile⁴². [Fig. 62]

41 Rigenerare la città con la natura – Strumenti per la progettazione degli spazi pubblici tra mitigazione e adattamento ai cambiamenti climatici, V. Dessi, E. Fernè, L. Ravanello, M. T. Salomoni, 2016, Maggioli Editore.

42 Keio University | MDP micheldesvignepaysagiste.com

- *Bryum, Roche Campus Kaiseraugst, Svizzera, 2017-2018*
Progettazione di una rete ecologica attraverso lo spazio aperto, parchi pubblici, piazze e strade.
Una delle piazze centrali del sito, prevede una pavimentazione con un design che deriva da algoritmi basati sul flusso pedonale stimato e sul posizionamento degli alberi⁴³ .[Fig. 63]

- *Gilles Clement, “Il giardino in movimento”*
“[...] interpreta e sviluppa le energie presenti sul luogo e tenta di lavorare il più possibile insieme, e il meno possibile contro, alla natura. Deve il suo nome al movimento fisico delle specie vegetali sul terreno, che il giardiniere interpreta alla propria maniera.”



Figura 62 - Michel Desvigne, Keio University, Tokio, 2004-2005

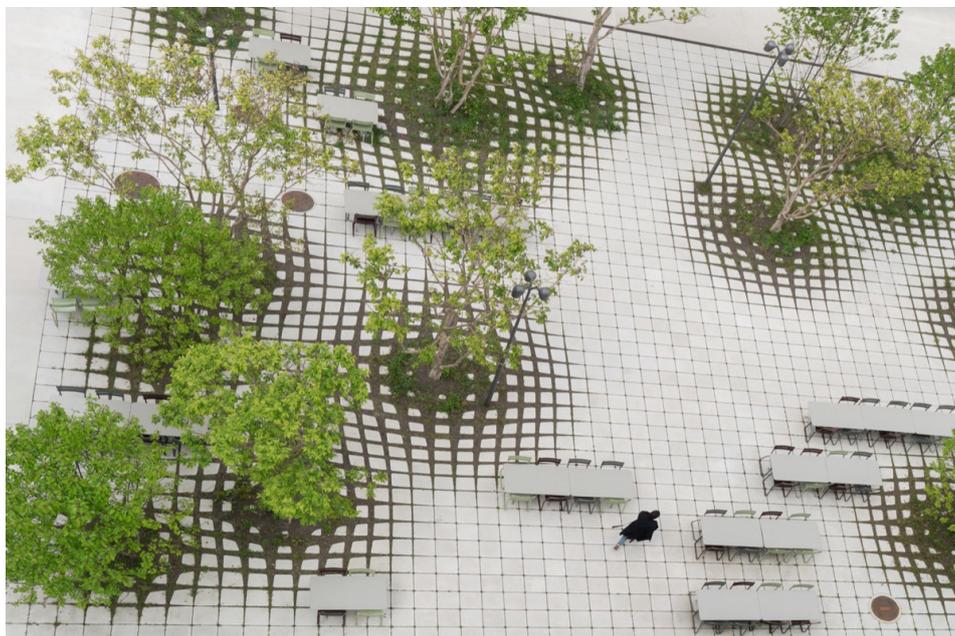


Figura 63 - Bryum, Roche Campus Kaiseraugst, Svizzera, 2017-2018



Figura 64 - Planivolumetrico



Figura 65 - Un giardino dinamico, vista esterna

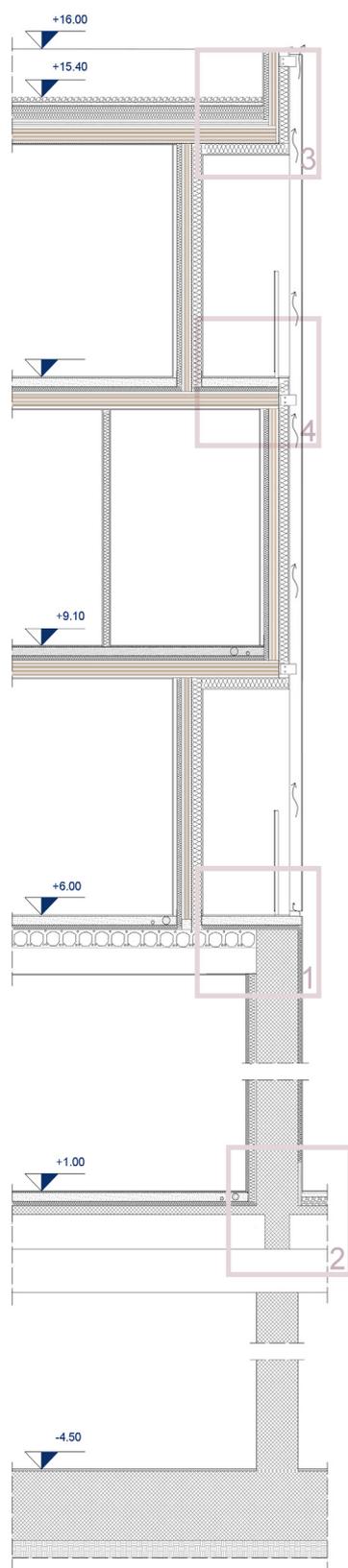


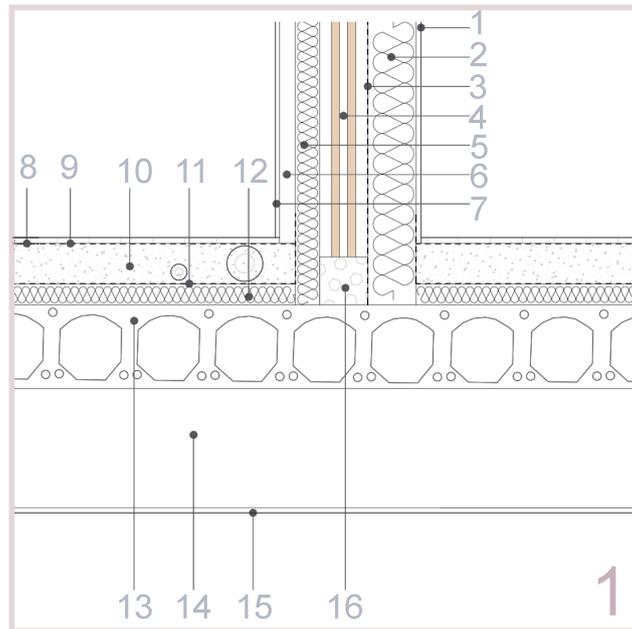
Figura 66 - Un giardino dinamico, vista interna



Figura 67 - Un giardino dinamico, vista interna

4.8 Soluzioni costruttive



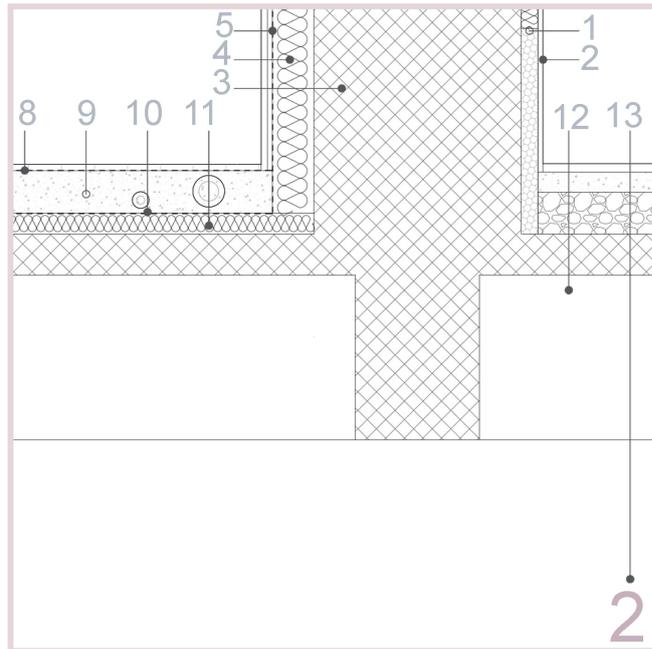


CHIUSURA VERTICALE ESTERNA

1. Intonaco plastico per cappotto, sp. 1,5 cm
2. Isolamento termoacust. in fibra di vetro, sp. 10 cm, $\lambda= 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$
3. Membrana impermeabilizzante e traspirante sp. 0,3 cm
4. Struttura in XLAM a 5 strati sp. 12 cm e freno al vapore
5. Isolante termico in fibra di legno sp. 6 cm, $\lambda= 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$
6. Intercapedine per impianti, sp. 10 cm
7. Doppia lastra di gessofibra, sp. 1,5 cm

