



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

Università Di Bologna – Campus di Cesena

Dipartimento di Architettura

Corso di Laurea Magistrale a Ciclo Unico In Architettura

MADRID VERTICAL

SOCIAL HOUSING E RIGENERAZIONE URBANA NELL'AREA MAHOU-CALDERÓN A MADRID

Tesi in

ARCHITETTURA SOSTENIBILE

Relatore

Prof. Jacopo Gaspari

Correlatore

Prof. Ernesto Antonini

Prof. Kristian Fabbri

Prof.ssa Lia Marchi

Presentata da

Alice Capiluppi

Sara Santandrea

Zita Spampinato

Sessione luglio 2026

Anno Accademico 2025/2026

Indice

Abstract.....	1
1. Le iniziative di Housing Sociale nel contesto spagnolo	4
1.1 - Il modello residenziale spagnolo: quadro costituzionale e radici storiche della crisi	4
1.2 L'emergenza abitativa in Spagna: un'analisi quantitativa nel contesto europeo	7
1.3 Le politiche attuali: piani statali e interventi di edilizia sociale.....	9
2. Le trasformazioni dell'area Mahou-Calderón nel contesto del piano di trasformazione e della mobilità di Madrid	14
2.1 Relazione con il Paseo Imperial e i lotti circostanti.....	14
2.2 Arganzuela e il fiume: la riconversione del fiume del settore ex Mahou-Calderón	17
2.4 La demolizione delle industrie Mahou e dello stadio Calderón.....	24
2.5 Piano di trasformazione.....	27
3. L'area di progetto e il rapporto con la città	29
3.1 Morfologia e caratteristiche del lotto di intervento.....	29
3.2 Principali prescrizioni del bando di concorso e design brief	32
3.3 Vincoli e normativa di riferimento.....	33
3.4 Analisi microclimatiche	34
4. Concept progettuale	42
4.1 Scelte tipologiche a confronto.....	42
4.2 L'impianto a corte nel contesto madrileno.....	44
4.3 Tipologie abitative e standard funzionali.....	46
4.4 Soluzione a volumi indipendenti.....	48
4.5 Soluzione a volume compatto	49
4.6 Studio degli effetti di ventilazione in funzione alla tipologia	51
5. Soluzione progettuale	52
5.1 Configurazione volumetrica e aspetti di sostenibilità ambientale.....	52
5.2. Studio della ventilazione	62
5.3 Distribuzione verticale, orizzontale e spazi di relazione.....	67
5.4 Aggregazione dei tipi abitativi	73
5.5. Il ruolo dell'involucro: scelte figurative e di efficienza energetica	77
5.6. Analisi microclimatiche	89

5.7. Scelte tecnologiche e impiantistiche	96
7. Conclusioni	101
8. Bibliografia	104
8.1. Bibliografia	104
8.2. Sitografia	106

La tesi è stata sviluppata all'interno del Laboratorio di Laurea in Architettura Sostenibile.
I capitoli dall'1 al 4 sono stati elaborati e redatti in collaborazione con le colleghe Gaia Masciangelo e Klelia Shpendi.

Abstract

Il presente lavoro di tesi illustra il progetto di un complesso di residenze sociali inserito nel processo di trasformazione urbana previsto all'interno dell'Area di Pianificazione Specifica "*Nuevo Mahou-Calderón*", in seguito alla proposta di modifica del Piano Generale di Ordinazione Urbana di Madrid.

Lo studio si concentra sulla riqualificazione del comparto urbano, finalizzata alla riconversione delle precedenti destinazioni sportive e industriali in un nuovo quartiere prevalentemente residenziale, integrato da servizi e spazi pubblici, con l'obiettivo di rispondere alle esigenze abitative e di rigenerazione urbana della città di Madrid.

La proposta progettuale è stata sviluppata nel rispetto dei parametri insediativi previsti dal piano attuativo, articolando l'offerta abitativa secondo una composizione tipologica diversificata: il 10% degli alloggi è costituito da unità con una camera da letto, il 50% da alloggi con due camere e il restante 40% da alloggi con tre camere. La strategia compositiva si basa sull'accostamento di volumi snelli e sviluppati in altezza, una morfologia che ricerca il tema della verticalità al fine di minimizzare l'impronta a terra degli edifici e massimizzare lo spazio aperto collettivo. L'impianto planivolumetrico e le soluzioni tecnologiche adottate sono stati testati e validati mediante simulazioni microclimatiche, mentre a scala edilizia le unità abitative sono state sviluppate secondo i principi della progettazione passiva. Le scelte distributive interne derivano da una rigida logica di orientamento solare: le zone giorno sono disposte sull'asse nord-sud, ottimizzando la ventilazione trasversale e il controllo dell'irraggiamento, mentre le zone notte si sviluppano sull'asse est-ovest, sfruttando in modo mirato la luce naturale.

La corte centrale, oltre a costituire un luogo di relazione tra i residenti, si configura come elemento di attraversamento e connessione urbana, garantendo la continuità dei percorsi pedonali tra la strada principale e il parco situato sul fronte opposto del lotto. Infine, l'inserimento della vegetazione al suo interno contribuisce alla mitigazione dell'effetto isola di calore.

1. Le iniziative di Housing Sociale nel contesto spagnolo

1.1 - Il modello residenziale spagnolo: quadro costituzionale e radici storiche della crisi

Il diritto all'alloggio in Spagna è attualmente oggetto di un intenso dibattito sia in ambito giuridico sia sociale.

Il principale riferimento normativo per l'analisi del sistema abitativo in Spagna è rappresentato dall'articolo 47 della Costituzione del 1978, che stabilisce quanto segue:

“Tutti gli spagnoli hanno il diritto di godere di un’abitazione degna e adeguata. I pubblici poteri promuoveranno le condizioni necessarie e stabiliranno norme idonee per rendere effettivo questo diritto, regolando l'utilizzazione del suolo conformemente all'interesse generale per impedire la speculazione. La comunità parteciperà della valorizzazione prodotta dagli interventi urbanistici degli enti pubblici”.

L'intento di tale formulazione da parte dei poteri pubblici era duplice: da un lato stabilire le norme adeguate a garantire il diritto a un alloggio dignitoso per le classi sociali più svantaggiate; dall'altro fornire allo Stato uno strumento giuridico per regolare l'utilizzo del suolo e contrastare la speculazione fondiaria.

L'evoluzione più recente di tale dettato si è concretizzata con l'approvazione della *Ley de Vivienda* (Legge 12/2023), che mira a strutturare un quadro normativo organico finalizzato a tradurre i principi costituzionali in tutele effettive.

Tuttavia, per comprendere le ragioni che hanno storicamente influenzato l'applicazione di questo principio costituzionale, si rende necessario analizzare specifici fattori politici e sociali che hanno caratterizzato il contesto spagnolo.

Questo percorso di analisi richiede l'approfondimento di alcuni temi fondamentali: i meccanismi di progressiva privatizzazione del patrimonio pubblico delle *Viviendas de Protección Oficial* (VPO), che hanno favorito il modello della proprietà privata a scapito della locazione e l'impatto della crisi economico-finanziaria del 2008 sul quadro normativo e sociale nazionale.

Come evidenziato dagli studi storici riguardanti la politica abitativa condotti da José Candela Ochotorena nel volume “*Del pisito a la burbuja inmobiliaria. La herencia cultural de la vivienda en propiedad, 1939-1959*”, il modello residenziale spagnolo è stato profondamente orientato, durante la metà del XX secolo, verso la proprietà privata a discapito della locazione.

Tale modello fu realizzato attraverso la progressiva penalizzazione economica del mercato degli affitti e mediante un sistema di edilizia sociale (VPO).

Le *Viviendas de Protección Oficial* (VPO), costituiscono una formula originariamente concepita per garantire alloggi a prezzi calmierati alle fasce di popolazione con redditi medio-bassi.

Tuttavia, a differenza dei modelli di edilizia sociale diffusi nel resto d'Europa, le VPO presentano una caratteristica strutturale decisiva: la protezione pubblica non ha natura permanente, bensì temporanea. Decorso il periodo stabilito dalla legge (solitamente compreso tra i 15 e i 30 anni), tali immobili sono soggetti a un processo di “*descalificación*”, a seguito del quale decadono i vincoli di tutela pubblica.

L'estinzione di tali vincoli consente ai proprietari di immettere gli alloggi sul mercato libero, sia per la compravendita sia per la locazione determinando una progressiva e significativa privatizzazione del patrimonio pubblico, annullatosi a favore del mercato privato.

Questo sistema di privatizzazione è strettamente connesso alla crisi economico-finanziaria del 2008 poiché negli anni precedenti al crollo, l'intensa speculazione e la bolla immobiliare erano stati causa di un notevole aumento dei prezzi delle abitazioni, rendendo l'acquisto un passaggio quasi obbligato, seppur rischioso, per le fasce sociali più svantaggiate.

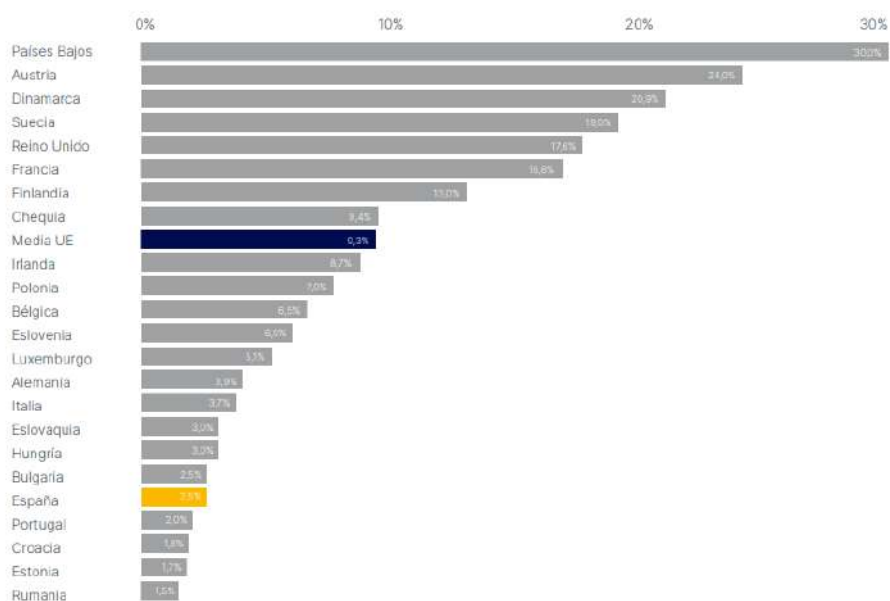
Lo scoppio della bolla nel 2008 ha determinato un profondo contraccolpo sul sistema: l'elevato tasso di disoccupazione ha reso insostenibile il pagamento dei mutui portando lo Stato in una crisi sistemica proprio a causa della precedente impostazione del mercato, che aveva incentivato l'acquisto anche ai ceti meno abbienti.

L'impossibilità di sostenere i costi immobiliari da parte di una fascia così ampia di popolazione ha generato una crisi di sistema, evidenziando tutti i limiti del modello immobiliare nazionale.

1.2 L'emergenza abitativa in Spagna: un'analisi quantitativa nel contesto europeo

Per comprendere la portata dell'emergenza abitativa in Spagna, è necessario inserire l'analisi in un contesto comparativo europeo.

Secondo le rilevazioni ufficiali di Eurostat e i report di Housing Europe, la media del patrimonio di edilizia sociale all'interno dell'Unione Europea si attesta stabilmente attorno al 9,3% del parco immobiliare totale.



Dati relativi alla media del patrimonio di edilizia sociale nell'Unione Europea (Fonte: Boletín especial vivienda social 2020. Eurostat y Housing Europe Observatory).

Come evidenziato dai dati comparativi, paesi come i Paesi Bassi guidano questa classifica con quote che raggiungono il 30% a livello nazionale e picchi del 40% nella capitale Amsterdam.

Al contrario la Spagna, per ragioni storiche e strutturali, si presenta come uno dei paesi dell'Unione Europea con il più basso indice di edilizia sociale rispetto al totale del parco immobiliare esistente.

Il deficit delle politiche abitative spagnole trova una conferma nell'analisi quantitativa.

I dati elaborati dall'Osservatorio della *Vivienda Asequible di Provivienda* (basati sui dati del Ministero della Casa - MIVAU), consultabile nel grafico soprastante, certificano che la presenza di alloggi sociali in Spagna si attesta a circa il 2,5% dell'intero costruito nazionale.

Questo scenario di scarsità va ad essere maggiormente presente nei contesti metropolitani, dove la pressione del mercato è più intensa.

Nel caso specifico di Madrid, secondo i dati ufficiali del *Plan Estratégico de la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo (EMVS)*, l'incidenza dell'edilizia sociale della città conta appena l'1,50% sul totale del patrimonio immobiliare urbano.

Questo dato non solo posiziona la capitale nettamente al di sotto di altre grandi metropoli europee, come Parigi che registra il 22,20%, o Vienna che raggiunge il 43%, ma evidenzia come la principale area urbana del Paese sia quasi del tutto priva di strumenti pubblici volti a contenere l'esplosione dei prezzi dei canoni di locazione e a tutelare le fasce di popolazione a rischio di esclusione residenziale.

Le stime ufficiali certificate dal *Banco de España* e da *CaixaBank Research*, quantificano il deficit strutturale complessivo di alloggi sociali a livello nazionale dalle precedenti 600.000 unità a 750.000 case mancati nel periodo compreso tra il 2021 e il 2025.

Nella sola città di Madrid, i report dell'EMVS stimano una carenza di circa 45.000 alloggi.

La dinamica demografica della capitale, contraddistinta da un incremento continuo della domanda a fronte di un'offerta residenziale pubblica insufficiente, determina un disallineamento strutturale, che agisce oggi come un fattore di disuguaglianza, alimentando un'emergenza abitativa che richiede strategie di inserimento immobiliare calmierato.

1.3 Le politiche attuali: piani statali e interventi di edilizia sociale

Negli ultimi anni, per rispondere alla gravità dell'emergenza abitativa, le istituzioni spagnole hanno ridefinito le proprie politiche residenziali pubbliche.

Il superamento dello storico modello orientato alla proprietà privata e alla privatizzazione dell'edilizia sociale si fonda oggi su molteplici strategie interconnesse: l'introduzione di una riforma normativa su scala nazionale, il sostegno finanziario dei fondi europei e l'attuazione di interventi di rigenerazione urbana e gestione patrimoniale nei contesti locali e metropolitani.

La *Ley de Vivienda* 12/2023 è la prima legge statale sul diritto all'alloggio, e nasce con l'obiettivo di dare concreta attuazione al principio costituzionale di un'abitazione adeguata. Come riportato dal sito ufficiale della Presidenza del Governo, il testo normativo delinea una strategia volta a supportare le fasce di popolazione che incontrano maggiori barriere nell'accesso al mercato immobiliare, introducendo sia meccanismi di controllo e regolamentazione dei prezzi delle locazioni, sia misure per l'incremento della disponibilità di alloggi sociali in affitto.

Dal sito del Ministero dell'edilizia abitativa e dell'agenda urbana (MIVAU), si evince che il Governo spagnolo ha stabilito come priorità strategica l'incremento del patrimonio pubblico di alloggi destinati all'affitto accessibile, intervenendo con misure volte a garantire standard elevati di qualità, efficienza energetica e sostenibilità, come la costruzione di nuovi edifici o la riqualificazione di immobili esistenti in aree di proprietà pubblica.

Per coordinare lo sviluppo di queste nuove abitazioni, è stato approvato il *Plan de Vivienda en Alquiler Asequible (PVAA)* che si articola in iniziative collegate al MIVAU e al Fondo Sociale per gli Alloggi in Affitto.

Il Ministero, attraverso l'attuazione di diversi programmi, mira a realizzare oltre 183.000 alloggi in affitto sociale o a prezzi calmierati in tutto il territorio spagnolo. Le principali linee di intervento includono: alloggi mobilitati tramite l'Ente Statale per la Casa (CASA47), utilizzo dei fondi del Piano di Recupero, Trasformazione e Resilienza (PRTR) e i Piani Statali per la Casa. L'Ente Statale per l'Edilizia Abitativa (CASA47), il cui nome richiama l'articolo 47 della Costituzione spagnola sul diritto alla casa, è la nuova azienda pubblica statale spagnola nata a fine dicembre 2025. Si tratta dell'organismo incaricato della gestione della quota più rilevante di alloggi previsti dal PVAA, pari a oltre 68.000 unità. Svolge le funzioni operative ufficiali del Ministero della Casa (MIVAU) e si occupa della gestione dell'intero ciclo residenziale, non solo gestisce il territorio, ma costruisce ed amministra un patrimonio pubblico di alloggi in affitto a prezzi accessibili.

L'obiettivo primario prefissato è quello di risollevare la Spagna dal grande deficit di edilizia pubblica, portando il parco di alloggi sociali ad almeno l'8% del totale del parco residenziale del Paese.

Per fare questo, CASA47 interviene stanziando 13 miliardi di euro in 10 anni. Nel 2026, l'ente ha stanziato un fondo da 100 milioni di euro per acquistare alloggi da privati e inserirli nel circuito pubblico. Parallelamente, l'organismo introduce una profonda revisione delle modalità di affitto calmierato. Per la prima volta il prezzo del canone non si basa sul costo di costruzione o sul mercato, ma sulla capacità di pagamento dell'inquilino. Il canone di affitto non potrà mai superare il 30% del reddito medio del nucleo familiare in quella specifica zona, e si aggiornerà annualmente in base all'Indice dei Prezzi al Consumo (IPC) o all'Indice di Riferimento degli Affitti Abitativi (IRAV). Inoltre, per evitare la speculazione edilizia, il patrimonio immobiliare gestito da CASA47 mantiene in via permanente lo status di edilizia sociale.

Un'altra linea d'intervento è il Piano di Ripresa, Trasformazione e Resilienza (PRTR), che, come dichiarato sulla pagina ufficiale del Governo spagnolo, mira ad

aumentare in modo sostanziale l'offerta di alloggi in affitto a prezzi accessibili e a basso consumo energetico, in collaborazione con il settore privato. È dotato di una somma destinata a investimenti diretti da parte dei vari governi regionali e locali per coprire, in tutto o in parte, i costi associati alla costruzione di circa 25.000 alloggi.



Programma per la costruzione di 25.000 alloggi sociali in affitto in edifici a basso consumo energetico.

(Fonte: sito del Governo di Spagna)

Importante è anche il programma di prestiti gestito dall'ICO (*Instituto de Crédito Oficial*). Questo canale di finanziamento mette a disposizione una linea di credito, destinata esclusivamente a promotori pubblici e privati, con l'obiettivo di finanziare la costruzione o la riqualificazione di alloggi da destinare all'affitto sociale o a prezzi calmierati a lungo termine.

La recente evoluzione delle politiche abitative spagnole si fonda sul *Plan Estatal de Acceso a la Vivienda*, uno strumento programmatico a cadenza quadriennale concepito per essere aggiornato progressivamente nel tempo.

Tale impostazione si riflette nell'evoluzione del *Plan Estatal de Acceso a la Vivienda 2022-2025* e nella pianificazione successiva per il periodo 2026-2030.

Come evidenziato dall'*Observatorio Provivienda*, centro studi di riferimento per il monitoraggio dell'alloggio accessibile in Spagna, l'obiettivo centrale di questo strumento, nel nuovo programma aggiornato al periodo 2026-2030, consiste principalmente nell'ampliamento e nella salvaguardia del patrimonio residenziale a canone calmierato, un traguardo perseguito attraverso l'adozione di tre linee d'azione complementari.

Il Piano stabilisce innanzitutto che qualsiasi abitazione finanziata con fondi statali debba mantenere a tempo indeterminato lo status di edilizia protetta, così da tutelare gli investimenti pubblici. In secondo luogo, garantisce una riserva di finanziamento minima pari al 40% del bilancio totale per l'incremento dell'offerta di alloggi sociali e a prezzi accessibili. Infatti, il budget totale stimato ammonta a 7 miliardi di euro, di cui 4,2 miliardi spettano al governo centrale e 2,8 miliardi alle comunità autonome. Infine, la strategia prevede canali di finanziamento dedicati all'industrializzazione del territorio destinato agli alloggi sociali. Nello specifico, è previsto uno stanziamento che può arrivare fino a 8.000 euro per ciascuna abitazione edificata.

2. Le trasformazioni dell'area Mahou-Calderón nel contesto del piano di trasformazione della mobilità di Madrid

2.1 Relazione con il Paseo Imperial e i lotti circostanti

La zona di intervento si trova nel quartiere Imperial, all'interno del distretto di *Arganzuela*, collocato a sud-ovest della città di Madrid. Questo comparto urbano, storicamente definito dalla presenza del birrificio *Mahou* e dello stadio Vicente Calderón, occupa la frangia sud-occidentale del centro consolidato di Madrid.

L'adiacenza al *Paseo Imperial* conferisce all'area di progetto una forte esposizione urbana, determinando condizioni di accessibilità, visibilità e permeabilità che influenzano direttamente l'impianto architettonico. Uno dei temi principali da affrontare è la connessione tra il *Paseo* e il progetto, con l'obiettivo di instaurare una positiva relazione tra di essi.

Per comprendere meglio la struttura urbana della zona, si è analizzato l'evoluzione storica del comparto.

Durante il regno di Carlo III, nel XVIII secolo, si progettano diversi percorsi alberati nell'area. Si decise di prolungare il *Paseo* in linea retta, creando un collegamento tra l'area della Puerta de Toledo e i punti di accesso a sud della città. Questa decisione, di prolungare in modo rettilineo la via, le affida una funzione ordinatrice. I lotti attorno, di conseguenza, si svilupparono seguendo il tracciato lineare, facendo assumere alla maglia urbana, una direzione verso il fiume *Manzanarre* e il centro storico della città.

Nel 1866 fu inaugurata la ferrovia circolare che si snoda nel quartiere, e che permise l'insediamento nella zona di attività industriali. Qualche anno dopo, venne costruita la stazione *Imperial*, dedicata esclusivamente al trasporto di merci e situata tra *Paseo de los Melancólicos*, *Paseo Imperial* e *Pontones*.

Durante il XX secolo, il quartiere registra una eterogenea presenza di ambiti dedicati al settore industriale e abitazioni per la classe media e bassa, che si collocavano principalmente nella zona settentrionale dell'area. Queste dinamiche confermarono il *Paseo Imperial* come uno degli snodi principali della città, già delineatasi fin dal XVIII secolo, e rafforzata con lo sviluppo delle industrie, fino ad arrivare ai giorni nostri.

Dal punto di vista urbano, il *Paseo* separa differenti tipologie di tessuto edilizio. In direzione della zona settentrionale di Madrid, si registra una maglia più compatta di edifici a destinazione residenziale a isolati chiusi, elementi tipici dell'espansione ottocentesca di Madrid, come evidenziato nella mappa sottostante in azzurro. Verso sud, la zona colorata in arancione, i lotti si affacciano direttamente sulla strada, dando così forma a fronti urbani regolari, che definiscono più chiaramente lo spazio pubblico.



Schwarzplan della città di Madrid (Fonte: autori)

Nella zona ancora più a sud, l'insediamento delle attività industriali introduce un cambiamento nel tessuto, che diventa più frammentato e irregolare, con lotti di dimensioni maggiori e spazi aperti più estesi. Questa differenza di maglia si percepisce ancora oggi, con una zona del quartiere più compatta e una più frammentata, in cui si mescolano edifici residenziali, infrastrutture storiche, spazi pubblici aperti e percorsi di connessione verso il fiume.

2.2 Arganzuela e il fiume: la riconversione del fiume del settore ex Mahou-Calderón

Il contesto urbano è caratterizzato da una prevalente destinazione residenziale e interessato da una serie di trasformazioni che hanno modificato lo storico assetto urbano e morfologico del quartiere. La presenza del fiume *Manzanarre* e del parco di recente realizzazione che costeggia le sponde del fiume costituiscono elementi di forte caratterizzazione di tutto il comparto.

Dal punto di vista morfologico, l'area ha rappresentato per decenni una complessa cerniera di transizione tra il tessuto storico ottocentesco e la sponda orientale del fiume *Manzanarre*. È stata proprio la sua posizione geografica a decretarne, nel tempo, sia la fortuna industriale sia il successivo isolamento. La causa principale va ricercata nel tracciato originario in superficie della M-30: questa superstrada orbitale tagliava longitudinalmente il lotto e passava direttamente sotto la tribuna ovest dello stadio, creando una barriera infrastrutturale quasi invalicabile tra i quartieri residenziali e l'alveo fluviale.

Guardando alle connessioni urbane, il sito si configura come un nodo strategico di penetrazione nella capitale. Il suo margine settentrionale è lambito dai flussi di traffico di *Paseo de los Pontones* e *Paseo de la Virgen del Puerto*, direttrici che collegano l'area direttamente al nucleo storico del Palazzo Reale e alla stazione di *Príncipe Pío*. A est, invece, l'asse commerciale di *Paseo Imperial* e la vicinanza alla M-30 chiudono un perimetro che oggi cambia volto. Con il completamento dei tunnel e la demolizione delle strutture industriali e sportive, questa porzione di città, un tempo racchiusa tra grandi infrastrutture, si trasforma in una delle principali porte d'accesso al sistema integrato di *Madrid Río*.

Nel dibattito europeo sul rinnovamento delle grandi metropoli, il progetto ex *Mahou-Calderón* assume quindi una centralità strategica. L'operazione mostra chiaramente i complessi meccanismi di sostituzione funzionale di un'ex area

produttiva e sportiva attraverso strategie di sviluppo a forte impronta pubblica e residenziale.

I numeri del piano urbanistico definitivo approvato dal Comune di Madrid descrivono un'area d'intervento complessiva di 193.804 metri quadrati. Di questi, oltre l'80% della superficie (circa 163.874 metri quadrati) è stato vincolato a destinazione pubblica e reti locali, con una ripartizione tra nuove infrastrutture viarie, aree verdi e servizi di quartiere.

Per quanto riguarda invece la quota destinata all'edificazione residenziale e terziaria, i metri quadrati previsti si attestano esattamente su 132.345. Questo tassello, benché rilevante sotto l'aspetto quantitativo, non è isolato. Al contrario, si inserisce perfettamente in quella macro-strategia che ha rivoluzionato da cima a fondo la viabilità e la mobilità della capitale spagnola: un cambiamento epocale inaugurato proprio con la nascita del parco lineare *Madrid Río* lungo le sponde del *Manzanarre*, e reso possibile grazie alla complessa opera ingegneristica di interrimento della superstrada M-30.

2.3 L'interramento dell'autostrada M30

La M-30 è un tracciato autostradale ad anello che circonda la città vecchia di Madrid, ovvero il centro storico e i primi distretti di espansione ottocentesca.



Tracciato M-30

Al tessuto residenziale e terziario è stata invece riservata la restante superficie edificabile, pari a 132.345 metri quadrati. Al di là dell'impatto numerico, questo intervento va letto all'interno della profonda trasformazione della mobilità urbana che sta interessando la capitale spagnola. Si tratta di un percorso cominciato proprio con il progetto Madrid Río lungo le sponde del *Manzanarre* e legato a doppio filo all'interramento della M-30.

L'opera rispondeva infatti alla necessità strategica di governare i flussi di traffico metropolitani e regionali dentro una visione di mobilità intermodale, alleggerendo la pressione del trasporto privato sull'*Almendra Central*, il cuore di Madrid. In quest'ottica, scegliere di interrare i tratti più critici dell'infrastruttura è stato lo strumento ingegneristico e urbanistico chiave per ricucire le storiche fratture del tessuto cittadino, riqualificare l'ambiente fluviale del *Manzanarre* e restituire spazio pubblico alla collettività.

Il Piano di Riforma e Gestione Integrale della M-30, partito nell'estate del 2004, dimostra come il tunnel rispondesse a una pluralità di obiettivi macro-urbani ben precisi.

Il primo traguardo riguarda la ricomposizione spaziale del territorio. Storicamente, il tracciato in superficie della M-30 funzionava come una barriera fisica invalicabile, che separava nettamente i quartieri centrali dalle periferie e isolando l'alveo del *Manzanarre*. Portare la strada nel sottosuolo ha eliminato questo effetto barriera, ripristinando la continuità della trama urbana e favorendo la coesione sociale ed economica tra i diversi distretti.

A questo si affiancano la riduzione degli incidenti e l'ottimizzazione dei flussi veicolari. Il passaggio da una viabilità di superficie eterogenea, frammentata e interrotta da semafori, come accadeva nell'*Avenida de la Ilustración*, a un sistema sotterraneo continuo ha permesso di dimezzare il tasso di sinistrosità stradale, con un abbattimento stimato del 50%.

Sotto il profilo trasportistico, lo studio tecnico-economico dell'Ingegnere J.A. de las Heras Azcona, pubblicato sulla rivista *Rutas* nel 2007, evidenzia dati significativi: la fluidificazione del traffico e l'eliminazione dei punti di intreccio generano un risparmio complessivo dei tempi di viaggio valutato in 708 milioni di ore nell'arco di un trentennio.

Infine, l'opera ha inciso in modo determinante sull'abbattimento degli impatti ambientali negativi. Convogliare i flussi pesanti e il traffico di attraversamento all'interno delle gallerie migliora in modo diretto la qualità della vita dei residenti.

Sotto il profilo ecologico, le stime basate sui modelli di simulazione hanno confermato come i quartieri adiacenti abbiano beneficiato subito di un crollo netto dell'inquinamento acustico. Parallelamente, si è innescato un calo progressivo del biossido di carbonio nell'aria. Se si guardano i dati, il taglio della CO₂ è quantificabile in circa 35.000 tonnellate annue già nei primi blocchi attuativi del piano.

La tendenza virtuosa, secondo le proiezioni, è destinata a consolidarsi nel tempo: l'obiettivo è infatti quello di toccare una riduzione di 64.800 tonnellate all'anno nel 2037, momento in cui l'intero impianto infrastrutturale girerà a pieno regime (De las Heras Azcona, 2007).

La vera svolta urbanistica dell'interramento della M-30 riguarda però il destino dei terreni liberati dalle auto.

Sotto l'asfalto si è venuto a creare un immenso vuoto urbano, una tela bianca pronta per ospitare un'infrastruttura verde di scala metropolitana. Muovendosi in questa direzione, la Municipalità di Madrid ha bandito nel 2005 un concorso internazionale per ridisegnare completamente l'assetto dell'area. Ad aggiudicarsi la progettazione è stato il gruppo composto dagli studi *Burgos & Garrido*, *Porrás La Casta*, *Rubio & A-Sala* e dagli olandesi di *West 8*. Il loro lavoro ha dato vita a *Madrid Río*: un grande corridoio ecologico la cui costruzione è giunta al termine nel 2011 (West 8, 2005-2011).



Madrid Río (Fonte: Studio Burgos & Garrido, 2014)

L'idea alla base di *Madrid Río* supera la logica del semplice parco lineare: l'intervento è stato concepito come una vera e propria metropolitana verde, un'infrastruttura ecologica capace di connettere i grandi parchi della regione metropolitana con il sistema dei parchi urbani interni alla città.

Questa impostazione a scala territoriale dialoga direttamente con la letteratura scientifica di settore. In quest'ottica, il progetto non viene interpretato come un mero intervento estetico, quanto piuttosto come un vero e proprio corridoio di connettività biologica e ciclo-pedonale (Garrido, 2014).



Mappa delle connessioni territoriali ed ecologiche di Madrid Río (Fonte: Studio Burgos & Garrido, 2014)

2.4 La demolizione delle industrie Mahou e dello stadio Calderón

La demolizione dello stabilimento birrario *Mahou* e dello stadio *Vicente Calderón* hanno rappresentato l'ultimo fondamentale tassello per completare il quadro delle trasformazioni urbane connesse all'interramento della M30.



*Vista dall'alto di come si presentava l'area nel 2005. 1) Stadio Vicente Calderón; 2) Birrificio Mahou
(Fonte: Google Earth)*

Questo intervento, noto come *Nuevo Mahou-Calderón*, ha permesso l'interramento dell'ultimo tratto di M-30, in quanto tale porzione era posta esattamente sotto le tribune dello stadio, completando così l'operazione avviata nel 2004-2007.

Se l'inaugurazione di *Madrid Río* del 2011 ha ridefinito quasi l'interezza del comparto fluviale, l'area occupata dal vecchio stadio *Vicente Calderón* e dagli stabilimenti industriali del birrificio *Mahou* ha rappresentato per anni una discontinuità urbana.

L'intero processo si è concluso con la demolizione programmata di questi fabbricati, un'operazione formalizzata attraverso il *Plan Parcial de Reforma Interior* che ha permesso di ridefinire un'area di oltre 200.000 metri quadrati (Ayuntamiento de Madrid, 2016).

La vera sfida ingegneristica del piano, tuttavia, è stata la demolizione controllata dello stadio *Vicente Calderón*, portata avanti tra il 2019 e il 2020. I lavori hanno dovuto fare i conti con un vincolo non da poco: la vicinanza ravvicinata della M-30. Proprio per questo motivo, l'abbattimento è stato organizzato in macro-fasi successive. Le tribune nord, est e sud sono state le prime a essere smantellate, una sequenza temporale documentata anche nel fotoreportage pubblicato da EL PAÍS nel 2019.



Fasi di demolizione del vecchio stadio (Fonte: EL PAÍS, 2019)

Mentre la tribuna ovest (quella poggiata sopra l'autostrada) è stata isolata e smantellata progressivamente solo dopo aver deviato provvisoriamente il flusso automobilistico su un tracciato alternativo in superficie.



Vista delle tribune, poste esattamente sopra la M30, sulla sinistra è possibile notare anche il birrificio Mahou

(Fonte: The New York Times)

Una volta liberata l'impronta a terra dello stadio, si è proceduto alla costruzione del nuovo tunnel di collegamento. Questa nuova arteria interrata ha permesso di connettere in modo definitivo i due tronchi della M-30 precedentemente interrati.

Insieme ai lavori sullo stadio, sono state dismesse e poi abbattute anche le storiche fabbriche di birra della *Mahou*.

Lo smantellamento di questi due comparti ha reso disponibile una superficie pari a 193.804 m², come riportato nella Modifica al Piano Regolatore Generale, che il piano di riqualificazione urbana prevedeva di destinare parte a edilizia residenziale e servizi di quartiere (*Ayuntamiento de Madrid*, 2017).

2.5 Piano di trasformazione

L'abbattimento del birrificio e delle tribune del *Vicente Calderón* ha eliminato una barriera cieca che da decenni interrompeva l'asse del *Manzanarre*. Questa operazione ha permesso finalmente di saldare il tessuto storico di *Arganzuela* al parco lineare di *Madrid Río* (Burgos & Garrido, 2014). Parallelamente, il progetto ha richiesto la gestione di un cantiere delicatissimo per deviare il tracciato della M-30. Parliamo di un'arteria da 170.000 veicoli al giorno, che ha dovuto scivolare sotto le vecchie strutture in demolizione per connettersi alla rete sotterranea cittadina, il tutto senza mai interrompere il traffico (De las Heras Azcona, 2007).

Più che l'impatto visivo, la reale portata pubblica dell'intervento emerge chiaramente dai dati del piano definitivo approvato dall'*Ayuntamiento de Madrid* (2017). Su un'area complessiva di 193.804 metri quadrati, la quota riservata a servizi, viabilità locale e standard pubblici raggiunge infatti l'84,5%. In termini pratici, questo significa l'inserimento di oltre 73.000 metri quadrati di sole aree verdi e corridoi ecologici nel cuore della capitale.

Il piano supera così la classica zonizzazione monofunzionale di stampo novecentesco, puntando su un modello di tessuto urbano misto in cui convivono residenze, servizi di quartiere e spazi verdi. Una pluralità di funzioni pianificata calibrando i parametri di edificabilità e il disegno dei lotti. Nello specifico, i nuovi blocchi residenziali sono stati distribuiti alternando edifici a corte e a torre, fissando un'altezza massima di dieci piani.

Questa precisa disposizione geometrica assicura la permeabilità visiva dai quartieri storici verso l'acqua e agevola il passaggio delle correnti lungo l'asse del *Manzanarre*, un fattore chiave per mitigare l'effetto isola di calore urbana. L'Amministrazione ha poi preteso che una quota significativa della volumetria venisse riservata all'edilizia convenzionata e sociale. L'obiettivo politico e urbanistico è chiaro: frenare le dinamiche speculative che spesso accompagnano i grandi progetti di riqualificazione paesaggistica ad alto standard.

3. L'area di progetto e il rapporto con la città

3.1 Morfologia e caratteristiche del lotto di intervento

L'area di intervento presenta una geometria regolare, di forma trapezoidale, ma una configurazione altimetrica articolata, con un dislivello di nove metri, tra il vertice nord, verso il *Paseo*, e il vertice sud, verso la scuola. Si configura così un lotto con doppia pendenza, che influenza in maniera significativa l'impostazione dell'intervento.

A nord dell'area di intervento è presente un ulteriore complesso residenziale, caratterizzato dalla presenza di un supermercato al piano terra.

Sul lato est si sviluppa il *Paseo Imperial*, uno dei principali viali di Madrid, che connette la zona sud con il centro della città attraversando un contesto prevalentemente residenziale.



*Vista del fabbricato residenziale di recente costruzione, posto a nord rispetto al lotto di intervento
(Fonte: autori)*

A sud dell'area si trova una scuola, della quale è previsto un ampliamento che interessa sia l'edificio scolastico sia le aree verdi pertinenziali.



*Vista verso sud rispetto al lotto di intervento, dove sul lato sinistro si può vedere la scuola
(Fonte: autori)*

Sul lato ovest, infine, è presente un parco giochi confinante con l'area di progetto, circondato da ulteriori insediamenti residenziali.



*Vista del parco, posto sul lato ovest, rispetto al lotto di intervento
(Fonte: autori)*

3.2 Principali prescrizioni del bando di concorso e design brief

In Europa si stima una domanda non soddisfatta di 9,6 milioni di alloggi, alimentata dalla dinamica demografica, dal sovraffollamento e dal divario fra prezzi di mercato e possibilità economiche degli abitanti.

Il bando di concorso prevede la realizzazione di residenze di *social housing*, ovvero residenze con una parte di alloggi accessibili a prezzi ridotti rispetto al libero mercato, con l'obiettivo di ottimizzare la capacità insediativa dell'area attraverso un'organizzazione efficiente degli spazi abitativi residenziali.

Sono previste tre differenti tipologie abitative:

- un alloggio di superficie complessiva di circa 45 m², con una stanza da letto matrimoniale, un bagno, soggiorno e cucina.
- un alloggio da circa 50/60 m², con una stanza matrimoniale e una singola, bagno, soggiorno e cucina.
- un alloggio di circa 70 m², con tre stanze da letto, di cui una matrimoniale e due singole, due bagni, soggiorno e cucina.

Una porzione dell'edificio è destinata al settore terziario.

È prescritta una dotazione di posti auto utili agli alloggi e al settore terziario.

In merito ai parametri morfologici dell'edificio, il brief fissa un limite verticale massimo pari a nove piani fuori terra. Tale prescrizione risponde non solo a criteri di controllo volumetrico, ma recepisce anche le istanze della comunità locale; la limitazione mira, infatti, a mitigare l'impatto visivo sullo skyline urbano, precedentemente oggetto di dibattito e contestazioni da parte dei residenti nei confronti dei recenti interventi edilizi.

3.3 Vincoli e normativa di riferimento

I criteri minimi di metratura adottati fanno riferimento alla normativa spagnola, che si distingue da quella italiana prevedendo standard dimensionali più contenuti.

La normativa di riferimento è il *Plan General de Ordenación Urbana de Madrid*.

STANZA	ITALIA	SPAGNA
Soggiorno	20 mq	14 mq
Camera principale	14 mq	12 mq
Camera secondaria	9 mq	7 mq
Bagno	4 mq	3 mq
Cucina	9 mq	7 mq
Altezza minima	2,70 m	2,50 m

Il Piano normativo è stato aggiornato negli ultimi anni per rispondere meglio alle nuove esigenze di mercato ma eliminando anche alloggi troppo angusti con spazi inaccessibili, in modo da garantire all'utente più dignitosi standard di comfort.

Riguardo l'illuminazione naturale, le superfici vetrate devono occupare un'area di almeno il 12% della superficie utile della stanza.

Le aperture per la ventilazione naturale devono essere superiori all' 8% della superficie utile del locale.

3.4 Analisi microclimatiche

La città di Madrid è caratterizzata da una forte isola di calore, con differenze che possono arrivare a 8°C fra le temperature delle zone più centrali e quelle di periferia. Durante la notte l'asfalto e le altre pavimentazioni rilasciano il calore accumulato durante la giornata, che non permette di raffrescare il quartiere neanche durante le ore notturne.

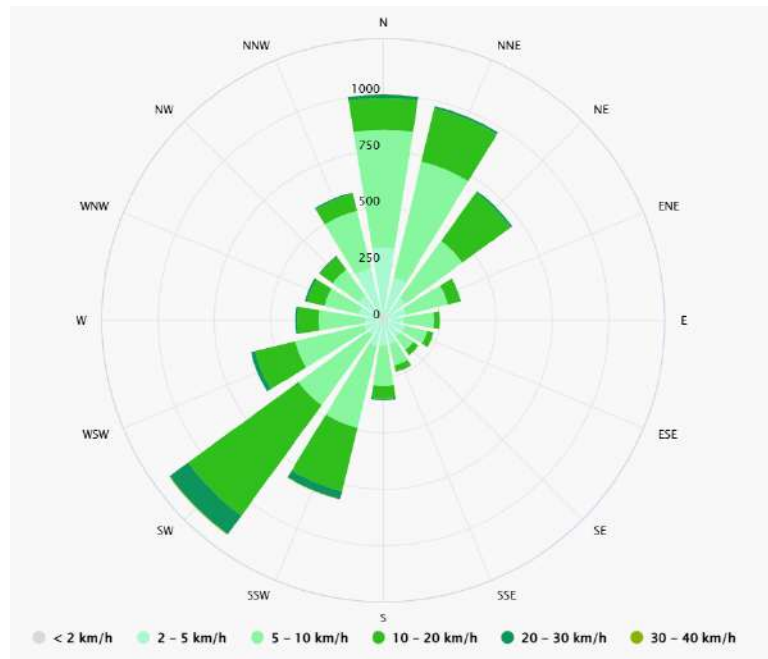
La zona che si sviluppa attorno al fiume, tra cui il parco fluviale di recente costruzione, è principalmente ricoperta da verde, che contribuisce all'abbassamento delle temperature rispetto alle zone pavimentate e edificate. Un ulteriore fattore è dato dall'acqua, che genera delle correnti fresche. Mescolando questi due fattori, il verde e l'acqua, si sviluppa un clima più fresco, più vivibile, soprattutto nelle giornate estive. Tramite anche la presenza di alberi, la zona è schermata dalle loro chiome che impediscono il surriscaldamento del suolo.

Il quartiere presenta forti contrasti termici e ambientali a causa della vicinanza con il fiume. I caratteri tipici dell'area ex-industriale producono rilevanti effetti "isola di calore", a cui si contrappone la l'azione mitigatrice del vicino del fiume *Manzanarre*.

Nell'area più interna, troviamo invece pavimentazione, cemento e asfalto che accumulano calore nelle giornate più calde, rendendo la zona ancora più calda. Le aperture sono assenti o poco presenti, rendendo facile il surriscaldamento della pavimentazione, che, nei giorni più caldi, crea picchi di stress termico elevati.