CHIUSURA ORIZZONTALE ESTERNA

8. Pavimento in gres, effetto legno, sp. 1,5 cm
9. Materassino fonoassorbente in alluminio, minerali di quarzo, sp. 0,1 cm
10. Sottofondo a secco in scaglie di legno, sp. 10 cm
11. Carta antipolvere e per la protezione contro l'umidità sp, 10 cm
12. Isolante termico in fibra di legno sp. 5 cm, $\lambda= 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$
13. Solaio alveolare Spiroll, sp. 21 cm
14. Trave prefabbricata in C.A, sp. 50 cm
15. Doppia lastra di fibrogesso, sp. 1,5 cm
16. Blocco di vetro cellulare, sp. 12 cm

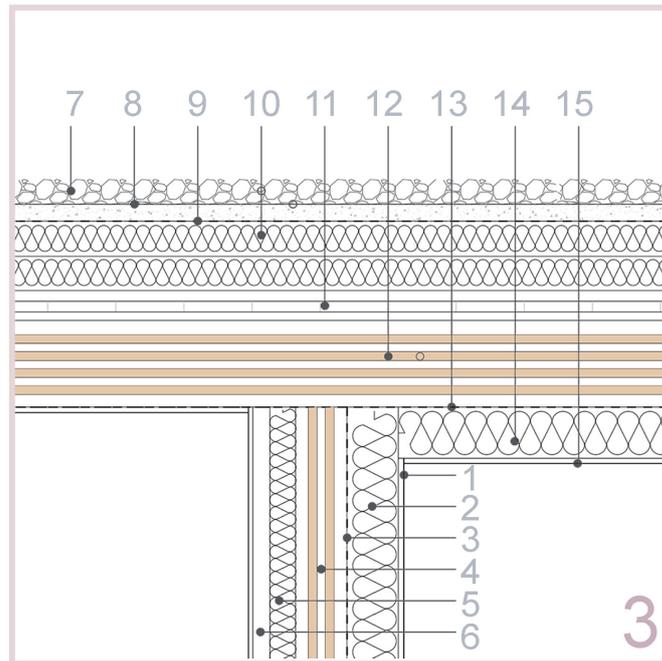


CHIUSURA VERTICALE ESTERNA

1. Intonaco plastico per cappotto, sp. 1,5 cm
2. Isolante XPS sp, 6 cm, $\lambda= 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$
3. Struttura in C.A, sp, 50 cm
4. Isolante termico in fibra di vetro sp. 10 cm, $\lambda= 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$
5. Membrana impermeabilizzante e traspirante sp. 0,3 cm e doppia lastra di gessofibra, sp. 1,5 cm

CHIUSURA VERTICALE ESTERNA

8. Pavimento in gres, effetto legno, sp. 1,5 cm
9. Materassino fonoassorbente in alluminio e minerali di quarzo, sp. 0,1 cm e sottofondo a secco in scaglie di legno, sp. 10 cm
10. Carta antipolvere e per la protezione contro l'umidità sp, 10 cm
11. Isolante termico in fibra di legno sp. 5 cm, $\lambda= 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$
12. Solaio alveolare Spiroll, sp. 40 cm
13. Trave prefabbricata in C.A, sp. 50 cm

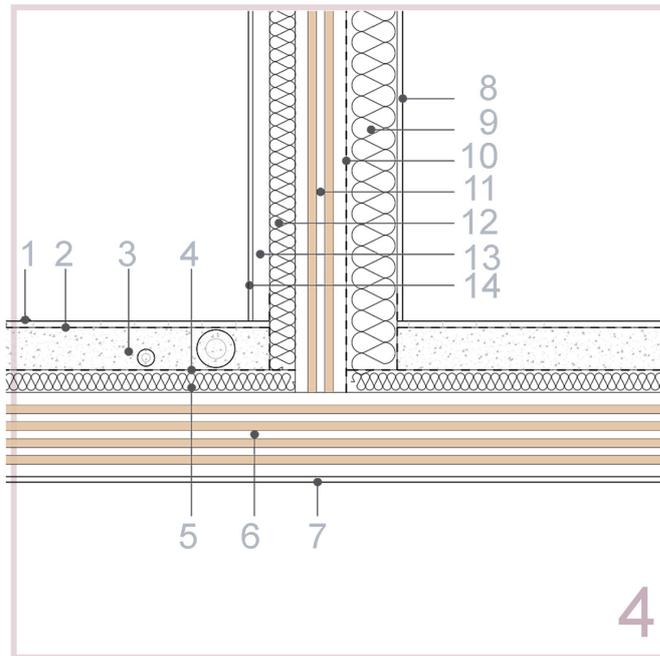


CHIUSURA VERTICALE ESTERNA

1. Intonaco plastico per cappotto sp. 1,5 cm
2. Isolante termoacustico in lana di vetro sp. 10 cm, $\lambda= 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$
3. Membrana impermeabilizzante e traspirante sp. 0,4 mm
4. Struttura in XLAM a 5 strati sp. 12 cm, $\lambda= 0,012 \text{ W/m}^2\text{K}$
e freno al vapore
5. Isolante termico in fibra di legno sp. 6 cm, $\lambda= 0,036 \text{ W/m}^2\text{K}$
6. Doppia lastra di fibroges., sp. 1,25 cm e intercapedine impianti sp. 10cm

CHIUSURA ORIZZONTALE ESTERNA

7. Strato di ghiaia lavata di fiume, sp. 2 cm
8. Massetto alleggerito di pendenza, sp. 6 cm
9. Guaina bituminosa impermeabile, sp. 0,3 cm
10. Isolamento termico in fibra di vetro, sp. 6+6 cm, $\lambda= 0,033 \text{ W/m}^2\text{K}$
11. Tavolato di abete incrociato sp. 2,5+2,5 cm
12. Intercapedine d'aria, sp. 4 cm
13. Sigillatura tenuta all'aria, sp. 0,3 cm
14. Isolante termoacustico in lana di vetro sp. 10 cm, $\lambda= 0,032 \text{ W/m}^2\text{K}$
15. Struttura in XLAM a 9 strati, sp. 20 cm e freno al vapore



CHIUSURA ORIZZONTALE INTERNA

1. Pavimento in gres, effetto legno sp. 1,5 cm
2. Materassino fonoassorb. in alluminio, minerali di quarzo sp. 0,1 cm
3. Sottofondo a secco in scaglie di legno sp. 10 cm
4. Carta antipolvere per la protezione contro l'umidità sp. 10 cm
5. Isolante termico in fibra di legno sp. 5 cm, $\lambda=0,038$ W/m²K
6. Struttura in XLAM a 9 strati, sp. 20 cm
7. Controsoffitto in lastre di gessofibra sp. 1,5 cm

CHIUSURA VERTICALE ESTERNA

8. Intonaco plastico per cappotto, sp. 1,5 cm
9. Isolante termoacust. in fibra di vetro, sp. 10 cm, $\lambda=0,032$ W/m²K
10. Membrana impermeabilizzante e traspirante, sp. 0,3 cm
11. Struttura in XLAM a 5 strati sp. 12 cm e freno al vapore
12. Isolante termico in fibra di legno sp. 6 cm, $\lambda=0,036$ W/m²K
13. Intercapedine per impianti, sp. 10 cm
14. Doppia lastra di gessofibra, sp. 1.5 cm

4.9 Il ruolo del progetto nel contenimento della Povertà Energetica

Negli ultimi due decenni, l'incidenza della spesa energetica delle famiglie è aumentata notevolmente. Questo incremento è risultato maggiore per le famiglie con minor reddito, a causa dell'irriducibilità dei consumi energetici. A questo si unisce l'impossibilità di effettuare i lavori necessari per migliorare l'efficienza energetica delle abitazioni, facendo emergere un fenomeno noto come *povertà energetica (PE)*, ovvero “*la difficoltà di acquistare un paniere minimo di beni e servizi energetici o, in alternativa, un accesso ai servizi energetici che implica una distrazione di risorse, in termini di spesa o di reddito, superiore a un valore normale*”⁴⁴.

La sua definizione deriva da una complessità di situazioni nella quale il fenomeno viene sviluppato; il governo italiano ha istituito un Osservatorio nazionale in vista della piena liberalizzazione dei mercati energetici a partire da metà 2019.

L'Unione Europea, a fronte di diverse definizioni delle nazioni che accoglie, non ha emesso una struttura sintetica, ma proposto delle manovre relative al problema in causa, esplicitate da un insieme di indicatori:

- Incapacità di mantenere l'abitazione adeguatamente calda
- Presenza di arretrati sulle bollette delle famiglie
- Alloggio umido, inadeguato, disperdente
- Servizi energetici costosi e spesso inaccessibili
- Reddito basso
- Razionamento dei consumi in ambito familiare

Nel caso specifico italiano è stato necessario riassumere la condizione in cui una famiglia è vittima di PE nei seguenti indicatori⁴⁵ :

- se la spesa energetica supera il 10% del reddito familiare mensile e reddito medio basso

44 MISE & MATTM. Strategia Energetica Nazionale (SEN), 2017. MISE; MATTM (2017).

45 Faiella, I., Lavecchia, L. & Borgarello, M. Una Nuova misura della povertà energetica delle famiglie. Quest. di Econ. e Finanz. (2017)

- inadeguato o assente riscaldamento dell'abitazione, che risulta disperdente e arretrata tecnologicamente
- Andamento dei prezzi, fonti utilizzate e condizioni di cambiamento climatico

Le famiglie italiane in PE hanno una spesa mediana mensile inferiore alla metà di quella complessiva e incidenza della spesa per riscaldamento superiore del 41%. Quasi la metà sono anche povere in senso assoluto.

Una famiglia in povertà assoluta ha una probabilità 60 volte superiore di essere in PE rispetto a una famiglia che non si trova in questa condizione.

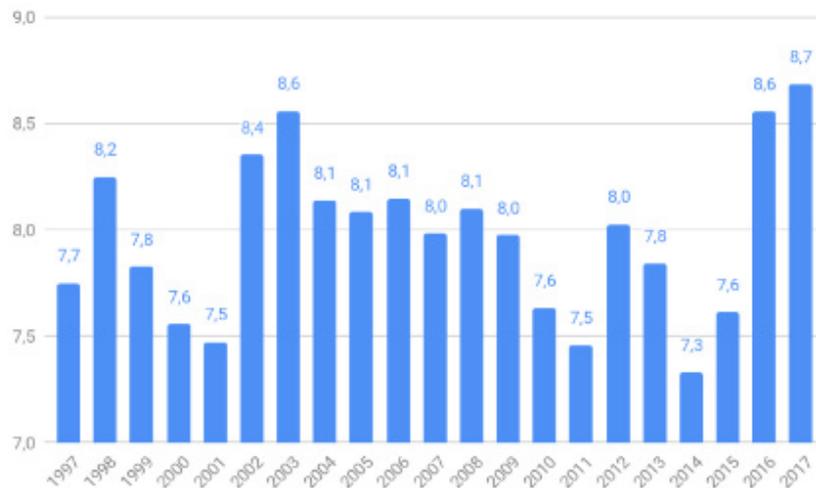


Figura 69 - Incidenza della PE.
Fonte indagine sulla spesa delle famiglie (ISTAT)

La misura ufficiale della povertà energetica è una misura oggettivo-relativa, che rivede l'approccio inglese *low income-high costs* (LIHC) con due sostanziali differenze: si usano dati effettivi di spesa (Istat) e si includono le famiglie in condizione di deprivazione e con spesa per riscaldamento nulla ⁴⁶.

4.9.1 Il ruolo dell'abitazione

Un'abitazione non adeguatamente riscaldata accresce sia la probabilità di malattie dell'apparato respiratorio e cardiovascolare, sia l'aumento di morti durante le stagioni fredde o troppo calde.

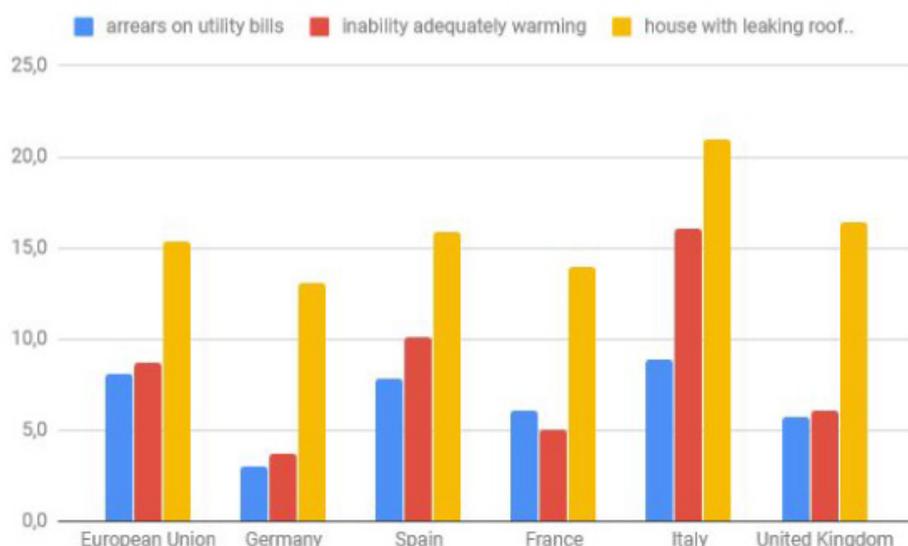


Figura 70 - Misurazione di alcuni stati Europei su % di abitanti).

Fonte EU-SILC

Concentrandosi sull'Italia, la quota di famiglie che non riescono a riscaldare adeguatamente la propria casa ha mostrato un'impennata sbalorditiva: dall'11,6% nel 2010 al 21,3% nel 2012 per poi assestarsi al 16% (una variabilità difficile da spiegare utilizzando misure generali di povertà relativa)⁴⁷.

Sia l'efficienza energetica degli edifici che la loro dotazione tecnologica contribuiscono a indicare una porzione rilevante dei consumi di energia delle famiglie. Il consumo annuo di energia nel settore delle costruzioni in Italia è quasi la metà del consumo totale della nazione. Ridurre l'utilizzo delle risorse energetiche e delle emissioni inquinanti porterebbe a limitarne costi e spese.

La durata e l'impatto dei lavori per aumentare l'efficienza energetica degli edifici sono diversificati: quelli relativi ad alloggi di proprietà (realizzazione di cappotto termico, sostituzione di infissi) hanno un ritorno dell'investimento nel lungo periodo, mentre quelli relativi alla dotazione tecnologica (il sistema di riscaldamento, l'efficienza delle apparecchiature) richiedono un impegno finanziario ridotto e un ritorno nel medio-breve periodo.

⁴⁷ Faiella, I. & Lavecchia, L. Energy poverty indicators. in *Urban Fuel Poverty* (2019).

È difficoltoso invece incentivare questo tipo di interventi nelle abitazioni in affitto poiché il proprietario potrebbe riscuotere un affitto non sufficiente, e allo stesso tempo l'affittuario potrebbe prevedere un limitato periodo di permanenza tale da indurlo a non accollarsi i costi delle migliorie.

4.9.2 Risposte progettuali

Il progetto ha lo scopo di realizzare abitazioni che, a partire dalla progettazione del loro involucro, possano ridurre il rischio che le famiglie ospitate si trovino nella condizione di povertà energetica.

La chiusura che separa l'abitazione dall'ambiente esterno è infatti determinante nei risultati globali dell'efficienza energetica di un edificio, ed è un campo di sperimentazione ampio e vasto.

La norma UNI 8290 definisce infatti Chiusura come *“l'insieme delle unità tecnologiche ed elementi tecnici del sistema edilizio aventi funzione di separare e conformare gli spazi interni del sistema rispetto all'esterno”*⁴⁸.

Lo studio si focalizza sulla progettazione efficiente di chiusure verticali, opache e trasparenti, che possano tentare di ridurre il rischio di povertà energetica. I principali elementi che determinano la prestazione energetica sono il tipo e lo spessore dello strato isolante.

Recentemente la struttura XLAM è stata oggetto di diversi studi: la richiesta di maggiore sostenibilità e congruenza con il materiale ligneo ha portato a differenti considerazioni sull'isolamento maggiormente idoneo.

È stato prodotto un modello standard di progetto, individuato mediante un pacchetto strutturale univoco la cui unica variabile è il tipo di materiale isolante o il rivestimento esterno.

Gli spessori dello strato non variano durante lo sviluppo delle configurazioni (se non nel caso in cui l'isolamento è assente).

48 Gaspari J. Trabucco D., Z.G. INVOLUCRO EDILIZIO E ASPETTI DI SOSTENIBILITA' - Riflessioni sul comportamento energetico di pareti massive e stratificate iperisolate: performances ambientali ed embodied energy (Francoangeli, 2010)

Nella porzione di involucro opaco la radiazione solare ottiene un ritardo nella penetrazione degli strati. Attraverso gli strati vetrati, invece, il suo passaggio avviene in modo diretto. La selezione del serramento è quindi incentrata a limitare il guadagno di calore interno agli edifici, il suo surriscaldamento e i suoi consumi. È stato quindi selezionato un serramento a triplo vetro, basso emissivo, per lo sviluppo della simulazione interposto a strati di gas Argon.

4.9.3 I materiali isolanti

I principali materiali isolanti per chiusure esterne sono riconducibili a due gruppi fondamentali:

- *Organici*, formati a partire da prodotti naturali lavorati e dimensionati in rotoli o pannelli (lana di vetro, roccia, legno etc.)
- *Sintetici*, composti da materiali plastici, estrusi o in resina (EPS, XPS, PF etc.)

Lo studio mette a confronto le diverse tipologie di materiale isolante tenendo conto delle caratteristiche fondamentali:

- La *Trasmittanza termica* [$U=W/m^2K$], che indica quanto calore viene disperso in $1m^2$ di involucro edilizio, inverso della somma delle resistenze termiche (R) degli strati che costituiscono la chiusura⁴⁹
- Il *calore specifico* è la quantità di energia richiesta per aumentare la temperatura di un oggetto di una massa unitaria di una temperatura unitaria. Maggiore è il valore, maggiore è la quantità di calore richiesta per aumentare la temperatura

Confrontando i diversi isolanti, le fibre naturali hanno un calore specifico molto inferiore rispetto a quelle sintetiche, ma la loro permeabilità favorisce il passaggio dell'umidità e non il ristagno interno alla parete come invece succede per i materiali plastici.