Velocità del vento (Fonte: meteoblue.com)

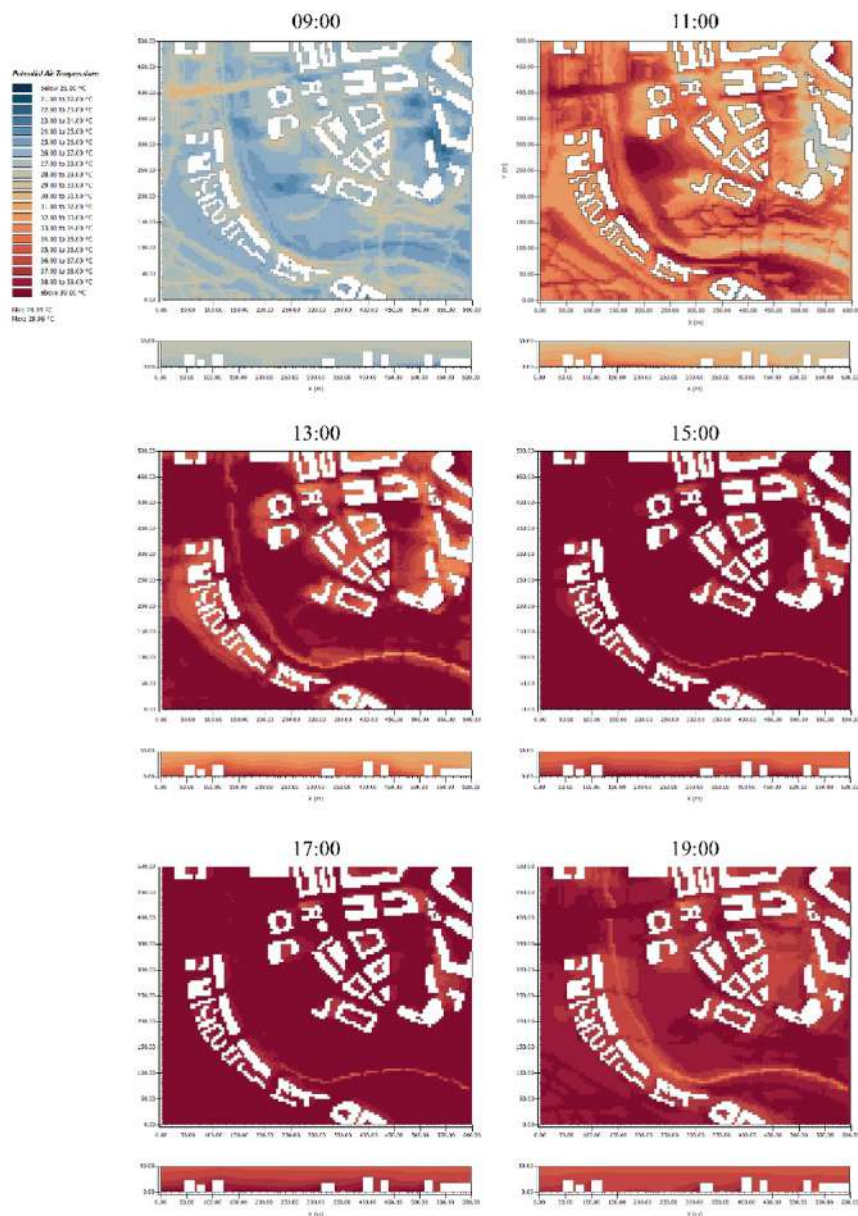


Rosa dei venti (Fonte: meteoblue.com)

La rosa dei venti rappresenta la direzione e l'intensità dei venti di Madrid. Tramite questa lettura, si nota come i venti principali arrivino da sud-ovest, chiamato *Ábrego* e da nord, detto *Cierzo*. I venti principali hanno una velocità compresa di 5 e 20 km/h. Sono presenti anche episodi di vento più forte, provenienti principalmente da sud-ovest, che arrivano fino a 20-30 km/h. Nelle direzioni est e ovest il vento è debole e quasi non presente.

Temperatura dell'aria (°C)

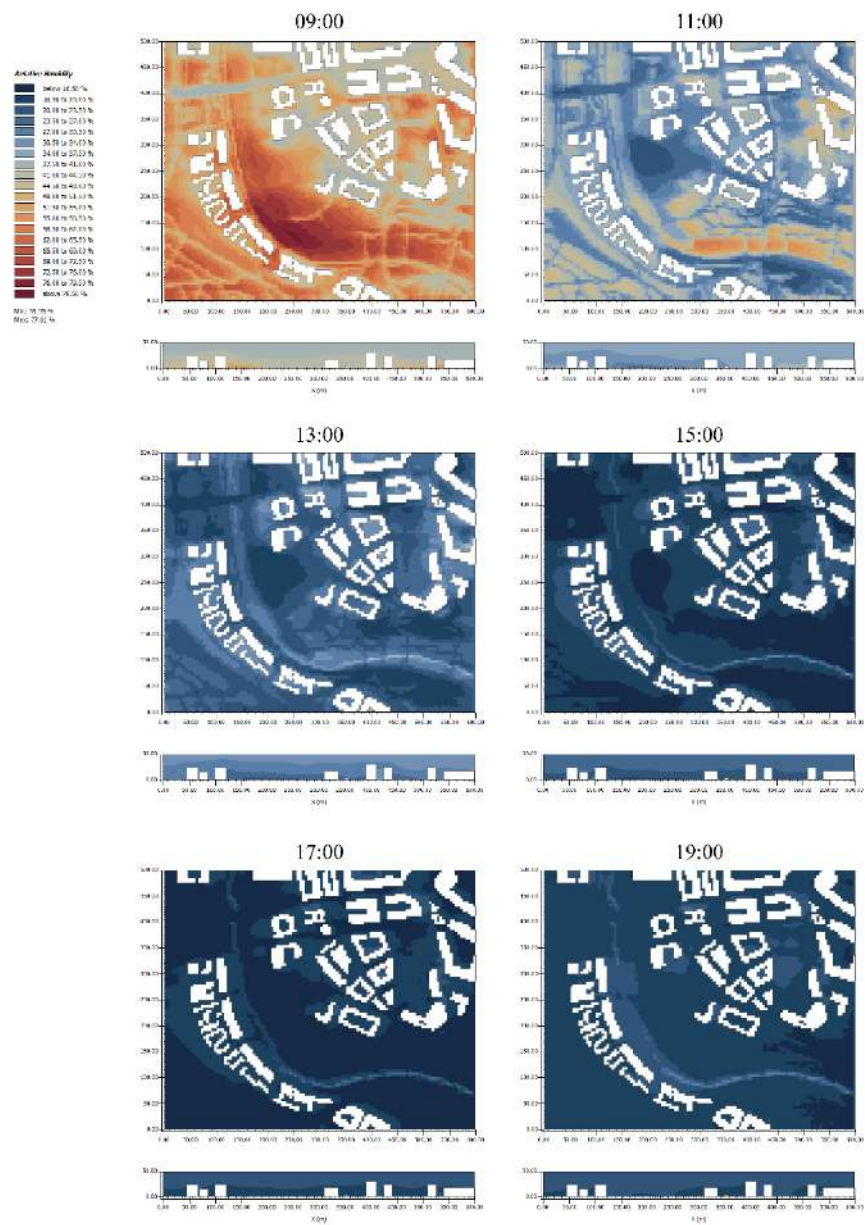
La simulazione evidenzia come varia la temperatura dell'aria nell'arco della giornata. In particolare si può notare che la temperatura ha dei picchi molto alti, oltre i 39°C, soprattutto a partire dalle 13:00.



Temperatura dell'aria del lotto allo stato di fatto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Umidità relativa (%)

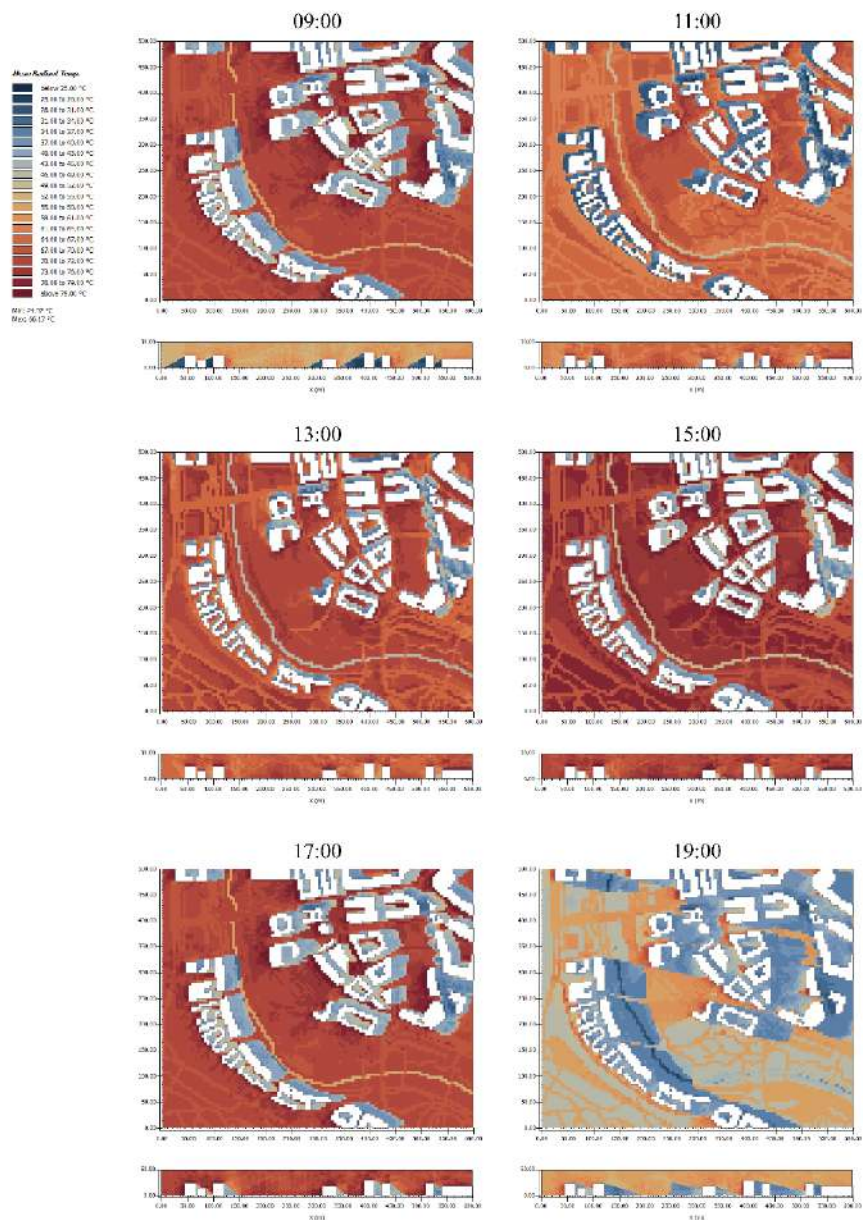
Il software restituisce un quadro complessivo dell'umidità della nostra area. In particolare, possiamo notare come l'umidità sia maggiore nelle aree subito vicine al fiume.



Umidità relativa del lotto allo stato di fatto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Temperatura media radiante (°C)

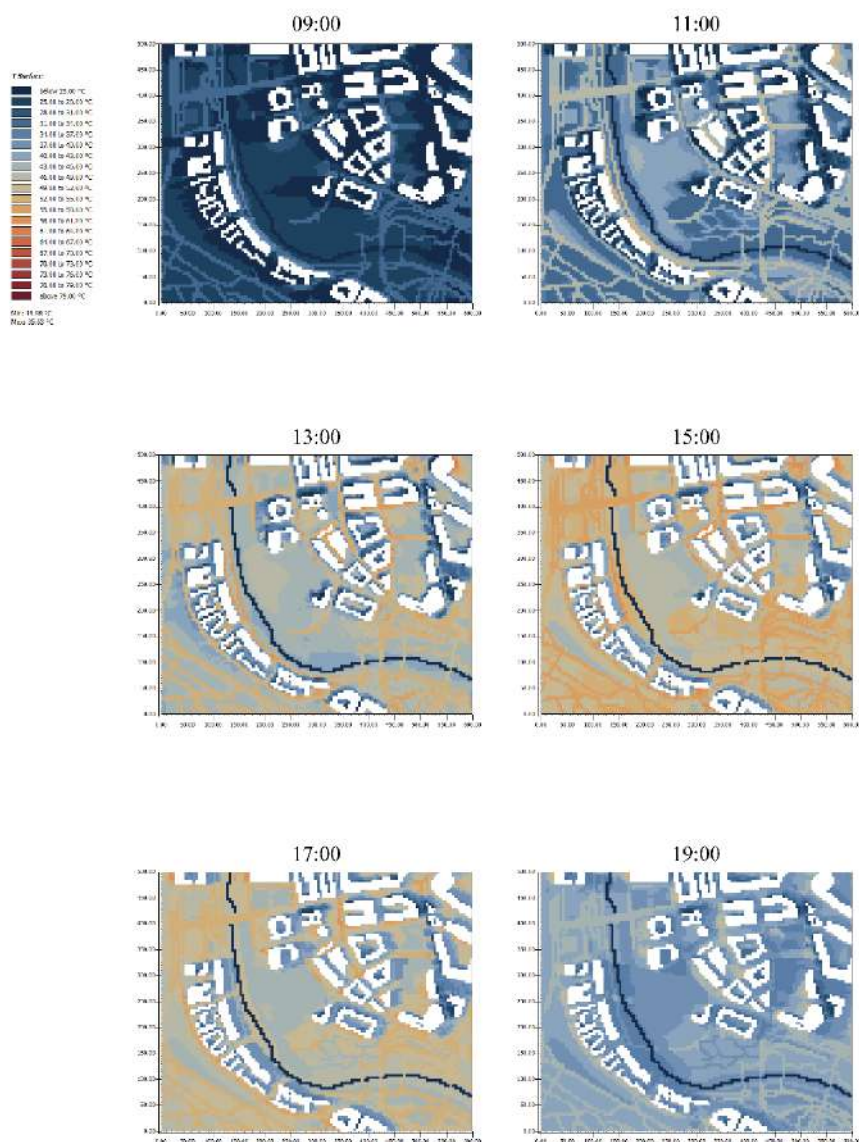
Dall'estrapolazione è possibile notare come le aree subito vicine agli edifici siano più fresche, mentre le altre risultano molto calde, con picchi oltre i 79°C a partire dalle ore 15:00.



Temperatura media radiante del lotto allo stato di fatto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Temperatura superficiale (°C)

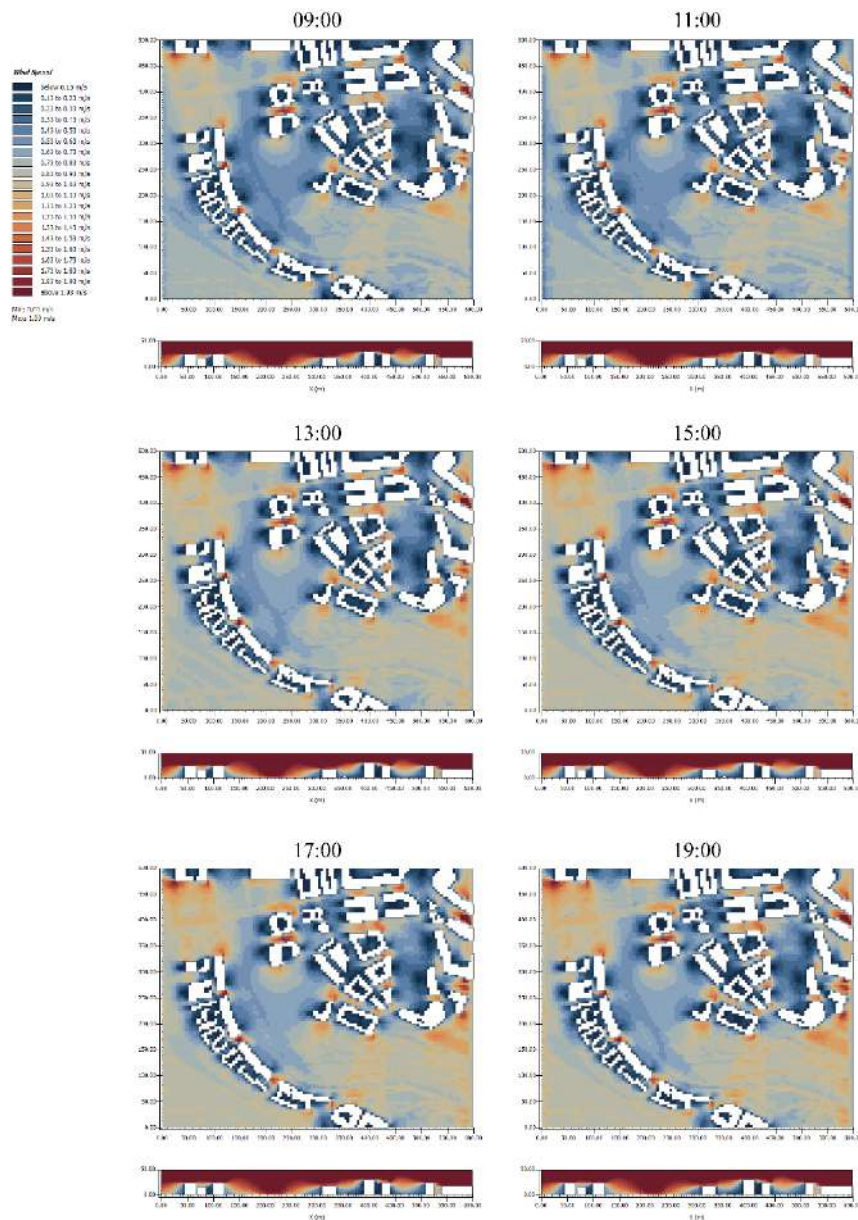
La temperatura superficiale dell'area varia ha una media di 42 °C. La minima rimane di circa 20 °C mentre la massima arriva a picchi di 50 °C in alcune aree nelle zone più calde.



Temperatura superficiale del lotto allo stato di fatto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Velocità vento (m/s)

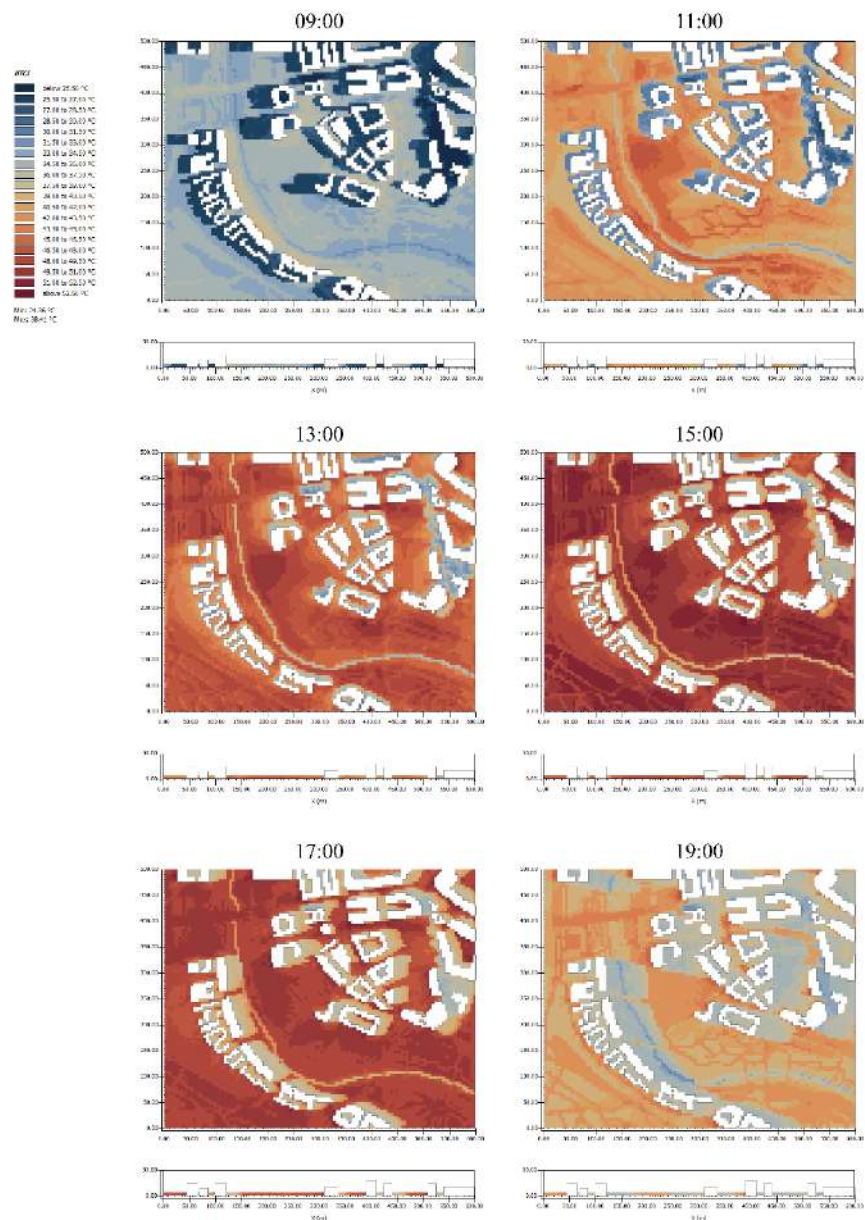
La restituzione grafica attraverso il software identifica la velocità del vento nel sito, che è caratterizzato da venti deboli, che si aggirano sui 0,8 m/s di media. La minima è di 0,03 m/s mentre i picchi massimi raggiungono 1,48 m/s.



Velocità del vento nel lotto allo stato di fatto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Universal Thermal Climate Index (UTCI) (°C)

Tramite l'estrapolazione delle mappe emerge come le zone in condizioni di comfort termico sono molto limitate, esse si trovano nelle zone d'ombra degli edifici alle 9:00 del mattino, spariscono e l'area raggiunge valori di stress termico elevato.



UTCI nel lotto allo stato di fatto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

4. Concept progettuale

4.1 Scelte tipologiche a confronto

Scegliere la tipologia insediativa rappresenta uno dei momenti cruciali all'interno di un processo progettuale, perché questa scelta influenza non solo l'aspetto architettonico complessivo dell'intervento, ma anche e soprattutto il modo in cui gli abitanti fruiscono gli spazi, come si relazionano tra loro e utilizzano le aree comuni.

Nel caso specifico dell'area ex *Mahou-Calderón*, questa questione acquista ulteriore rilevanza. Il lotto si trova in una porzione di città in continua e profonda trasformazione, dove il nuovo quartiere residenziale deve instaurare un dialogo con il tessuto urbano consolidato di *Arganzuela* e con il sistema paesaggistico che *Madrid Río* ha generato. Per questo motivo, la scelta della configurazione edilizia diventa uno strumento strategico consentendo di stabilire relazioni significative con l'intorno, migliorare il comfort ambientale e assicurare una qualità della vita abitativa davvero soddisfacente.

Sulla base delle analisi urbane e microclimatiche condotte nei capitoli precedenti, si sono identificate due strategie insediative meritevoli, la prima si articola attorno a volumi edilizi indipendenti, mentre la seconda propone un impianto più chiuso che si sviluppa intorno a uno spazio collettivo interno. Queste due soluzioni rispondono in maniera diversa alle esigenze del sito e permettono di vagliare modalità differenti di sfruttamento dello spazio disponibile.

La tipologia a corte è connessa alla tradizione urbana madrilenà e, più ampiamente, anche al bacino mediterraneo. In questo schema progettuale, gli edifici creano un perimetro continuo che avvolge e protegge uno spazio interno. Nel corso della storia, questa soluzione è stata impiegata per conciliare la necessità di alta densità abitativa con la disponibilità di spazi condivisi di qualità, mantenendo al contempo un collegamento diretto con la strada e la vitalità urbana.

Nella condizione climatica di Madrid, questo modello presenta elementi di grande interesse. Le estati portano con sé temperature molto elevate e periodi prolungati di assenza di piogge; di conseguenza, la possibilità di generare zone d'ombra e spazi verdi riparati assume un valore notevole per il benessere di chi vive questi luoghi. La corte si trasforma così in uno strumento efficace per migliorare il microclima locale, limitando l'irraggiamento solare diretto e offrendo spazi d'incontro più ospitali durante i mesi caldi dell'anno.

La soluzione con volumi indipendenti segue una logica radicalmente diversa. Gli edifici rimangono separati fra loro, permettendo una trasparenza visiva maggiore e una circolazione dell'aria più libera. Questa impostazione favorisce l'illuminazione naturale all'interno degli alloggi e consente di sfruttare più pienamente la ventilazione naturale un aspetto di sicuro rilievo se si considera la presenza delle correnti che provengono dal corridoio ecologico del *Manzanarre*.

Da un punto di vista urbano, inoltre, la configurazione a volumi indipendenti stabilisce un legame più franco e aperto con il tessuto circostante. Gli interstizi tra gli edifici possono fungere da aree verdi, percorsi pedonali o zone di socialità, favorendo in tal modo una continuità con la rete di spazi pubblici che gli ultimi anni hanno visto prendere forma grazie al progetto *Madrid Río*.

Le due tipologie presentano dunque profili nettamente differenti, e non è possibile dichiarare l'una superiore all'altra in modo categorico. L'impianto a corte assicura una compattezza strutturale maggiore, una definizione più nitida dello spazio collettivo e un legame forte con la memoria urbana madrilenà. I volumi indipendenti propongono invece una maggiore apertura verso l'esterno, condizioni di ventilazione superiori e un rapporto più immediato con il paesaggio e le aree verdi.

Per questa ragione, si ritiene opportuno sviluppare e analizzare entrambe le ipotesi.

4.2 L'impianto a corte nel contesto madrilen

Una delle configurazioni più significative nel contesto madrilen è l'impianto a corte, una scelta profondamente legata alle condizioni climatiche della zona, alla densità urbana che caratterizza la città e alla necessità di creare connessioni armoniose tra lo spazio pubblico e quello privato.



Foto aerea della manzana madrilen (Fonte: El Confidencial)

La configurazione a corte, diffusa storicamente in Spagna grazie alle influenze arabe e successivamente reinterpretata dall'urbanistica dell'Ottocento, rappresenta una vera soluzione architettonica capace di garantire un controllo climatico efficace, un'illuminazione naturale generosa e una socialità interna vibrante.

Madrid è una città dove il clima non perdona: estati torridi che mettono a dura prova e inverni che mordono con il freddo. In questo contesto climatico estremo, la corte assume una funzione bioclimatica che non è più solo desiderabile, ma fondamentale.

La corte favorisce infatti una buona ventilazione che attraversa gli spazi, fornisce l'ombreggiamento tanto necessario e migliora notevolmente la regolazione termica dell'edificio, riducendo l'irraggiamento diretto sulle varie superfici.

La presenza di patii, cortili alberati e sistemi distributivi aperti mitiga efficacemente l'isola di calore urbana, quel fenomeno che si fa particolarmente sentire nelle città densamente popolate come Madrid.

L'impianto a corte permette inoltre di conciliare due esigenze che spesso sembrano contrastanti: un'elevata densità abitativa e la qualità dello spazio collettivo.

La corte diventa così un elemento di filtro intelligente tra la città e l'abitazione, uno spazio semi-pubblico che promuove naturalmente l'incontro, la sosta e le attività comunitarie.

4.3 Tipologie abitative e standard funzionali

In Spagna è possibile accedere al servizio di social housing tramite le cosiddette “*Viviendas de Protección Oficial*” (VPO), ovvero “alloggi a protezione ufficiale”. Si tratta di una tipologia di immobile venduto a prezzo ridotto ma soggetto a una serie di requisiti e limitazioni che sono stabiliti dalle diverse comunità autonome.

I requisiti generali per poter accedere a un alloggio VPO sono:

1. Non superare i limiti di reddito stabiliti dalla normativa vigente;
2. Non essere proprietari di un'altra abitazione;
3. Utilizzare l'immobile come residenza abituale e permanente;
4. Essere registrati come residenti nel comune o nella zona prevista dai requisiti del programma abitativo;
5. Appartenere, in alcuni casi, a categorie considerate vulnerabili o prioritarie;
6. In determinate comunità autonome, avere meno di 35 anni può costituire un criterio preferenziale;

Per quanto riguarda le limitazioni imposte, invece, le comunità autonome stabiliscono che l'abitazione debba essere destinata alla residenza principale e permanente del proprietario e, per un determinato periodo, non possa essere venduta liberamente alle condizioni del mercato. Qualora si richieda la declassificazione dell'immobile, l'amministrazione competente può valutare la situazione e, in alcuni casi, richiedere la restituzione degli aiuti pubblici ricevuti al momento dell'acquisto.

Chiunque desideri accedere a un alloggio protetto deve registrarsi nel Registro dei Richiedenti di Alloggi Protetti, iscriversi alla lista d'attesa e presentare la documentazione richiesta dall'amministrazione competente.

Gli standard funzionali delle VPO sono definiti a livello nazionale dalle ordinanze di progettazione e successivamente dettagliati e adattati dalle singole comunità autonome.

Per ottenere la qualifica di VPO, i progetti edilizi devono rispettare determinati parametri rigidi volti a garantire la massima ottimizzazione degli spazi, la dignità abitativa e l'efficienza dei costi.

La superficie minima utile non può scendere sotto i 30-40 m². La superficie massima utile non deve superare i 90 m², a eccezione degli alloggi dedicati alle famiglie numerose che estende il limite ai 120-150 m² a seconda della regione, mentre si aggira tra i 50 e i 70 m² il limite per le varianti destinate alla locazione giovanile.

Un ulteriore aspetto funzionale da considerare nella progettazione di nuove VPO include l'inserimento di un posto auto interrato associato univocamente all'alloggio.

Nella progettazione di VPO moderne non è possibile transigere sull'abbattimento delle barriere architettoniche: ogni nuova iniziativa edilizia di VPO deve riservare una percentuale fissa di alloggi che risulti interamente adattata a persone con mobilità ridotta o disabilità, che si aggira solitamente tra il 3% e il 5%, così come gli spazi distributivi devono consentire il transito delle sedie a rotelle.

Nonostante i costi di realizzazione dei nuovi progetti di VPO debbano rimanere contenuti, è tassativamente richiesto il rispetto dei criteri del *Código Técnico de la Edificación (CTE)* spagnolo, quindi il soddisfacimento degli standard elevati di isolamento termico e acustico e l'integrazione di sistemi a energia rinnovabile.

4.4 Soluzione a volumi indipendenti

Tra le numerose tipologie abitative edilizie, la configurazione a volumi indipendenti si discosta nettamente dal tradizionale impianto a corte madrileni, tuttavia una delle possibili soluzioni per la progettazione di social housing è la tipologia a torre, caratterizzata da uno sviluppo prevalentemente verticale dell'edificio, con una pianta relativamente contenuta rispetto all'altezza.

Optare per una soluzione a volumi indipendenti non significa isolare gli edifici e di conseguenza i residenti, bensì contribuire a creare nuclei abitativi e di ritrovo.

Una delle caratteristiche principali è il fatto di mantenere alta la densità abitativa pur riducendo l'impronta a terra, fattore chiave che permette di ottimizzare l'utilizzo del suolo liberando ulteriore spazio riservabile a zone pubbliche come piazze, corti aperte, giardini e spazi comunitari.

Un ulteriore aspetto vantaggioso nella progettazione a volumi indipendenti è quello di sfruttare la verticalità per massimizzare l'esposizione solare dal momento in cui la configurazione planimetrica tipica rende maggiormente possibile un eventuale doppio orientamento rispetto al sistema in linea compatto.

Allo stesso modo questa configurazione favorisce inoltre la ventilazione trasversale, riducendo l'effetto isola di calore.

Infine, il ruolo urbano che può assumere un edificio a torre risulta essere di spessore rilevante; dunque, la verticalità dell'intervento contribuisce alla costruzione di una nuova identità urbana, rendendo il complesso riconoscibile e capace di rapportarsi con la scala metropolitana di una città contemporanea come quella di Madrid.

4.5 Soluzione a volume compatto

Tra le diverse strategie che si possono mettere in pratica in un contesto urbano, la configurazione a volume compatto rappresenta una delle soluzioni più consolidate e dibattute, in particolare quando l'obiettivo è trovare un equilibrio consapevole tra densità edilizia, qualità abitativa e prestazioni ambientali.

I volumi compatti si caratterizzano per una forma unitaria e continua. Più ridotta è la superficie che si espone verso l'esterno rispetto al volume interno, tanto più un edificio può dirsi compatto. Più compatto è l'edificio, migliore risulta essere dal punto di vista energetico.

Uno dei principali vantaggi della configurazione compatta riguarda il comportamento energetico dell'edificio. Quando il volume è concentrato, la superficie esposta diminuisce e si riducono gli scambi termici. Durante l'inverno, infatti, l'edificio conserva più facilmente il calore accumulato, mentre in estate si limita l'esposizione complessiva delle superfici all'irraggiamento solare. Il risultato è una minore richiesta di energia per il riscaldamento e il raffrescamento degli ambienti.

Gli effetti della compattezza si estendono anche alla scala urbana. Concentrando una densa quantità di volumetria in un unico blocco edilizio, diventa possibile liberare porzioni significative di suolo da destinare ad altri usi. Spazi verdi, aree comuni, percorsi pedonali e servizi di quartiere trovano così spazio all'interno dell'intervento senza compromettere la capacità insediativa richiesta dal progetto.

Tuttavia, non mancano alcuni limiti importanti da considerare.

Un organismo troppo compatto rischia infatti di compromettere la qualità ambientale degli spazi aperti e degli alloggi se non viene progettato con estrema attenzione. La presenza di corpi edilizi continui può intralciare il passaggio delle correnti d'aria, ridurre la ventilazione naturale e generare delle aree caratterizzate da un apporto di luce solare ridotto. In alcuni casi possono verificarsi situazioni di

surriscaldamento nelle corti interne o, al contrario, di eccessivo ombreggiamento che incidono negativamente sul comfort degli abitanti.

Per questi motivi, la compattezza va considerata come un principio da bilanciare attentamente attraverso una corretta progettazione degli spazi aperti, delle distanze tra i corpi di fabbrica, dell'orientamento e delle aperture. La qualità finale del progetto dipende dalla capacità di trovare il giusto equilibrio tra densità e vivibilità.

L'influenza della cultura mediterranea e delle dominazioni arabe ha lasciato un segno ben visibile nell'organizzazione dello spazio abitativo spagnolo.

I patii e le corti interne si sono rivelati nel tempo elementi ricorrenti e straordinariamente versatili, capaci di offrire ombra, ventilazione naturale e luoghi di incontro protetti dal traffico e dal rumore urbano.

Questi principi continuano a essere reinterpretati all'interno di molti progetti contemporanei, testimoniando la validità di una visione dello spazio che unisce funzionalità e vivibilità.

Madrid rappresenta probabilmente uno degli esempi più significativi di questa tradizione consolidata.

Questo modello ha permesso di raggiungere densità elevate mantenendo una struttura urbana chiara e facilmente riconoscibile.

Nelle aree di espansione di Madrid, è possibile osservare come il rapporto tra strada, edificio e corte costituisca ancora oggi uno degli elementi fondativi dell'identità urbana della capitale spagnola.

Gli interventi come *Madrid Río* e la nuova area *Mahou-Calderón* mostrano come il tema della densificazione possa essere affrontato senza rinunciare alla qualità dello spazio pubblico e alla sostenibilità ambientale.

La compattezza volumetrica viene reinterpretata attraverso criteri contemporanei, dove l'efficienza energetica si combina armonicamente con la presenza di aree verdi e spazi comuni che migliorano la qualità della vita.

4.6 Studio degli effetti di ventilazione in funzione alla tipologia

Nella predisposizione dei volumi di entrambe le soluzioni tipologiche si individuano determinate zone che possono essere oggetto di studio per quanto riguarda l'effetto della ventilazione.

La soluzione a volumi indipendenti identifica queste zone per definizione tipologica in quanto la verticalità stessa genera maggiore esposizione ai venti in quota. Inoltre, la scelta di accostare più elementi a torre in maniera ravvicinata può portare a una possibile criticità riguardo l'effetto Venturi, soprattutto in corrispondenza dei piani inferiori.

L'effetto Venturi è un fenomeno fisico secondo cui lo scorrimento di un fluido, che in questo caso è il flusso dell'aria, subisce un considerevole aumento di velocità nel momento in cui attraversa un restringimento spaziale geometrico.

La soluzione a volume compatto, al contrario, non presenta generalmente criticità rilevanti per quanto riguarda l'effetto Venturi, in quanto per definizione tipologica non presenta restringimenti delle geometrie. Di fatto questa configurazione può contribuire alla schermatura del vento, e generare un effetto barriera. Lo studio della ventilazione si rende invece necessaria nel momento in cui vengono accostati due o più volumi, creando di conseguenza dei "tunnel" in cui il flusso d'aria può venire incanalato e assumere un'accelerazione locale significativa.

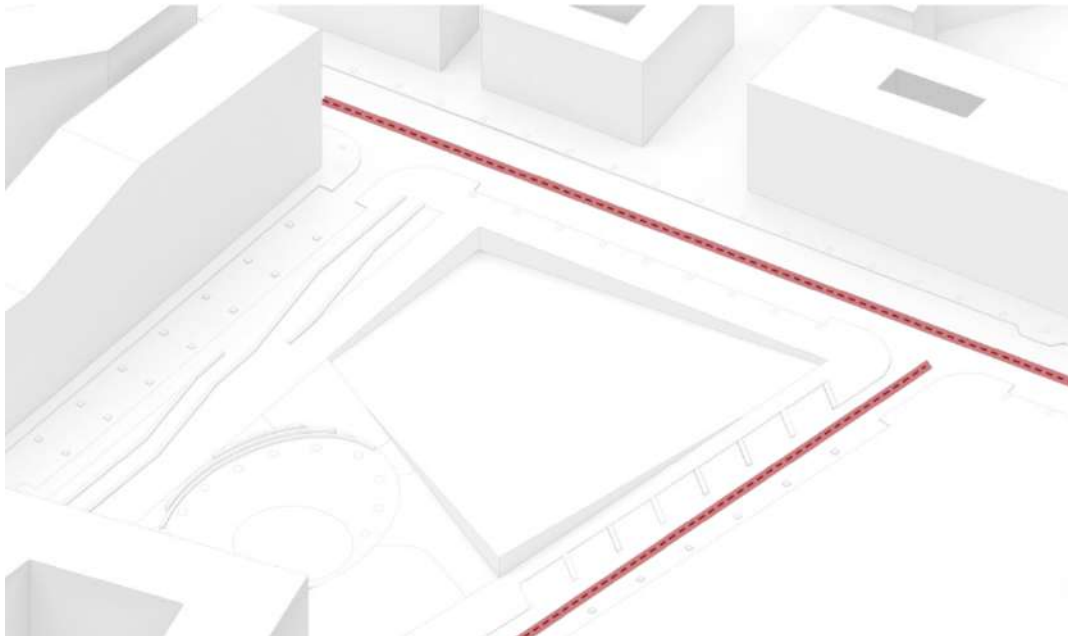
Si è stabilito quindi di riprodurre un modellino in scala per entrambe le soluzioni tipologiche e di simulare l'effetto della ventilazione tramite l'utilizzo di uno strumento che generasse un getto d'aria e una polvere che andasse a individuare e a lasciare traccia del comportamento del vento. I risultati della simulazione sono esplicitati nei capitoli dedicati per le due diverse proposte progettuali.

5. Soluzione progettuale

5.1 Configurazione volumetrica e aspetti di sostenibilità ambientale

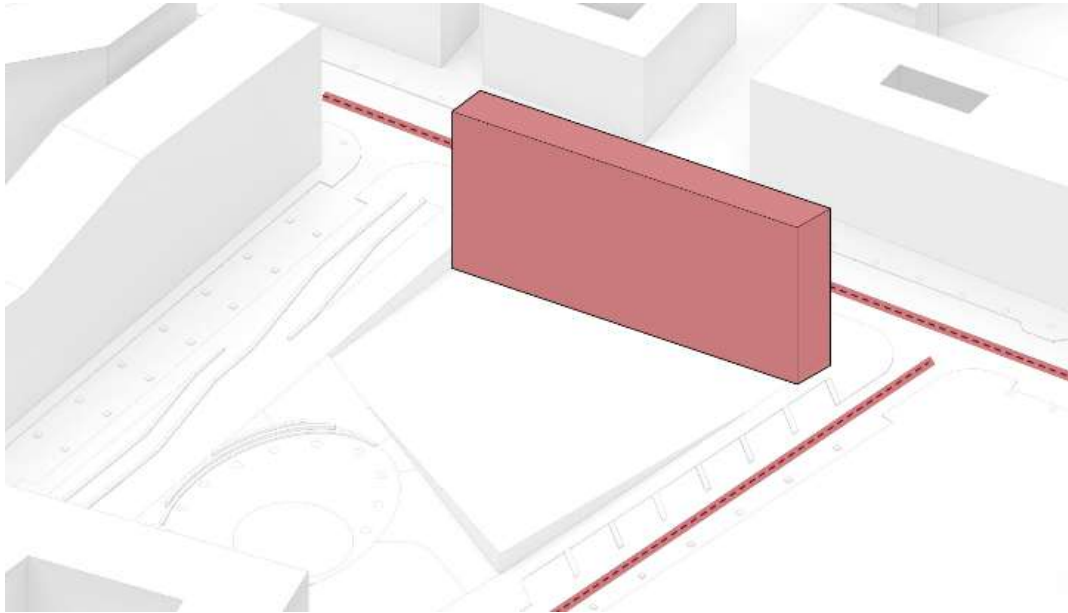
Il progetto si inserisce nel lotto attraverso una logica compositiva che trae origine dalla lettura della geometria urbana preesistente.

Il punto di partenza è un volume compatto che segue la direttrice del *Paseo Imperial*, il bordo est del sito, assumendo come riferimento primario l'allineamento stradale che definisce il fronte est del lotto.



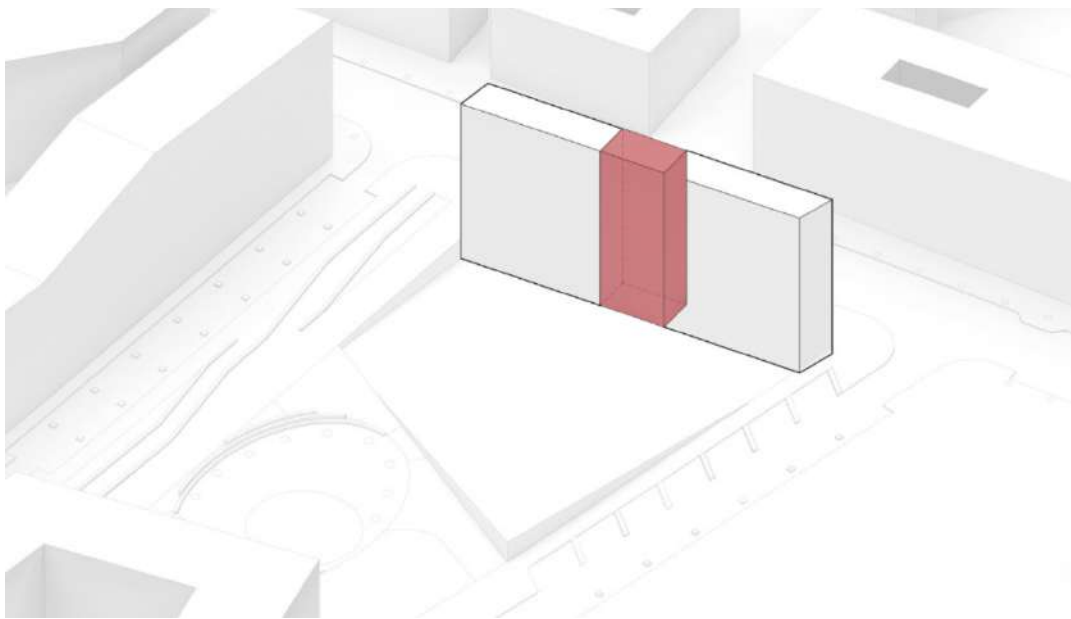
Individuazione delle direttrici

(Fonte: Autori)



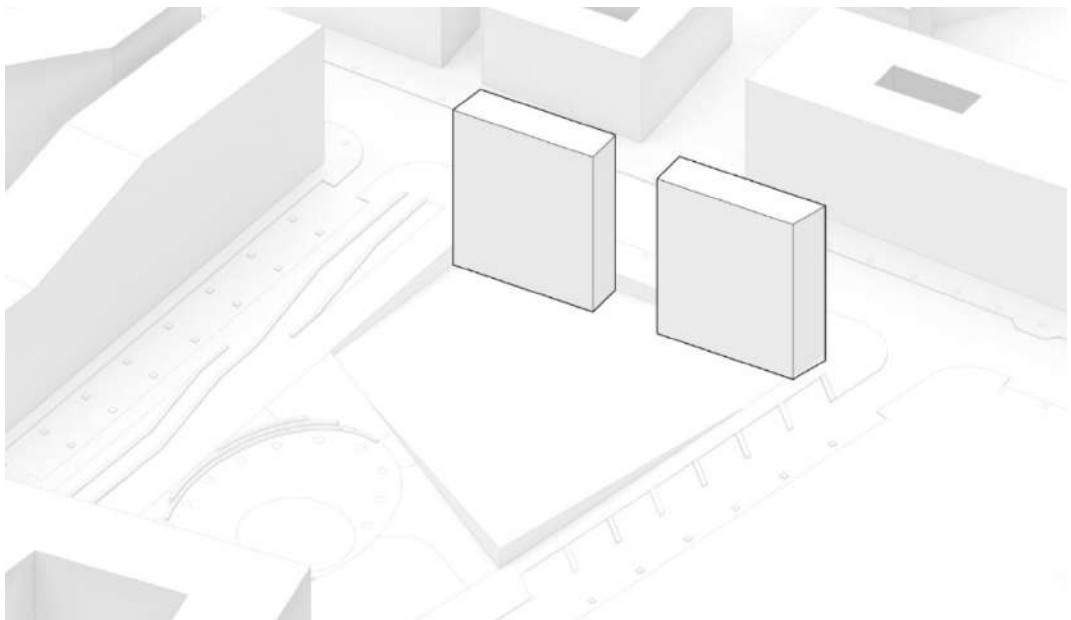
*Volume compatto iniziale
(Fonte: Autori)*

Da questo volume iniziale viene sottratta la porzione centrale al fine di suggerire un punto privilegiato di accesso al lotto che traguarda l'intero comparto sino al parco lineare lungo il fiume che rappresenta il principale elemento di valore verso ovest. Questa operazione genera due elementi distinti, il primo tangente al lato nord del lotto e il secondo al lato sud.