⁴⁹ Gaspari J. Trabucco D., Z.G. INVOLUCRO EDILIZIO E ASPETTI DI SOSTENIBILITA' - Riflessioni sul comportamento energetico di pareti massive e stratificate iperisolate: performances ambientali ed embodied energy (Francoangeli, 2010)

È sufficiente, nel caso di un isolante organico, utilizzare spessori omogenei e non troppo ridotti assieme all'accostamento di una barriera al vapore interna per mantenere l'umidità sotto determinate soglie che non portino alla formazione di condensa o muffe.

Un altro beneficio nell'utilizzo di isolanti naturali è la maggiore densità (come per la lana di vetro) e la minore conducibilità.

Il miglioramento della prestazione della chiusura riduce al minimo la dispersione termica verso l'esterno dell'edificio, conservando così l'energia termica, riducendone i costi e ottenendo un maggiore comfort termico. Tuttavia, i potenziali risparmi energetici oltre un certo spessore di isolamento non giustificano il costo aggiuntivo dato che aumentare lo spessore ne riduce il ritorno economico e aumenta il costo di installazione.

In generale, la misura di 12 cm viene considerata come valore massimo di spessore idoneo all'isolamento di una parete esterna in singolo strato.

È stato utilizzato uno spessore di 10 cm come ottimale per la progettazione del modello, accoppiato internamente ad un secondo di 6 cm.

Questo ha portato allo sviluppo di quattro modelli di parete studiati:

1. isolamento in fibre naturali (vetro e legno)
2. isolamento in poliuretano estruso (EPS)
3. isolamento in lana di roccia
4. isolamento assente

La determinazione dei pacchetti strutturali ha permesso la modellazione di 44 alloggi oggetti di studio:

10 residenze con SU = 43 m²

24 residenze con SU = 47 m²

10 residenze con SU = 97 m²

Gli alloggi, con annessi vani comuni e locali non riscaldati, sono stati posizionati sull'asse Nord-Sud. Il progetto è stato completato dall'installazione di un impianto di riscaldamento e raffrescamento a pannelli radianti a soffitto, alimentato da pompe di calore e macchine frigorifere.

Non è stata prevista inizialmente una quota di solare termico o fotovoltaico in quanto le precedenti analisi mostrano un residente-tipo dal reddito medio-basso, che potrebbe non prontamente accedere a determinate tecnologie. La centralizzazione dell'impianto con regolazione interna a ogni singolo alloggio permette di ridurre ulteriormente i consumi.

Il calcolo dinamico mediante il software Termolog ha permesso:

- La classificazione APE^{50} dell'intero comparto residenziale
- l'individuazione di $H't$ (*coefficiente medio globale di scambio termico*) che indica la trasmittanza dell'intero involucro (in base alla zona climatica di riferimento (E) e il valore S/V, dovrà essere inferiore a $0,550 \text{ W/m}^2\text{K}$)
- la valutazione della *temperatura operativa interna* in assenza di impianti di ogni appartamento del complesso, presa in esame nei mesi di maggior variazione: Gennaio, come mese più rigido, e Luglio per le temperature massime.
- la verifica della *Trasmittanza termica periodica YIE* ($\text{W/m}^2\text{K}$), ovvero il parametro che valuta la capacità di una parete opaca di sfasare ed attenuare il flusso termico che la attraversa nell'arco delle 24 ore. Per le pareti verticali opache il valore non deve superare $0.12 \text{ W/m}^2\text{K}$
- l'individuazione del parametro *Asol,est* (*area solare equivalente estiva*) che tiene conto di vetri e schermature, ombreggiature, latitudine e orientamento. Nella normativa vigente, il parametro viene rapportato alla superficie utile, il cui risultato dovrà essere minore o uguale a 0,03
- la valutazione dei *giorni necessari per riscaldamento e raffrescamento*, mediante calcolo giornaliero

⁵⁰ D.Lgs. 192/05-Legge 90/2013

La classe energetica è determinata in base alla DGR 1275/2015 e smi Regione Emilia-Romagna

4.9.4 I rivestimenti

La realizzazione di sistemi di ombreggiamento esterno fissi o scorrevoli aiutano a mantenere un comfort interno maggiore rispetto a quelli interni come tendaggi o avvolgibili. Questi ultimi intercettano i raggi a seguito del loro ingresso provocando una quota aggiuntiva di surriscaldamento.

Per valutare la soluzione migliore sono stati svolti i ragionamenti su tre tipologie di parete con facciata ventilata:

- *Standard*, pacchetto che non prevede l'applicazione di facciate ventilate
- *Xlam*, versione che propone pannelli di acciaio microforato su sistema scorrevole di ombreggiamento con chiusura a libro
- *Grc*, versione che propone pannelli in fibrocemento su sistema scorrevole di ombreggiamento con chiusura a libro

La previsione di tre pareti ha portato a una riflessione aggiuntiva sul *costo di costruzione* delle stesse:

- Standard: 205 euro/m²
- Xlam: 295 euro/m²
- Grc: 335 euro/m²

La parete *Standard* presenta le seguenti caratteristiche:

Trasmittanza termica U (W/m²K) = 0.192

Spessore: 36cm

Sfasamento temporale: 9h 30'

YIE = 0.03 W/ m²K

Questa è sufficientemente idonea a soddisfare i requisiti di progetto, riuscendo ad estendere il picco di surriscaldamento estivo intorno alle 01.00, quando le temperature esterne estive sono inferiori. Ciò garantisce un maggior comfort all'utente.

Parete *Xlam*:

trasmissione termica U (W/m²K) = 0.186

spessore: 44cm

sfasamento temporale: 10h 45'

YIE = 0.03 W/ m²K

Parete *Grc*:

trasmissione termica U (W/m²K) = 0.181

spessore: 44cm

sfasamento temporale: 11h 20'

YIE = 0.03 W/ m²K

I pacchetti strutturali *Xlam* e *Grc* non comportano un evidente cambiamento di consumi o spese.

E' evidente come lo sfasamento orario sia maggiore (45 minuti) nella parete *Grc* rispetto a quella in acciaio e maggiore il suo costo di costruzione.

- *Grc* : 11h 20'
- *Xlam*: 10h 45'
- Standard: 9h 30'

4.9.5 La valutazione dei costi di riscaldamento-raffrescamento

L'accensione degli impianti di riscaldamento nel Comune di Bologna è consentita dal 15 Ottobre al 15 Aprile. Le ore giornaliere totali autorizzate sono 14, distribuite nella fascia oraria compresa tra le ore 5 e le 23. La temperatura massima consentita è di 20°C con 2°C di tolleranza, considerando la temperatura media degli ambienti. E' stata assunta una temperatura operativa interna di 20°C per l'inverno e 26°C per l'estate in funzione della quale gli impianti entreranno in funzione. Il calcolo della temperatura operativa (a impianto spento) in queste fasce orarie è stato considerato per alloggi di testa, di coda, centrale per un totale di 15 casi valutati nei mesi maggiormente influenti: Gennaio e Luglio.

4.9.6 I risultati

Materiale isolante

I risultati delle 264 simulazioni dimostrano, come previsto, che un pacchetto efficiente riduce drasticamente dispersioni e consumi sulla bolletta.

L'accoppiamento di un materiale isolante organico come la fibra di vetro vede quindi la migliore opzione anche in termini di sfasamento.

Non è però scontata la sua relazione con le superfici disperdenti (che ne determinano la posizione nel complesso) e il rapporto Superficie/Volume.

Costo di costruzione

Dalla figura 71 è evidente l'incidenza della prestazione dell'involucro nei valori riferiti alla bolletta. Analizzando il pacchetto strutturale meno efficiente, si ha un risparmio di 40 euro rispetto a quello maggiormente performante: un risparmio equivalente quasi al 25% della bolletta annuale. Questo consente a investitori e gestori dell'edificio di prevedere un'offerta completa che possa contenere, nella cifra d'affitto, le spese energetiche dell'alloggio centralizzando e ottimizzandone i consumi.

Posizione dell'alloggio

Risulta dai grafici che un pacchetto più efficiente rende "uniforme" il comportamento dell'alloggio quasi indipendentemente dalla sua posizione (centrale, testa o coda, copertura) evidenziando come le famiglie residenti avranno uguali costi in bolletta senza quasi differenze legate al piano in cui alloggiano.

Questo fattore è importante per ridurre il rischio che le famiglie possano trovare difficoltà a pagarne i consumi.