*Sottrazione della porzione centrale
(Fonte: Autori)*

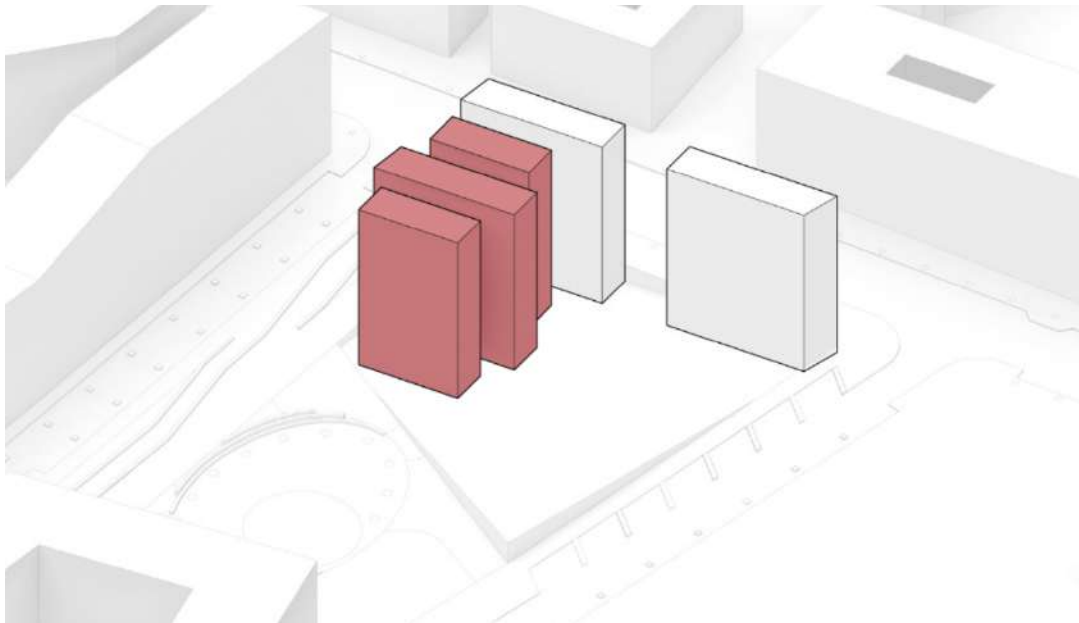
I due volumi vengono replicati in due sequenze una sul lato nord e una sul lato sud determinando una scansione di pieni e vuoti che sottolinea il ruolo del passaggio est-ovest che connette il *Paseo Imperial* al parco.



*Individuazione dei due volumi da replicare in sequenza
(Fonte: Autori)*

Esso diventa un elemento ordinatore della composizione: definisce una sequenza spaziale semipubblica che caratterizzerà l'intero impianto, ponendosi come punto di origine da cui si sviluppano gli altri elementi del sistema.

La linea settentrionale di volumi subisce una rotazione, allineandosi alla direzione perpendicolare al *Paseo Imperial*.



*Elementi replicati sul lato nord rispetto al volume iniziale
(Fonte: Autori)*

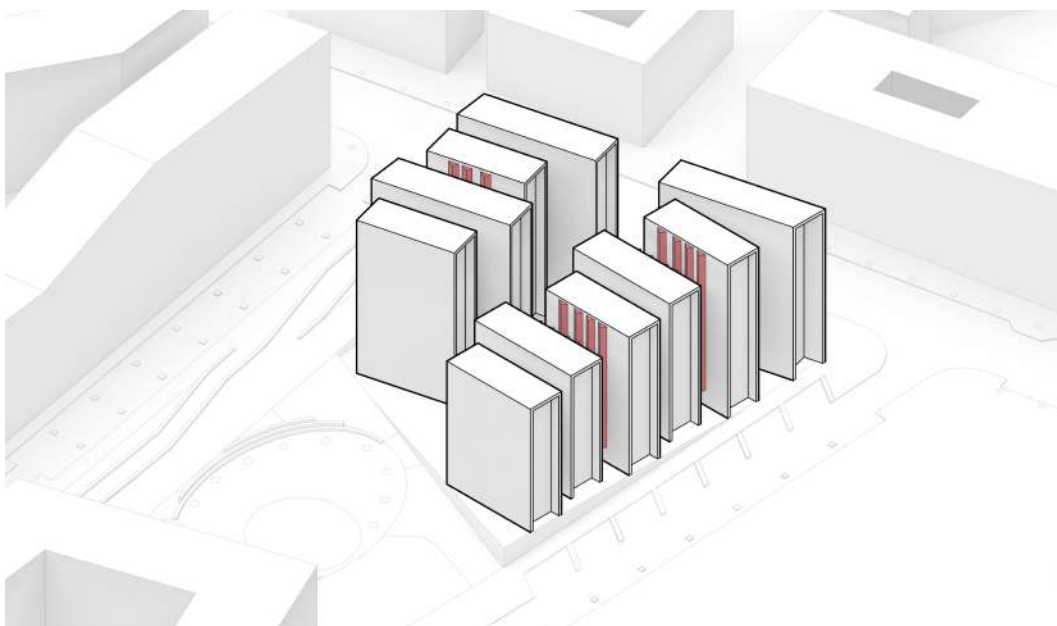
Quella meridionale mantiene l'orientamento parallelo al lato sud del lotto, con la sola eccezione dell'elemento di testata sul *Paseo Imperial*, che conserva la direttrice originaria.



*Elementi replicati sul lato sud rispetto al volume iniziale
(Fonte: Autori)*

Questo disallineamento non è un elemento di rottura formale, bensì una risposta alla geometria irregolare del sito, che viene assorbita e risolta attraverso la differenziazione dell'orientamento.

La vicinanza tra le torri ha reso inoltre necessaria, sui lati est e ovest dei blocchi centrali, una rotazione del piano di facciata, che consente di risolvere il problema dell'affaccio diretto tra le finestre dei volumi contigui.



*Rotazione del piano di facciata con aggiunta di elementi finestrati
(Fonte: Autori)*

Il sistema di connessione verticale, rappresentato da scale e ascensori, è collocato in posizione centrale rispetto alle coppie di torri, in modo che ogni nucleo di collegamento serva simultaneamente due blocchi residenziali adiacenti.



*Introduzione dei sistemi di connessione verticale
(Fonte: Autori)*

Il risultato è un sistema a torri che dialoga con l'intorno, assecondando le direttrici stradali e immergendosi nella trama urbana consolidata.

Analogamente, gli elementi funzionali instaurano un rapporto di continuità con quelli residenziali, ogni parte mantiene la propria specificità e si integra nel sistema complessivo.

La configurazione volumetrica descritta non risponde esclusivamente a logiche formali e urbane, ma porta con sé implicazioni dirette sul comportamento bioclimatico dell'edificio, in particolare rispetto all'irraggiamento solare.

La latitudine di Madrid (circa 40°N) determina un regime solare caratterizzato da estati intense, con forte irraggiamento diretto, e inverni freddi con sole basso sull'orizzonte.

In questo contesto, la disposizione e l'orientamento delle facciate diventano strumenti progettuali fondamentali per controllare i guadagni termici stagionali e ridurre il fabbisogno energetico dell'edificio.

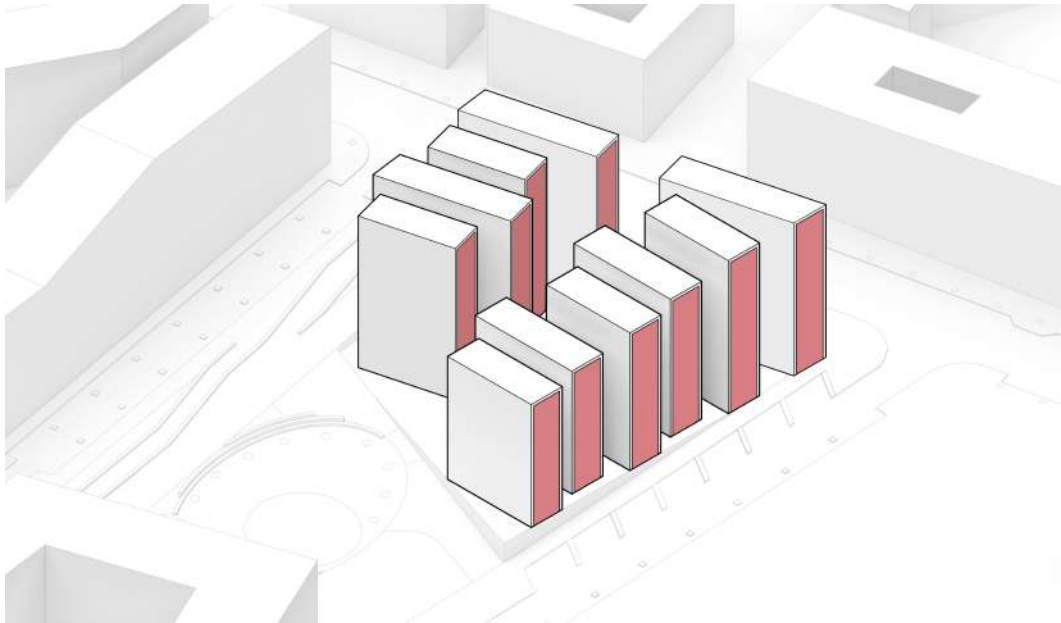
La linea meridionale, orientata parallelamente al lato sud del lotto, espone la facciata principale verso sud in una condizione favorevole per la captazione solare invernale.

Per sfruttare al massimo l'apporto luminoso naturale, su questo fronte sono state integrate delle logge, elementi che consentono una penetrazione controllata della luce negli ambienti interni.

Le logge si trovano in corrispondenza dei soggiorni degli appartamenti, ambienti che beneficiano maggiormente di un'illuminazione naturale prolungata durante l'arco della giornata.

La loro esposizione meridionale consente di massimizzare il guadagno solare nei mesi invernali, contribuendo al comfort termico degli ambienti interni e alla riduzione dei consumi energetici per il riscaldamento.

Allo stesso tempo, la profondità delle logge agisce come schermatura naturale nei mesi estivi, quando l'altezza solare diventa maggiore, l'irraggiamento diretto viene limitato e, di conseguenza, anche il rischio di surriscaldamento degli ambienti. Questo accorgimento passivo consente di ridurre la dipendenza da sistemi di climatizzazione meccanica.



*Integrazione delle logge sul lato sud del lotto
(Fonte: Autori)*



*Volume completo
(Fonte: Autori)*

Sul lato opposto, i fronti corti rivolti a nord dei blocchi residenziali seguono una logica inversa: in assenza di irraggiamento diretto e con una maggiore esposizione alle dispersioni di calore verso l'esterno, la facciata è progettata in modo compatto, con una riduzione significativa delle bucatore.

Su questo fronte sono state inserite due finestre per piano, accompagnate da un sistema di schermatura minimo, sufficiente a garantire il controllo della luce diffusa senza la necessità di elementi di protezione solare più complessi.

Questa differenziazione tra il fronte sud e il fronte nord traduce in scelte architettoniche precise il principio bioclimatico di minimizzare le dispersioni sui fronti freddi e massimizzare la captazione su quelli soleggiati.

Inoltre, la scelta di destinare ampie porzioni della corte a zone verdi risponde a criteri di sostenibilità ambientale: la vegetazione contribuisce a mitigare il microclima interno all'isolato, riducendo l'accumulo di calore tipico delle superfici pavimentate e migliorando il comfort degli affacci che vi si aprono.

Un ulteriore aspetto legato alla sostenibilità ambientale riguarda il sistema di ventilazione dei piani interrati destinati ai parcheggi.

Il primo livello sottostante, emergendo rispetto al piano terra, è stato chiuso perimetralmente con un rivestimento di lamiera forata a fori tondi in acciaio zincato, che consente il ricambio d'aria naturale degli ambienti sottostanti senza il ricorso a impianti di ventilazione meccanica. Questa soluzione riduce i consumi energetici legati all'estrazione forzata dell'aria, garantendo al contempo un adeguato ricambio per la sicurezza e la salubrità degli spazi interrati.

La scelta della lamiera forata in acciaio zincato preverniciato risponde a criteri di sostenibilità valutabili lungo l'intero ciclo di vita del materiale.

Dal punto di vista della durabilità, la zincatura a caldo crea un legame metallurgico con l'acciaio che garantisce una elevata protezione dalla corrosione, con manutenzione limitata alla sola pulizia ordinaria.

Inoltre, è tra i materiali più riciclabili esistenti: a fine vita il pannello può essere fuso e reimpiegato senza perdita di proprietà meccaniche, mentre zinco e vernice vengono separati e recuperati.

5.2. Studio della ventilazione

La configurazione dei volumi e lo spiccato sviluppo in altezza hanno suggerito la necessità di verificare la presenza di fenomeni di accelerazione dell'aria riconducibili all'effetto Venturi, così come la formazione di aree di turbolenza o ricircolo.

Alla luce di queste considerazioni si è deciso di effettuare una sperimentazione tramite modello fisico. Il progetto e l'area d'intervento sono stati riprodotti in scala 1:500 realizzando un plastico all'interno del laboratorio modelli all'università di architettura di Cesena. La simulazione ha avuto luogo presso il laboratorio Offline sotto la supervisione del professor Kristian Fabbri, disponendo accuratamente l'anemometro per le misurazioni e riproducendo attraverso un ventilatore a velocità controllata gli effetti "in scala" del vento a diverse intensità.

Il modello è stato posizionato su un piano di lavoro protetto da un telo in materiale plastico, è stato applicato sulla superficie del modello fisico uno strato omogeneo di talco, la cui funzione è risultata essenziale ai fini della visualizzazione delle tracce causate dal flusso d'aria.



Situazione di partenza pre-simulazioni
(Fonte: Autori)

Le velocità del vento più elevate si registrano in corrispondenza di due direzioni principali: sud-ovest e nord. Si è effettuato l'esperimento posizionando il getto d'aria in queste due direzioni.

La prima simulazione è stata effettuata posizionando il getto d'aria a sud-ovest rispetto al plastico.



*Risultato della prima simulazione
(Fonte: Autori)*

Dopo questa prima sperimentazione si è denotato che il talco non è stato rimosso dal getto d'aria in maniera uniforme: si sono create zone pulite alternate a zone in cui il talco è rimasto intatto o ha creato un accumulo. Le zone pulite, quindi dove il talco è stato spazzato via, si trovano in corrispondenza dello spazio tra le torri e stanno a evidenziare l'accelerazione dell'aria. L'accumulo, invece, si è creato sulle coperture e soprattutto lungo i lati corti a nord degli edifici: questo indica che in quei punti il flusso ha perso velocità oppure ha creato dei piccoli ricircoli.

La seconda simulazione è stata effettuata posizionando il getto d'aria a nord rispetto al plastico.



*Risultato della seconda simulazione
(Fonte: Autori)*

In questa seconda sperimentazione si è rilevato un effetto uguale ma speculare rispetto alla prima: si sono nuovamente denotate delle zone pulite in corrispondenza dello spazio tra le torri a nord e alcune zone di deposito e accumulo del talco nei lati sud degli edifici.

Le due prove mostrano chiaramente tre fenomeni:

1. l'accelerazione dei flussi nei varchi tra gli edifici laddove la superficie del modello fisico è privo di talco;
2. la separazione del flusso una volta superato il restringimento spaziale al momento del suo ingresso nella corte interna, causando zone di accumulo di talco a ridosso delle pareti nord/sud degli edifici;
3. I ricircoli nelle zone protette, ovvero i lati opposti alla provenienza del flusso, dove si rilevano ulteriori zone di deposito del talco.

La disposizione degli edifici a torre del presente progetto è paragonabile a un sistema di porosità, in quanto il vento non viene bloccato da una lunga e massiccia parete continua, bensì filtrato e redistribuito. Gli spazi tra gli edifici funzionano

come corridoi di ventilazione che mantengono il passaggio dell'aria anche quando cambia la direzione del vento.

5.3 Distribuzione verticale, orizzontale e spazi di relazione

L'impostazione dei blocchi verticali che compongono l'intervento supera la logica tradizionale della cortina edilizia impenetrabile. I sistemi di collegamento verticale fungono da veri e propri elementi di discontinuità volumetrica: i vani scala, calibrati per distribuire quattro unità abitative per livello, si interpongono tra i volumi principali. L'adozione di un sistema strutturale indipendente per i connettivi consente di ridurre notevolmente lo spessore dei solai, alleggerendo visivamente il corpo scala e permettendo di scandire in facciata il ritmo verticale delle torri.

Questa strategia distributiva si ispira alle ricerche condotte dallo studio *Clément Vergely Architectes* nel *masterplan* di Lione *Confluence* (Vergely, 2010), in cui il blocco scale viene smaterializzato a favore della permeabilità. Prevedere un unico nucleo di risalita per quattro alloggi costituisce un punto di equilibrio ideale tra l'ottimizzazione economica, fondamentale nell'edilizia sociale, e la creazione di un ambito di vicinato controllato.



*Vista del prospetto principale del progetto realizzato a Confluence da Vergely Architectes
(Fonte: Vergely Architectes)*

Distanziandosi dai modelli residenziali classici – in cui il passaggio dallo sbarco degli ascensori alla sfera puramente privata è in genere relegato a un semplice corridoio – qui il pianerottolo abbandona la sua funzione di mero transito. Si trasforma, invece, in una soglia: un primo spazio di relazione a scala intima (Hertzberger, 1991).



*Vista di uno vano scala che serve i fabbricati abitativi
(Fonte: Autori)*

L'articolazione dei flussi e la frammentazione volumetrica del complesso trovano una coerente traduzione anche nelle scelte ingegneristiche e costruttive. Al fine di accentuare la percezione dei vani scala come "faglie" visive e di ridurre l'impatto percettivo, il progetto si avvale di una totale indipendenza strutturale: i volumi residenziali (le torri) e i nodi di distribuzione verticale risultano staticamente autonomi e fisicamente distaccati. Oltre a garantire un comportamento sismico ottimale tramite l'inserimento di giunti dedicati, questa disgiunzione si rivela un espediente architettonico fondamentale. Svincolare i corpi scala dalle masse imponenti delle torri consente, infatti, di ottimizzare le sezioni portanti, diversificando le tecnologie costruttive in funzione dei carichi e delle luci in gioco.

Per i volumi principali, destinati a ospitare le residenze e il basamento terziario, si impiega un tradizionale telaio a travi e pilastri. Gli impalcati sono realizzati mediante solai alveolari precompressi, una tecnologia prefabbricata che permette di coprire luci importanti senza l'ingombro di appoggi intermedi, offrendo così totale flessibilità spaziale sia agli appartamenti sia ai locali lavorativi del piano terra.

Al contrario, i vani scala, che servono quattro alloggi per piano, si configurano come elementi di assoluta leggerezza. Pur mantenendo un'ossatura a telaio, beneficiano dell'autonomia statica per minimizzare l'ingombro visivo degli elementi orizzontali. Liberi dalle esigenze di portata e dalle ampie luci delle torri, i pianerottoli e gli orizzontamenti sono costituiti da solette piene in calcestruzzo armato con uno spessore notevolmente ridotto.

Questa differenziazione dimensionale smaterializza il peso strutturale del nodo connettivo: i vani scala perdono la tipica gravità edilizia per tradursi in volumi di connessione ad alto grado di smaterializzazione, inseriti tra i blocchi residenziali massivi. La tettonica asseconda così l'intenzione compositiva, assicurando la massima permeabilità visiva e luminosa nei punti di cerniera del progetto. Optando per questa soluzione, è possibile inoltre scorporare la quota di volume non riscaldato dal computo termico globale, come approfondito nel sottocapitolo 5.

Al piano terra, la gerarchia distributiva orizzontale si integra armoniosamente con il disegno del paesaggio. L'accesso al complesso è mediato da un sistema di rampe che raccorda dolcemente i dislivelli tra il *Paseo Imperial* e il parco limitrofo. Oltrepassando la semplice necessità normativa di abbattimento delle barriere architettoniche, questo dispositivo si eleva a vera e propria *promenade architecturale* (Le Corbusier, 1923).

La rampa agisce da elemento di mediazione spaziale e percettiva, imponendo un rallentamento del passo, accompagna l'utente nella transizione dalla vivacità dello spazio pubblico urbano all'intimità dello spazio semi-pubblico della corte residenziale. Il suolo del piano terra diventa così un tessuto connettivo fluido,

permettendo ai flussi pedonali di insinuarsi tra i fabbricati e ricalcando l'apertura del nuovo asse verde cittadino.



*Vista della corte verso il parco
(Fonte: Autori)*

L'introduzione di funzioni terziarie al livello strada, in accordo con le linee guida dell'intervento, concretizza il principio della *mixité fonctionale*, teorizzato come elemento imprescindibile per la sicurezza e la vitalità del tessuto urbano (Jacobs, 1961).

La corte racchiusa tra le torri cessa di essere un ambito dedicato in via esclusiva al social housing, aprendosi a una dimensione più corale. Le attività del settore terziario "attivano" i bordi del basamento, garantendo un presidio visivo costante e scongiurando l'effetto "quartiere dormitorio" durante le ore diurne. In tale scenario, il grande spazio ellittico e la nuova piazza si configurano come i veri poli magnetici del progetto: condensatori sociali in cui i flussi lenti dei residenti si incrociano con quelli dinamici dei lavoratori, promuovendo la coesione e radicando saldamente il nuovo insediamento nella vita economica e sociale della città.

La progettazione della corte interna si fonda sulla definizione di una griglia modulare che regola la disposizione della pavimentazione e l'inserimento degli

elementi vegetali, garantendo continuità con il sistema modulare adottato fin dalle fasi iniziali del progetto. La griglia, tracciata in pianta, è composta da celle quadrate di 120 x 120 cm, dimensione ottenuta come multiplo del modulo base di progetto, così da assicurare coerenza dimensionale tra l'impianto planimetrico degli edifici e il disegno degli spazi aperti di pertinenza.

All'interno di ciascuna cella della griglia trova collocazione un elemento circolare di verde, la cui geometria si discosta volutamente dalla rigidità ortogonale della trama sottostante, generando un contrappunto visivo tra la regolarità della pavimentazione e l'andamento più libero della vegetazione. Gli inserti circolari sono declinati in tre diametri, 25 cm, 50 cm e 1 m, la cui variazione dimensionale consente di modulare la densità e la distribuzione del verde all'interno della corte, alternando punti di minore ingombro, utili a scandire i percorsi pedonali, a superfici più estese destinate ad accogliere arbusti e alberature di maggiori dimensioni.

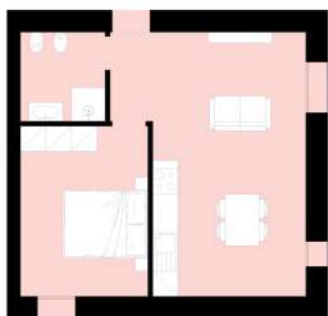
Questa articolazione dimensionale risponde inoltre a un criterio funzionale: i dischi di diametro minore sono impiegati prevalentemente per le essenze tappezzanti e per il tappeto erboso, distribuiti con maggiore frequenza nelle porzioni della corte a diretto contatto con i percorsi pavimentati; i dischi di dimensione intermedia accolgono le specie arbustive, quali la lavanda, che per portamento e sviluppo radicale richiedono una superficie permeabile più ampia; i dischi di diametro maggiore, infine, sono riservati alle alberature, nel caso specifico esemplari di Acer, scelti per la valenza cromatica del fogliame nella stagione autunnale, la cui presenza qualifica la corte come uno spazio di sosta e permanenza, oltre che di attraversamento.



Vista della corte dall'alto
(Fonte: Autori)

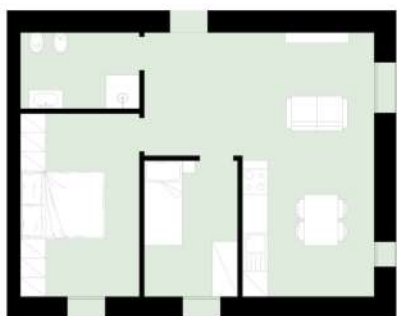
5.4 Aggregazione dei tipi abitativi

Il passaggio dalla scala urbana alla definizione dello spazio domestico risponde alle richieste programmatiche del bando, che prevede l'integrazione di tre specifiche tipologie di abitazione: l'alloggio con una camera da letto, l'alloggio con due camere da letto e l'alloggio con tre camere da letto.



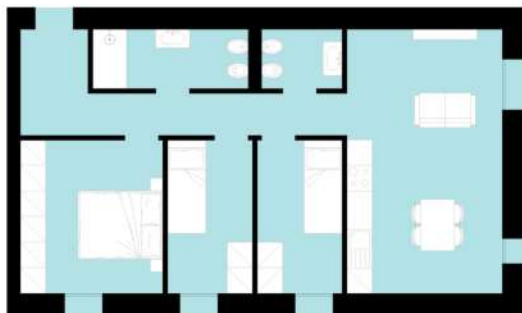
TIPOLOGIA S (43m²)

Cucina e soggiorno: 24,80 m²
Camera: 12 m²
Bagno: 4,20 m²



TIPOLOGIA M (50m²)

Cucina e soggiorno: 26 m²
Camera matrimoniale: 12 m²
Camera singola: 7 m²
Bagno: 5 m²



TIPOLOGIA L (66,5m²)

Cucina e soggiorno: 22 m²
Camera matrimoniale: 12 m²
Camera singola: 7,20 m²
Camera singola: 7,20 m²
Bagno: 5 m²
Bagno: 3,10 m²
Disimpegno 10 m²

*Tipologie abitative
(Fonte: Autori)*

L'aggregazione di queste unità all'interno del sistema a torri non segue criteri casuali o puramente formali, ma è governata da un principio di rigenerazione basato sulla massima efficienza statica, costruttiva ed economica.

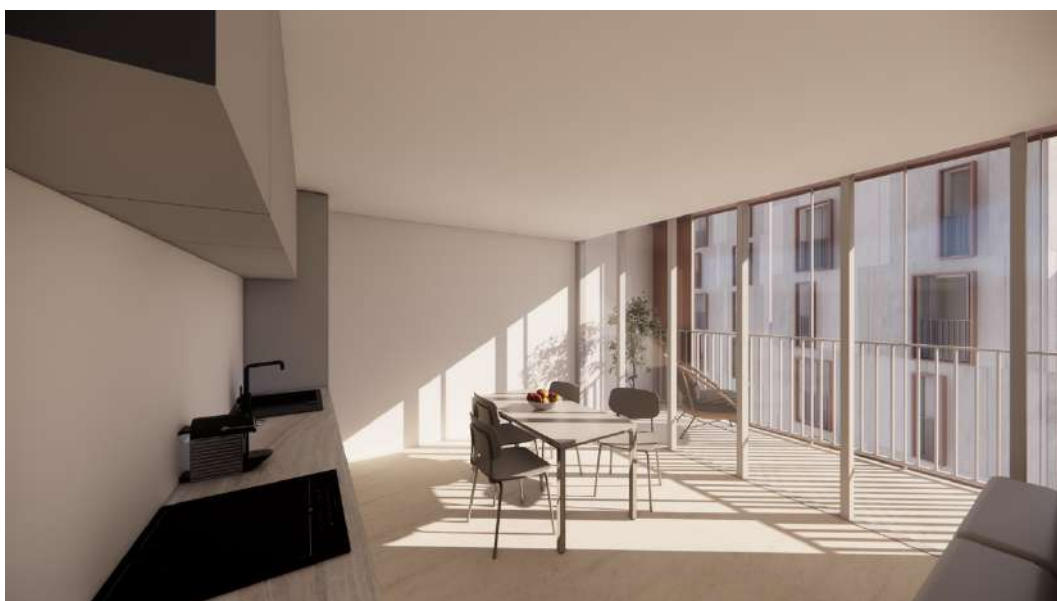
La morfologia del piano tipo di ogni torre è conformata per accogliere due unità abitative per livello, servite dal nucleo di risalita centrale.



*Assonometria degli aggregati abitativi
(Fonte: Autori)*

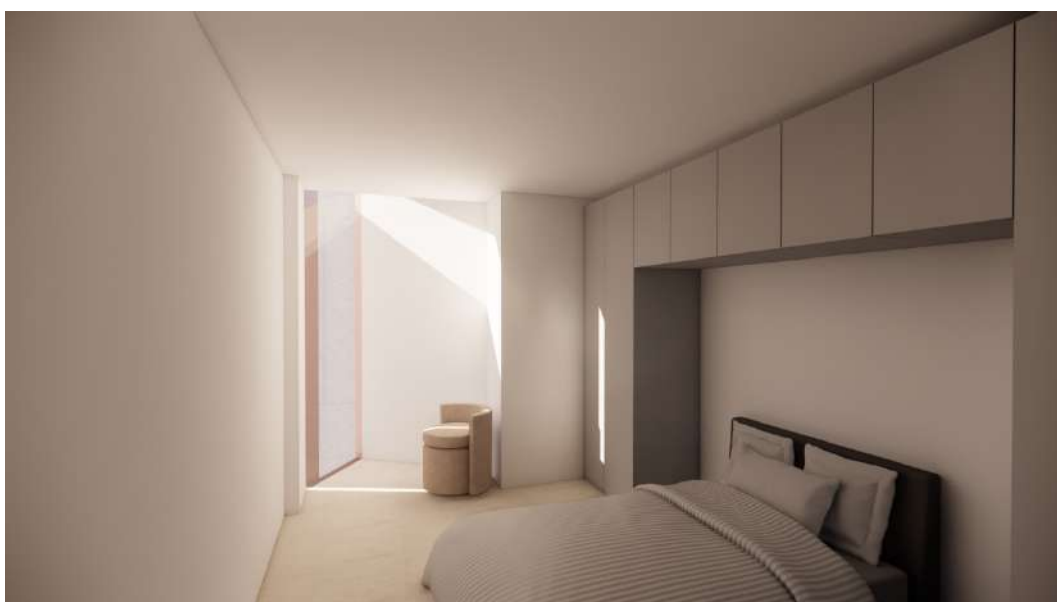
L'organizzazione planimetrica interna di ciascun alloggio è studiata per ottimizzare la captazione solare e gerarchizzare gli ambiti domestici in funzione dell'esposizione.

Le zone giorno, fulcro della vita domestica e della socialità interna, sono collocate alle estremità contrapposte del blocco edificato: un alloggio orienta la propria area *living* a Sud, l'altro a Nord. Questa polarizzazione offre risposte bioclimatiche mirate e complementari: l'affaccio a meridione massimizza gli apporti termici gratuiti e la penetrazione solare nei mesi invernali, mentre l'esposizione a settentrione restituisce una luce diffusa, omogenea e priva di abbagliamento, ideale per il comfort visivo diurno e fondamentale per mitigare il surriscaldamento estivo tipico del clima di *Madrid*.



*Vista interna della zona giorno con loggia
(Fonte: Autori)*

Ortogonalmente a questo asse principale, le zone notte si sviluppano lungo i fronti longitudinali delle torri, orientando le camere da letto verso Est o verso Ovest a seconda della collocazione del blocco all'interno del *masterplan*.



*Vista interna di una delle camere da letto
(Fonte: Autori)*

Questa logica distributiva asseconda i naturali ritmi circadiani degli utenti, garantendo l'irraggiamento diretto nelle prime ore del mattino (Est) o nel tardo pomeriggio (Ovest), e confinando gli spazi destinati al riposo nei quadranti più idonei sotto il profilo termico.

Sotto l'aspetto tridimensionale, l'aggregazione si articola attraverso l'impilamento verticale della medesima tipologia abitativa per l'intera altezza dell'edificio. L'accostamento dello stesso taglio di alloggio piano su piano deriva da un preciso intento di razionalizzazione e semplificazione costruttiva:

Coerenza strutturale: L'allineamento verticale e rigoroso dei setti divisori e delle tramezzature interne previene l'insorgenza di carichi disassati sui solai. In sinergia con la tecnologia dei solai alveolari precompressi, questo impilamento regolare permette di mantenere orditure costanti e sezioni strutturali ottimizzate dalle fondazioni alla copertura, annullando la necessità di elementi di transizione e massimizzando la resa statica del telaio a travi e pilastri.

Semplificazione impiantistica: L'esatta sovrapposizione geometrica degli alloggi garantisce la perfetta continuità verticale dei cavedi tecnici e delle colonne di adduzione e scarico. I blocchi di servizio (cucine e servizi igienici) risultano di conseguenza rigorosamente incolonnati. Questa modularità annulla i percorsi orizzontali delle tubazioni all'interno degli spessori di solaio, riduce i costi e i tempi di posa, agevola la manutenzione nel ciclo di vita dell'edificio e limita drasticamente la trasmissione dei rumori impiantistici tra le diverse unità immobiliari.

La ripetizione del tipo edilizio in verticale non genera, tuttavia, un'omologazione urbana: la varietà e la ricchezza del complesso sono assicurate dalla vicinanza di torri differenti, ognuna specializzata in una precisa declinazione dei tagli dimensionali richiesti, condensando così l'eterogeneità sociale del nuovo quartiere all'interno di un sistema costruttivo estremamente razionale.

5.5. Il ruolo dell'involucro: scelte figurative e di efficienza energetica

L'immagine figurativa delle torri residenziali è quella di un involucro continuo che avvolge i volumi su tre lati, est, nord e ovest, conferendo a ciascun blocco l'aspetto di un guscio omogeneo e compatto.

Questo effetto è ottenuto attraverso un rivestimento in pannelli di GRC (*Glass Fibre Reinforced Concrete*) di colore grigio chiaro effetto cemento, scelto per la sua capacità di restituire una superficie uniforme e priva di discontinuità visive.

La scelta cromatica e materica non è soltanto estetica, infatti, il colore grigio chiaro garantisce un elevato valore di albedo, riducendo l'assorbimento della radiazione solare sulle facciate esposte e contribuendo a limitare i guadagni termici indesiderati.

In stretta relazione con lo studio del materiale, è stato svolto lo studio compositivo della facciata, in un processo che ha visto procedere di pari passo la definizione del rivestimento e la logica di posizionamento dei pannelli di GRC sulla superficie dell'involucro.

Il progetto ha previsto, in una prima fase, l'individuazione delle linee di ingombro, ovvero il tracciamento di tutti quegli elementi che costituiscono i vincoli geometrici imprescindibili della composizione, ossia le partizioni interne e gli elementi strutturali portanti.



*Prospetto est del lotto con individuazione delle linee di ingombro
(Fonte: Autori)*

Questa fase preliminare ha permesso di individuare le porzioni di facciata effettivamente disponibili, escludendo le aree in cui sarebbe stata impossibile l'applicazione del modulo compositivo.

Definiti questi vincoli, si è proceduto al posizionamento delle aperture finestrate secondo il modulo base di progetto costituito da multipli di 30 cm.

Tale scelta ha garantito una distribuzione regolare delle aperture lungo il prospetto, con un interasse costante di 270 cm, corrispondente a una distanza netta di 180 cm tra il bordo di una bucatura e quello della successiva.

La regolarità di questo passo non risponde soltanto a un'esigenza compositiva, ma consente inoltre di mantenere una relazione coerente tra l'organizzazione interna degli spazi e l'immagine esterna dell'edificio.



*Prospetto est del lotto con individuazione delle linee di posizionamento delle aperture
(Fonte: Autori)*

A partire da questo stesso modulo di 30 cm, utilizzato ora come griglia di riferimento, è stata sviluppata la composizione del rivestimento in pannelli di GRC.

La griglia modulare ha permesso di generare una sequenza di pannelli di larghezza variabile, pari a 30, 60, 90 e 120 cm, combinati tra loro secondo una logica di alternanza pensata per restituire un effetto di variazione ritmica sulla superficie, pur mantenendo l'omogeneità cromatica e materica descritta in precedenza.

Ciascun pannello si sviluppa per l'intera altezza di piano, in modo da assecondare la scansione orizzontale dei livelli dell'edificio e rafforzare, al tempo stesso, la lettura verticale e continua dell'involucro.



*Prospetto est del lotto con individuazione della griglia modulare
(Fonte: Autori)*

Il risultato di questo procedimento compositivo è una facciata in cui il rivestimento non appare come una semplice sovrapposizione decorativa, ma come il diretto esito di un ragionamento modulare che integra le esigenze strutturali, distributive e percettive dell'edificio in un sistema coerente e unitario.



*Prospetto est del lotto completo di rivestimento
(Fonte: Autori)*

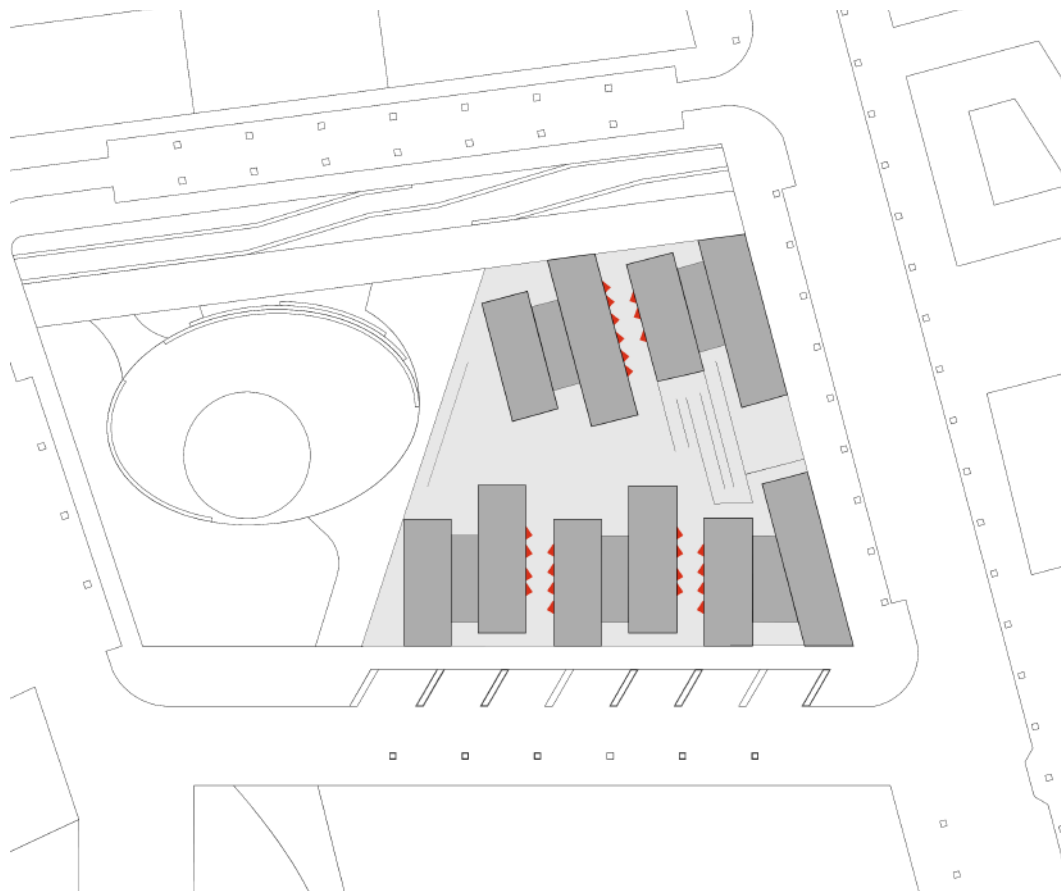
L'involucro rimane quindi la linea guida del progetto. La sua continuità stabilisce una condizione di base, la superficie chiusa e omogenea, che rende leggibili per

contrasto tutte le eccezioni: le aperture, le aggiunte, le sottrazioni. In questo senso il guscio non è un elemento passivo ma un dispositivo attivo che organizza la lettura dell'edificio e ne governa la complessità.

Il lato sud rompe volutamente questa continuità attraverso l'inserimento delle logge, che scavano il volume e introducono una profondità che sui restanti fronti è assente.

L'immagine di involucro diventa la misura degli edifici dove la superficie di riferimento rimane percepibile come strato originario da cui partono le trasformazioni.

Per garantire l'illuminazione naturale sui lati lunghi est e ovest dei blocchi, ossia i fronti che si affacciano l'uno verso l'altro delle torri residenziali, sono state introdotte delle *triangular bay windows*, elementi che sporgono rispetto al perimetro di facciata, la cui sezione in pianta descrive un triangolo con la superficie vetrata orientata esclusivamente verso sud.



Localizzazione e rotazione verso sud delle triangolar bay windows
(Fonte: Autori)

Questa geometria assegna all'elemento un duplice ruolo.

Sul piano figurativo, la rotazione di facciata si legge come aggiunte al guscio liscio, tramite questi elementi applicati alla superficie che ne interrompono la piattezza, senza comprometterne la leggibilità complessiva.

La loro sporgenza rispetto al piano dell'involucro è intenzionale e ben visibile, poiché gli elementi non si allineano alla superficie ma la attraversano, generando un disallineamento tra il piano del guscio e i volumi che ne fuoriescono.

Questa differenza di profondità produce una stratificazione visiva della facciata, ottenuta unicamente attraverso la geometria e la disposizione delle sporgenze.

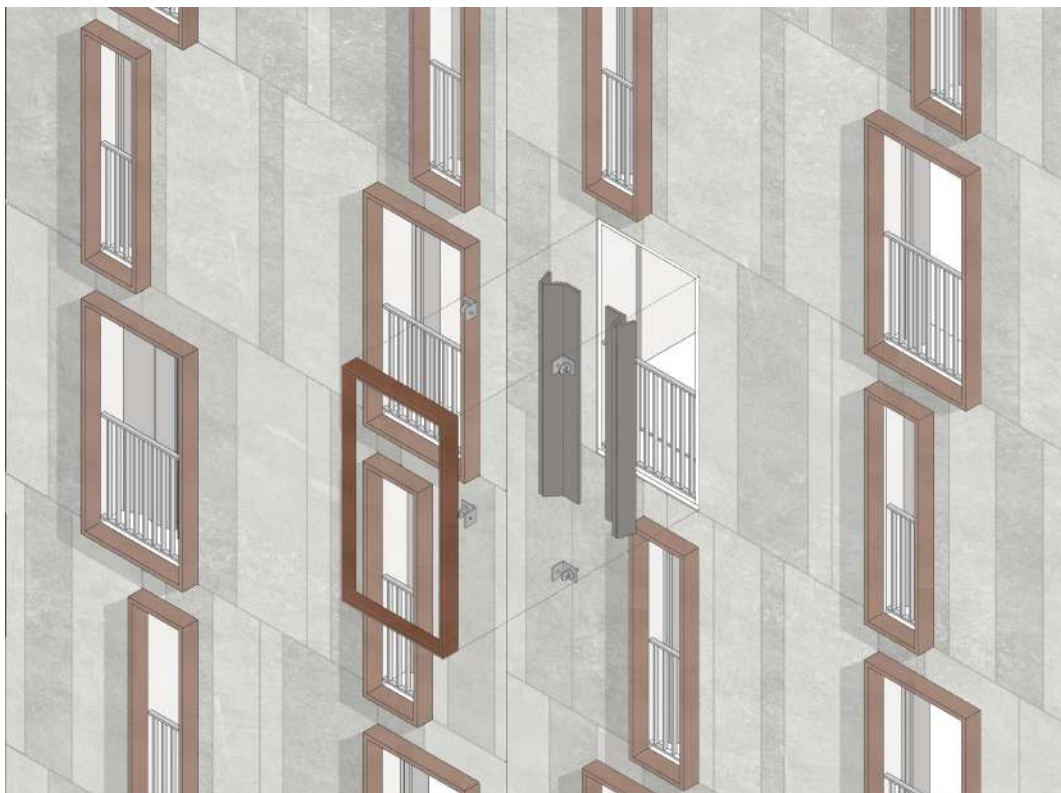


Vista triangular bay windows
(Fonte: Autori)

Sul piano prestazionale, l'orientamento a sud della superficie vetrata consente di captare la luce naturale anche in facciate che non godono di esposizione diretta, ottimizzando l'illuminazione degli ambienti interni indipendentemente dall'orientamento del fronte su cui si inseriscono.

La forma triangolare in pianta contribuisce inoltre a convogliare la luce verso l'interno secondo un angolo favorevole, massimizzando la profondità di penetrazione nei locali.

Le aperture finestrate, su tutti e tre i lati della torre, est, nord e ovest, sono incorniciate da un elemento aggettante di spessore 5 cm e profondità 20 cm, che inquadra l'infisso come una soglia spessa.



*Dettaglio delle cornici poste sulle facciate nord, est, ovest
(Fonte: Autori)*

Anche le cornici partecipano alla logica dell'addizione.

Questo perché si leggono come elementi sovrapposti all'involucro liscio, generando ombre portate che animano la facciata con variazioni dinamiche legate all'ora del giorno e alla stagione, restituendo profondità a una superficie lineare.

La profondità delle cornici assolve inoltre una funzione tecnica precisa: racchiude gli oscuranti scorrevoli a libro, che da chiusi si confondono con i pannelli in GRC della facciata mantenendo la continuità visiva dell'involucro, mentre da aperti si dispiegano introducendo un elemento di movimento e variazione nella superficie.

Sul piano energetico, la profondità di 20 cm delle cornici non è dimensionata arbitrariamente: l'aggetto, sul lato est esposto ad irraggiamento diretto durante le prime ore della giornata, genera un'ombra che protegge parzialmente la superficie vetrata riducendo i carichi termici estivi.

Questa schermatura passiva si integra con quella attiva degli oscuranti, creando un sistema a doppio livello in cui la cornice fornisce una protezione di base costante e l'oscurante consente una regolazione da parte dell'utente.

Il fatto che gli oscuranti, da chiusi, si confondano cromaticamente con i pannelli in GRC della facciata non è solo un accorgimento estetico. Anche nella configurazione di massima protezione solare, l'edificio mantiene infatti la propria immagine compatta e unitaria, poiché i dispositivi tecnici non alterano la leggibilità figurativa della facciata, ma si integrano pienamente con essa.

Le logge, posizionate sul lato sud del lotto invece, costituiscono una sottrazione al volume, uno scavo che apre il fronte verso l'esterno e consente la massima captazione luminosa.



*Localizzazione e rotazione verso sud delle logge
(Fonte: Autori)*

La loro presenza introduce una dialettica che attraversa l'intera facciata: il guscio si ritira facendo avanzare il vuoto e lo spazio della loggia diventa una zona di soglia tra l'interno riscaldato e l'esterno aperto.



*Vista delle logge dal lato sud del lotto
(Fonte: Autori)*

La schermatura solare su questo lato è affidata a pannelli scorrevoli in alluminio di colore rosso scuro, scelti per ragioni sia prestazionali che figurative.

Dal punto di vista energetico, i pannelli intercettano l'irraggiamento diretto estivo proteggendo gli ambienti interni dal surriscaldamento, pur consentendo, nella posizione aperta, la piena fruizione della vista e della luce.

Dal punto di vista compositivo, il funzionamento dei pannelli introduce una dialettica tra chiusura e apertura che diventa parte integrante dell'immagine dell'edificio e ne amplifica il carattere dinamico.

Con i pannelli accostati, la facciata sud si ricompone in una superficie compatta: l'alluminio, con il suo colore caldo e la sua texture uniforme, si affianca al GRC grigio dei lati chiusi restituendo al volume una lettura unitaria, mantenendo la differenza materica.

Con i pannelli scorsi verso i bordi laterali delle logge, il fronte si apre, rivela la profondità dello scavo e restituisce al volume il carattere di elemento abitato e permeabile.

In questo modo diventa una superficie viva, mai fissata in un'unica configurazione, ma capace di mutare con l'uso, con le ore e con le stagioni. Il gesto quotidiano degli abitanti si traduce direttamente nell'immagine dell'edificio con la fruizione degli spazi interni che si riproduce in facciata, diventando la facciata stessa parte dell'identità visiva dell'edificio su quel lato.

I vani scala e ascensore invece sono trattati secondo una logica di contrapposizione visiva rispetto ai blocchi residenziali.

Se questi ultimi si presentano come volumi pesanti, rivestiti e compatti, i corpi di collegamento verticale appaiono al contrario leggeri e trasparenti, ridotti alla loro struttura essenziale e privi di qualsiasi rivestimento che appesantisca la resa visiva.

L'intenzione figurativa è quella di restituire la percezione dell'attraversamento: elementi che non trattengono lo sguardo ma lo lasciano passare, consentendo di leggere il paesaggio e le torri retrostanti.



*Vista blocco scala e ascensori
(Fonte: Autori)*

Questa trasparenza è una scelta compositiva precisa, infatti i blocchi di collegamento si sottraggono alla logica del guscio e operano secondo una logica opposta, quella della struttura nuda e dello spazio aperto, costruendo con i blocchi residenziali un dialogo fondato sull'alternanza tra vuoti e pieni.

Questa scelta porta con sé una diretta e significativa ricaduta energetica.

I vani di distribuzione infatti, non essendo riscaldati, non richiedono energia per il mantenimento delle condizioni di comfort termico interno, con un risparmio diretto sul fabbisogno energetico complessivo dell'edificio.

Questa scelta comporta inoltre un risparmio in termini di materiali impiegati: non essendo necessario portare l'isolamento termico anche sull'involucro dei vani scala, si riduce la quantità di materiale isolante richiesta, limitando l'impatto sia economico che ambientale legato alla sua produzione e posa in opera.

Rispetto ai blocchi di collegamento verticali, c'è stata innanzitutto la volontà di mitigare l'immagine del blocco ascensore, affinché si inserisca coerentemente con il carattere e l'immagine complessiva del vano scala. È stata per questo posta in facciata una rete metallica a trama quadrata e maglia fitta, caratterizzata da fili sottili di ordito (longitudinali) e trama (trasversali) ortogonali tra loro.

Tale espediente, sui vani ascensori e sul blocco scala adiacenti al lato sud del lotto, agisce anche come schermatura all'irraggiamento diretto.

Si tratta di una soluzione volutamente quasi impercettibile, coerente con il carattere leggero del blocco di collegamento, che garantisce protezione solare senza appesantire visivamente l'elemento né contraddire la sua natura di volume aperto e trasparente.

La scelta di un materiale tessile, con la sua capacità di filtrare la luce senza bloccarla completamente, mantiene la qualità diffusa e soffusa degli spazi di distribuzione, trasformando la necessità tecnica della schermatura in un ulteriore contributo alla leggerezza percepita dell'elemento.

5.6. Analisi microclimatiche

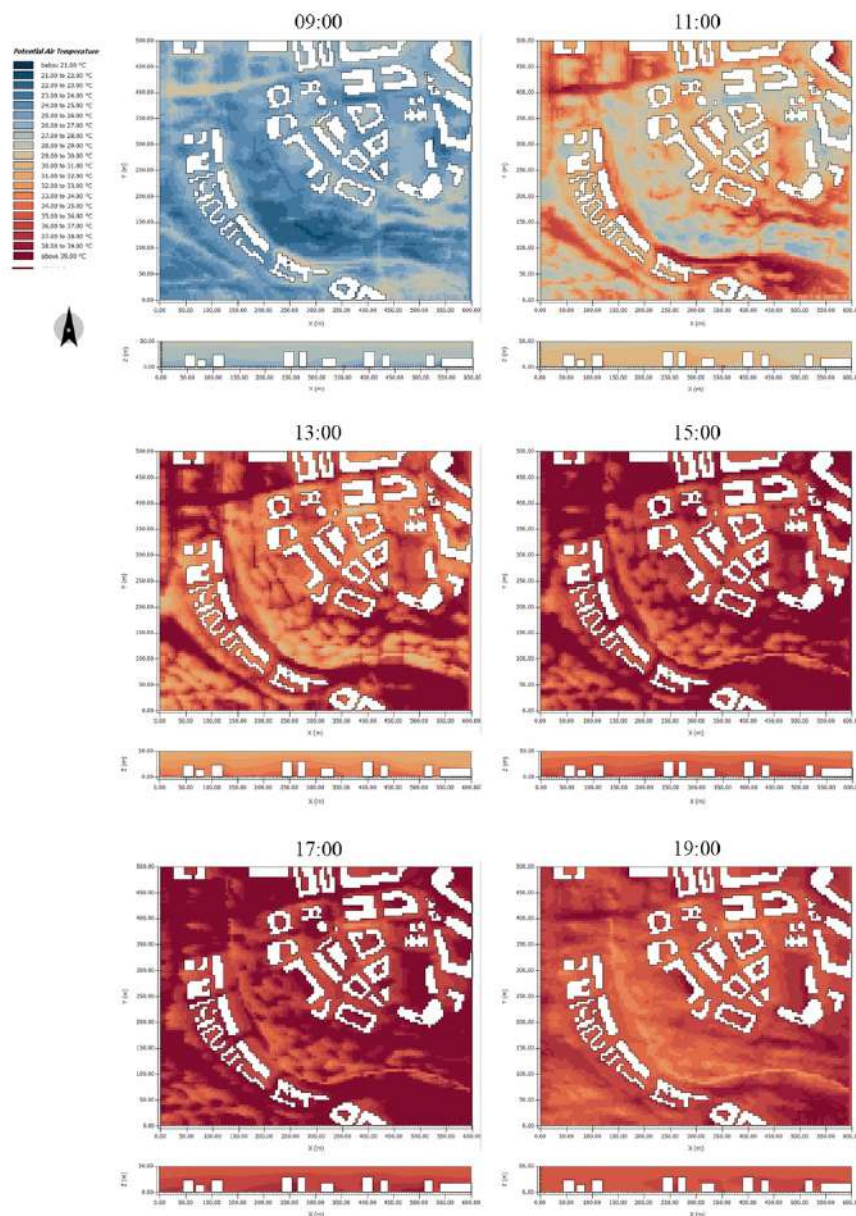
L'analisi microclimatica con il software ENVI-MET della situazione di progetto ha messo in evidenza un miglioramento delle variabili analizzate.

I calcoli, come per lo stato di fatto, sono stati effettuati in data 27 luglio 2025. Rispetto alle precedenti analisi, in questo caso è stato inserito anche l'area che è stata interessata dal progetto *Madrid Río*.

Temperatura dell'aria (°C)

La simulazione evidenzia come varia la temperatura dell'aria nell'arco della giornata. Rispetto allo stato di fatto si può notare come il progetto del parco lungo il fiume abbia notevolmente modificato le analisi microclimatiche.

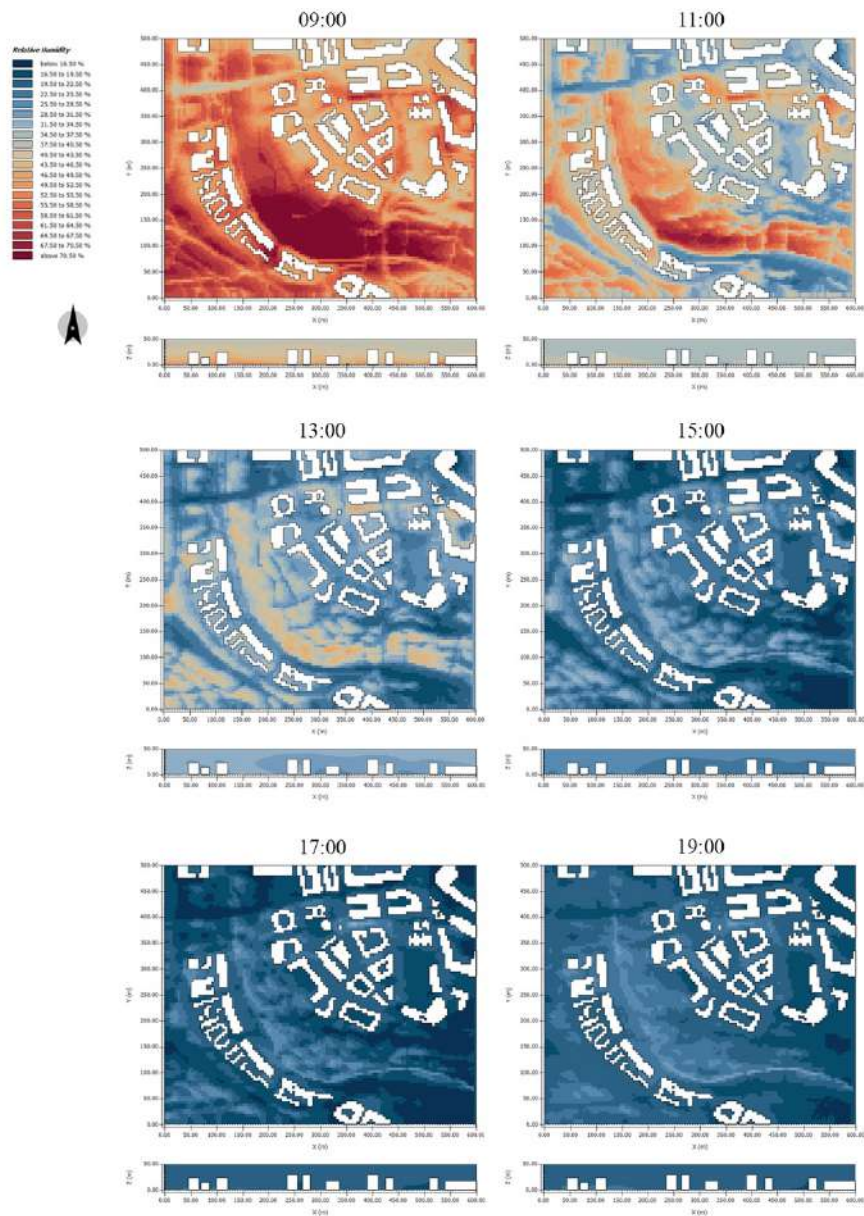
Nell'area di progetto abbiamo un abbassamento di circa 5°C nella fascia oraria delle 13:00 e di circa 3°C alle 15:00.



*Temperatura dell'aria del lotto allo stato di progetto,
mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.*

Umidità relativa (%)

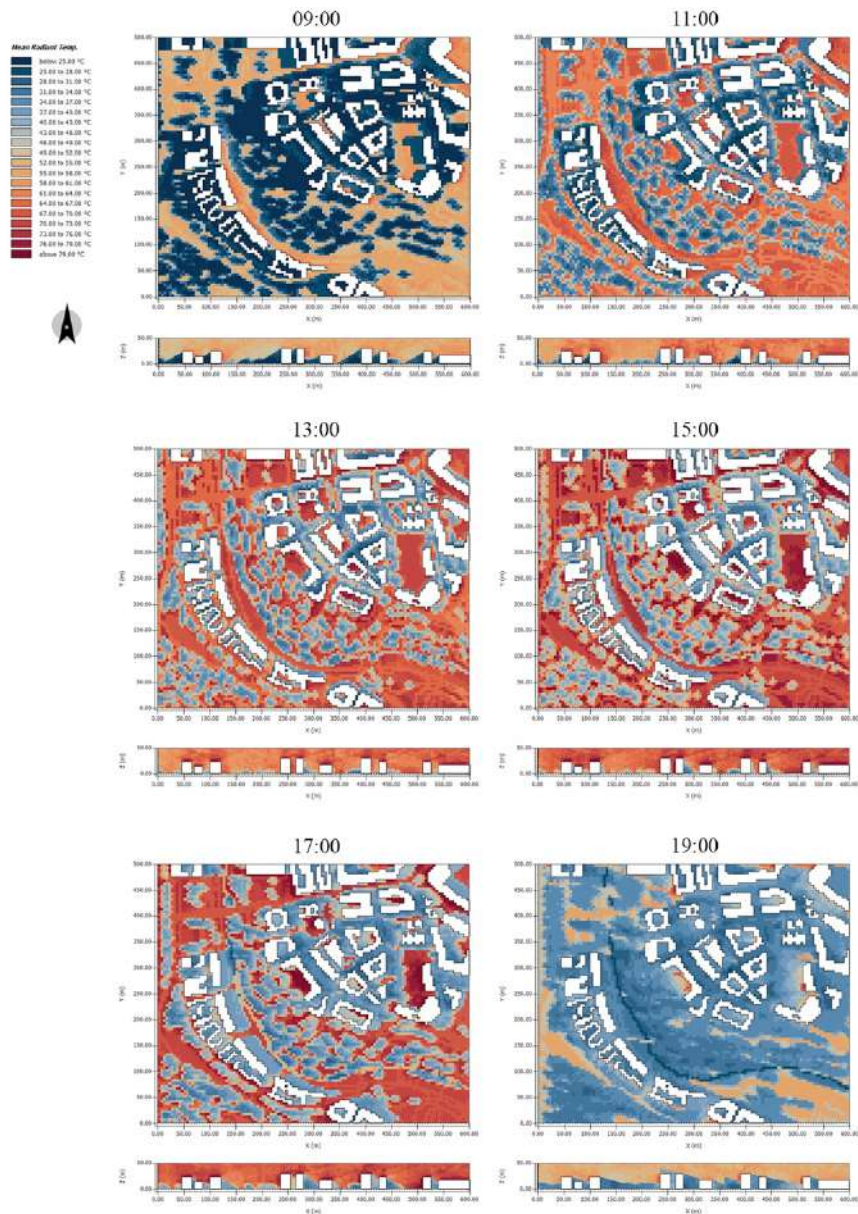
Il software restituisce un quadro complessivo dell'umidità dell'area di intervento. In particolare, possiamo notare come l'umidità sia maggiore nelle aree subito vicine al fiume.



*Umidità relativa del lotto allo stato di progetto,
mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.*

Temperatura media radiante (°C)

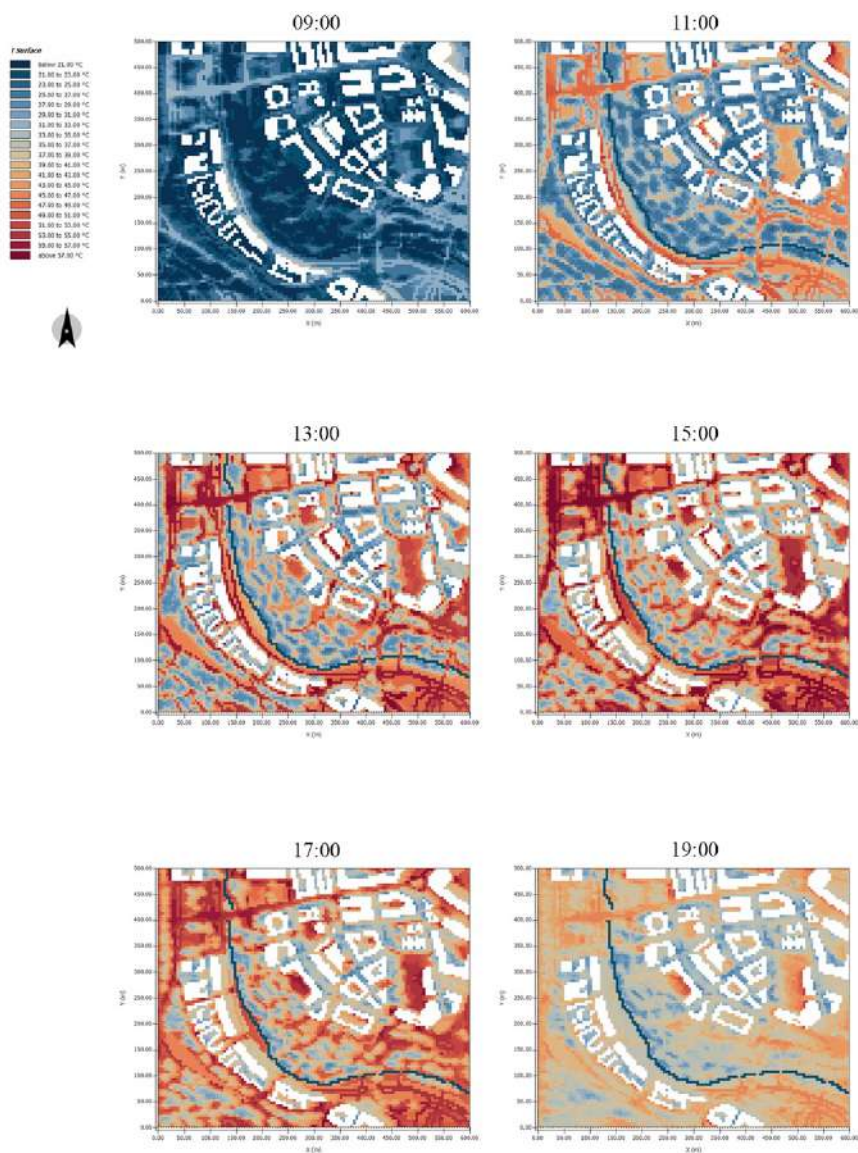
Dall'estrapolazione è possibile notare come le aree subito vicine agli edifici siano più fresche, mentre le altre risultano molto calde. Nell'analisi specifica, è quantificabile l'effetto del progetto realizzato lungo il fiume. Se prima c'erano numerose aree con picchi ben oltre i 79°C, ora sono drasticamente diminuite.



*Temperatura media radiante del lotto allo stato di progetto,
mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.*

Temperatura superficiale (°C)

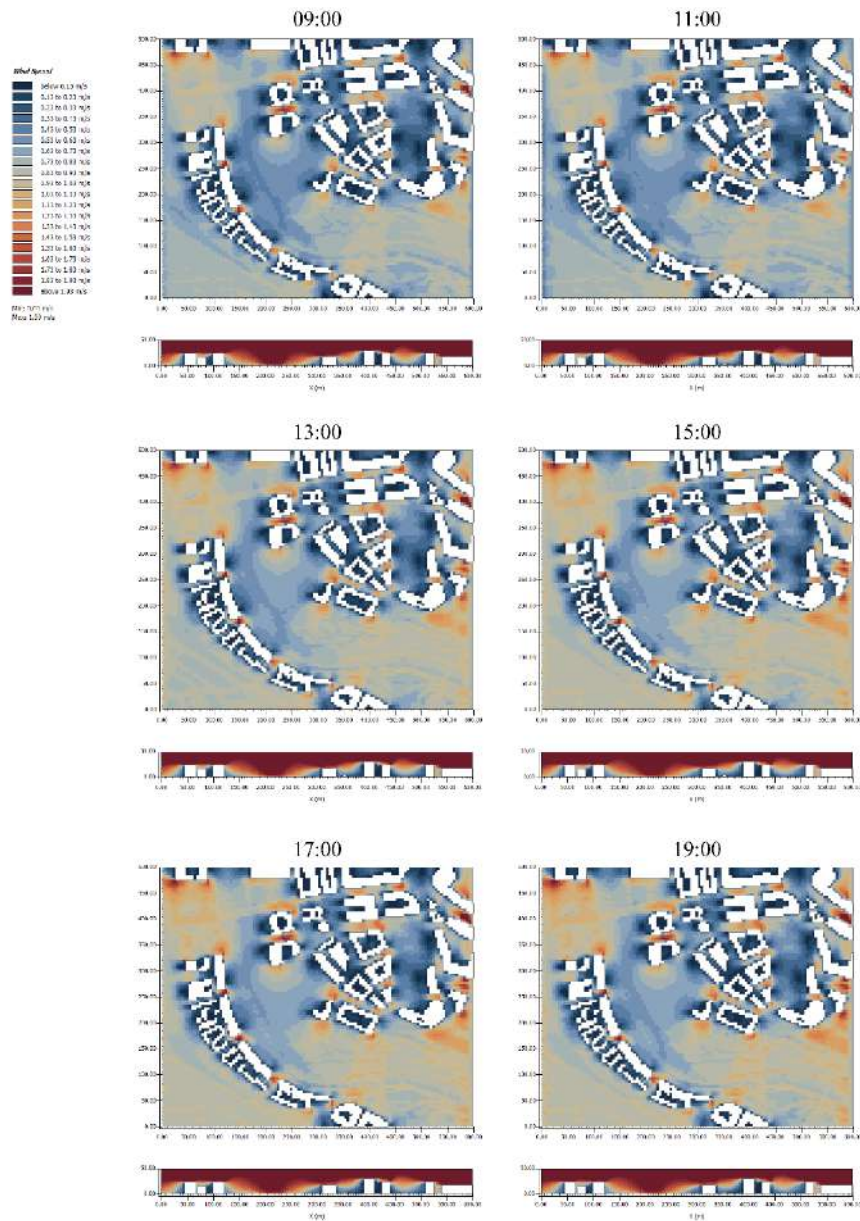
La temperatura superficiale rimane di circa 20 °C mentre la massima arriva a picchi di 50 °C in alcune aree più calde.



Temperatura superficiale del lotto allo stato di progetto, mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.

Velocità vento (m/s)

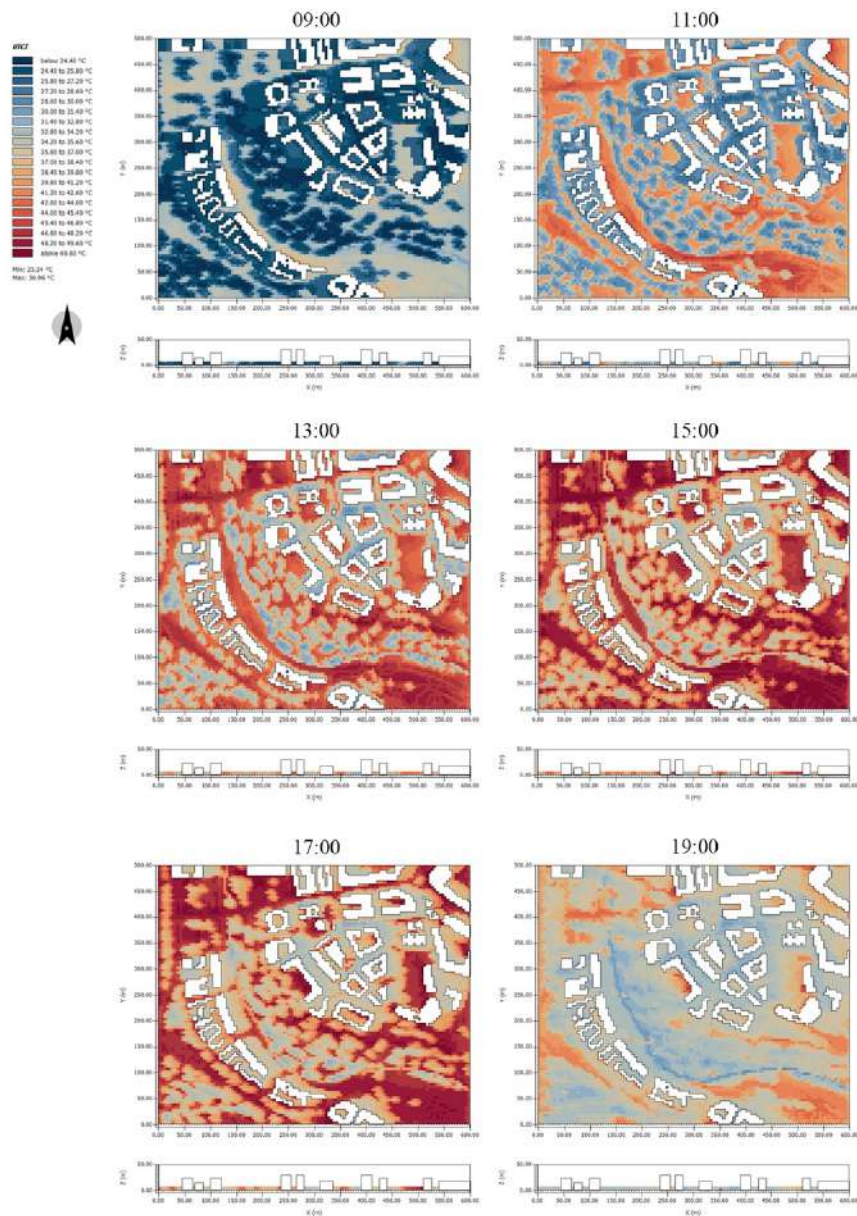
La restituzione grafica attraverso il software identifica la velocità del vento nel sito, che è caratterizzato da venti deboli, che si aggirano sui 0,8 m/s di media.



*Velocità del vento nel lotto allo stato di progetto,
mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.*

Universal Thermal Climate Index (UTCI) (°C)

Tramite l'estrapolazione delle mappe emerge come le zone in condizioni di comfort termico, rispetto allo stato di fatto, sono molto aumentate, questo grazie anche al progetto di *Madrid Rio*.



*UTCI nel lotto allo stato di progetto,
mappe estrapolate dalla simulazione software ENVI-met.*

5.7. Scelte tecnologiche e impiantistiche

Il clima continentale di Madrid, con estati calde e secche ed inverni moderatamente freddi, ha orientato in maniera sostanziale le strategie tecnologiche e impiantistiche del progetto.

Dal punto di vista strutturale, si è optato per un sistema costruttivo a telaio in calcestruzzo armato, con elementi portanti trave-pilastro.

La chiusura verticale esterna è stata progettata come una parete multistrato ventilata, ricoperta da un rivestimento esterno costituito da pannelli in GRC (*Glass Reinforced Concrete*) dello spessore di 15 mm, sorretti da montanti metallici ancorati alla struttura portante in calcestruzzo.

Il fissaggio del rivestimento esterno crea un'intercapedine d'aria di 40 mm, fondamentale per il funzionamento della facciata ventilata, la quale favorisce la naturale circolazione dell'aria limitando il surriscaldamento della parete durante il periodo estivo. Per proteggere dalle precipitazioni lo strato isolante retrostante è stata collocata una membrana impermeabile e traspirante. Il sistema di isolamento termico è composto da due pannelli di due densità diverse: uno strato isolante in lana di roccia ad alta densità di 40 mm, posizionato verso l'esterno, e uno strato isolante in lana di roccia a bassa densità di 60 mm.

La parte strutturale della tamponatura è costituita da blocchi in calcestruzzo cellulare autoclavato dello spessore di 250 mm, materiale scelto per le sue ottime prestazioni isolanti.

Sul lato interno è previsto uno schermo freno al vapore, mentre la finitura interna è realizzata tramite una controparete in lastre di cartongesso di 15 mm, fissata a una struttura metallica e distanziata dalla muratura mediante un'intercapedine tecnica di 40 mm destinata all'alloggiamento degli impianti tecnologici.

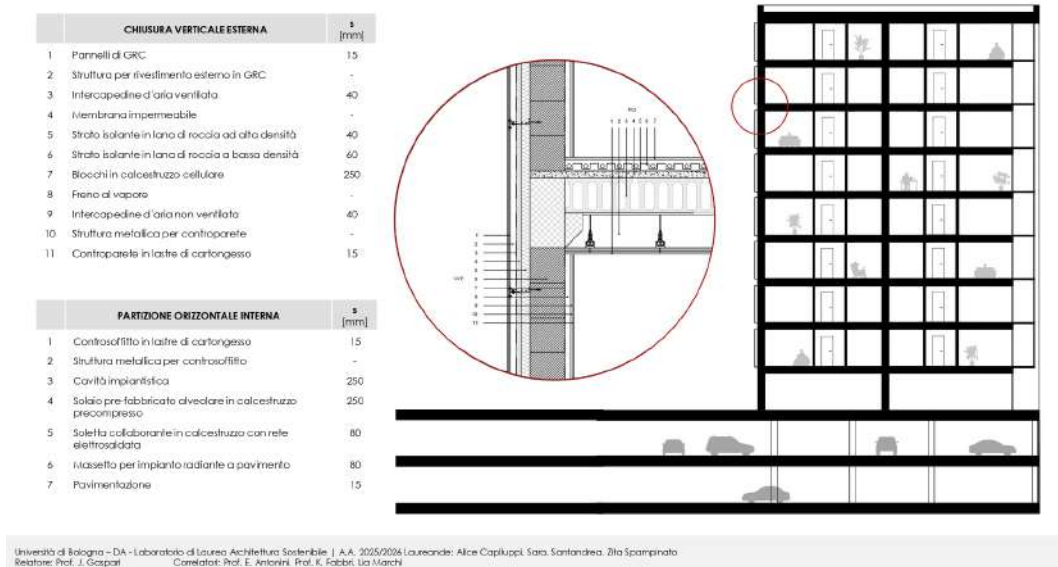
Per quanto riguarda la partizione orizzontale interna, invece, si è optato per un solaio prefabbricato alveolare in calcestruzzo armato precompresso dello spessore di 250 mm, sotto il quale è stato collocato un controsoffitto in lastre di cartongesso

di 15 mm sorretto da sostegni metallici che creano un'intercapedine di 250 mm. Tale spazio è destinato al passaggio degli impianti meccanici ed elettrici, scelta atta a semplificare le operazioni di manutenzione senza interferire con elementi strutturali.

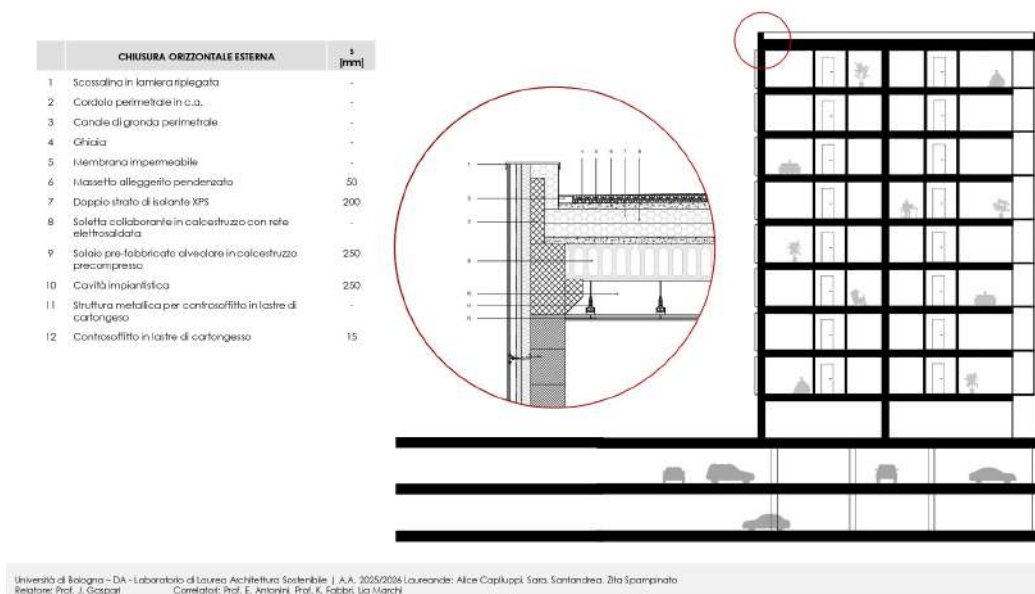
Al di sopra del solaio prefabbricato viene realizzata una soletta collaborante in calcestruzzo armato con rete elettrosaldata dello spessore di 80 mm, che garantisce la collaborazione strutturale tra gli elementi prefabbricati, aumentando inoltre la rigidità del solaio.

A seguire è previsto un massetto di 80 mm, all'interno del quale viene collocato il sistema di riscaldamento radiante a pavimento, concludendo infine con la pavimentazione di finitura dello spessore di 15 mm.

In corrispondenza del piano terra, ovvero il livello destinato a uso del settore terziario, si trova un solaio comunicante con una zona non riscaldata, ovvero il piano interrato riservato ai parcheggi. La stratigrafia del solaio rimane la medesima citata precedentemente, a eccezione del controsoffitto, il quale viene sostituito da uno spesso strato di isolante XPS di 180 mm, mentre la finitura è prevista con uno strato di intonaco di 15 mm.



Università di Bologna – DA - Laboratorio di Laurea Architettura Sostenibile | A.A. 2025/2026 Laureando: Alice Capiluppi, Sara Santandrea, Zita Spampinato
Relatore: Prof. J. Gaspari | Correlatori: Prof. E. Antonini, Prof. K. Fabbri, Ugo Marchi



Università di Bologna – DA - Laboratorio di Laurea Architettura Sostenibile | A.A. 2025/2026 Laureando: Alice Capiluppi, Sara Santandrea, Zita Spampinato
Relatore: Prof. J. Gaspari | Correlatori: Prof. E. Antonini, Prof. K. Fabbri, Ugo Marchi

L'intero progetto è stato suddiviso in cinque sezioni per quanto riguarda il sistema degli impianti: ogni sezione è formata da due edifici collegati tra loro da un vano scala, il quale è identificato come zona esterna. Per ognuno di questi cinque blocchi

edilizi è stato adottato un sistema impiantistico centralizzato, andando a formare cinque distinte unità impiantistiche indipendenti, ciascuna in grado di servire le due torri di riferimento attraverso un'unica centrale tecnologica.

Per ogni blocco è prevista l'installazione di una pompa di calore aria-acqua ad alta efficienza, la quale provvede alla produzione dell'acqua tecnica destinata agli impianti di riscaldamento e alla produzione di acqua calda sanitaria mediante apposito serbatoio di accumulo.

Come terminale dedicato alla distribuzione del calore all'interno degli ambienti è previsto l'impianto radiante a pavimento, in quanto durante la stagione invernale il sistema opera a bassa temperatura di mandata, garantendo un'elevata efficienza della pompa di calore e una distribuzione uniforme della temperatura negli alloggi.

Per il periodo estivo, invece, si prevede un sistema di ventilazione meccanica controllata a doppio flusso con recupero di calore, integrato con una batteria di raffrescamento alimentata dalla pompa di calore. Il sistema permette il continuo ricambio dell'aria interna e provvede inoltre al raffrescamento e alla deumidificazione.

Al fine di incrementare il livello di sostenibilità energetica del complesso edilizio è prevista l'installazione di un impianto fotovoltaico sulle coperture piane di tutti gli edifici. La superficie di copertura disponibile è di 220 m² per blocco edilizio: questo spazio consente l'installazione di 66 pannelli fotovoltaici di dimensioni 170 x 120 cm per ciascun blocco. L'impianto è inserito per dare un importante contributo all'alimentazione delle utenze elettriche connesse al funzionamento delle pompe di calore, della ventilazione meccanica controllata e dei servizi comuni dell'edificio, riducendo significativamente il fabbisogno di energia elettrica prelevato dalla rete.

Il calcolo della prestazione energetica è stato effettuato su un singolo blocco di edifici, dato che, dal punto di vista del comportamento termico, tale blocco può essere considerato la matrice da replicare quattro volte per arrivare alla configurazione impiantistica totale del progetto. Il progetto è stato modellato

tramite il software Termolog a partire dal disegno CAD, in particolare sono stati modellati i due edifici a sud-ovest dell'area di intervento.

L'edificio presenta una superficie utile climatizzata pari a 1.821,29 m² e, a seguito della simulazione energetica, consegue la classe energetica A4.

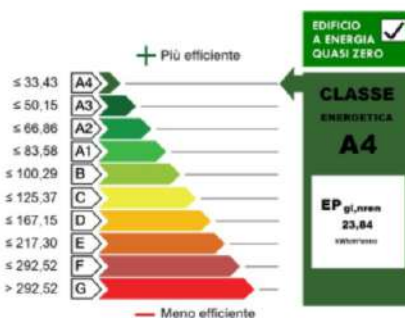
Il valore dell'indice di prestazione energetica globale non rinnovabile EP_{gl,nren} risulta pari a 23,84 kWh/m²anno.

La simulazione evidenzia inoltre un consumo annuo di energia elettrica pari a 22.263 kWh, imputabile principalmente all'alimentazione della pompa di calore e degli impianti tecnologici. La quota residua di energia necessaria al funzionamento dell'edificio viene prelevata dalla rete elettrica, mentre l'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico contribuisce in maniera significativa alla riduzione del fabbisogno di energia primaria non rinnovabile.

Intero edificio

Prestazione energetica

Superficie utile	1.821,29 m ²
Prestazione invernale del fabbricato	
Prestazione estiva del fabbricato	
EP _{H,nd}	11,96 kWh/m ² K
Y _{IE}	0,041 W/m ² K
A _{solest} /S _{uputile}	0,0156
Emissioni CO ₂	8,9 kg/m ² 



Consumi ed energia rinnovabile



Attestato di prestazione energetica
(Fonte: Software Termolog)

7. Conclusioni

Il lavoro della presente tesi ha permesso di tradurre in scelte architettoniche concrete i principi bioclimatici e distributivi emersi dalle analisi precedenti, dando forma a un sistema compositivo coerente e verificato attraverso strumenti sia fisici sia digitali.

Le implicazioni bioclimatiche di questa configurazione sono state indagate con attenzione: l'esposizione a sud della linea meridionale, valorizzata dall'inserimento di logge profonde in corrispondenza dei soggiorni, ha permesso di massimizzare la captazione solare invernale limitando al contempo il surriscaldamento estivo, mentre i fronti nord, compatti e con aperture ridotte, hanno risposto alla necessità opposta di contenere le dispersioni termiche. Anche il sistema di ventilazione naturale dei piani interrati, risolto attraverso una lamiera forata in acciaio zincato, ha confermato l'attenzione riservata a soluzioni passive capaci di ridurre i consumi energetici senza ricorrere a impianti meccanici.

La gerarchia degli spazi al piano terra, risolta attraverso un sistema di rampe che media il dislivello tra il *Paseo Imperial* e il parco, e l'inserimento di funzioni terziarie a presidio della corte, hanno risposto concretamente al principio della *mixité fonctionale*, evitando l'effetto di quartiere dormitorio e attivando la vita urbana lungo i margini del progetto.

L'aggregazione delle tipologie abitative ha confermato come le scelte distributive interne non siano mai neutre rispetto al comfort degli abitanti: l'orientamento contrapposto delle zone giorno, a nord e a sud nei due alloggi per piano, e la disposizione delle zone notte lungo i fronti est e ovest hanno permesso di calibrare l'esposizione solare in funzione degli usi e dei ritmi quotidiani.

Nel complesso, il lavoro svolto dimostra come la soluzione progettuale non sia stata costruita per sovrapposizione di scelte indipendenti, ma come esito di un processo circolare in cui ogni decisione, dalla configurazione volumetrica all'involucro, dalla distribuzione interna agli impianti, è stata verificata e, quando necessario, corretta alla luce delle analisi microclimatiche e delle sperimentazioni fisiche condotte. Il

sistema a torri poroso, l'attenzione all'orientamento solare, la sperimentazione diretta sul comportamento del vento e l'integrazione di soluzioni impiantistiche ad alta efficienza mostrano come sia possibile, anche all'interno dei vincoli stringenti imposti da un intervento di edilizia sociale, raggiungere un risultato progettuale capace di coniugare qualità abitativa, sostenibilità ambientale e rigore prestazionale

Le simulazioni microclimatiche condotte sullo stato di progetto hanno infine restituito una verifica quantitativa dell'efficacia delle scelte adottate, confermando un abbassamento della temperatura dell'aria fino a 5°C nelle ore più calde della giornata e un netto miglioramento delle condizioni di comfort termico misurate attraverso l'indice UTCI rispetto allo stato di fatto, un risultato a cui ha contribuito in modo significativo anche l'integrazione del progetto con l'area verde di *Madrid Río*. Le scelte tecnologiche e impiantistiche, fondate su una facciata ventilata ad alte prestazioni, pompa di calore, impianto radiante a pavimento, ventilazione meccanica controllata con recupero di calore e produzione fotovoltaica in copertura, hanno permesso di raggiungere la classe energetica A4, un dato che conferma la coerenza tra l'impostazione bioclimatica del progetto e le sue prestazioni energetiche effettive.

8. Bibliografía

8.1. Bibliografía

- Alexander, C., Ishikawa, S., Silverstein, M., Jacobson, M., Fiksdahl-King, I., & Angel, S. (1977). *A Pattern Language: Towns, Buildings, Construction*. Oxford University Press.
- Ayuntamiento de Madrid (2016). *Plan Parcial de Reforma Interior del ámbito APR 02.02 "Mahou-Calderón"*.
- Ayuntamiento de Madrid (2017). *Modificación Puntual del Plan General de Ordenación Urbana de Madrid de 1997 para la definición del Ámbito de Suelo Urbano No Consolidado APR 02.02 "Nuevo Mahou-Calderón"*. Área de Gobierno de Desarrollo Urbano Sostenible.
- Ayuntamiento de Madrid (2019). Aprobada la reparcelación del ámbito Nuevo Mahou Calderón. *Diario del Ayuntamiento de Madrid*, Nota del 4 de abril de 2019.
- Ayuntamiento de Madrid (2024). *Plan Estratégico de la Empresa Municipal de la Vivienda y Suelo (EMVS): Diagnóstico del parque residencial y necesidades de vivienda asequible en la ciudad de Madrid*. Madrid: Área de Gobierno de Políticas de Vivienda.
- Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid - BOCM (2019).
- Burgos, F., & Garrido, G. (2014). *Madrid Río: Un proyecto de transformación urbana*. Madrid: Ayuntamiento de Madrid / Turner.
- Candela, J. (2019). *Del pisito a la burbuja inmobiliaria*.