Rapporto superficie/volume

Allo stesso modo, la progettazione compatta di alloggi assimilabili a cubi comporta una riduzione della bolletta al metro quadrato vicina al 50%; questo dato è stato una linea guida per la progettazione degli alloggi, influenzando sulla composizione interna dell'abitazione. [Figura 72]

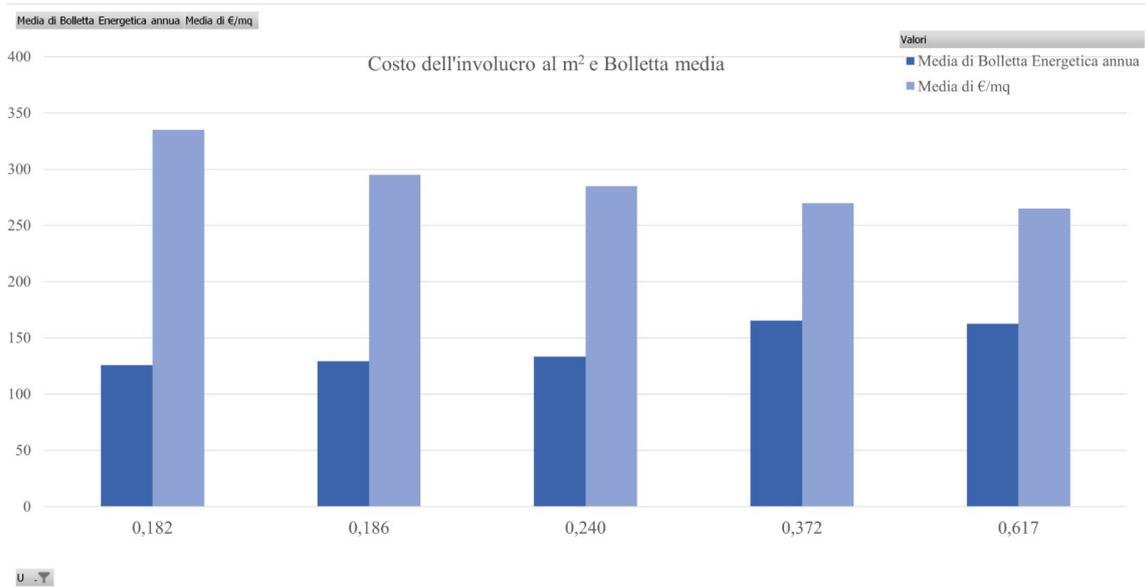


Figura 71 - Costo del pacchetto strutturale e media della bolletta energetica

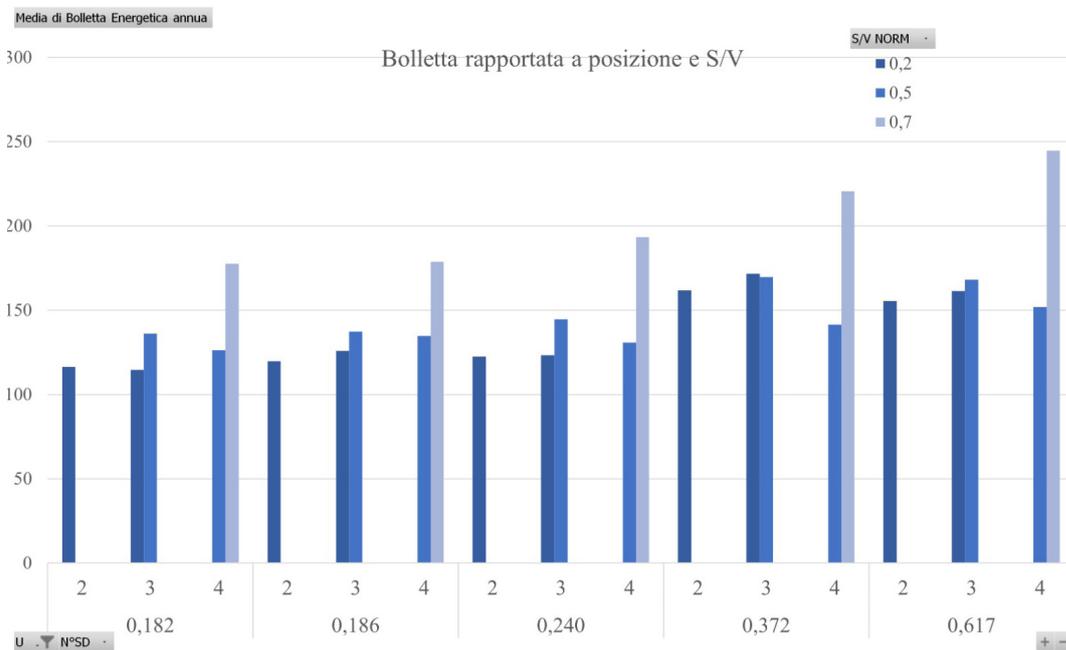


Figura 72 - Bolletta in base alla posizione dell'alloggio e rapporto superficie/volume

Temperature interne operative nei mesi di riferimento

A Gennaio è evidente come l'instabilità delle valutazioni, porti a considerare un involucro più efficiente come migliore. Una parete a bassa trasmittanza rileva temperature interne a impianto spento intorno ai 6°C, quelle relative a un pacchetto meno efficiente scendono fino ai 3,5°C. [Fig. 73]

A Luglio la performance è peggiore per i pacchetti maggiormente efficienti, attestandosi con temperature alte tra i 29.5°C e i 40°C. [Fig.74]

E' evidente come il pacchetto Xlam, con una trasmittanza $U = 0.186 \text{ W/m}^2\text{K}$ però comporti maggiori benefici, individuando casi in cui la temperatura si attesta attorno ai 29°C, mentre quello maggiormente performante, Grc con $U = 0.192 \text{ W/m}^2\text{K}$ conteggi alloggi che al massimo si attestano superiori ai 31°C.⁵¹

⁵¹ Il diagramma a scatola e baffi, comunemente chiamato box-plot, è una grafica usata in statistica per riprodurre la distribuzione di una sequenza di valori in base ad un campione preso in esame. La scatola raffigura i valori intermedi mentre i baffi la differenza fra i valori minimi e massimi o comunque quelli anomali, irregolari, che superano le soglie. La distribuzione è simmetrica quando lunghezze dei baffi e altezze dei rettangoli sono simili. Baffi regolari e corti mostrano un andamento normale mentre baffi lunghi e diversi mostrano casi eccezionali, quelli che oltremodo superano le soglie dei baffi.