- Costituzione spagnola (1978).
- De las Heras Azcona, J. A. (2007). M-30. Finalizado un gran proyecto de remodelación urbana. *Rutas: Revista de la Asociación Técnica de Carreteras*, (121), 4-22.
- El País (2019). La demolición del estadio Vicente Calderón, en imágenes. (Fotografie di D. G. Folgueiras e C. Rosillo). *El País*.
- Gehl, J. (2011). *Life Between Buildings: Using Public Space*. Island Press.
- Grupo ViSO (2024). *La vivienda, quinto pilar del Estado de bienestar. De la asignación a la transformación social*. Proposta elaborata dal Grupo ViSO.
- Hertzberger, H. (1991). *Lessons for Students in Architecture*. 010 Publishers.
- Jacobs, J. (1961). *The Death and Life of Great American Cities*. Random House.
- Le Corbusier (1923). *Verso un'architettura*. Longanesi

8.2. Sitografia

- Ayuntamiento de Madrid. Sito web ufficiale. Disponibile all'indirizzo: www.madrid.es
- Banco de España (2025). *Informe Anual 2025*. Disponibile all'indirizzo: <https://www.bde.es/wbe/es/publicaciones/informes-memorias-anuales/informe-anual/informe-anual-2025.html>
- Brainsre. *Casa 47 en 2026: qué es, cómo funciona y cómo pedir una vivienda*. Disponibile all'indirizzo: <https://brainsre.news/casa-47-nueva-empresa-publica-vivienda-alquileres-75-anos/>
- El Confidencial (2022). *Casas de lujo barrio prime Salamanca mercado inmobiliario*. Disponibile all'indirizzo: https://www.elconfidencial.com/vivienda/2022-04-11/casas-de-lujo-barrio-prime-salamanca-mercado-inmobiliario_3381104/
- El Mundo (2012). Articolo di cronaca locale. Disponibile all'indirizzo: <https://www.elmundo.es/elmundo/2012/02/02/madrid/1328184342.html>
- Grupo ViSO (2024). *La vivienda, quinto pilar del Estado de bienestar* [PDF]. Disponibile all'indirizzo: https://asval.com/wp-content/uploads/2025/02/Ingeus_Informe_VIVIENDA-5o-PILAR.pdf
- La Moncloa (2023). *Nueva Ley de Vivienda 2023*. Disponibile all'indirizzo: <https://www.lamoncloa.gob.es/serviciosdeprensa/notasprensa/transportes/paginas/2023/040523-nueva-ley-vivienda-2023.aspx>

- Meteoblue. *Clima modellato: Madrid, Spagna*. Disponibile all'indirizzo: https://www.meteoblue.com/it/tempo/historyclimate/climate_modelled/madrid_spagna_3117735
- Ministerio de Vivienda y Agenda Urbana. *Plan de Vivienda en Alquiler Asequible*. Disponibile all'indirizzo: <https://www.mivau.gob.es/vivienda/plan-estatal-de-vivienda/plan-vivienda-alquiler-asequible>
- Plan de Recuperación, Transformación y Resiliencia (PRTR). *Plan de rehabilitación de vivienda y regeneración urbana*. Disponibile all'indirizzo: <https://planderecuperacion.gob.es/noticias/conoce-proyectos-plan-rehabilitacion-vivienda-regeneracion-urbana-plan-recuperacion-prtr>
- ProVivienda. *Observatorio de vivienda asequible: Plan Estatal de Vivienda 2026-2030*. Disponibile all'indirizzo: <https://provivienda.org/observatorio/plan-estatal-de-vivienda-2026-2030/>
- Realia. *Inmopedia: Vivienda de protección oficial*. Disponibile all'indirizzo: <https://www.realia.es/inmopedia/vivienda-proteccion-oficial>
- Vergely Architectes. *La Confluence*. Disponibile all'indirizzo: <https://vergelyarchitectes.com/en/la-confluence>
- West 8 Urban Design & Landscape Architecture (Rotterdam) (2005-2011). *Project Masterplan Madrid Río (2005-2011)*. Archivio digitale ufficiale del gruppo di co-progettazione olandese. Disponibile all'indirizzo: <https://www.west8.com/projects/madrid-rio/>
- Wikipedia. *Autopista M-30*. Disponibile all'indirizzo: https://it.wikipedia.org/wiki/Autopista_M-30

- Wikipedia. *Imperial (Madrid)*. Disponibile all'indirizzo: https://es.wikipedia.org/wiki/Imperial_%28Madrid%29
- Wikipedia. *Vivienda de protección oficial (España)*. Disponibile all'indirizzo: [https://es.wikipedia.org/wiki/Vivienda_de_protecci%C3%B3n_oficial_\(Espa%C3%B1a\)](https://es.wikipedia.org/wiki/Vivienda_de_protecci%C3%B3n_oficial_(Espa%C3%B1a))



ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITÀ DI BOLOGNA

SOCIAL HOUSING E RIGENERAZIONE URBANA NELL'AREA MAHOU-CALDERÓN A MADRID

Laboratorio di Laurea Architettura Sostenibile

Alma Mater Studiorum – Università di Bologna, Dipartimento di Architettura

Corso di Laurea Magistrale a ciclo unico in Architettura, sede di Cesena, A.A. 2025-2026

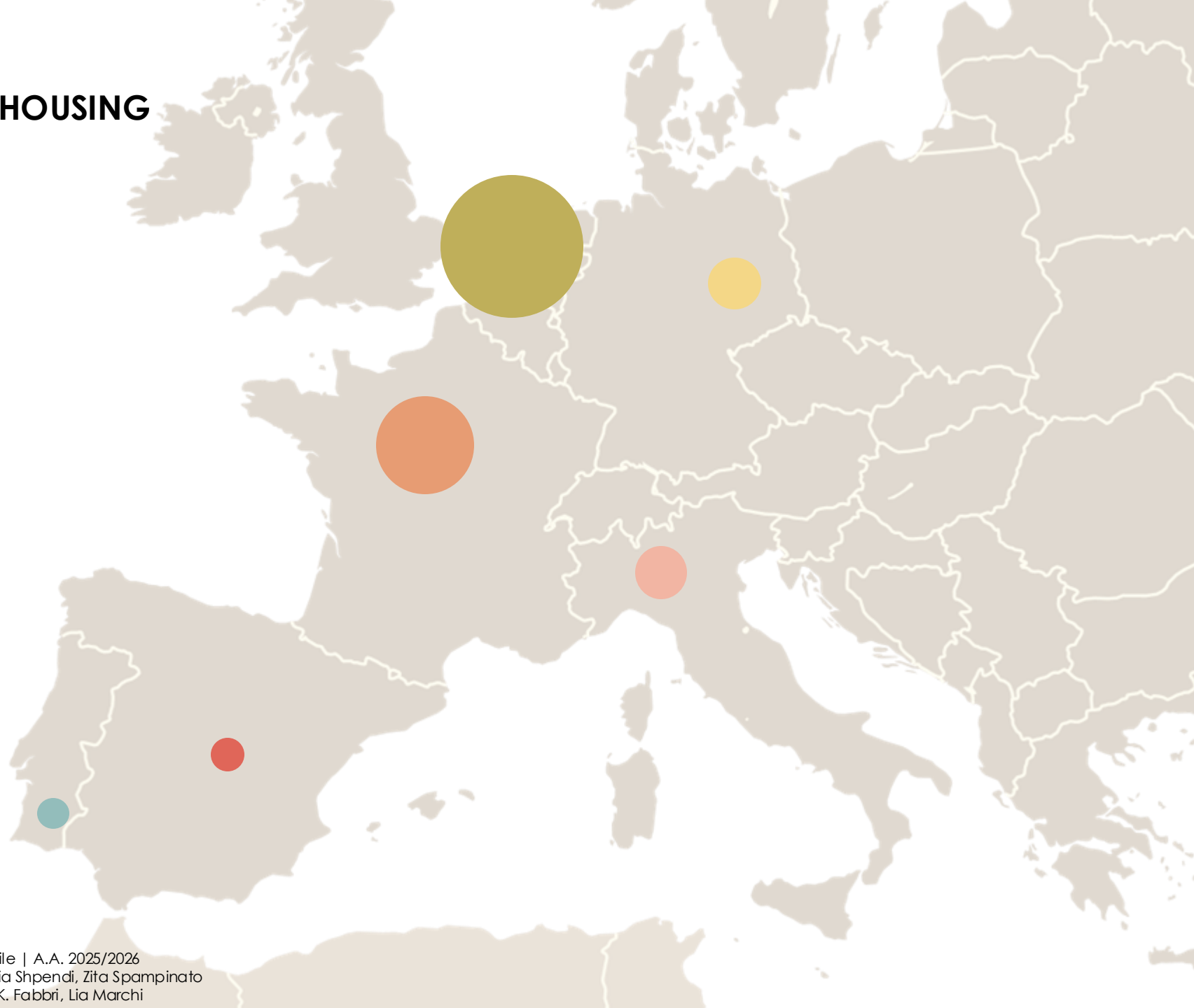
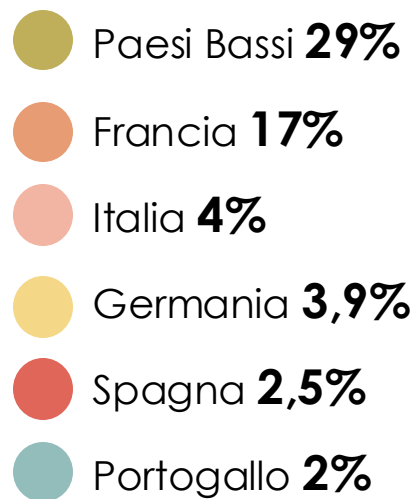
Relatore: Prof. Jacopo Gaspari | Correlatori: Prof. Ernesto Antonini, Prof. Kristian Fabbri, Lia Marchi

Laureande: Alice Capiluppi, Gaia Masciangelo, Sara Santandrea, Klelia Sphendi, Zita Spampinato

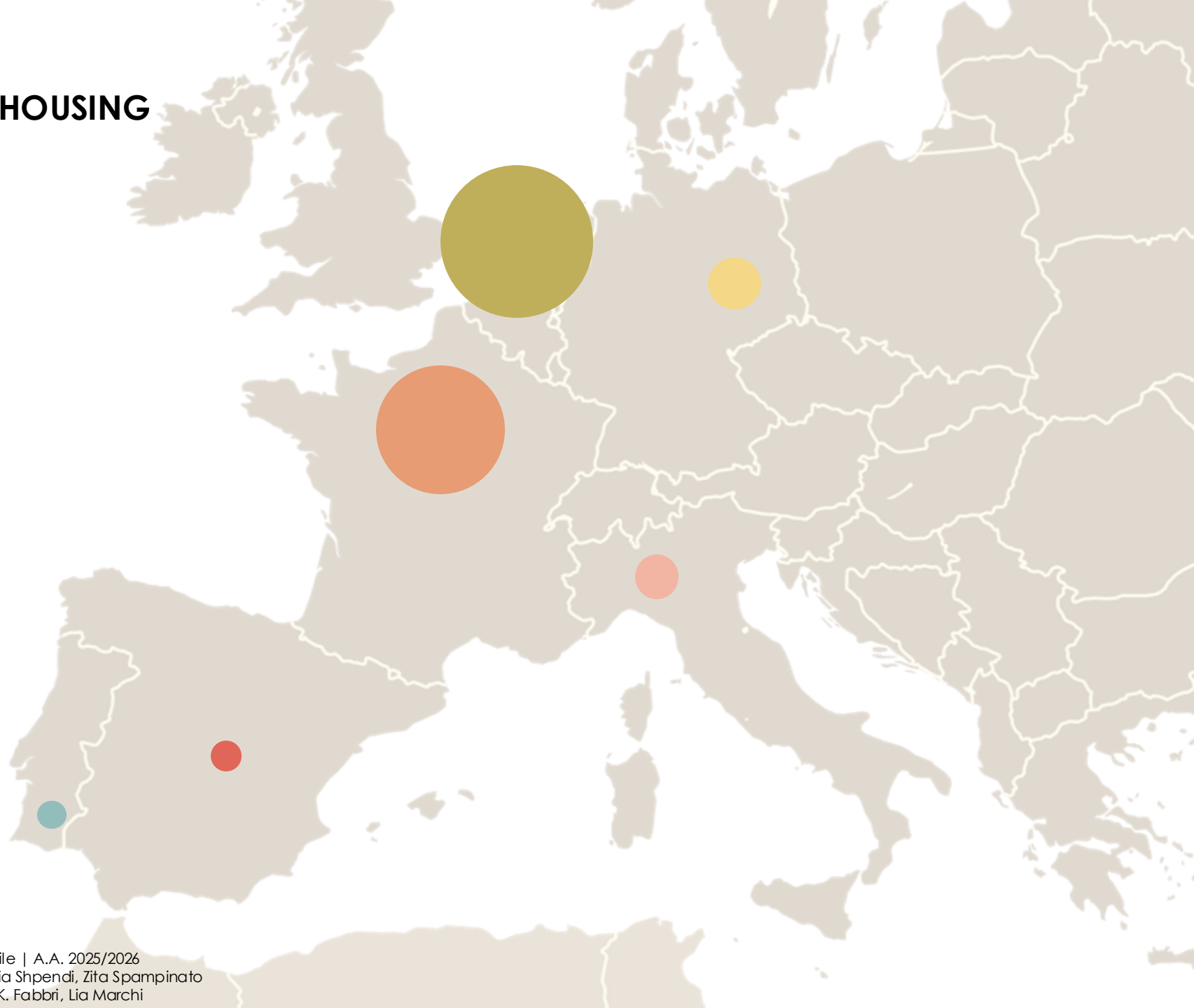
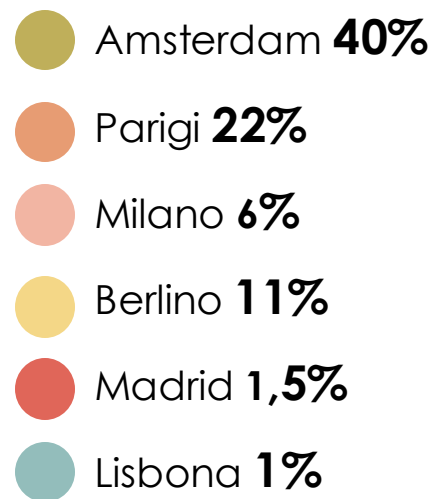
9.6000.0000

ALLOGGI MANCANTI IN EUROPA

QUOTA DI ALLOGGI DI SOCIAL-HOUSING ESISTENTI



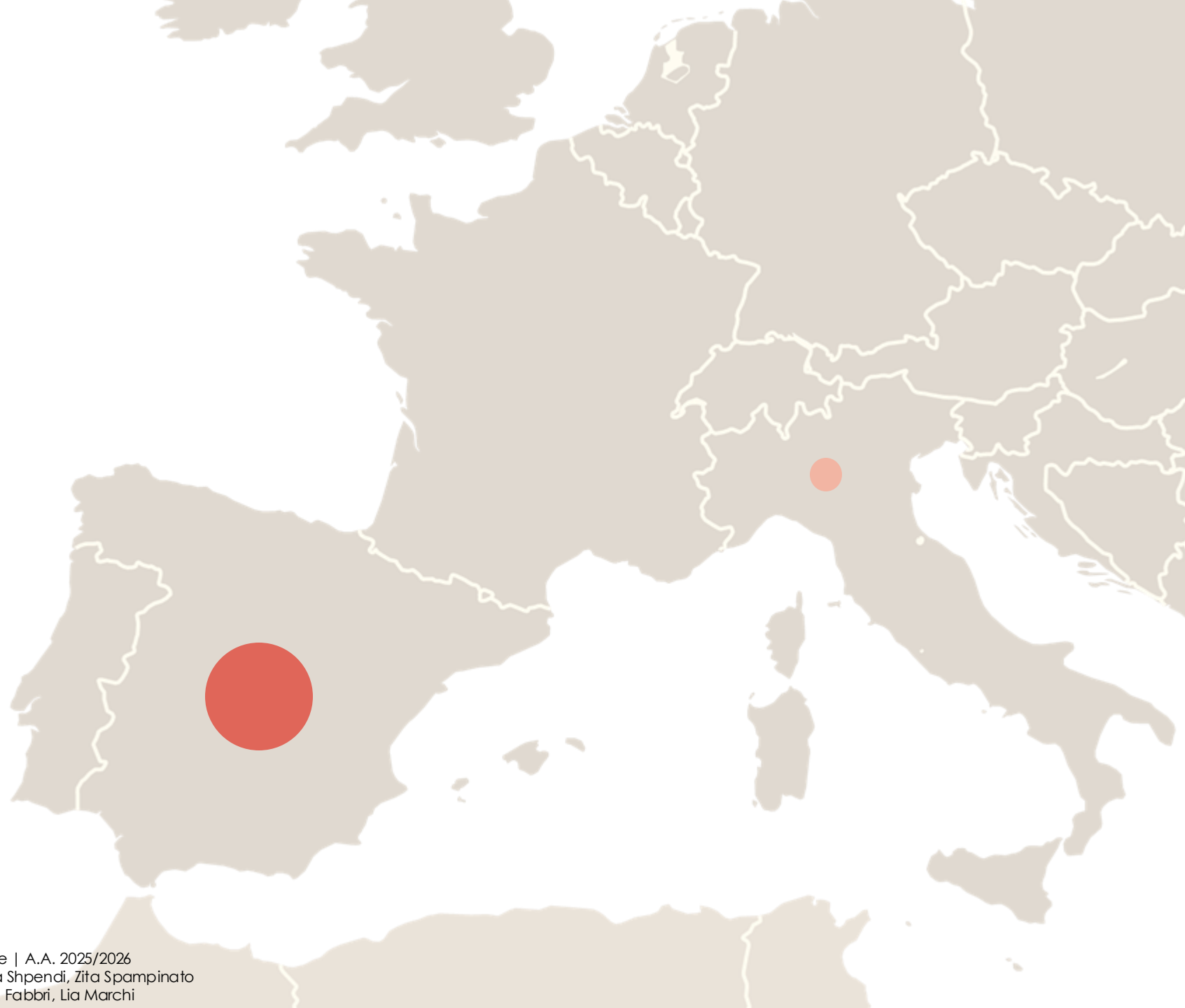
QUOTA DI ALLOGGI DI SOCIAL-HOUSING NAZIONALE SUL TOTALE COSTRUITO



DEFICIT DELLA CITTÀ

Milano **6.000**

Madrid **45.000**



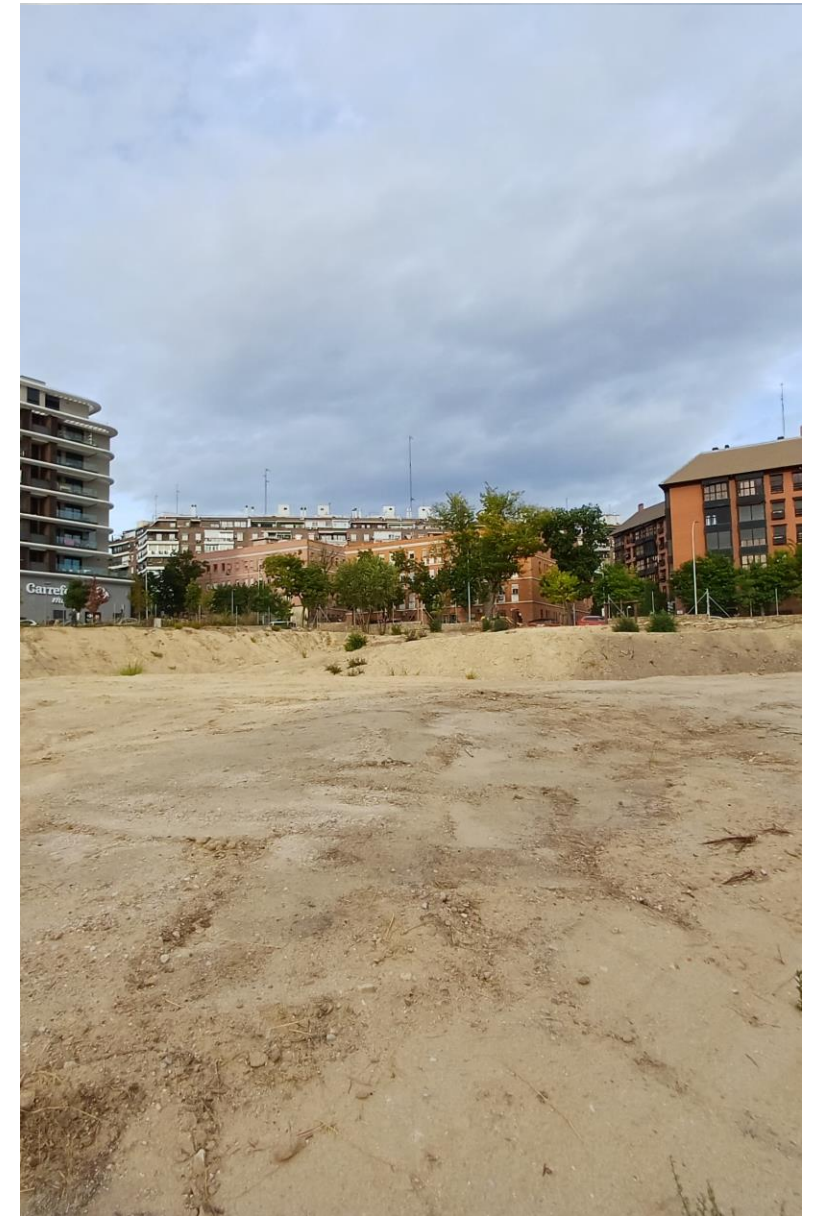
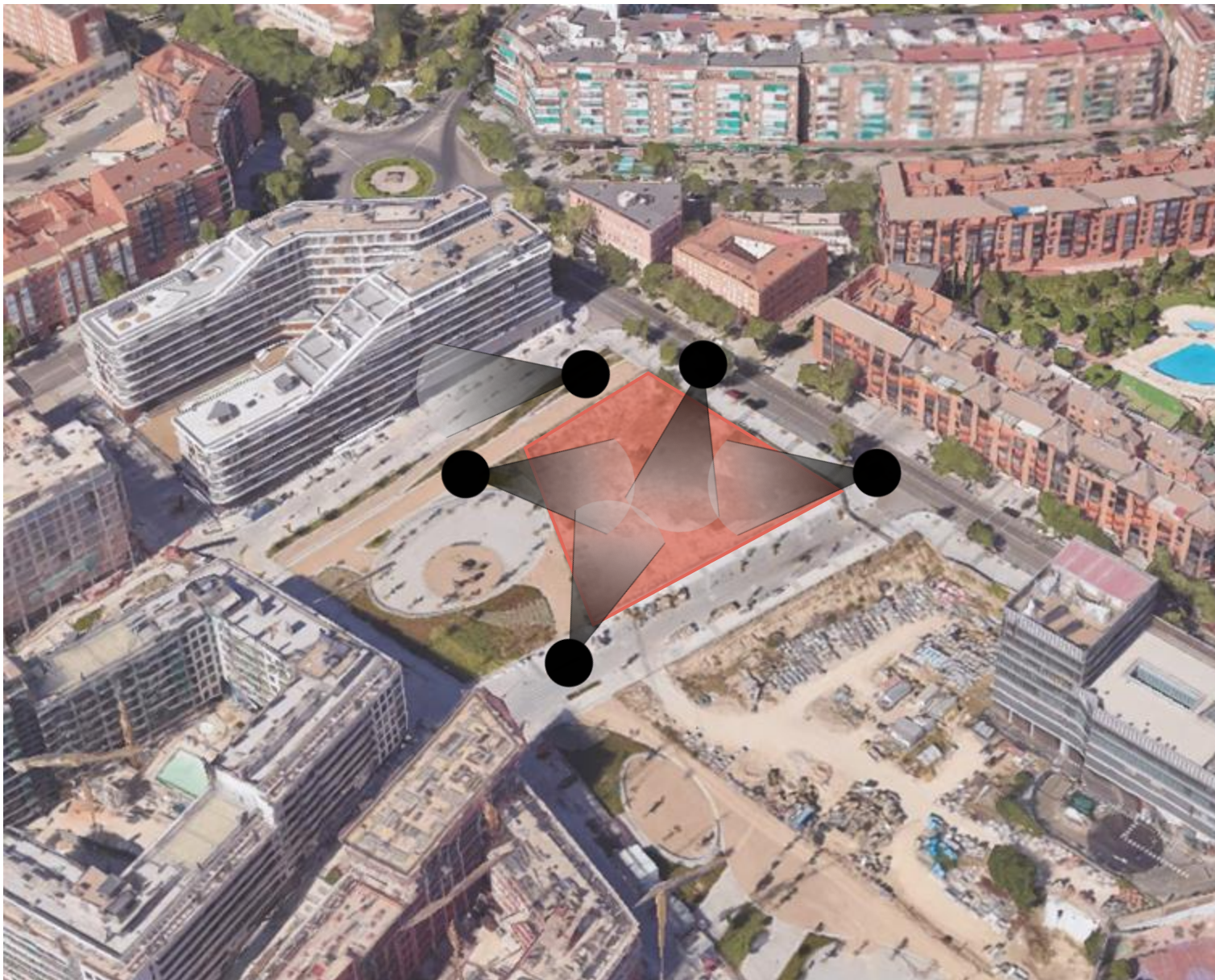


2012 - demolizione birrificio Mahou

2019 - demolizione stadio
Vicente-Calderón

2022 - interramento M30





RICHIESTE DEL BRIEF

- Residenze di social housing
- Alloggi di tre tipologie
- Parcheggi
- Spazi per il settore terziario e per i residenti
- Senso di comunità

TIPOLOGIE DI ALLOGGIO

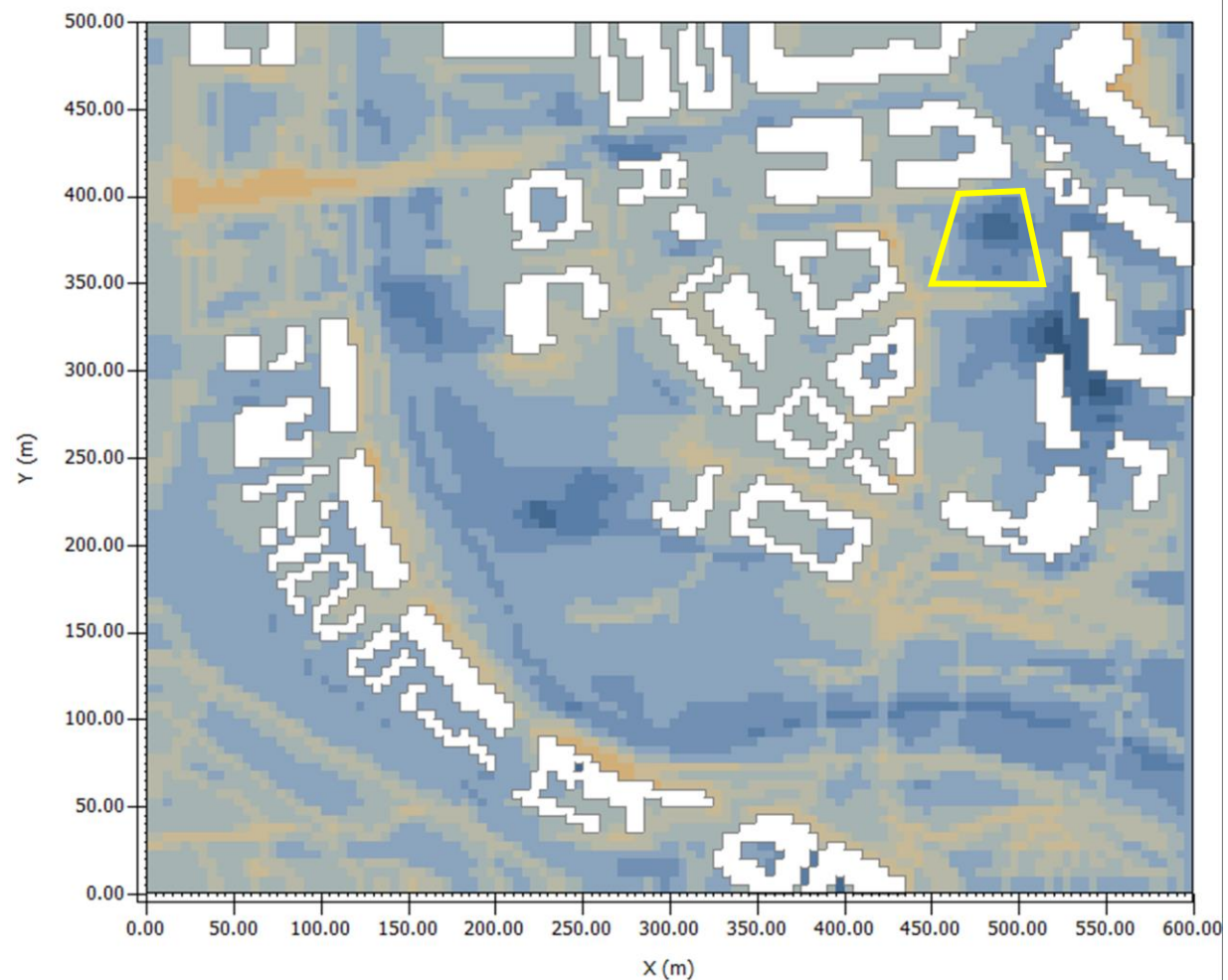
- con 1 camera da letto (45 mq utili)
- con 2 camere da letto (50-60 mq utili)
- con 3 camere da letto (65-70 mq utili)

STANDARD DI RIFERIMENTO

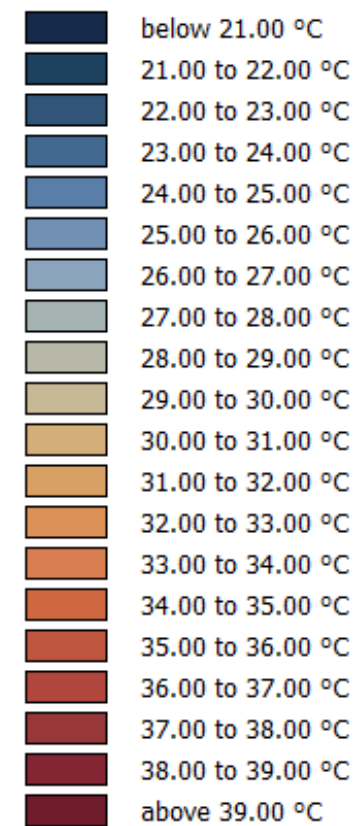
STANZA	ITALIA	SPAGNA
Soggiorno	20 mq	14 mq
Camera principale	14 mq	12 mq
Camera secondaria	9 mq	7 mq
Bagno	4 mq	3 mq
Cucina	9 mq	7 mq
Altezza minima	2,70 m	2,50 m

TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

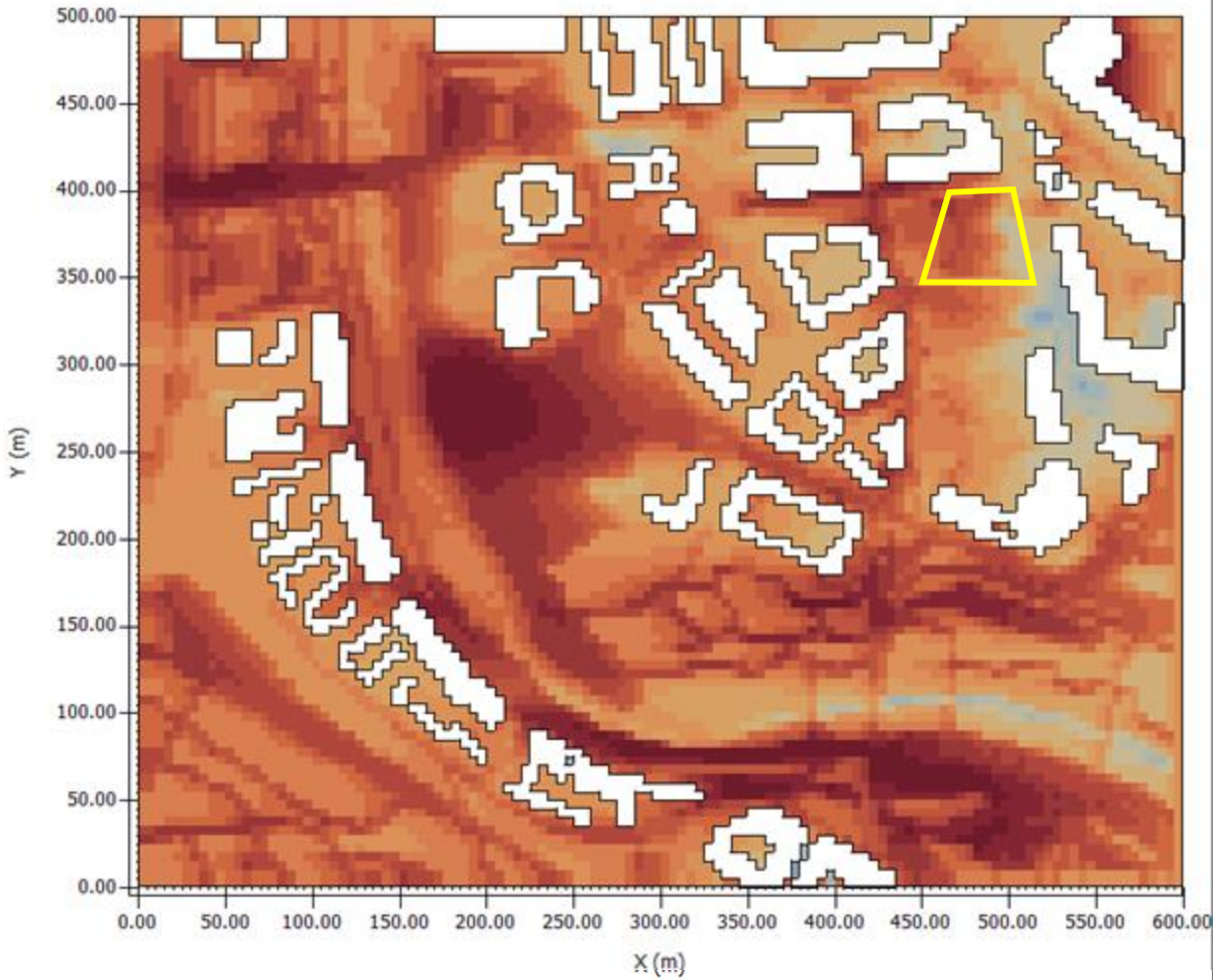
Ore 09:00



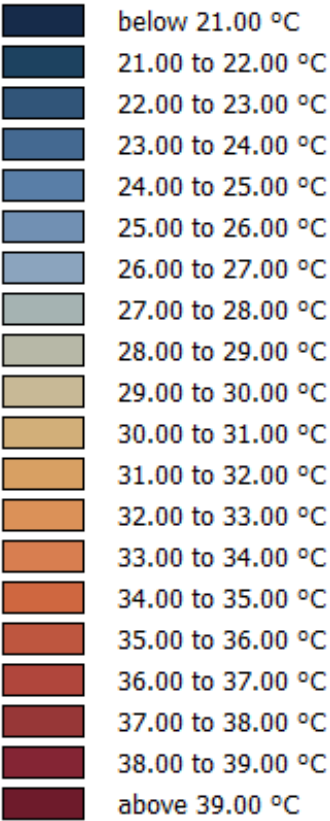
Potential Air Temperature



TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)
Ore 11:00

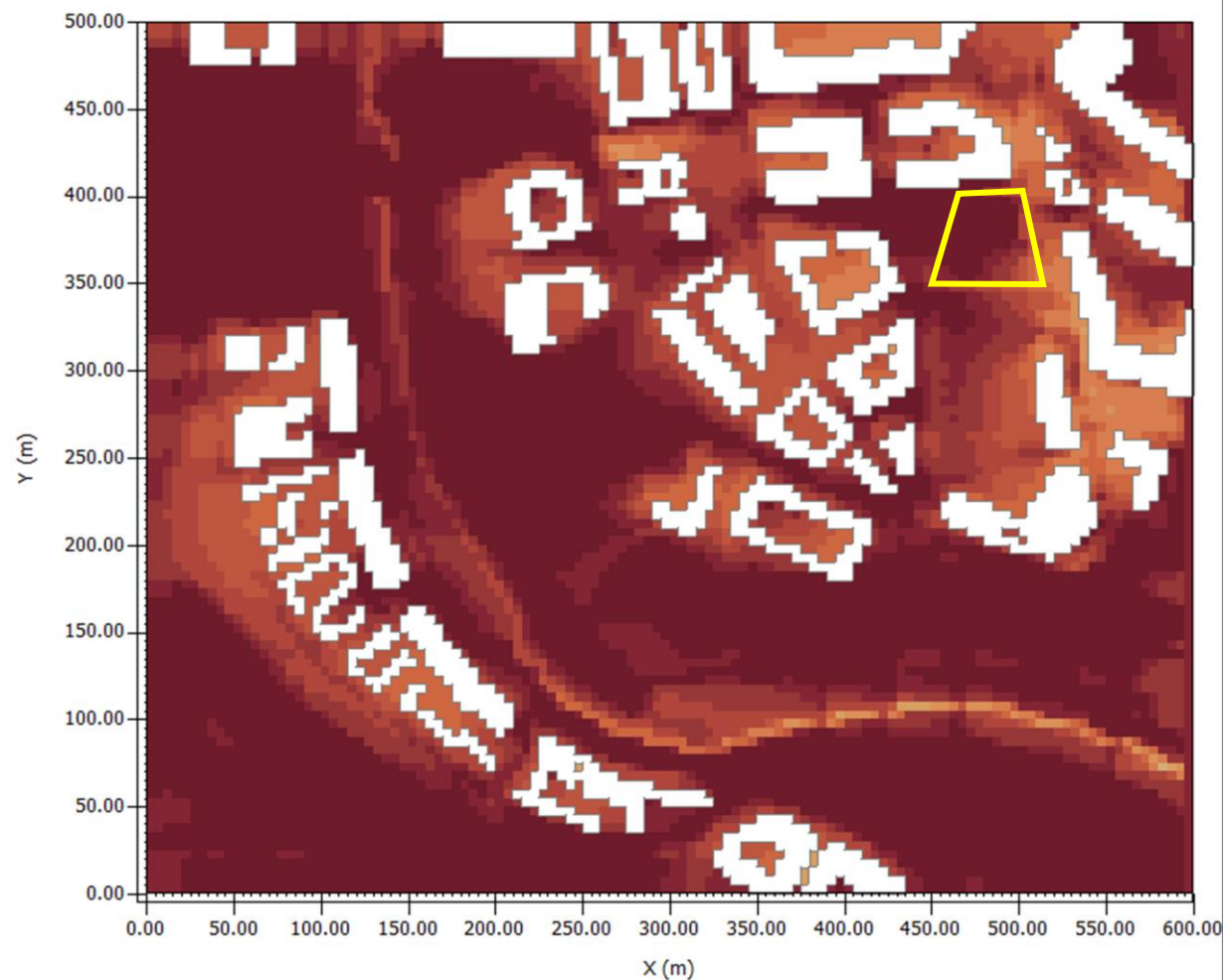


Potential Air Temperature

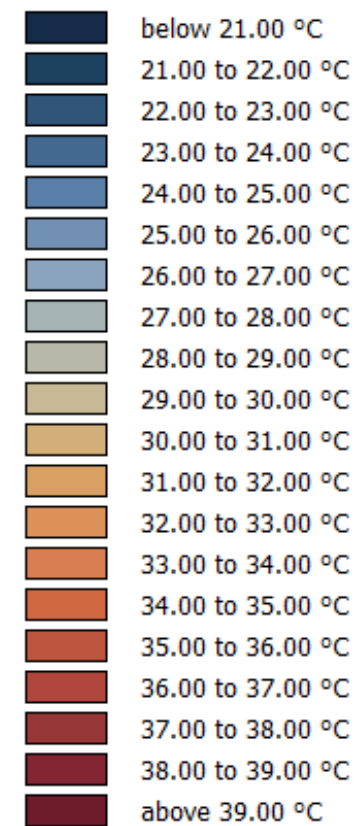


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

Ore 13:00

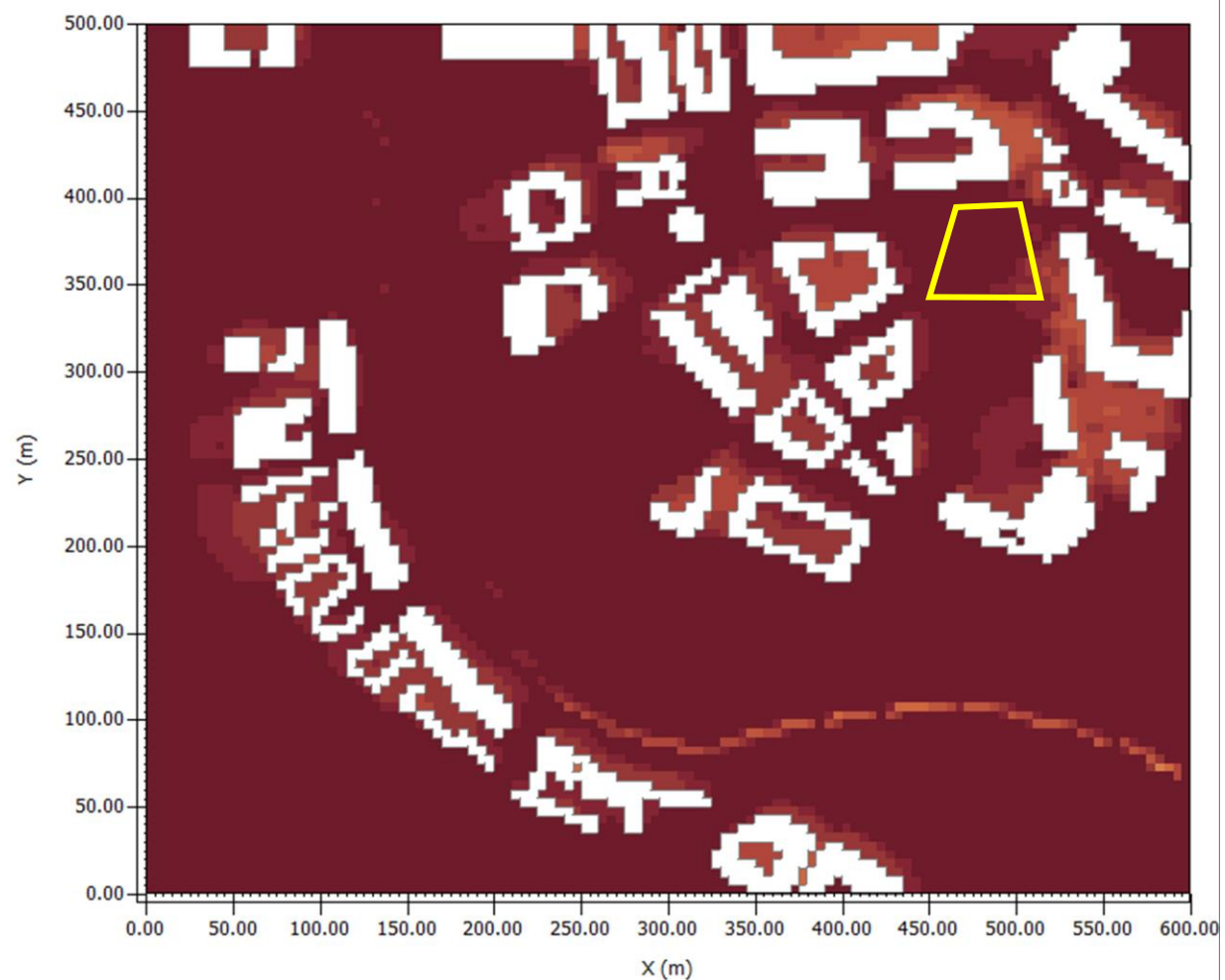


Potential Air Temperature

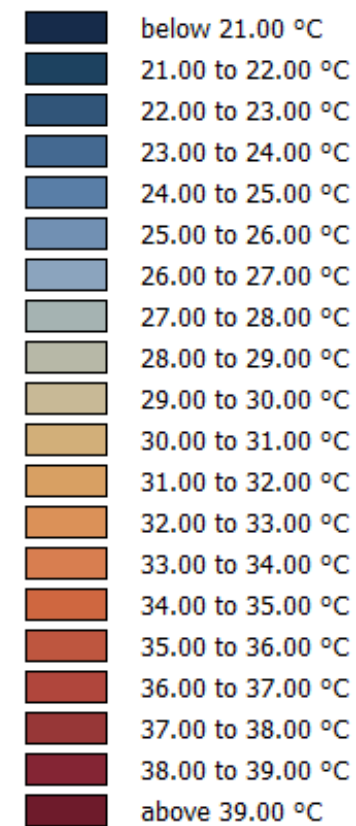


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

Ore 15:00

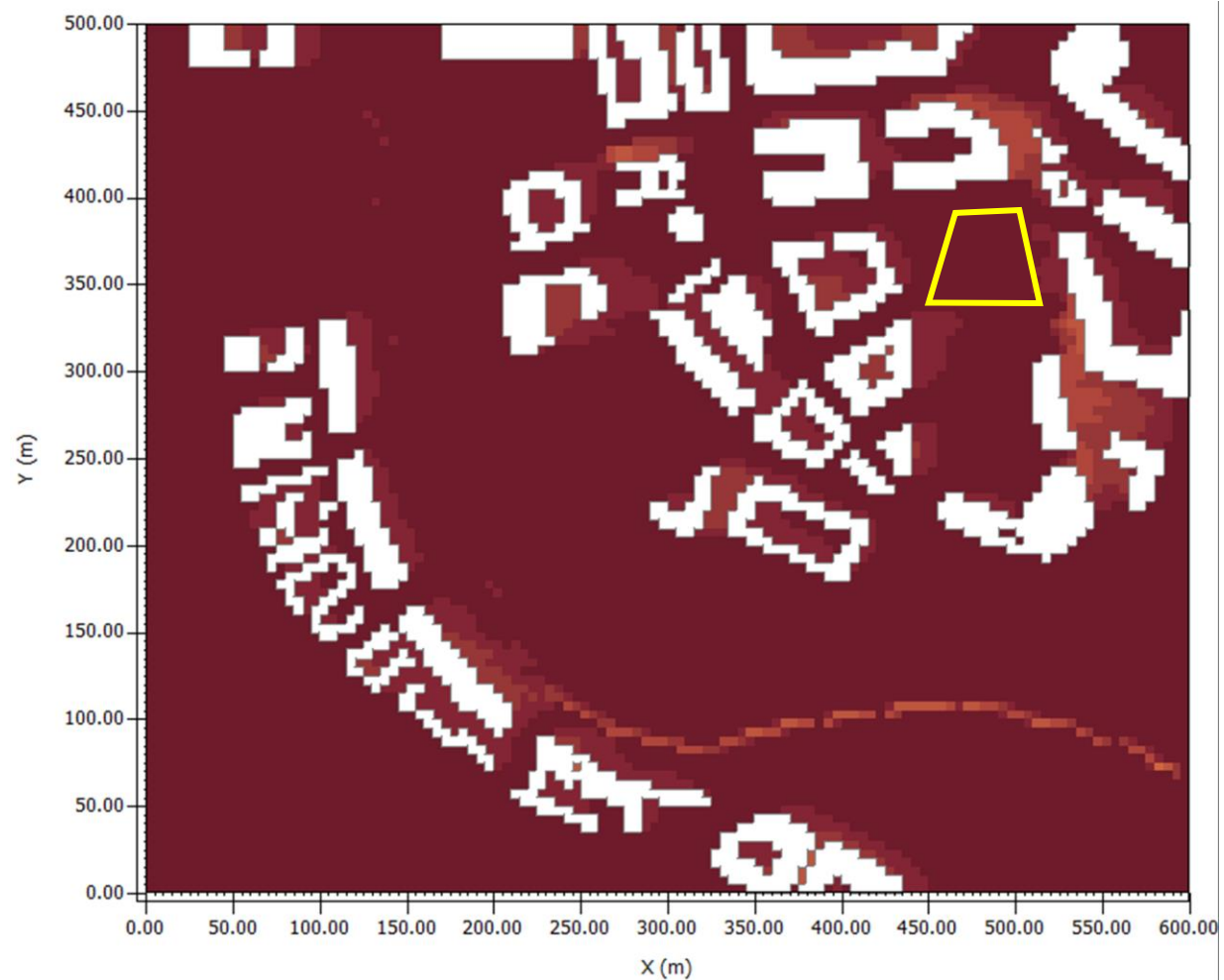


Potential Air Temperature

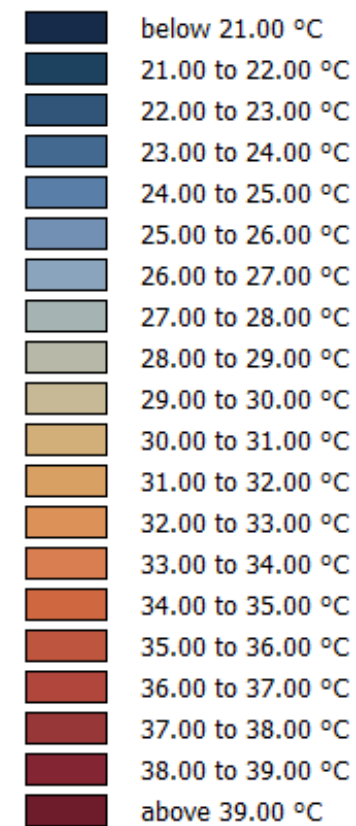


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

Ore 17:00

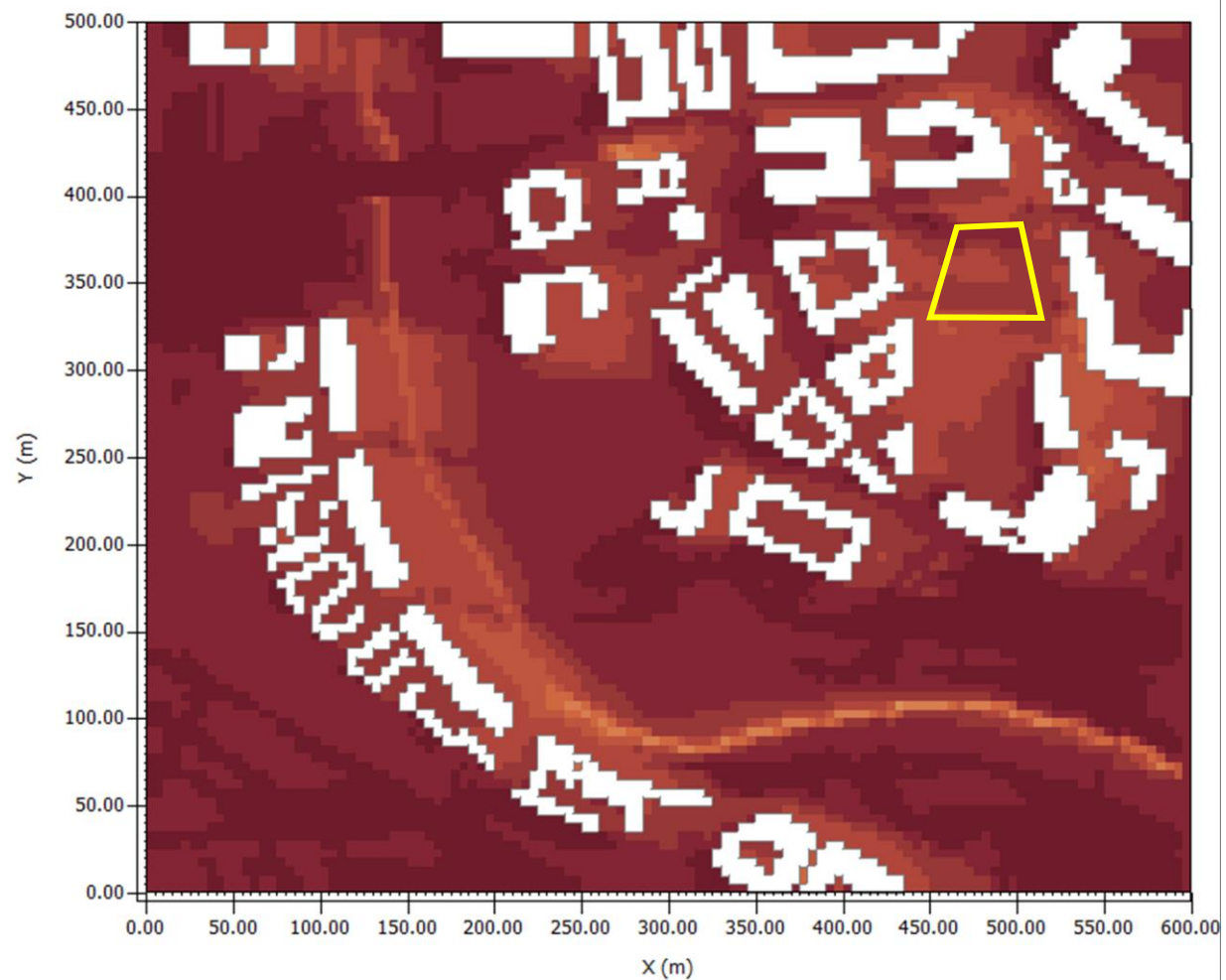


Potential Air Temperature

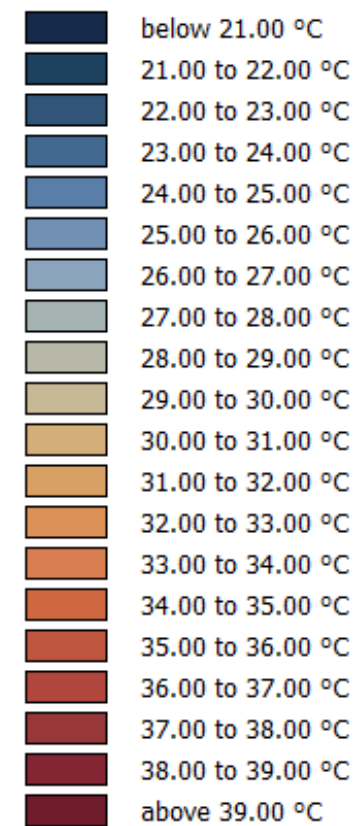


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

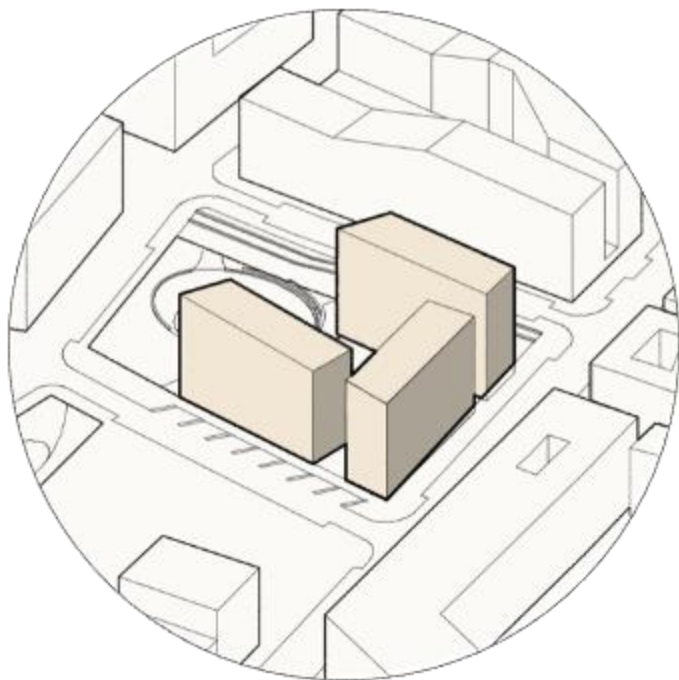
Ore 19:00