https://it.wikipedia.org/wiki/Diagramma_a_scatola_e_baffi

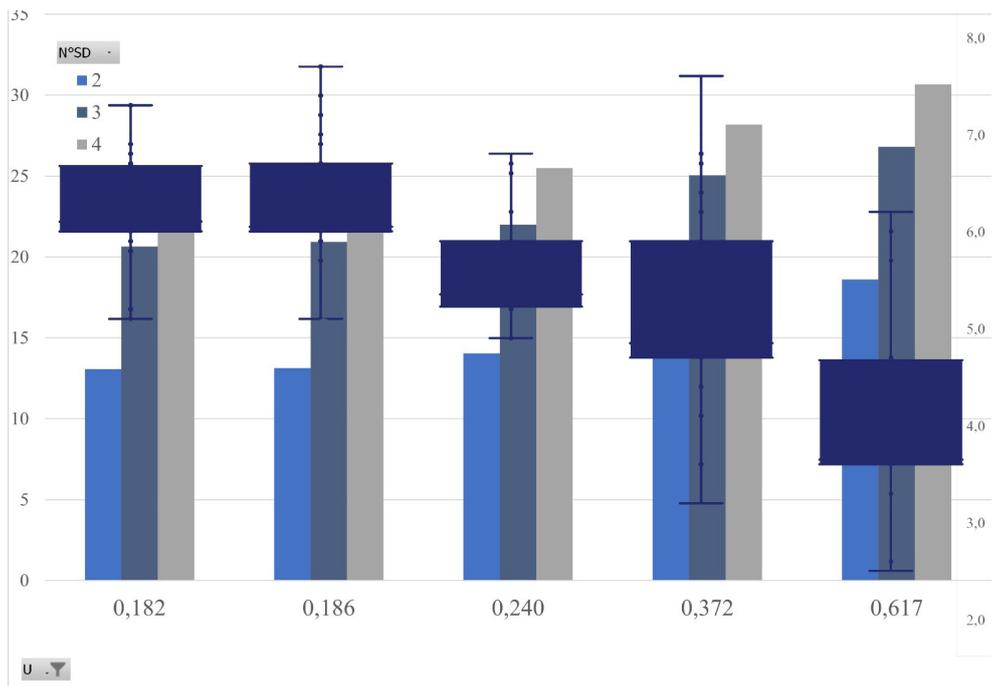


Figura 73 - Consumi e temperature interne operative a Gennaio

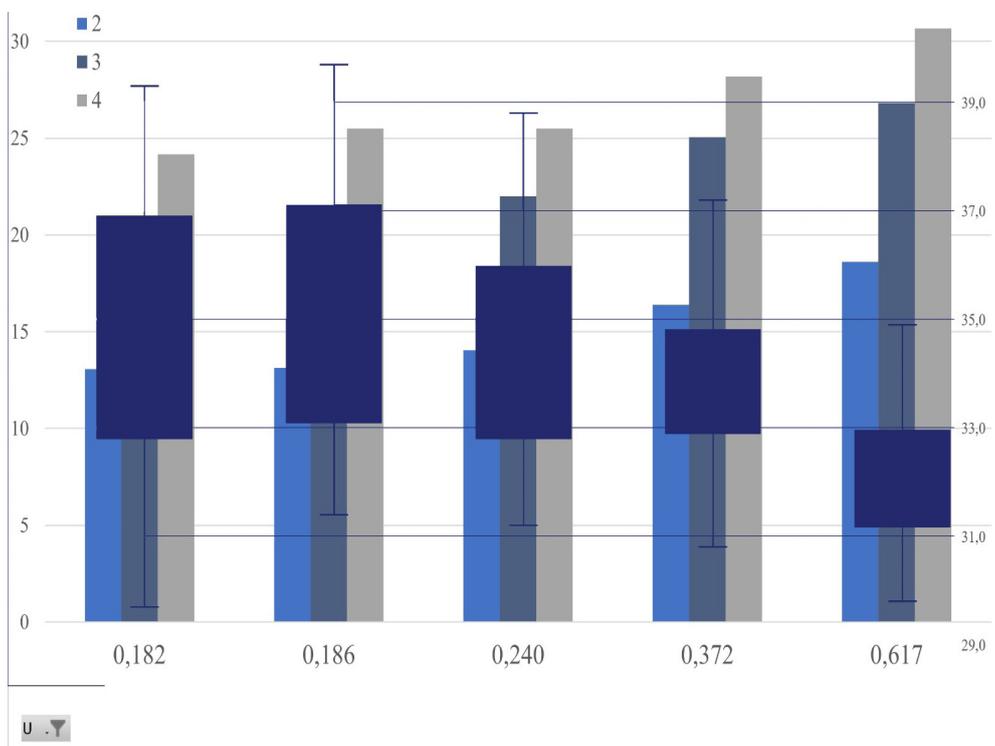


Figura 74 - Consumi e temperature interne operative a Luglio

Giorni di riscaldamento e raffrescamento

Dai risultati è evidente come l'alloggio progettato con una chiusura esterna efficiente ottenga un miglior risultato analizzando il quantitativo di giorni utili a raffrescamento e riscaldamento dell'unità. In particolare, la chiusura Xlam ($U=0.186 \text{ W/m}^2\text{K}$) raggiunge risultati ottimi rispetto a un pacchetto maggiormente isolato (Grc).

La parete in oggetto prevede un modello alla quale viene applicata una facciata ventilata in acciaio il cui beneficio maggiore si ottiene però osservando lo sfasamento orario.

Il modello Standard ottiene infatti uno sfasamento orario più che sufficiente di 9h 30', mentre l'applicazione della facciata ventilata lo protrarrebbe per più di un'ora, raggiungendo 10h 45' e portando benefici maggiori a livello di comfort e limitando maggiormente i consumi dell'alloggio.

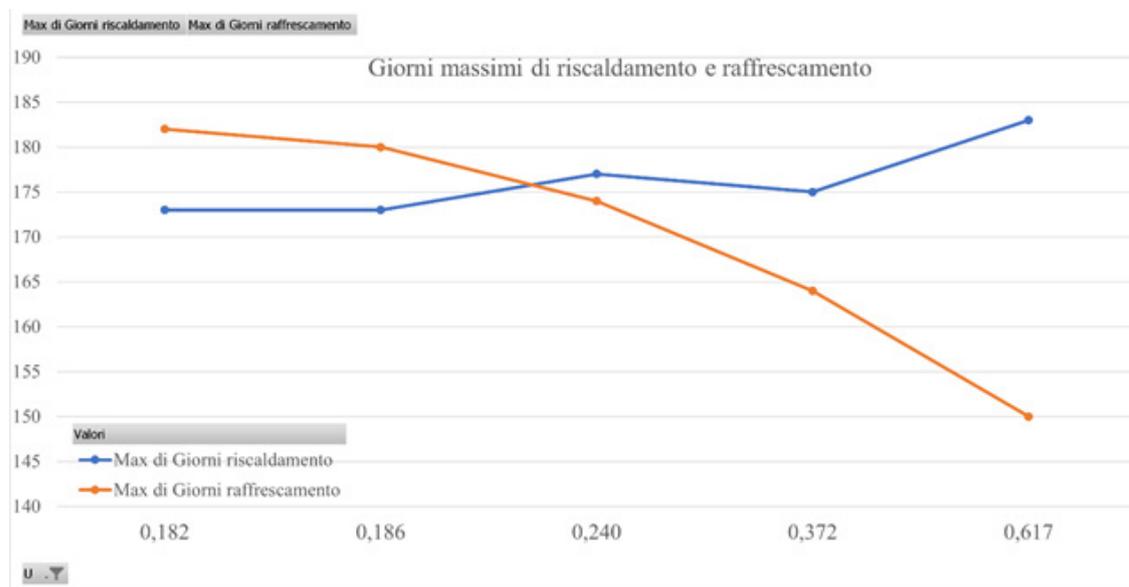


Figura 75 - giorni di accensione impianti in base a U

Il picco massimo delle temperature interne per la parete Standard si attesta tra le 22.00 e le 23.00, mentre per la parete Xlam tra le 00.00 e le 01.00. L'edificio nel complesso è stato progettato per essere realizzato mediante una parete Standard che successivamente può raggiungere le prestazioni della parete Xlam con la sola applicazione della facciata ventilata.

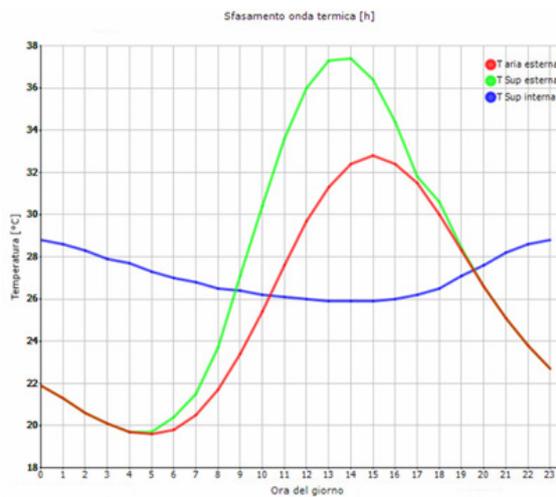


Figura 76 - Parete Standard

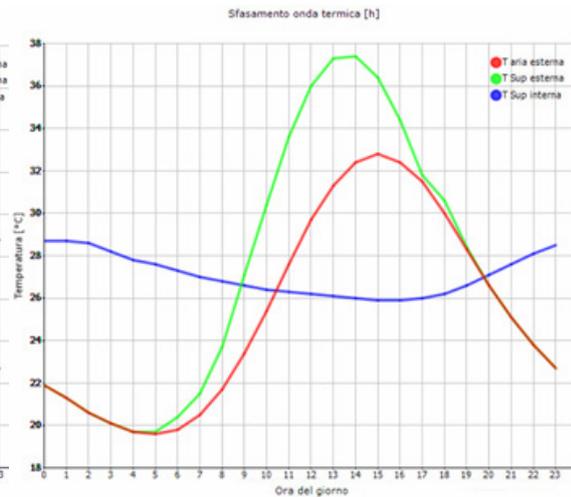


Figura 77 - Parete Xlam

Certificazione Energetica - APE

L'intero edificio ottiene una classificazione A4 riuscendo a limitare maggiormente la richiesta energetica degli alloggi residenziali, che raggiungono la denominazione nZeb, definito della Direttiva Europea 31/2010/UE recepita dal D.Lgs. 192 del 2005, "Edificio ad altissima prestazione energetica [...] Il cui fabbisogno energetico molto basso o quasi nullo è coperto in misura significativa da energia da fonti rinnovabili, prodotta in situ."

La simulazione tiene conto dell'utilizzo di risorse rinnovabili per la produzione di elettricità e acqua calda sanitaria mediante l'utilizzo di un impianto solare termico e fotovoltaico.