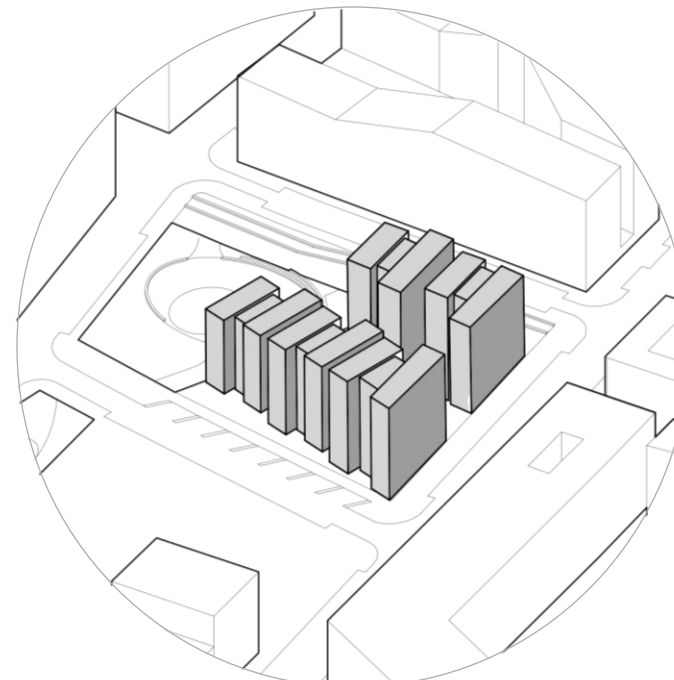
Potential Air Temperature

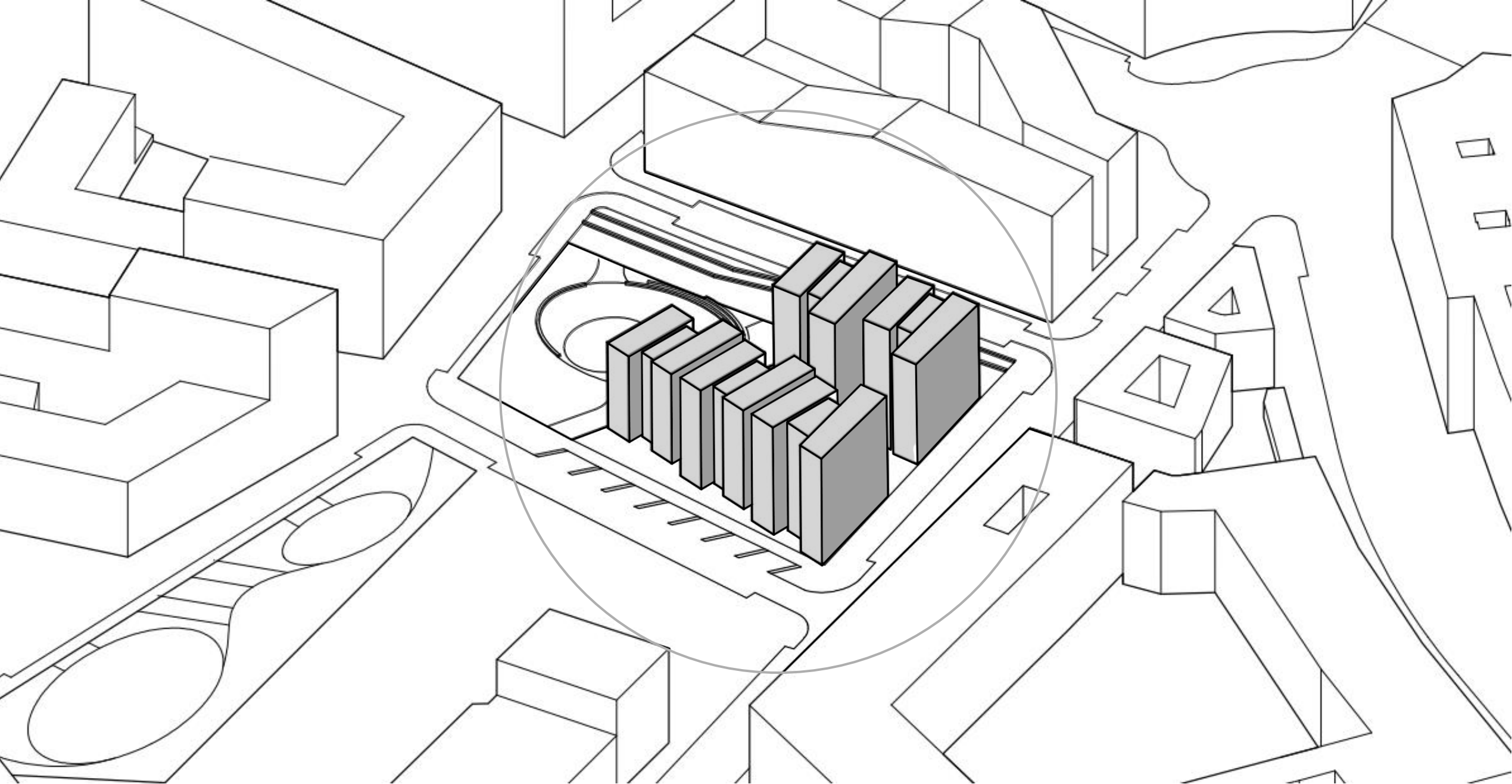


SOLUZIONE A

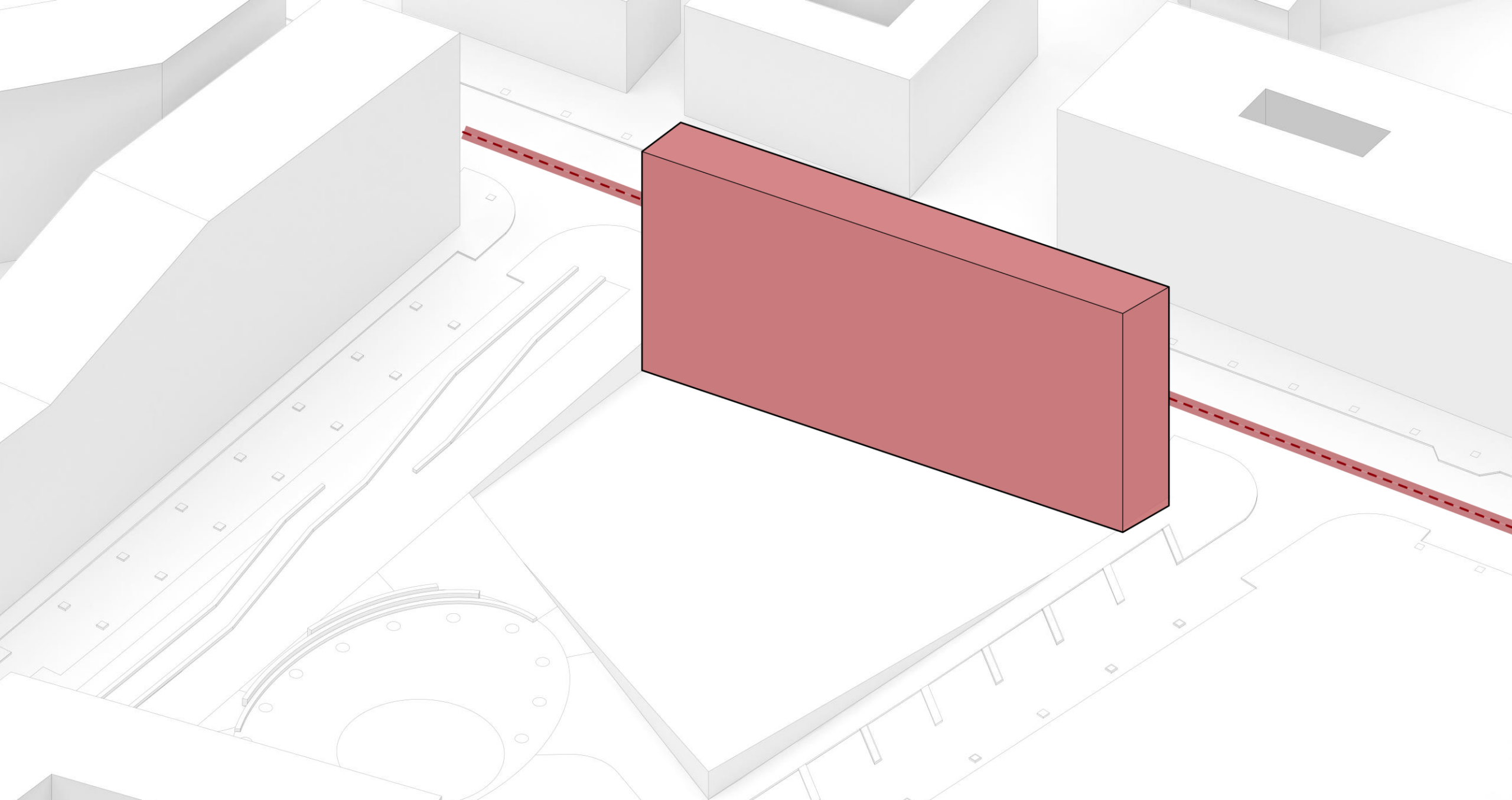


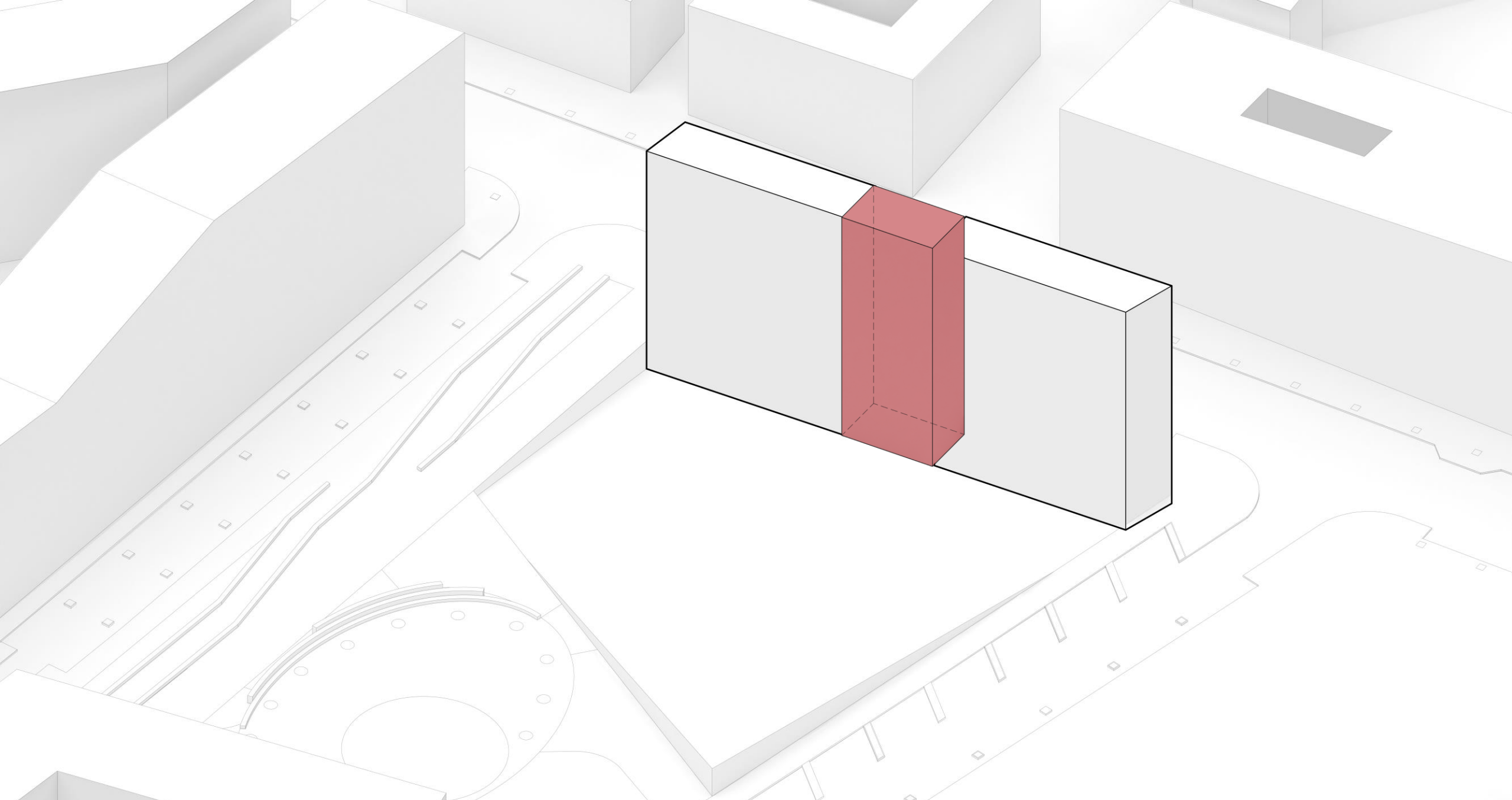
SOLUZIONE B

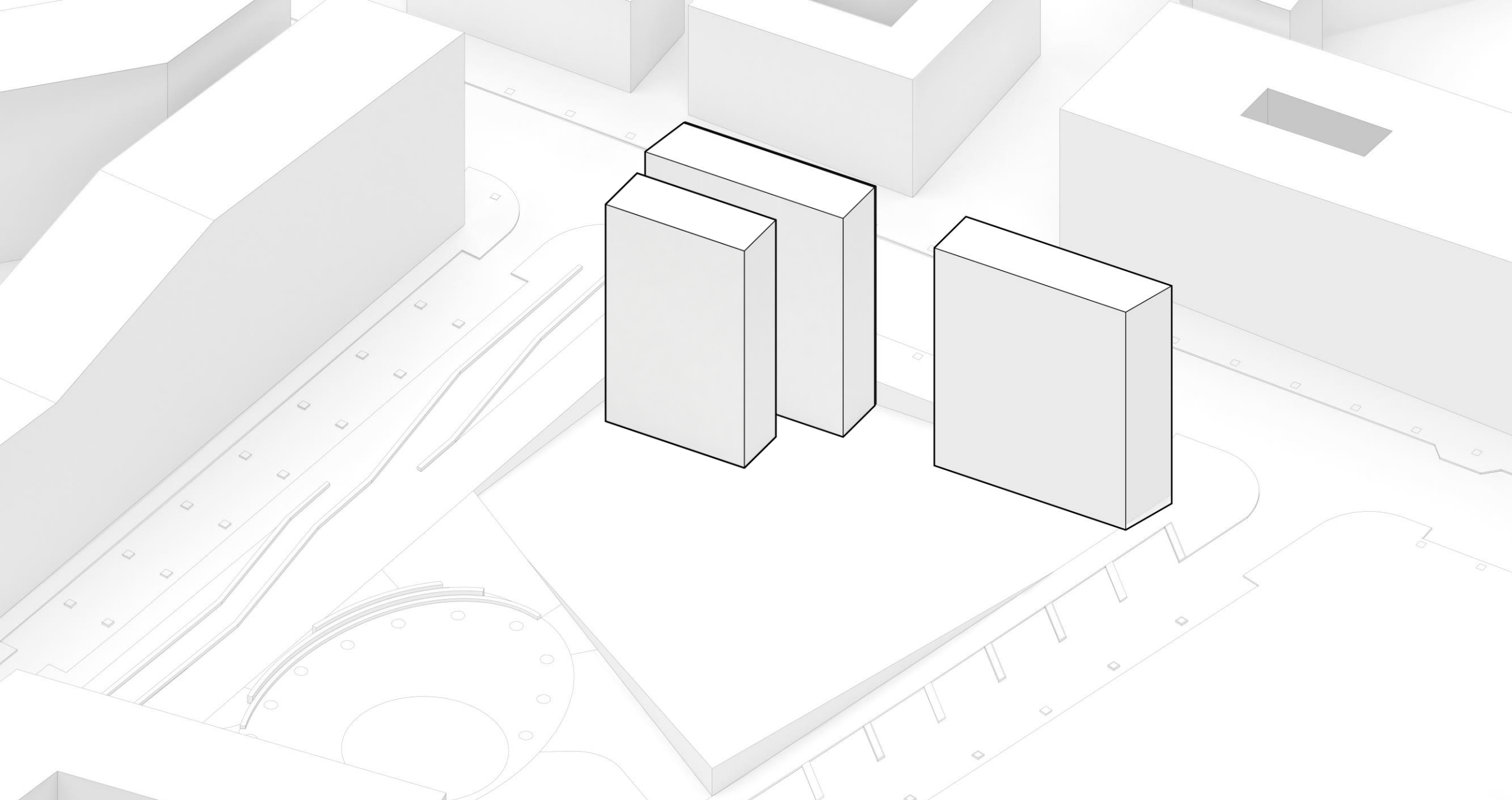


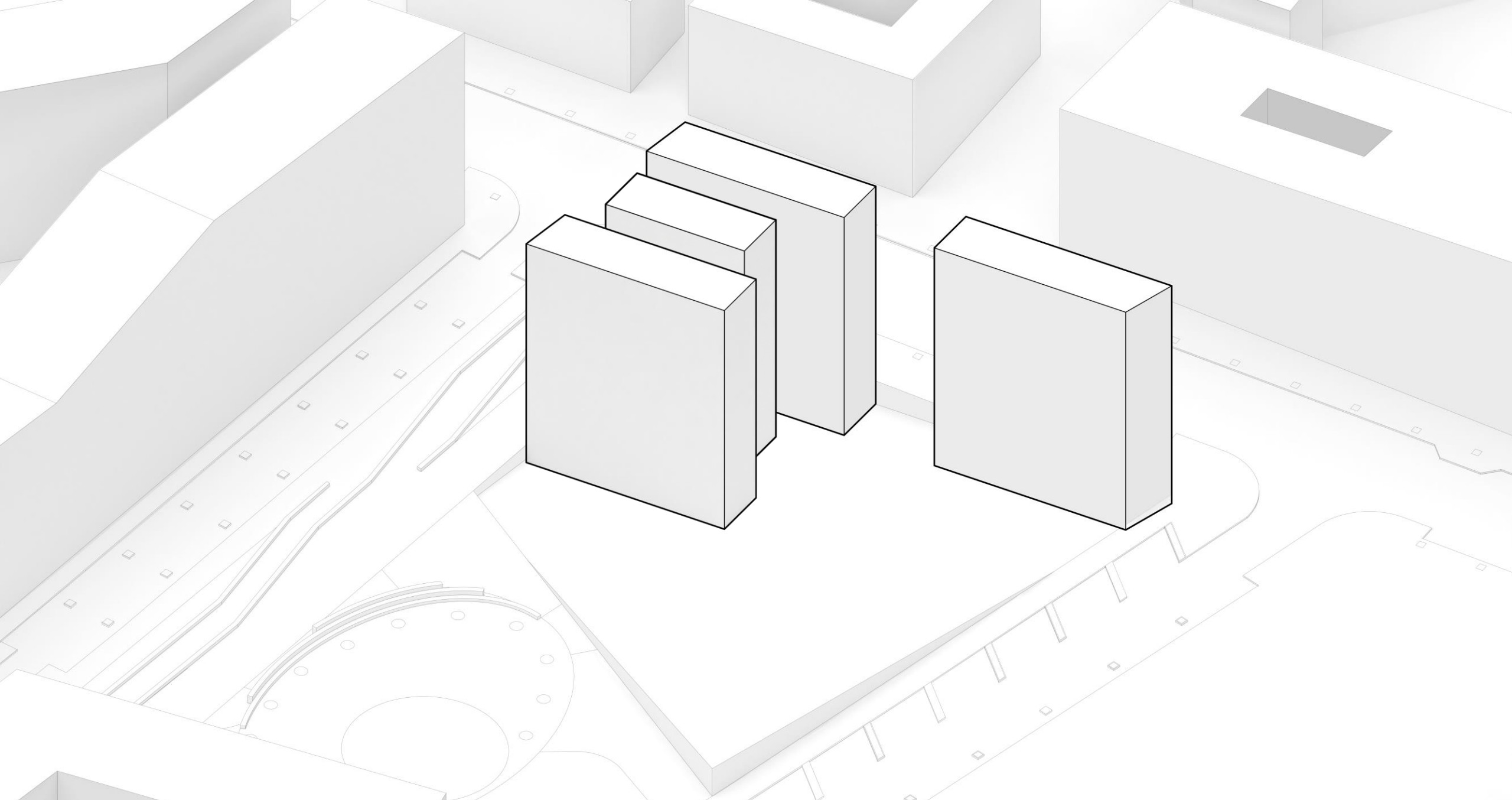


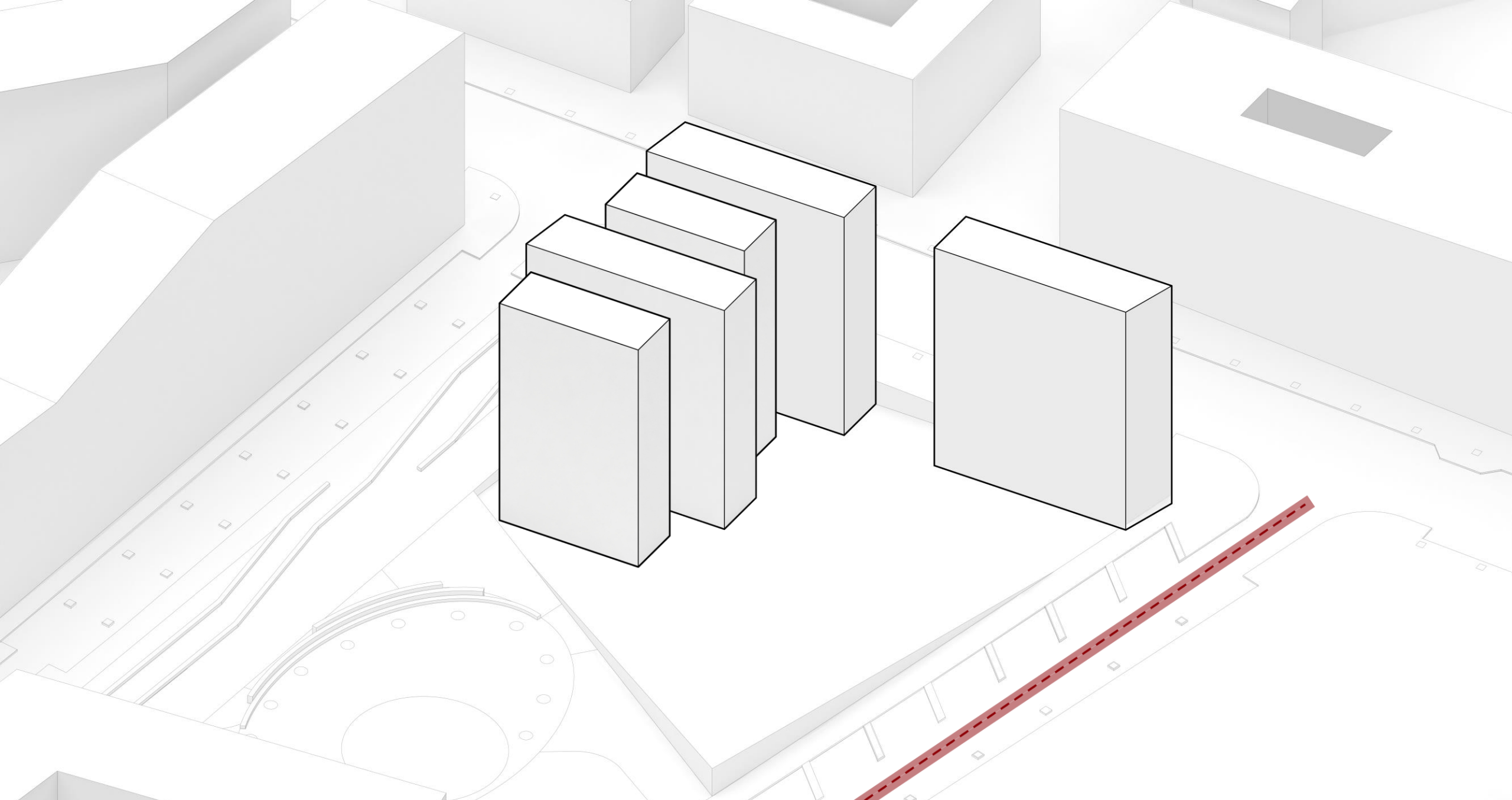
SOLUZIONE B

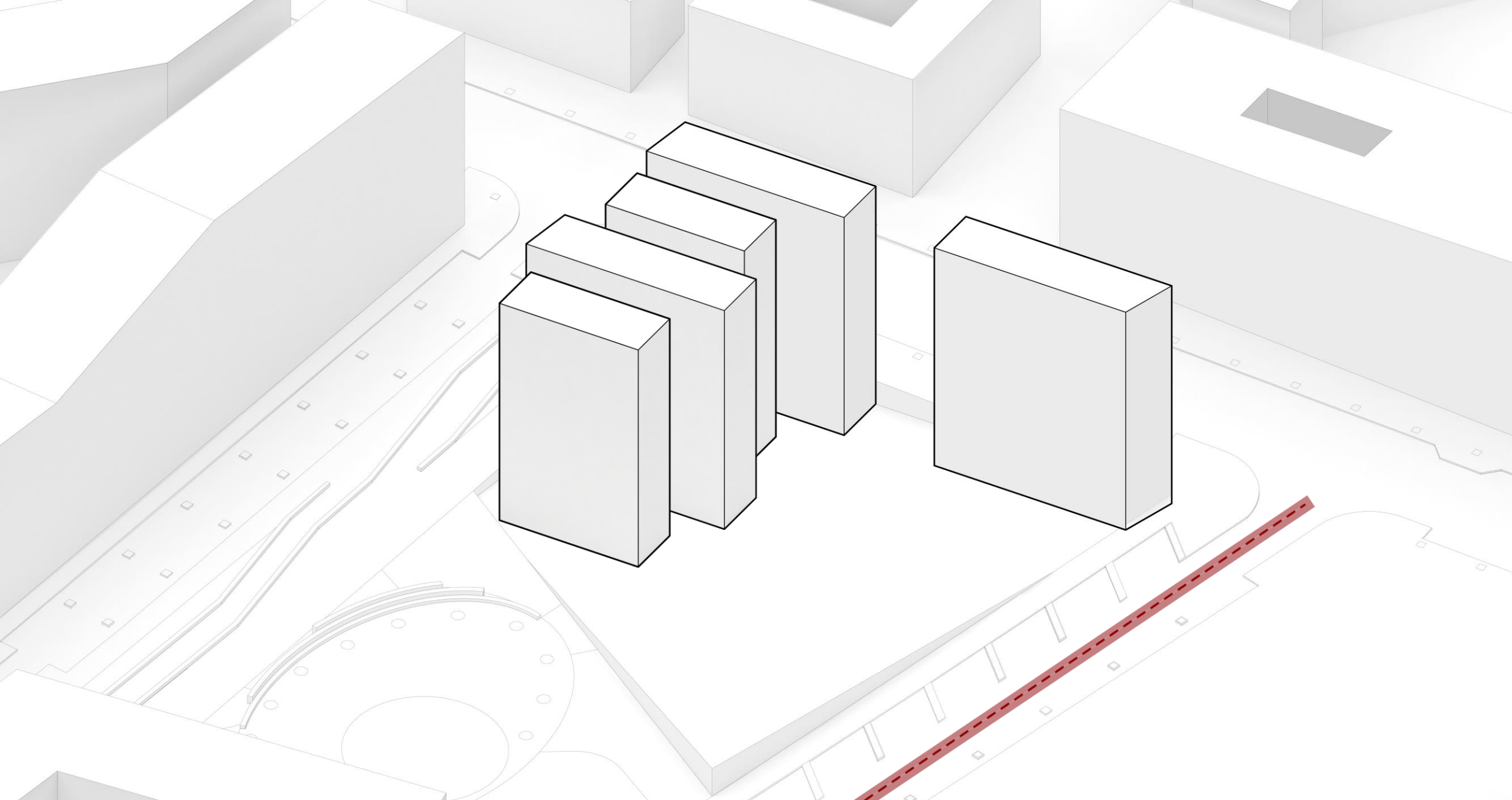


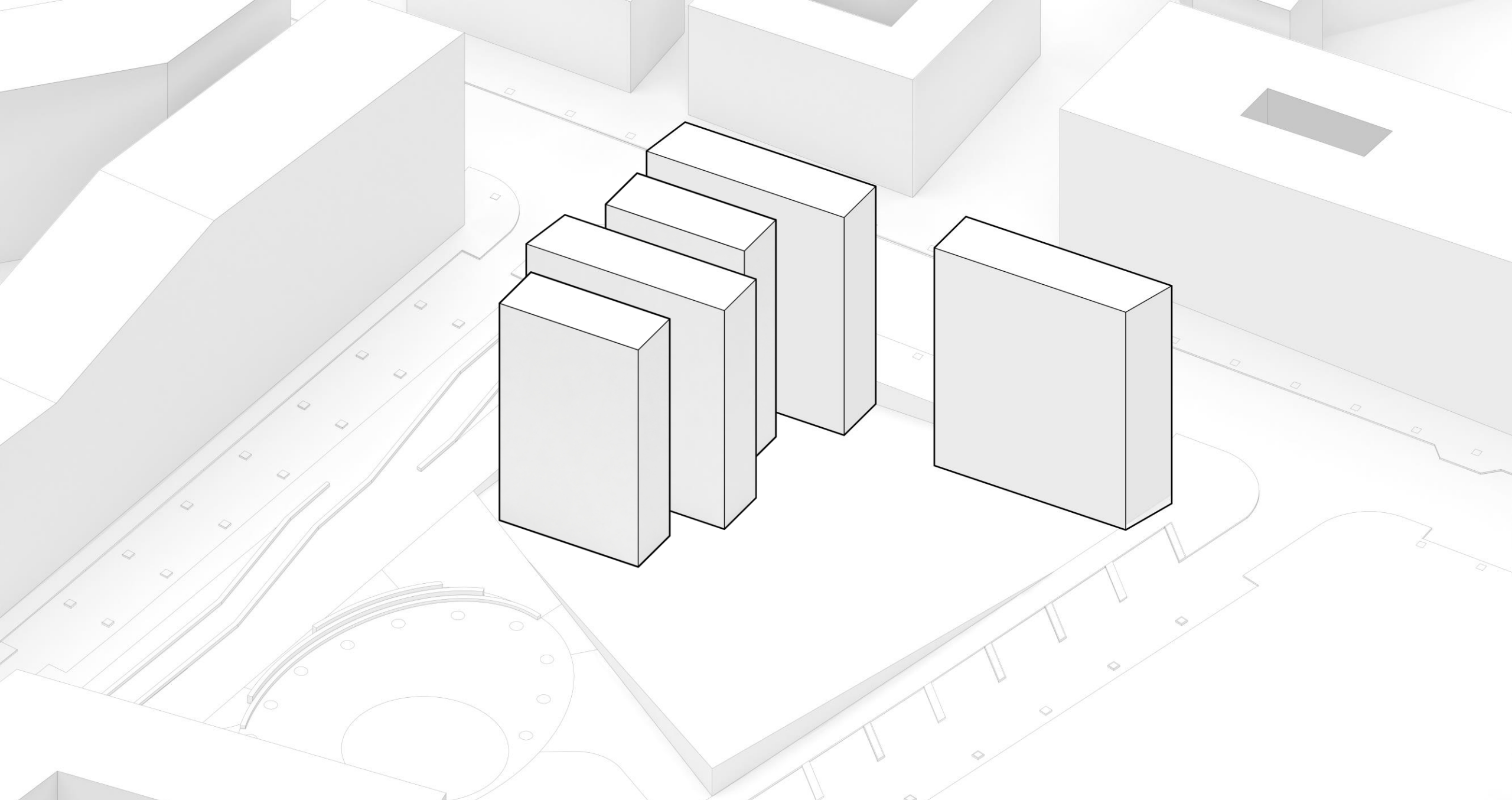


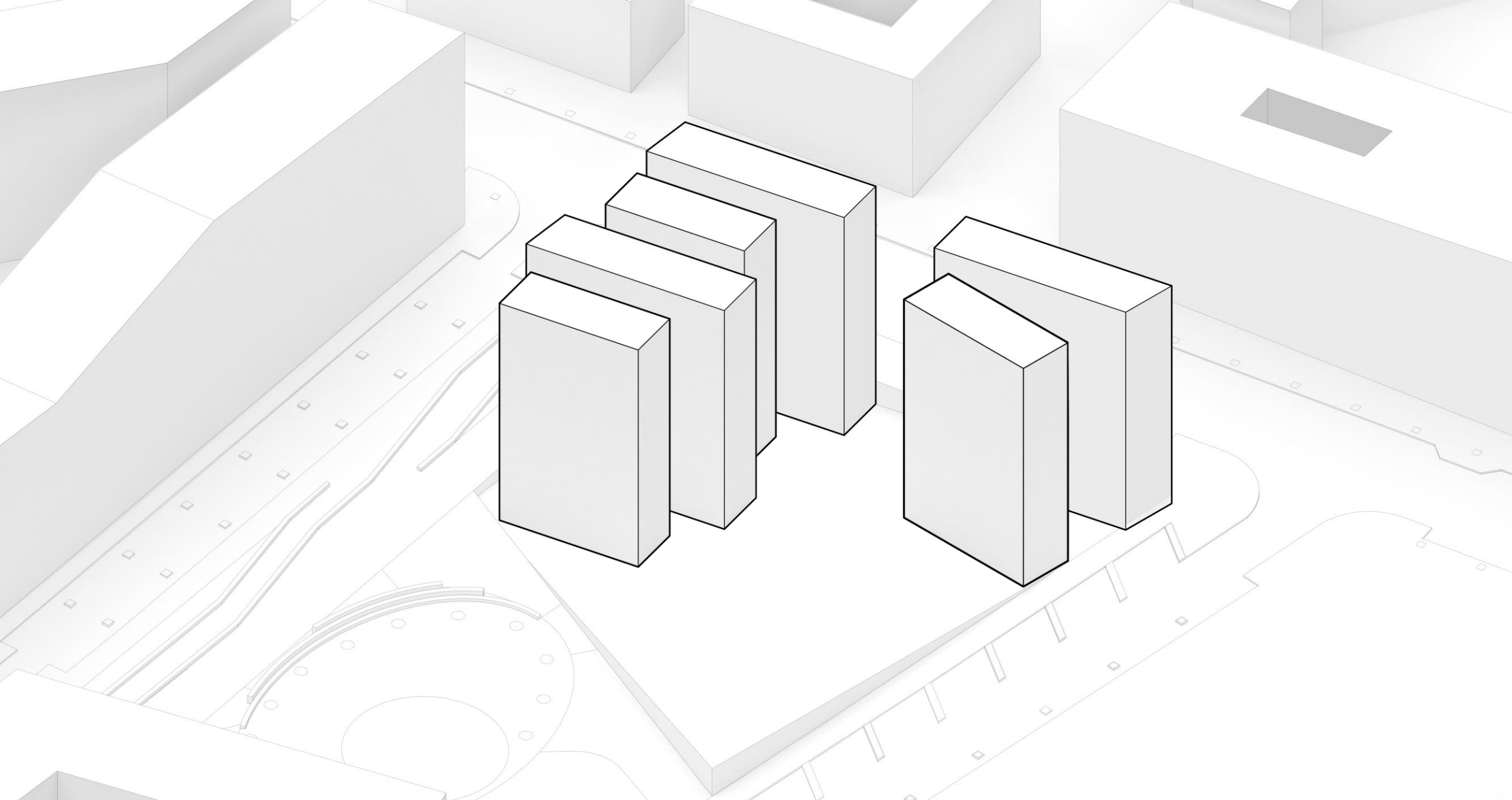


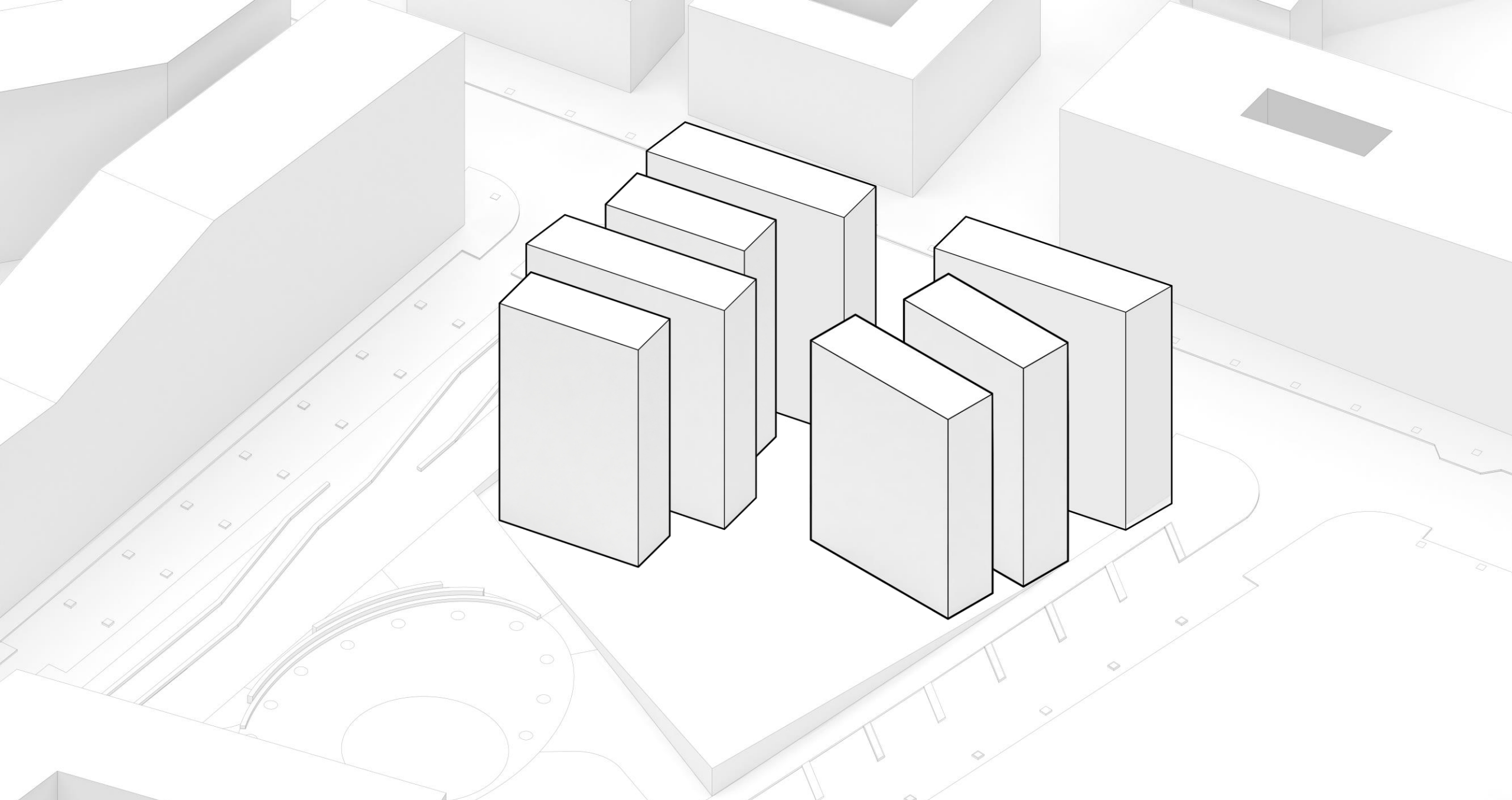


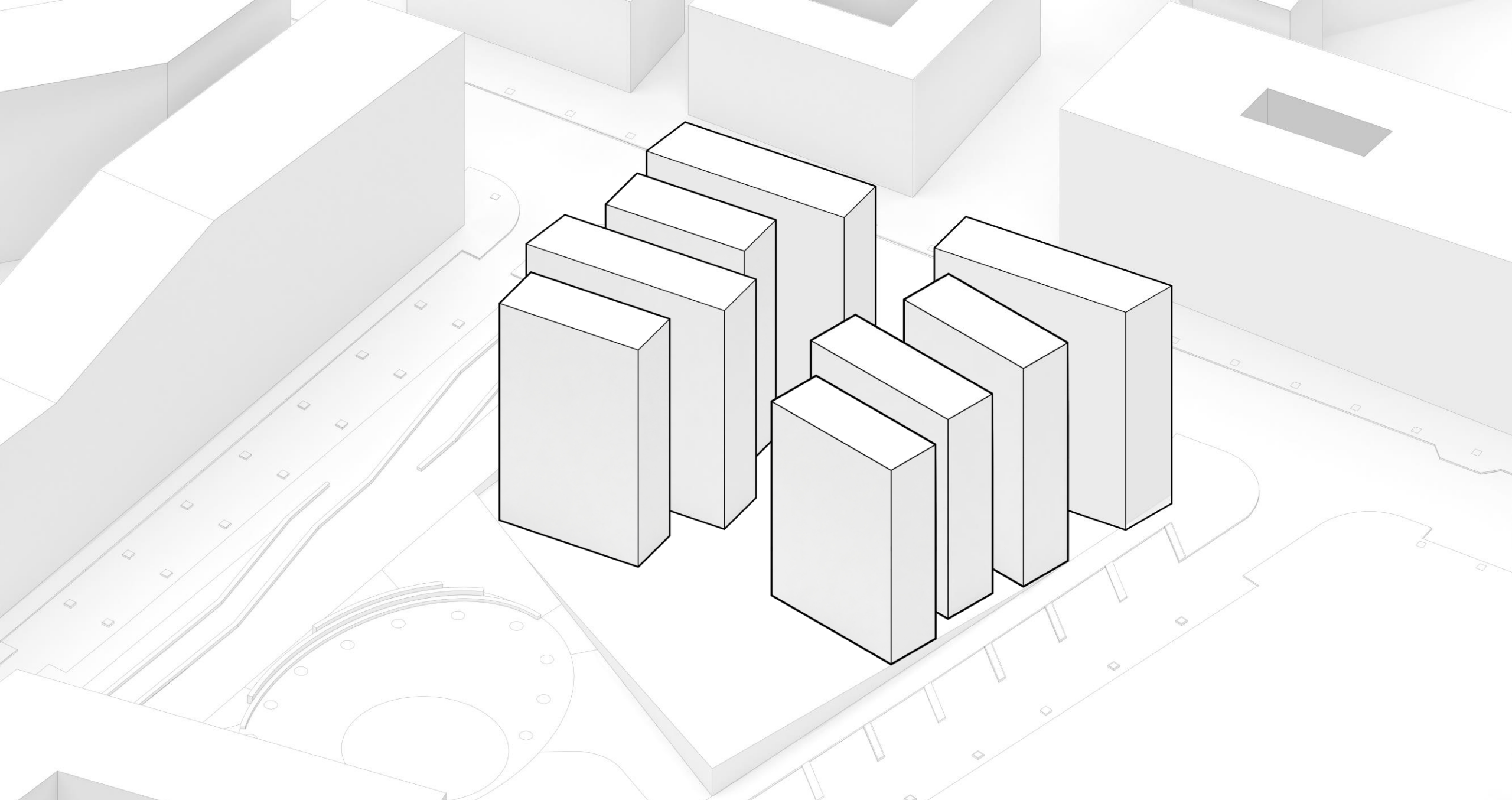


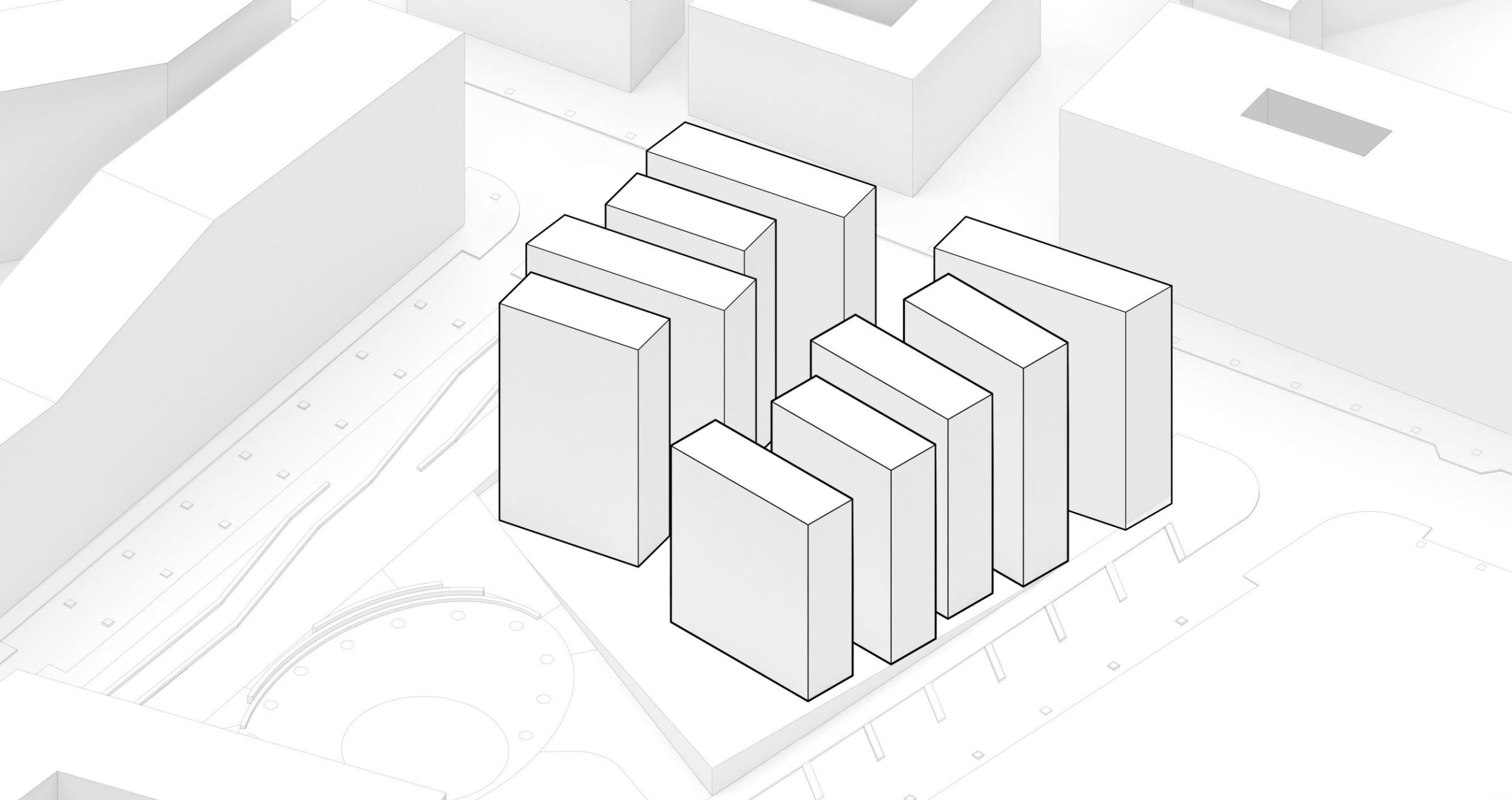


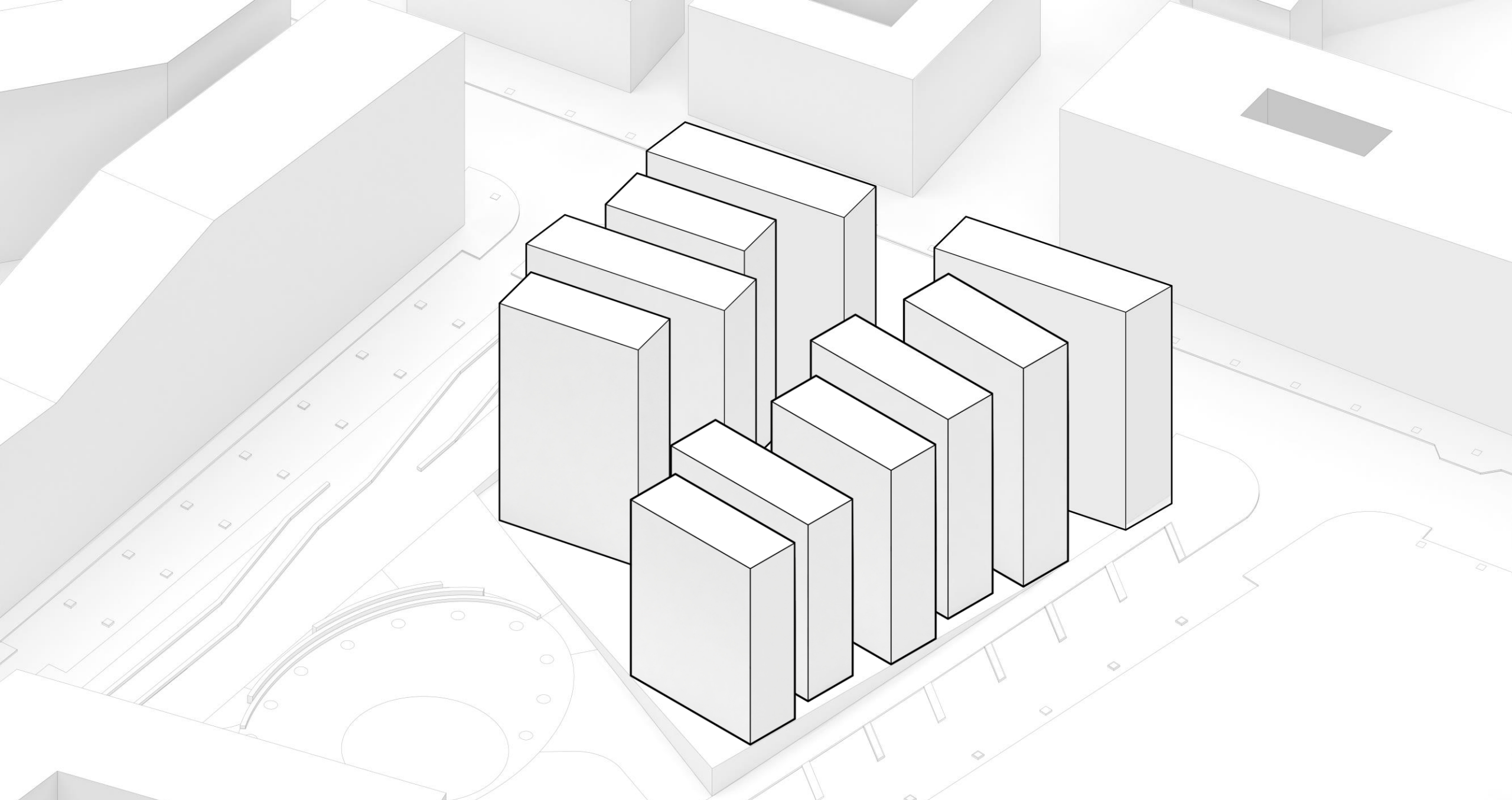


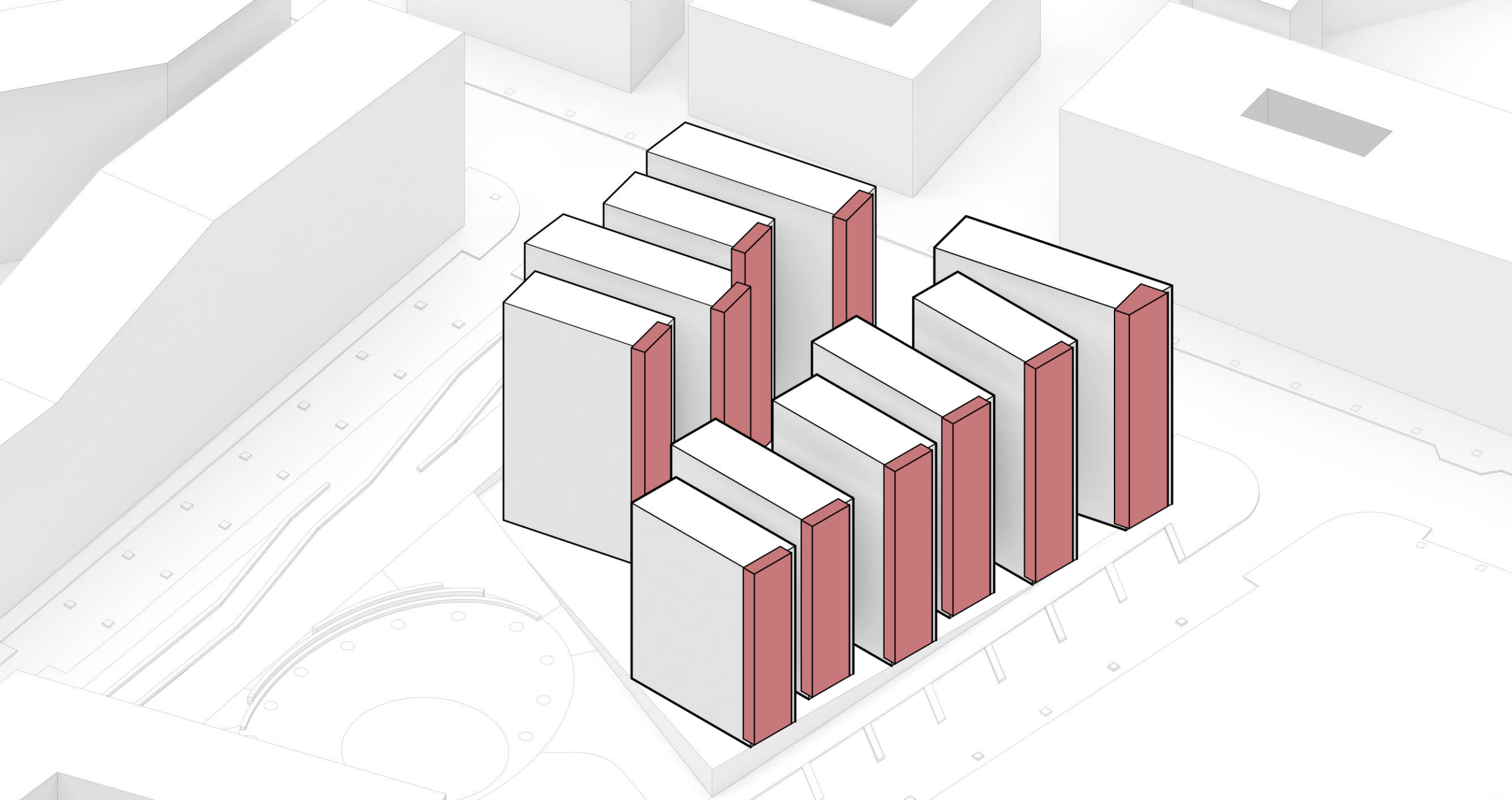


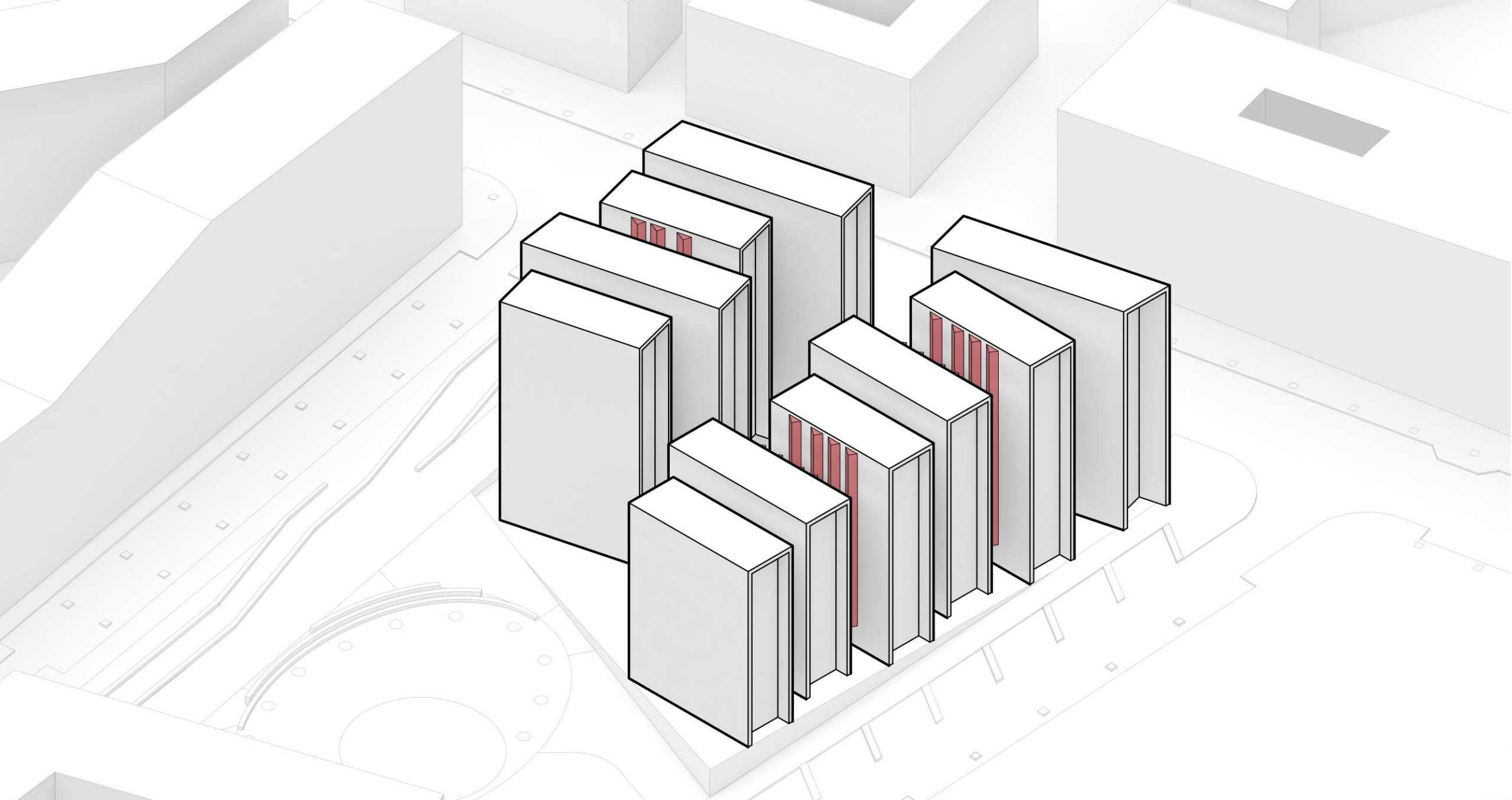


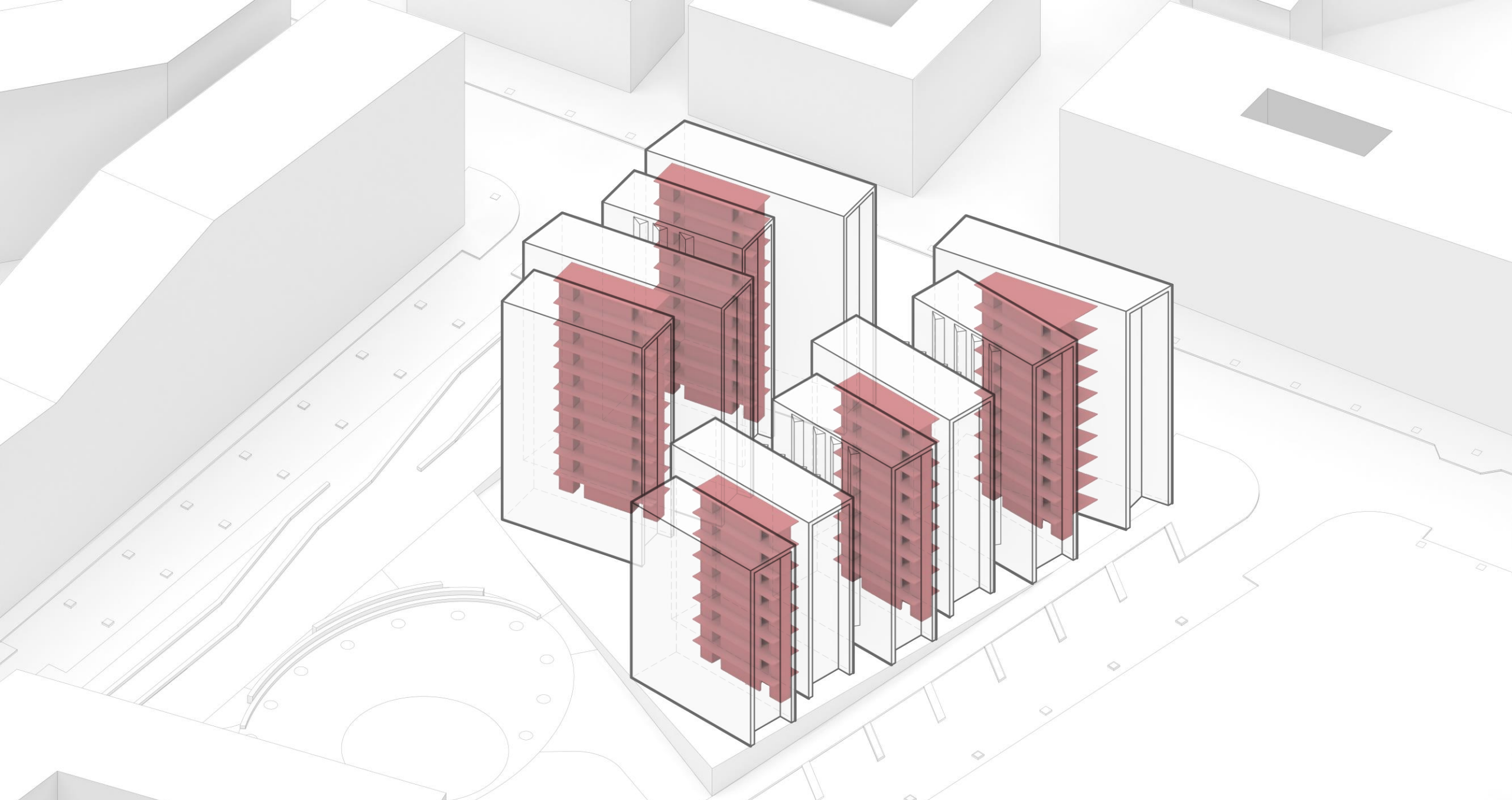


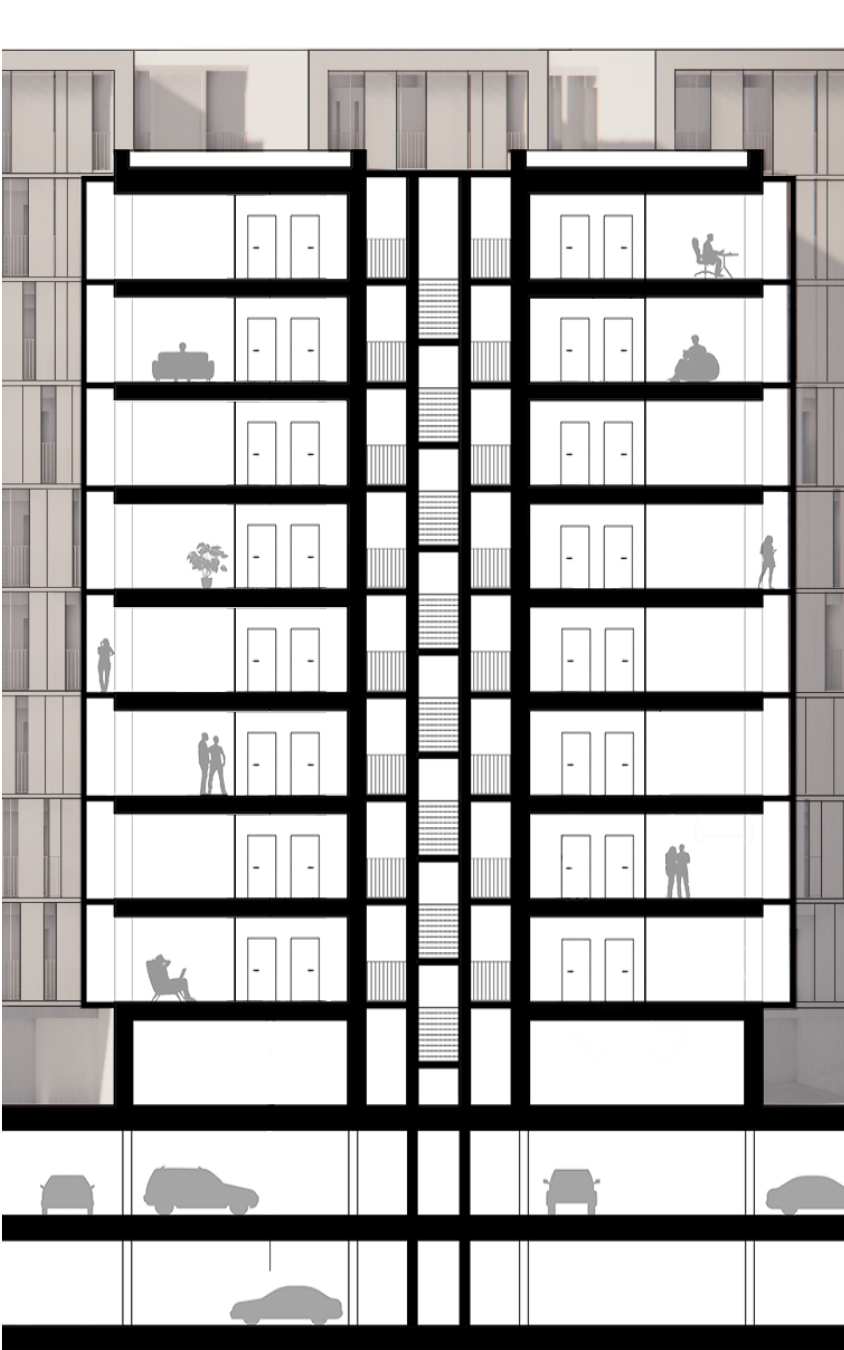


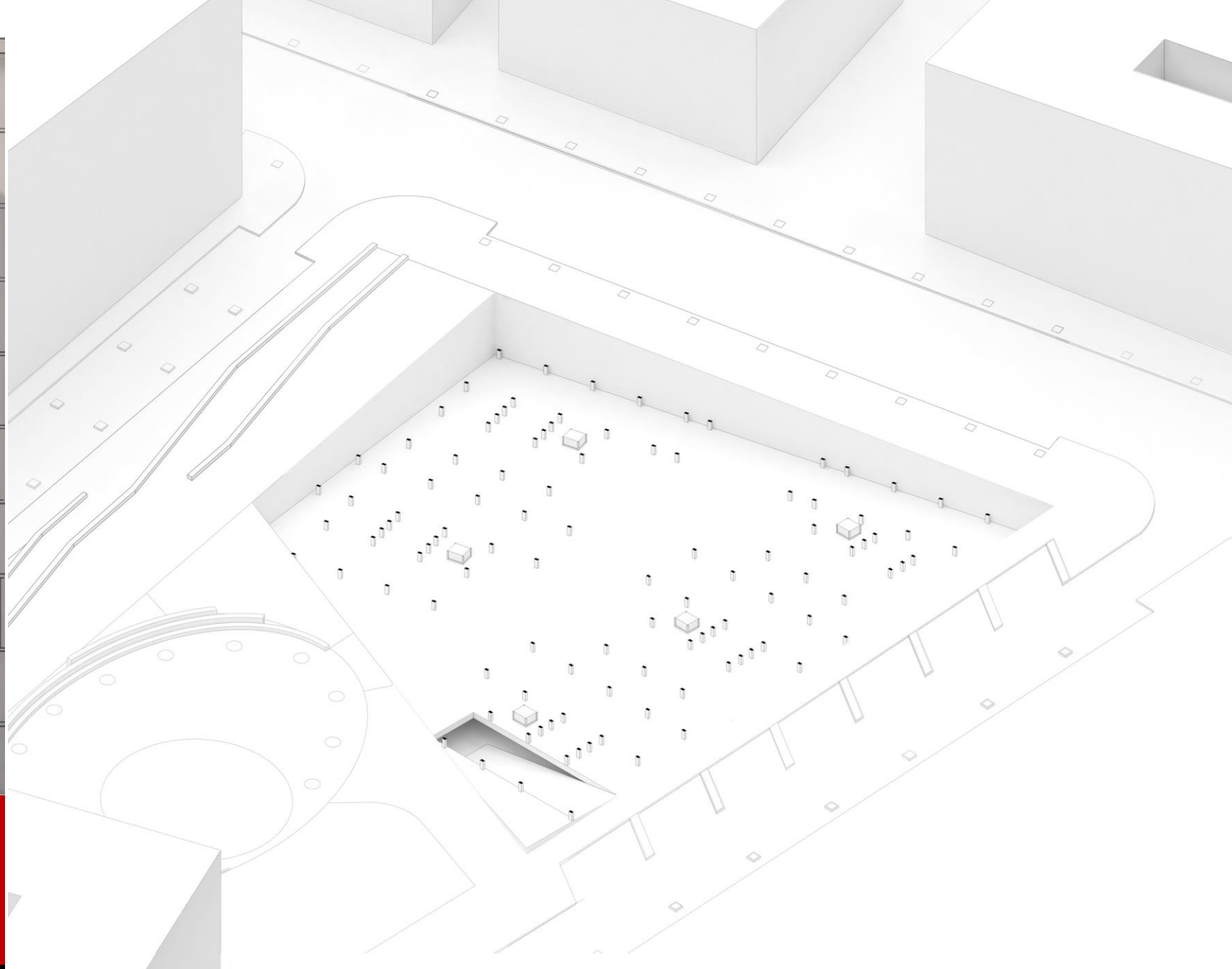
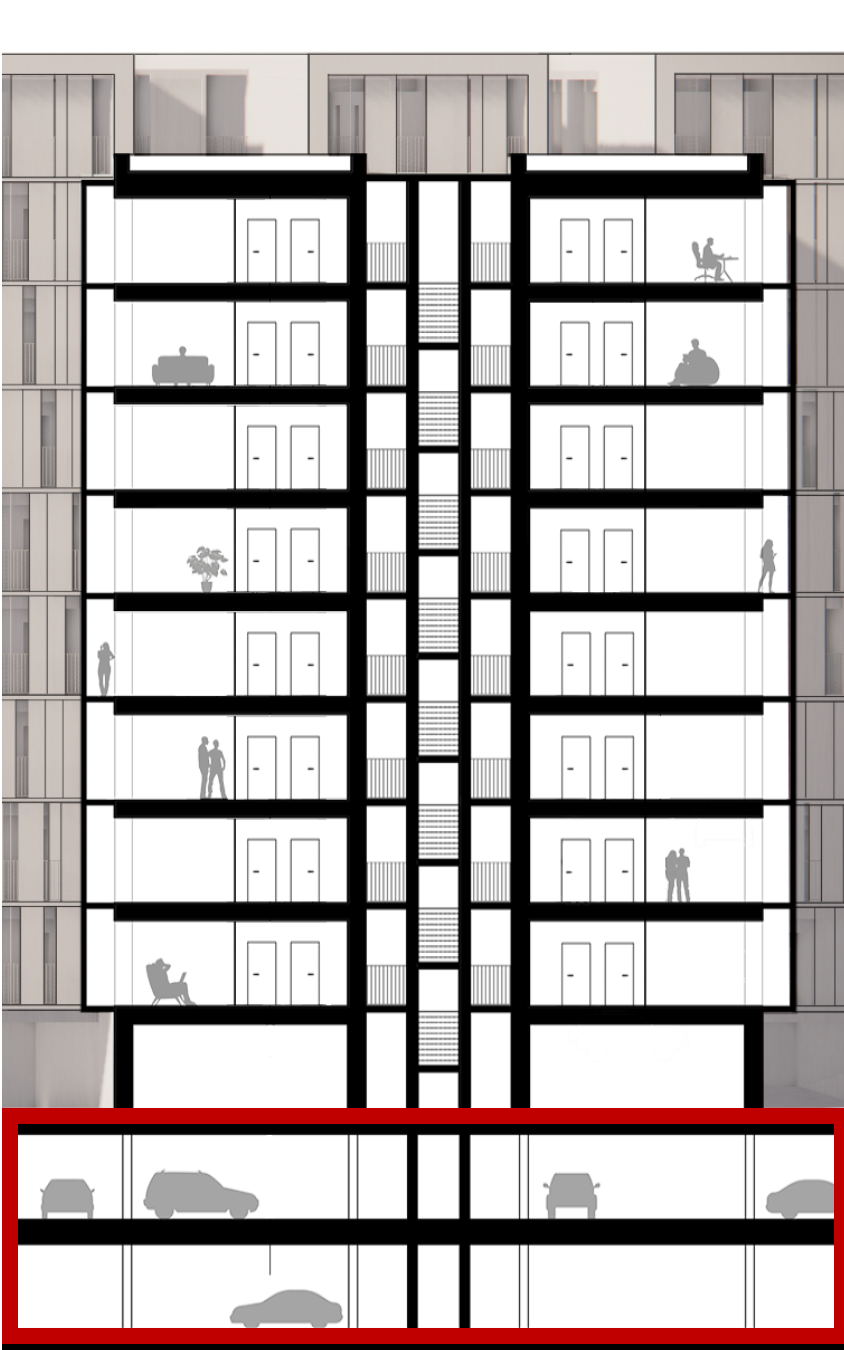


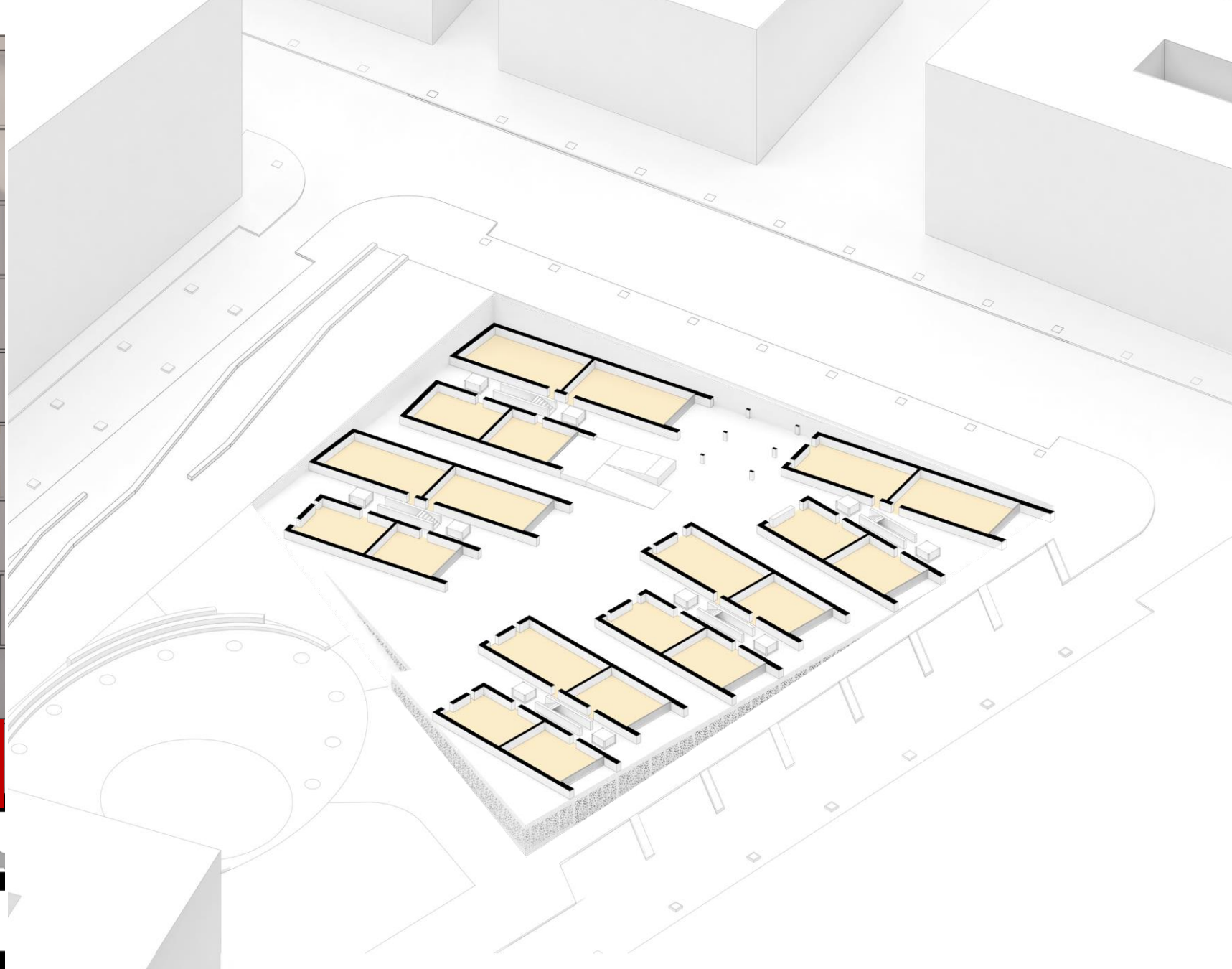
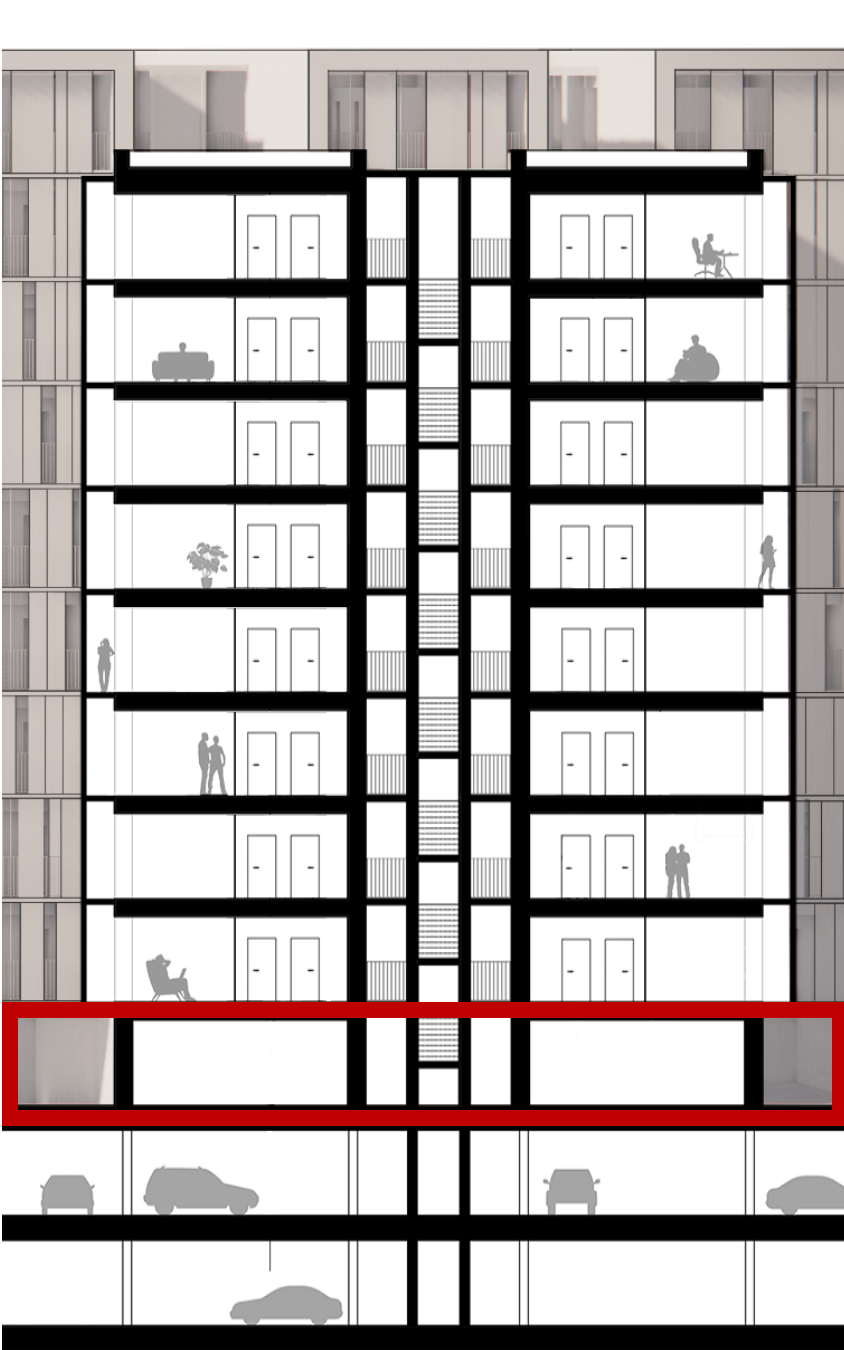