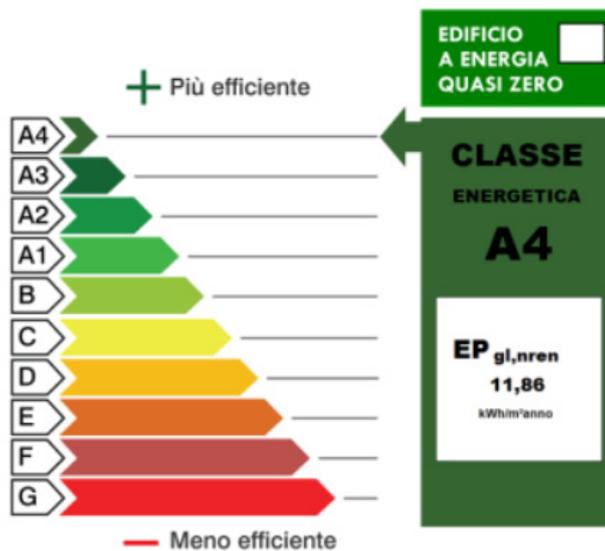


Figura 78 - Certificazione residenze di primo accesso

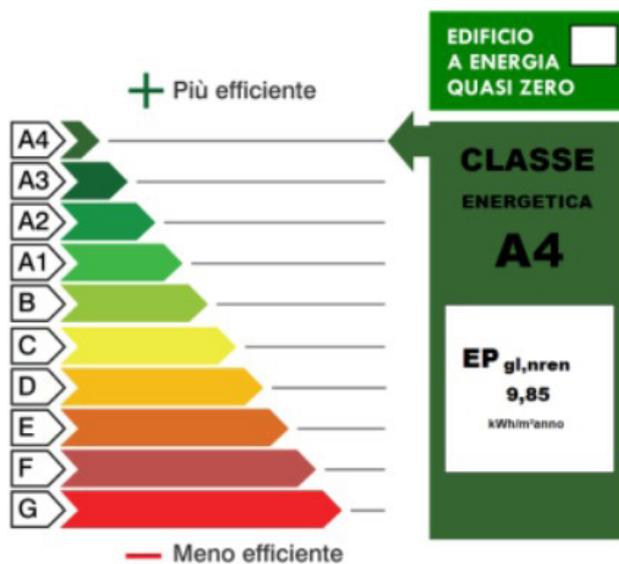


Figura 79 - Certificazione residenze temporanee

BIBLIOGRAFIA

Social housing

- Astolfo G., Boanio C., AA.VV. (2008), *Affordable houses – policies and practises - Case studies review*, 188p.
- Becchio C., Bello C., Corgnati S.P., Ingaramo L. (2016), *Influence of occupant behaviour lifestyle on an Italian social housing*, Torino, Italy, Vol. 101, pp. 1034-1041
- Cassa depositi e prestiti (2014), *Social Housing il mercato immobiliare in Italia: focus sull'edilizia sociale*, 150p.
- De Matteis M., Del Brocco B., Figliola A., (2014), *Rigenerare la città: il Social Housing come opportunità di rinnovo urbano e sociale*, Università Iuav di Venezia, 104p.
- Gianfrate V., Piccardo C., Longo D., Giacchetta A. (2017), *Rethinking social housing: Behavioural patterns and technological innovations*, *Sustainable cities and society*, Vol. 33, pp. 102-112
- Holmans A., Monk S., Whitehead C., (2008) , *Homes for the future, Research: report - A new analysis of housing need and demand in England*, 30p.
- Jeongseob K., Ayoung W., Gi-Hyoung C., (2020), *Is shared housing a viable economic and social housing option for young adults?: Willingness to pay for shared housing in Seoul*, *Cities*, Vol.102
- Pittini A., AA.VV., (2019), *The state of housing in the EU*, 96p.
- Antonini E., (2017), *Eredità pesante. Recuperare l'edilizia sociale: una risorsa, un'esigenza*, Università di Bologna, 9p.
- Guardigli L., Ferrer C., Peters C., Fotopoulou A., Bradigin M.A., Ferrante A., 2019, *Rehabilitation of public housing buildings in a life cycle perspective*, University of Bologna, Associaciò LIMA, p.13

Cohousing

- Consorzio dei comuni trentini (2017), *Il Cohousing in Italia ed Europa: tra economia collaborativa e secondo Welfare – “Convegno sull’abitare collaborativo, il cohousing e il riuso di spazi vuoti in Trentino”*, Trento, 33 p.
- Housing Lab (2017), *Abitare collaborativo in Italia, Stato dell’arte – risultati della mappatura a livello nazionale*, 3°edizione, Experimentdays Milano, Milano, 156p.

Student Housing

- Mackie P. K. (2016), *Young people and housing: identifying the key issues*, Vol. 16, pp. 137-143
- Pittini A.(2018), *Housing the EU Youth*, Bruxel, Vol. 1, 16p.

Co-Working

- Bouncken R., Ratzmann M., Barwinski R., Kraus S. (2020), *Coworking spaces: Empowerment for entrepreneurship and innovation in the digital and sharing economy*, Germany, Vol. 114, pp. 102-110
- Clifton N., Füzi A., Loudon G. (2019), *Coworking in the digital economy: Context, motivations, and outcomes*, UK, 14p.

Residenze per anziani

- Fondazione Cariplo (2014), *Abitare leggero verso una nuova generazione di servizi per anziani*, Quaderni dell’osservatorio, 138p.
- World Health Organization (2007), *Global Age-Friendly Cities: A Guide*, Switzerland, 82p.

Economia circolare

- Leisingab E., Quista J., Bockencd N., (2018) *Circular Economy in the building sector: Three cases and a collaboration tool*, Journal of Cleaner Production Vol.176, 976-989pp.
- Lòpez Ruiz L., Roca Ramòn X., Domingo S. G, (2020) *The circular economy in the construction and demolition waste sector – A review and an integrative model approach*, Journal of Cleaner Production, Vol.24
- Munaro M.R., Tavares S.F., Braganca L., (2020), *Towards circular and more sustainable buildings: A systematic literature review on the circular economy in the built environment*, Journal of Cleaner Production, Vol.260
- Cuboni F., Desogus G., Quaquero E., 2018, *Edilizia circolare – colloqui. at.e 2018*, EdicomEdizioni, p.28
- Migliore M., Lavagna M., Talamo C., (2016), *Circular economy in the building sector through the innovation and the development of new industrial strategies: the role of the information in the management of by-products and waste*, 41 Jahs world congress, Portugal, 11 p.

Povertà energetica

- Detto F., Garengo P., Lorenzoni A., (2020), *A new measure of Italian hidden energy poverty*, Energy policy, Vol.138
- Faiella I., Lavecchia L. (2014), *Questioni di economia e finanza la povertà energetica in Italia*, numero 240, Banca d’Italia, 56p.
- Rapporto Strategia energetica nazionale 2017
- Hills, John (2011), *“Fuel poverty: the problem and its measurement”*, CASEreport, 69. Department for Energy and Climate Change, London, UK
- Faiella, Ivan e Lavecchia, Luciano, (2015), *“Energy Poverty in Italy”* *Politica economica, Societ  editrice il Mulino, issue 1*, pages 27-76
- Faiella I., Banca d’Italia, *Spesa energetica delle famiglie italiane*, 2014
- Faiella I., Lavecchia L., Borgarello M., 2017, n  404, *Una nuova misura della povert  energetica delle famiglie italiane*

- Dubois U., Meier H. , 2014, *Households Facing Constraints, Fuel Poverty put into context*, EWI working paper 14/07 Institute of energy economics at the university of Cologne
- Faiella I., Banca d'Italia, *Energy poverty indicators*, 2019
- Lavecchia L., *The italian energy poverty strategy*, 2018, ENR regular and full meeting
- Faiella I., Lavecchia L., Valbonesi P., *Primo rapporto sullo stato della povertà energetica in Italia*, 2019

Energia zero

- ENTRANZE Project (2014), *Laying down the pathways to nearly Zero-Energy Buildings. A toolkit for policy makers*, 40p.
- ZEBRA 2020 (2016) , *Strategies for a nearly Zero-Energy Building (nZEB) market transition in the EU*, 23p.
- Lavagna M., Bonanomi M., Flumeri C., 2012, *Edifici a consumo energetico zero*, Maggioli Editore, pp.9-231

Efficienza energetica

- BPIE (2019), *Future-proof buildings for all Europeans – a guide to implement the Energy Performance of Buildings Directive*, 76p.
- BPIE (2015), *Indoor air quality, thermal comfort and daylight - An analysis of residential building regulations in 8 Member States*, 100p.
- BPIE (2012), *Investing in energy efficiency in Europe's buildings - A view from the construction and real estate sectors*, The economist, 17p.
- Coppiello S. (2015), *Achieving affordable housing through energy efficiency strategy*, 11p.
- Brebbia C.A. Pulselli R., (2014), *Eco-architecture V – harmonization between architecture and nature*, WITpress, Southampt, Boston, 20p.
- Gaspari J., Fabbri K., (2019), *Greening actions and the related potential impacts on outdoor comfort in a dense built environment*, Università di

Bologna, 9p.

- Gruber P., 2011, *Biomimetics in architecture – architecture of life and buildings*, Institute for history of architecture and arts, Building research and preservation, Vienna, 270p.
- Espejo R., 2012, *Opposing viewpoints series, Eco-Architecture*, Greenhaven press, 224p.
- Guastalla V., Rich S., 2018, *Ecological houses*, teNeues publishing group
- Wines J., 2008, *Green architecture*, Taschen Varia 25, 240p.
- Bauer M., Mosle M., Schwarz P., 2013, *Green Building*, Springer Vieweg, 237p.
- Duran S.C., Herrero J.F., *The sourcebook of contemporary green architecture*, Collins design
- Fabbri K., 2010, *Prestazione energetica degli edifici – I metodi di calcolo secondo le norme UNI/TS 11300*, Dei tipografia del genio civile, 337 p.
- Gaspari J., 2018, *L'involucro edilizio stratificato – soluzioni per l'efficienza energetica in funzione dell'aggiornamento normativo*, EdicomEdizioni, 191p.
- Tronchin L., 2006, *Elementi di fisica tecnica e di controllo ambientale*, Società editrice Esculapio, 295p.

Smart city

- AA.VV., (2020), *Governance and quality of life in smart cities: Towards sustainable development goals*, Journal of Cleaner Production, Vol.253
- BPIE (2017), *Opening the door to smart buildings*, 16p.
- BPIE (2017), *Smart building decoded*, 12p.
- Maalsen S., (2019), *Smart housing: the political and market responses of the intersections between housing, new sharing economies and smart cities*, Cities, Vol.84, pp.1-7
- Glasgow City Council, *Connecting nature*, 2020, *Glasgow's open space strategy*, 71p.
- Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, Comitato per lo Sviluppo del Verde, *Strategia nazionale del verde urbano –*

foreste urbane resilienti ed eterogenee per la salute e il benessere dei cittadini, 142p.

Web site

Istat.it

inumeridibolognametropolitana.it

Osservatorio regionale sistema abitativo – ORSA

Camera di commercio - Bologna

E.r.G.o – UNIBO – CBRE, Italy student housing, 2019

Ustat.it

IPCC.it

OIPE.it – osservatorio italiano della povertà energetica

21WOL – residenze temporanee e coworking

Dezeen.com

Dataholz.com

Tesi di laurea

- Molinelli S., *La flessibilità dell'alloggio è paradigm della qualità abitativa? Riflessioni, dibattiti, pubblicazioni, progetti emblematici*, Tesi di laurea in Progettazione Tecnologica e Ambientale, Politecnico di Milano, (aa. 2014-2015), Relatore Ginelli E., p.241
- Pacucci L., *Creare valore attraverso il progetto dello spazio collettivo dell'abitare – Il villaggio Matteotti quarant'anni dopo*, Tesi di Laurea in Architettura, Politecnico di Milano, aa. 2009-2010, Relatore Delera A. C., p.152
- Porru R., *Il Sistema costruttivo XLAM*, Tesi di laurea in Scienze dell'Architettura, Università degli studi di Cagliari, aa. 2014-2015, Relatore Mura E., p. 39
- Maestri T., *Ottimizzazione della tecnologia costruttiva nell'ambito del Social Housing – applicazione a un caso concreto nel quartiere Pilaastro*

- (BO), Tesi di laurea in Architettura Tecnica II, Università di Bologna, aa. 2011-2012, Relatore Mochi G., p.255
- Prati P., *Tecnologie sostenibili per il social housing*, Tesi in Tecnologia dell'architettura, Università di Bologna, aa. 2010-2011, Relatore Antoni E., p.187
 - Golasi I., *Benessere termoigrometrico in ambiente esterno ed interno: sviluppo di modelli predittivi, analisi di materiali innovative e ripercussioni sui consume energetici*, dottorato in "Energia e ambiente", Dipartimento di Ingegneria aeronautica, elettrica e energetica, Università degli studi di Roma Sapienza, aa. 2016-2017, p.200
 - Antonini E., Landriscina G., *Innovazione, efficienza e sostenibilità del costruire*, R.Khos, pp. 153

XLAM

- Sharma B., Gato A., Bock M., Ramage M., 2015, *Engineered bamboo for structural applications*, Department of architecture, University of Cambridge, UK, p.8
- Yiping L., Yanxia L., Buckingham K., Heley G., Guomo Z., , 2010, *Bamboo and climate change mitigation – technical report No.32*, INBAR
- Harries K.A., Sharma B., Richard M., 2012, *Structural use of full culm bamboo: the path to standardization*, Department of civil and environmental engineering, University of Pittsburgh, US, p.10
- Reynolds T., Sharma B., Harries K., Ramage M., 2016, *Dwelled structural connections in laminated bamboo and timber*, Sciencedirect, p.9
- Penellum M., Sharma B., Shah D.U., 2016, Foster R.M., Ramage M.H., *Relationship of structure and stiffness in laminated bamboo composites*, Sciencedirect, p.6
- Coprataux L., Okuda S., Wei Kua H., 2020, *Panel and plate properties of cross-laminated timber (CLT) with tropical fast-growing timber species in compliance with Eurocode*, National university of Singapore, p.11
- Srivaro S., Tomad J., Shi J., Cai J., 2020, *Characterization of coconut (cocos nucifera) trunk's properties and evaluation of its suitability to be*

- used as a raw material for cross laminated timber production*, Walailak University and Nnajing forestry university, p.14
- Viau C., Doudak G., 2019, *Behaviour and modelling of cross-laminated timber panels with boundary connections subjected to blast loads*, University of Ottawa, p. 17
 - Rubner Holzbau, 2019, *Cultura legno 21 – competenza edilizia per architetti, progettisti e committenti*, p.23
 - Gaspari J., Trabucco D., Zannoni G., 2010, *Involucro edilizio e aspetti di sostenibilità*, Francoangeli, pp. 336
 - Pereira M.C.M., Junior C.C., 2019, *Strength and stiffness of cross laminated timber (CLT) panels produced with Pinus and Eucalyptus: experimental and analytical comparisons*, Department of structural engineering, Brazil, 14 p.
 - Davoli P., 2001, *Costruire con il legno*, Hoepli, p.272
 - Bottero M., Grosso M., Legnante V., Marocco M., Sinopoli N., 2004, *Riciclare in architettura*, Clean Edizioni, pp. 140-255
 - Gaspari J., 2012, *Trasformare l'involucro: la strategia dell'addizione nel progetto di recupero*, Edicom Edizioni, pp. 207
 - Burrone E., Roda R., 2008, *Sostenibilità, ecologia, alta efficienza energetica*, Alinea editrice, pp.107
 - Presutti A., Evangelista P., 2014, *Edifici multipiano in legno a pannelli portanti in XLAM, progettazione e procedimenti costruttivi*, Dario Flaccovio Editore, pp.406

Spazio pubblico

- Hou J., 2010, *Insurgent public space, guerrilla urbanism and the remaking of contemporary cities*, Jeffrey Hous Routledge, 30 p.
- Palumbo E., Traverso M., Boeri A., 2019, *Towards a sustainable district: a streamlined Life Cycle assessment applied to an Italian urban district*, Aachen University and University of Bologna, p.14
- eCAADe SIGraDI 2019, *Architecture in the Age of the 4th industrial revolution*, vol.1, Sousa Henriques Xavier, 43 p.

- Fabbri K., Rossi S., 2015, *Rebus 2. Renovation of public buildings and urban spaces, Regione Emilia Romagna*, 56p.

Residenze e flessibilità

- Estaji H., 2017, *A review of flexibility and adaptability in housing design*, University of applied arts Vienna, 14 p.
- Kishida H., 1952, *Japanese architecture*, Japan Travel Bureau, 136p.
- Gottfried A., Neufert, 2013, *Enciclopedia pratica per progettare e costruire* nona edizione, Hoepli pp. 581

Bologna

- Zucchini G., 1915, *Collezione di Monografie illustrate*, Bologna, Istituto italiano d'arti grafiche, 172p.
- Ricci C., 1832, *Guida di Bologna preceduta da un cenno storico di Cesare Albicini*, Bologna, Zanichelli
- Alma Mater Studiorum, 1993, *Bologna guida artistica e monumentale*, Carlo degli esposti. 224p.
- Facaros D., Pauls M., 2007, *Bologna & Emilia-Romagna*, Cadogan guides, 352p.
- Ariotti E., Bezzi G., Coppini M.C., Battorre P.P., Gurioli C., Ramazza S., Ravaioli R., Ricchi R., *Bologna città e territorio tra 800 e 900*, Francoangeli editore, pp.275

Riviste

- *Legno architettura*, vol.10/2013, *Tetto verde*, EdicomEdizioni, p.106-p.111
- *Legno architettura*, vol.16/2014, *Innovazione di processo nell'Xlam*, EdicomEdizioni, p.88-p.95
- *Legno architettura*, vol.21/2018, *Dettagli – sistema modulare XYlevo*, EdicomEdizioni, p.88-p.111
- *Legno architettura*, vol.37/2019, *Emergency homes*, pp.104-109

- Legno architettura, vol.38/2020, Studio Contini e CCDP, pp.12-21,
- Legno ad alta quota, pp.106-108, Housing sociale, pp.90-93

Norme tecniche

- Linee guida e requisiti SSRN degli esercizi alimentari