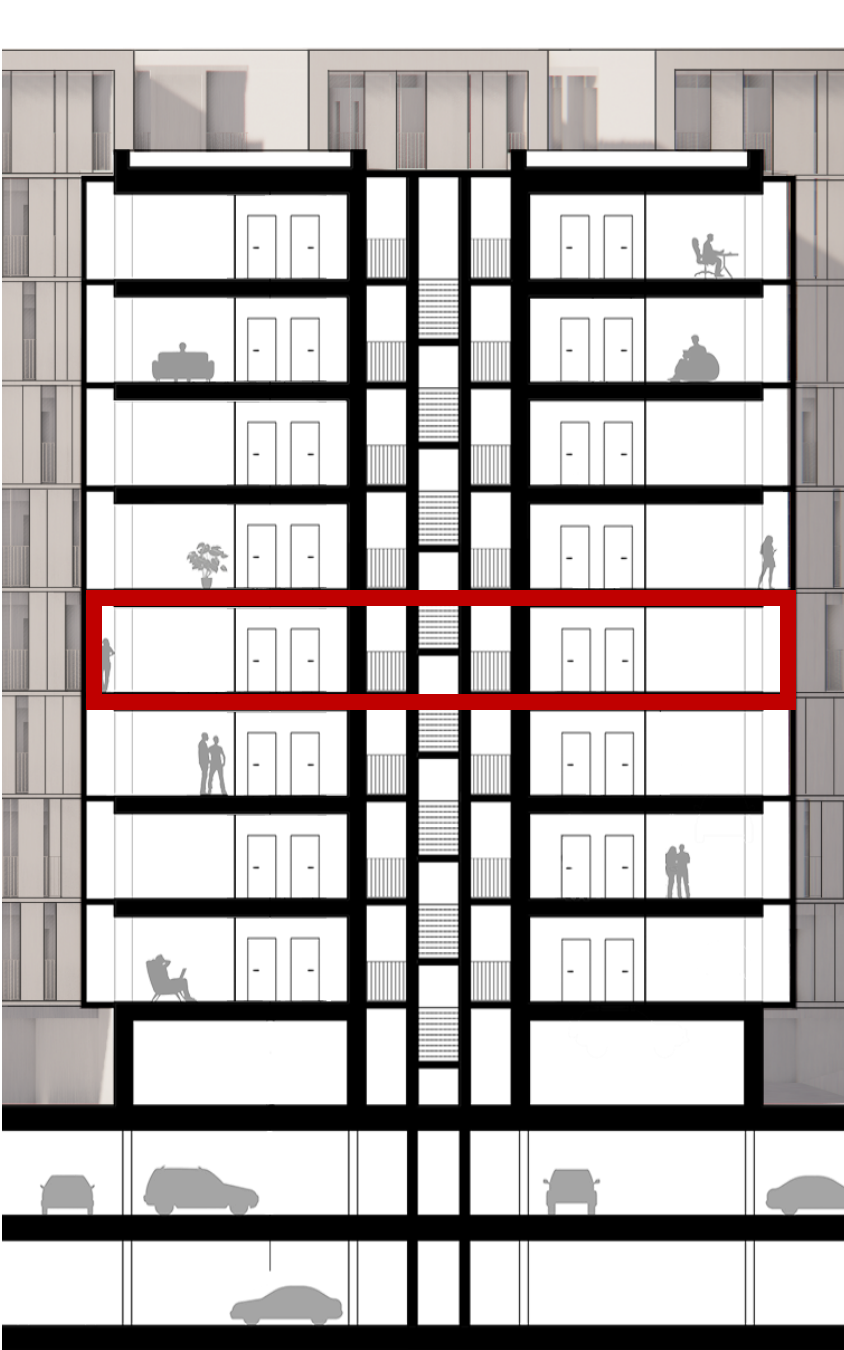




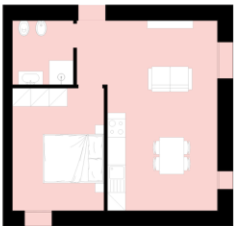






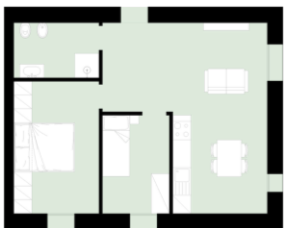


TIPOLOGIA S (43m²)



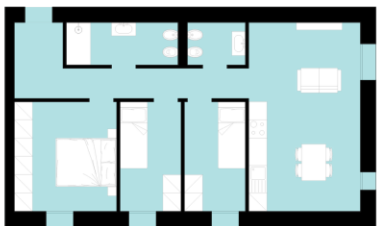
Cucina e soggiorno: 24,80 m²
Camera: 12 m²
Bagno: 4,20 m²

TIPOLOGIA M (50m²)



Cucina e soggiorno: 26 m²
Camera matrimoniale: 12 m²
Camera singola: 7 m²
Bagno: 5 m²

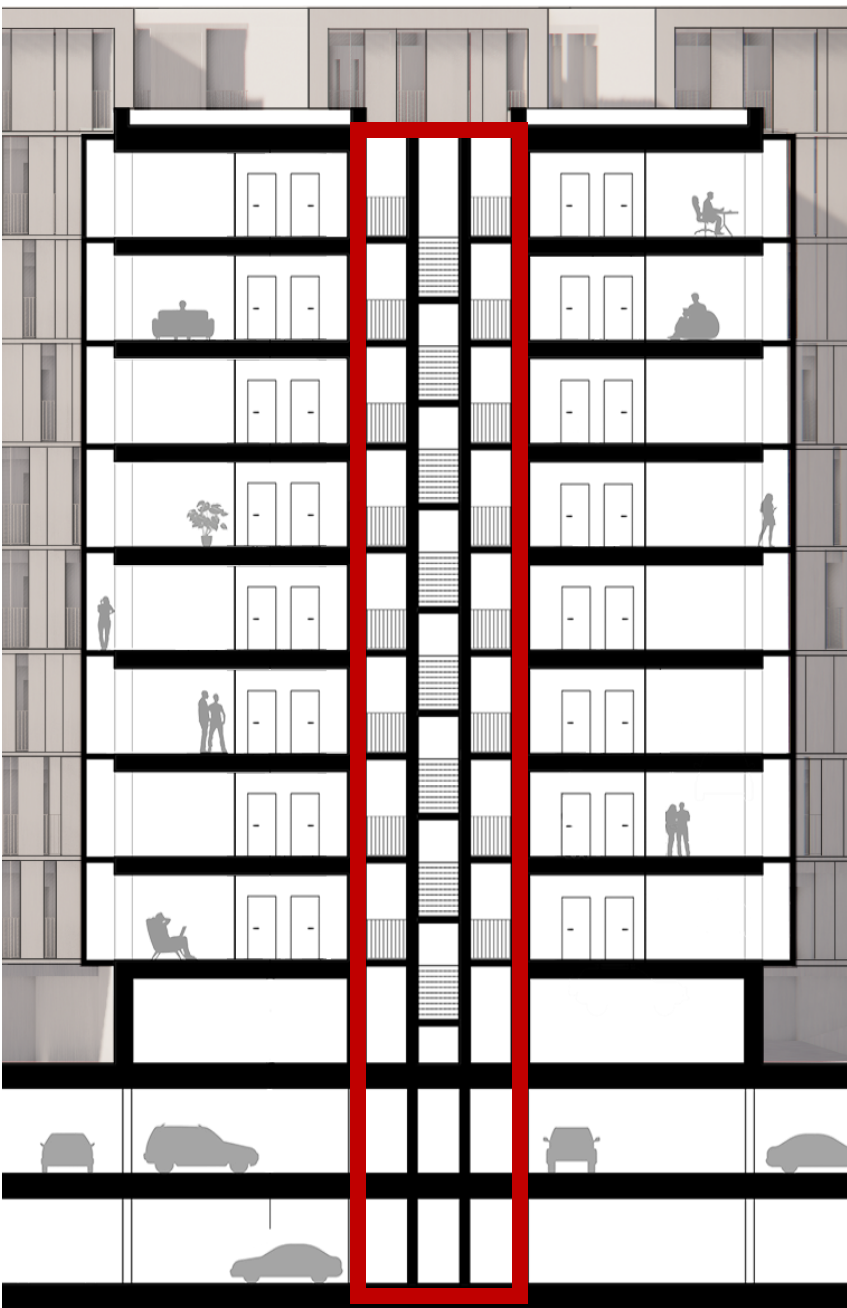
TIPOLOGIA L (66m²)

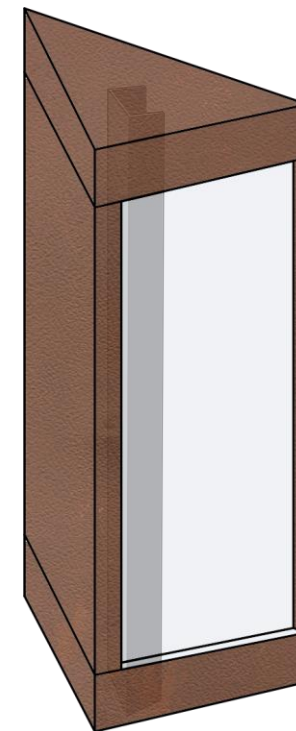
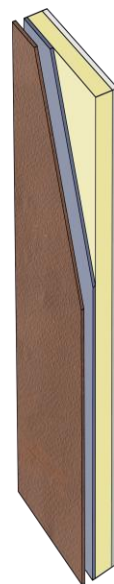
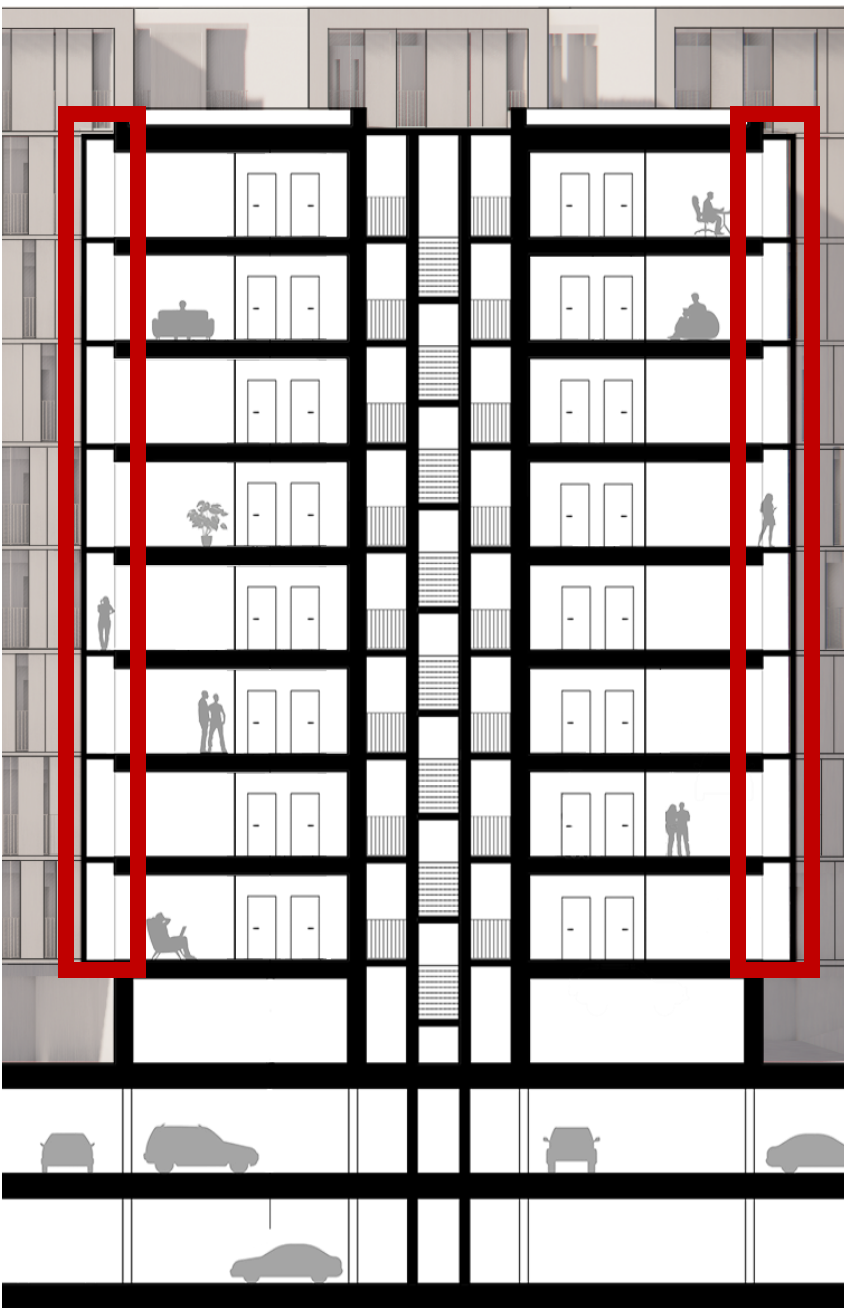


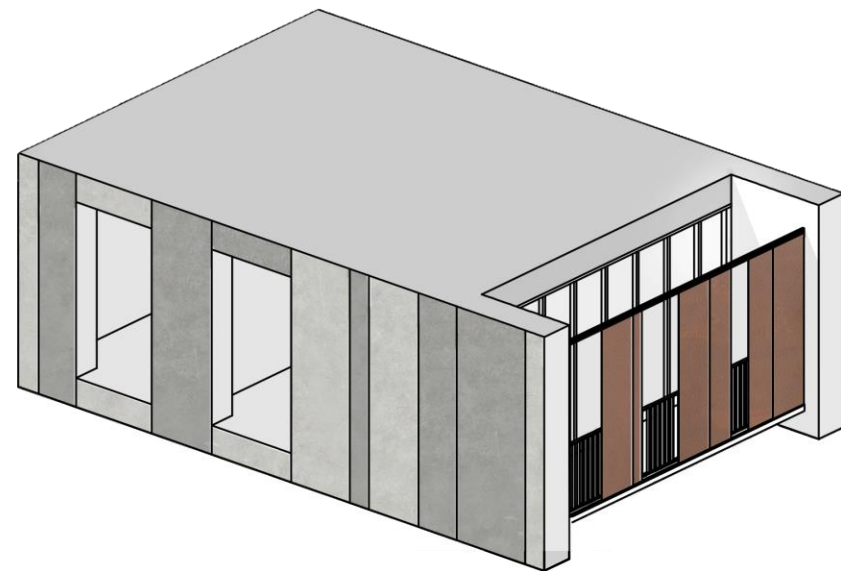
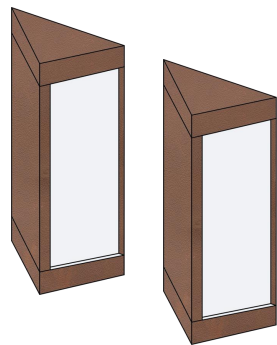
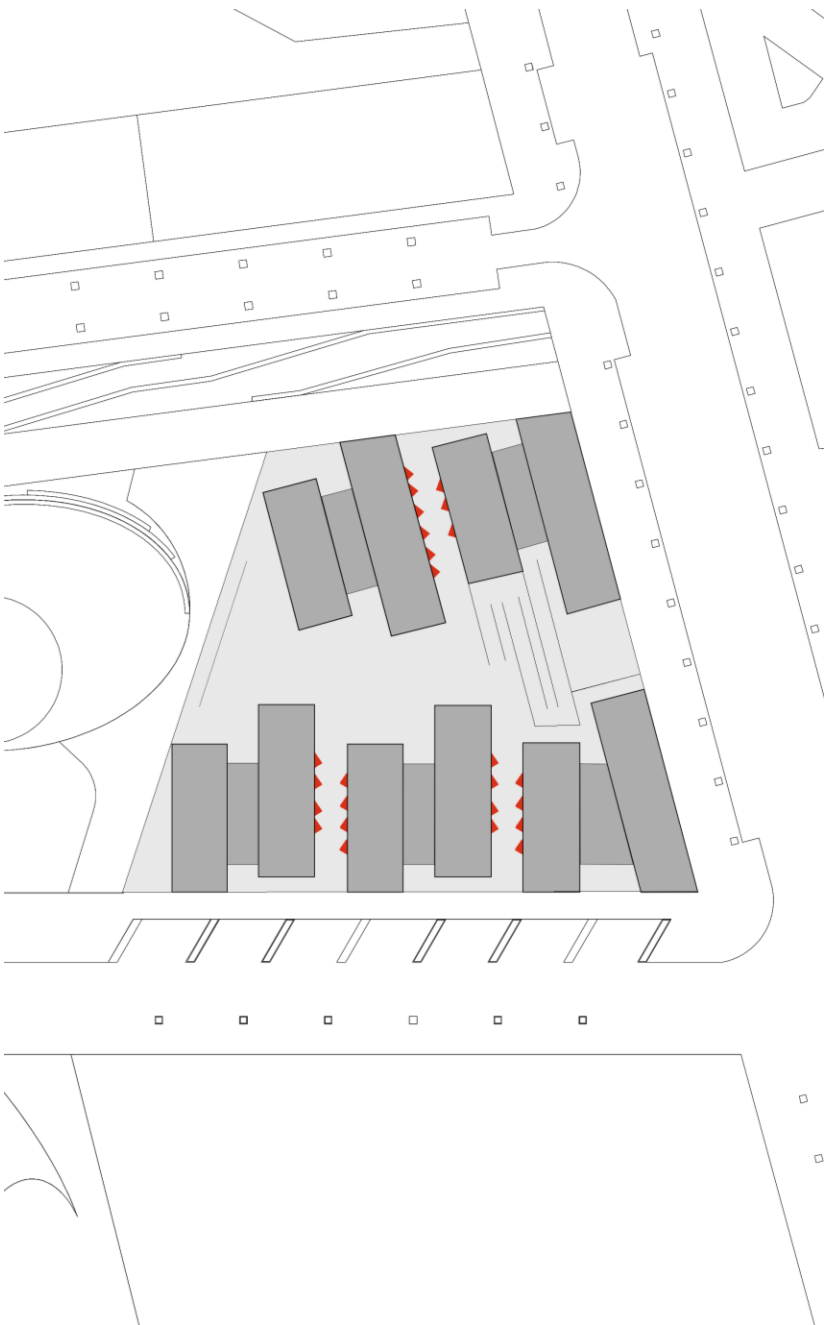
Cucina e soggiorno: 22 m²
Camera matrimoniale: 12 m²
Camera singola: 7,20 m²
Camera singola: 7,20 m²
Bagno: 5 m²
Bagno: 3,10 m²





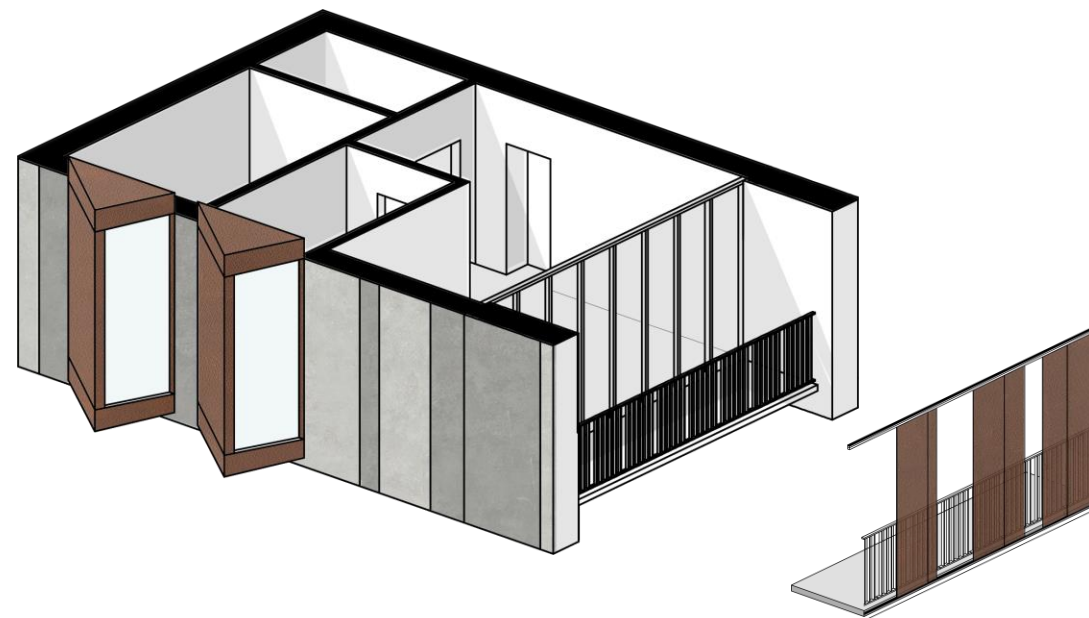
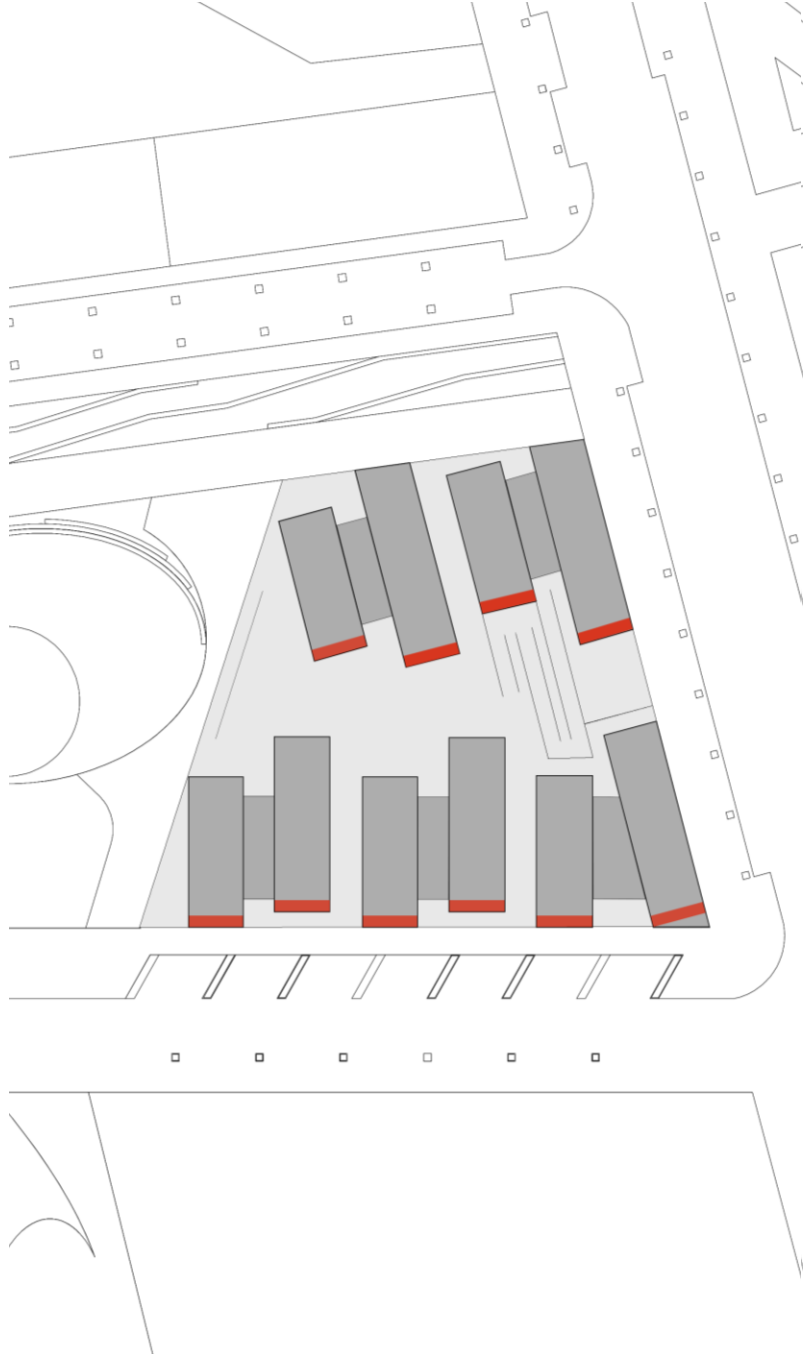






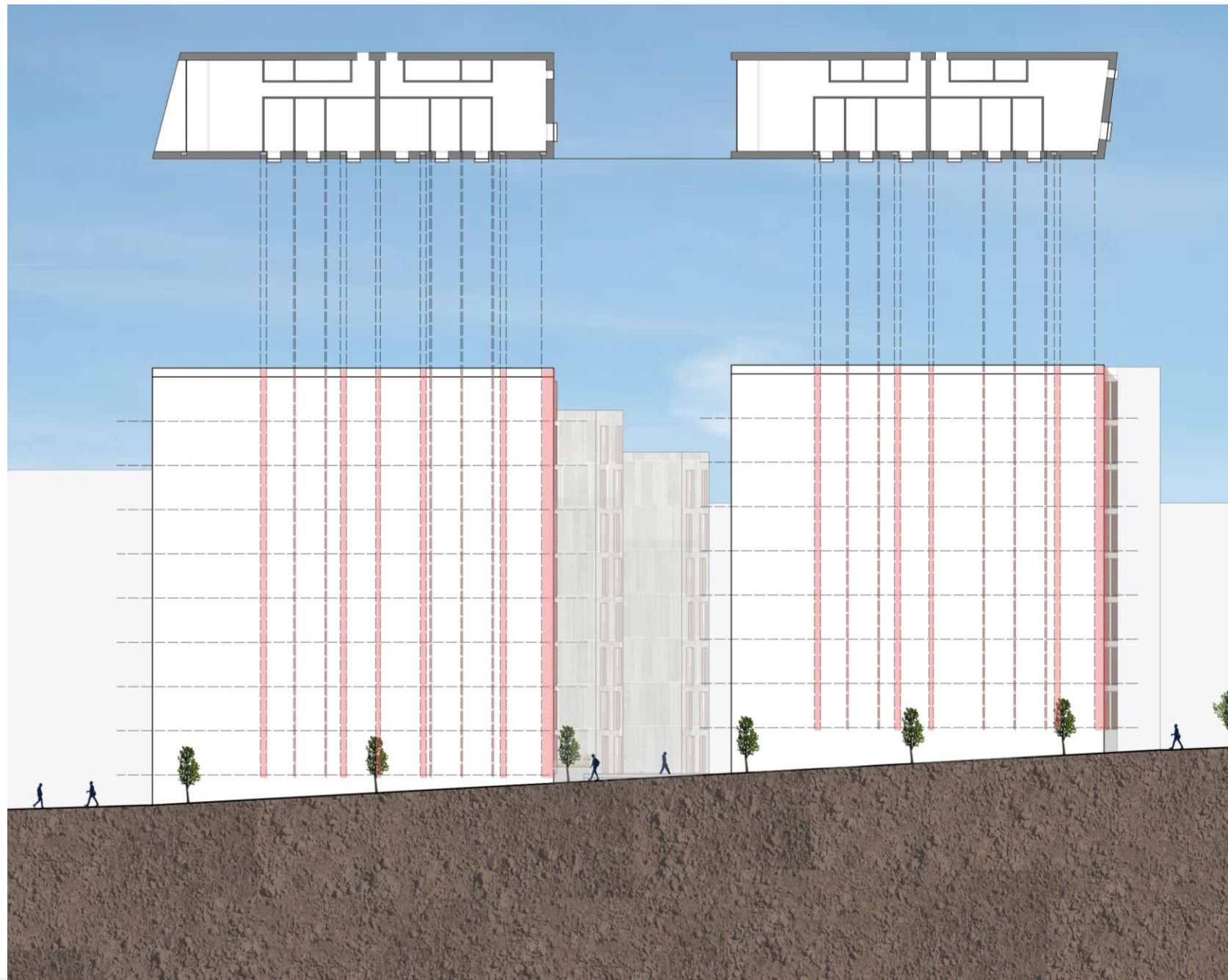




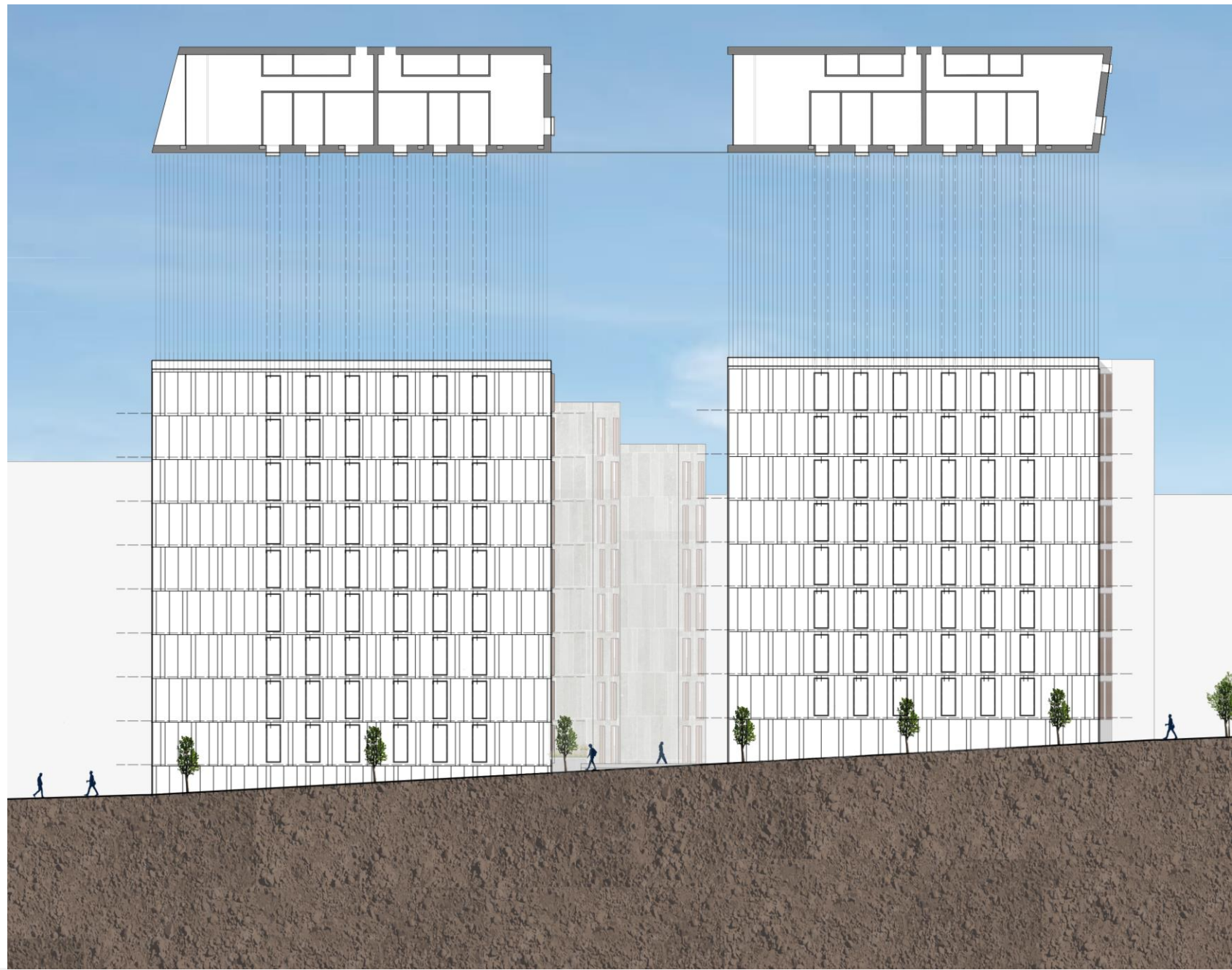




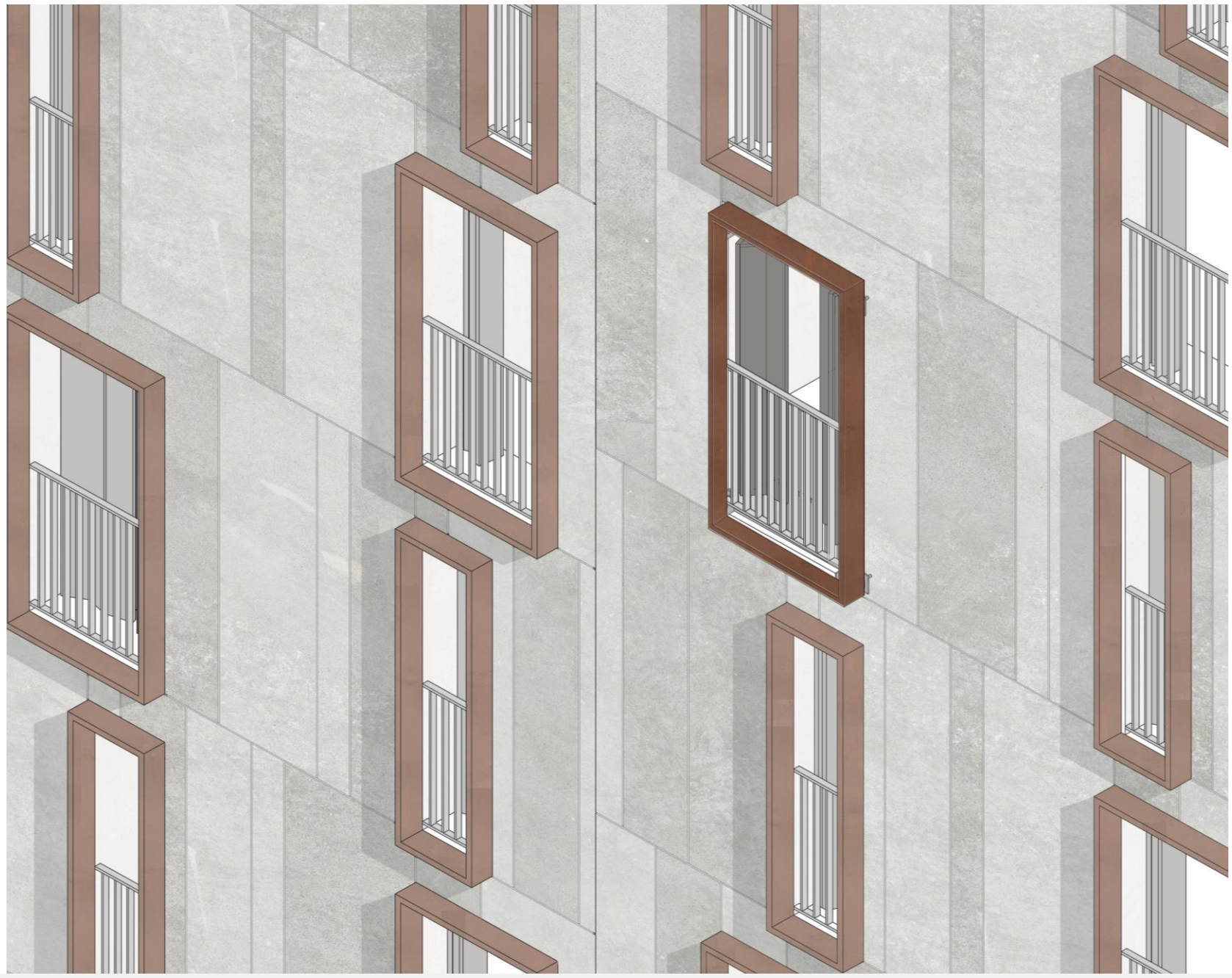
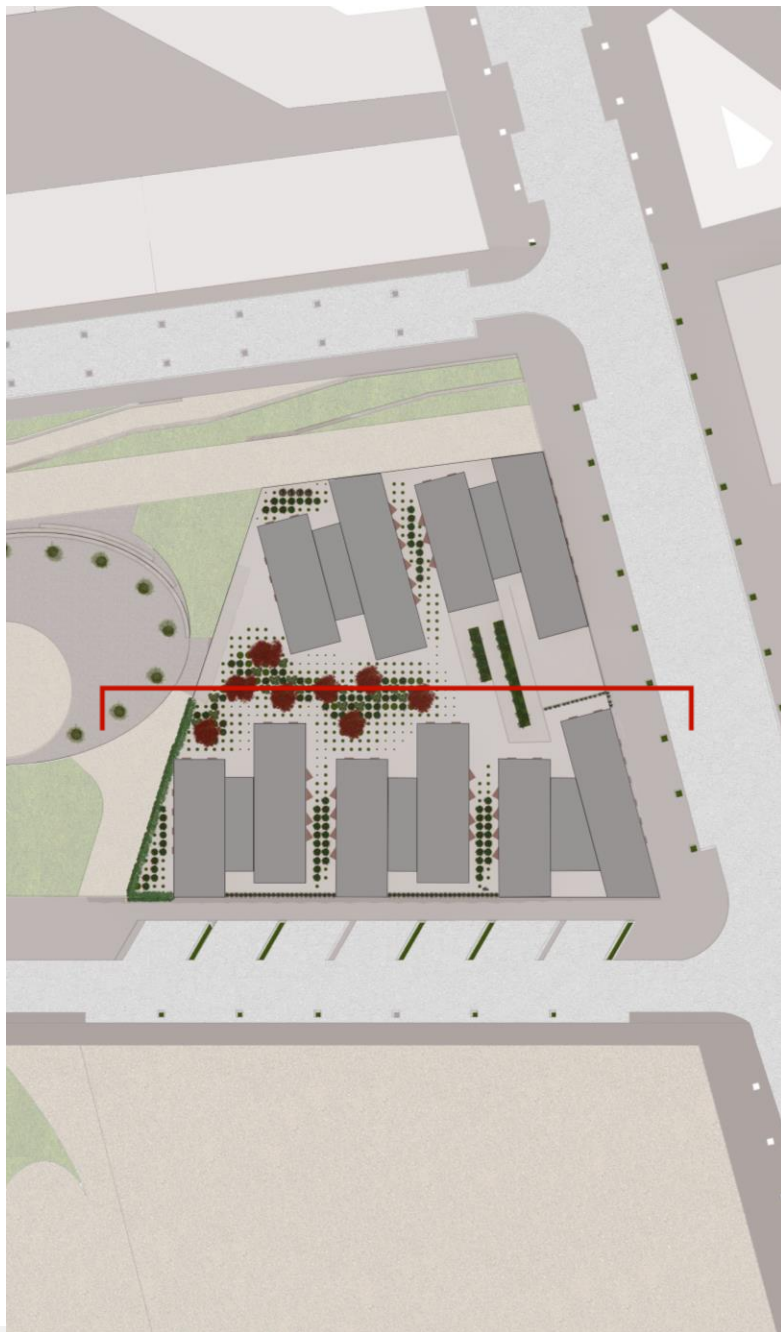


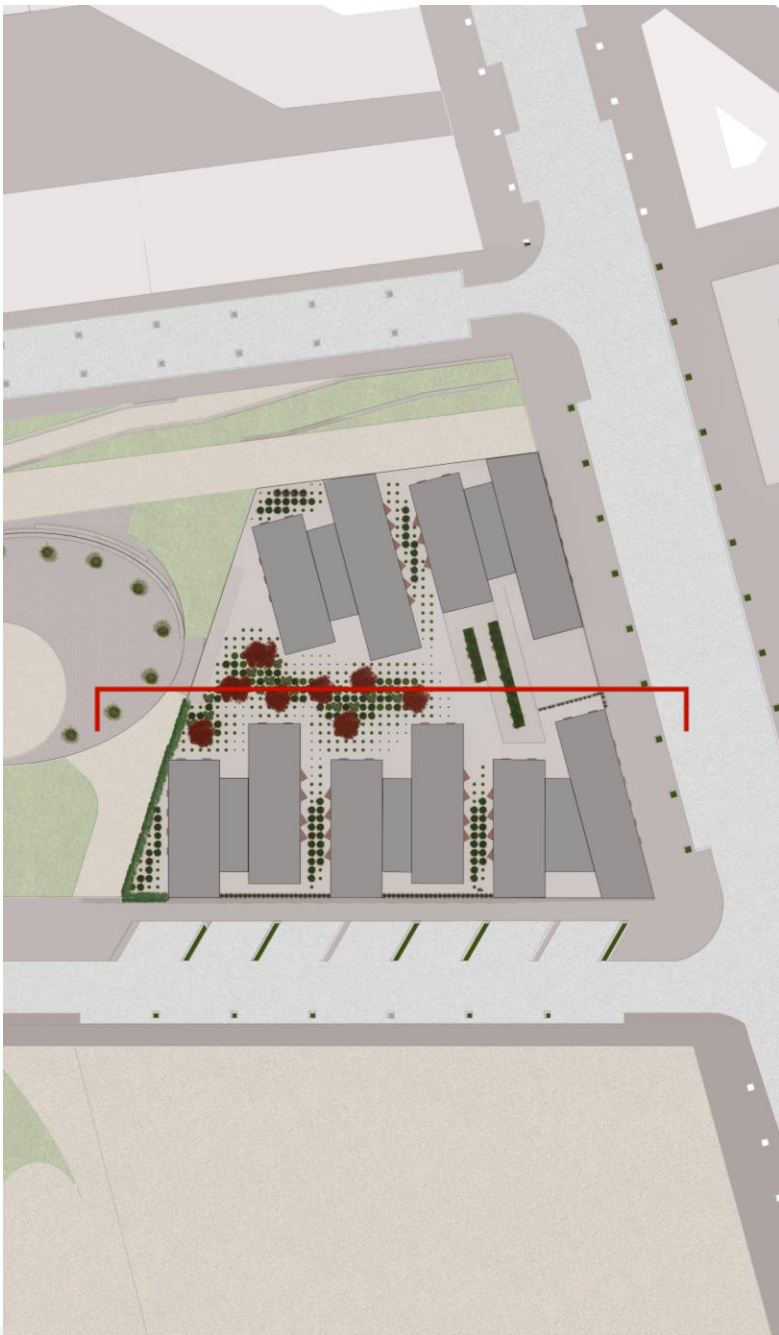






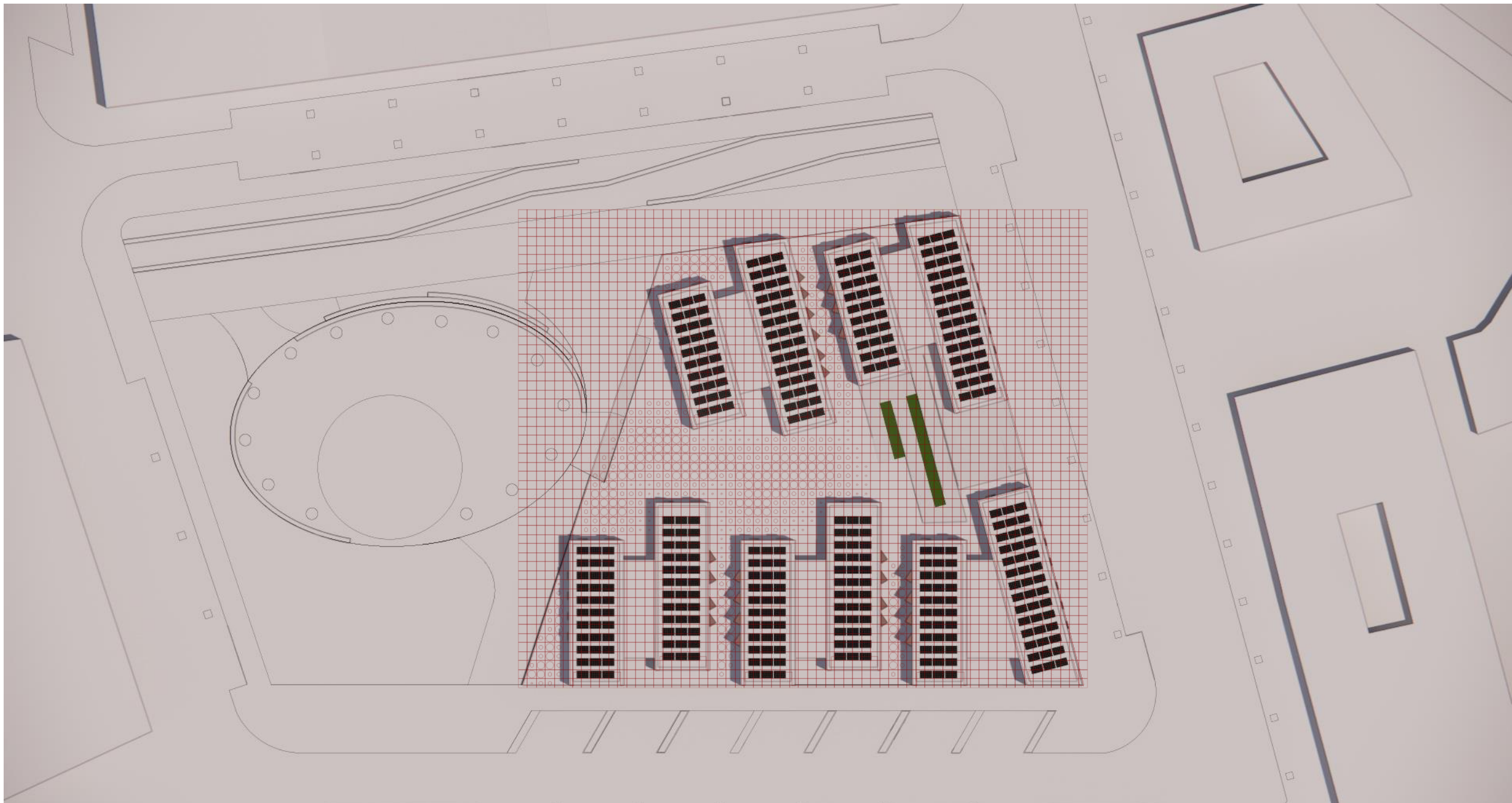














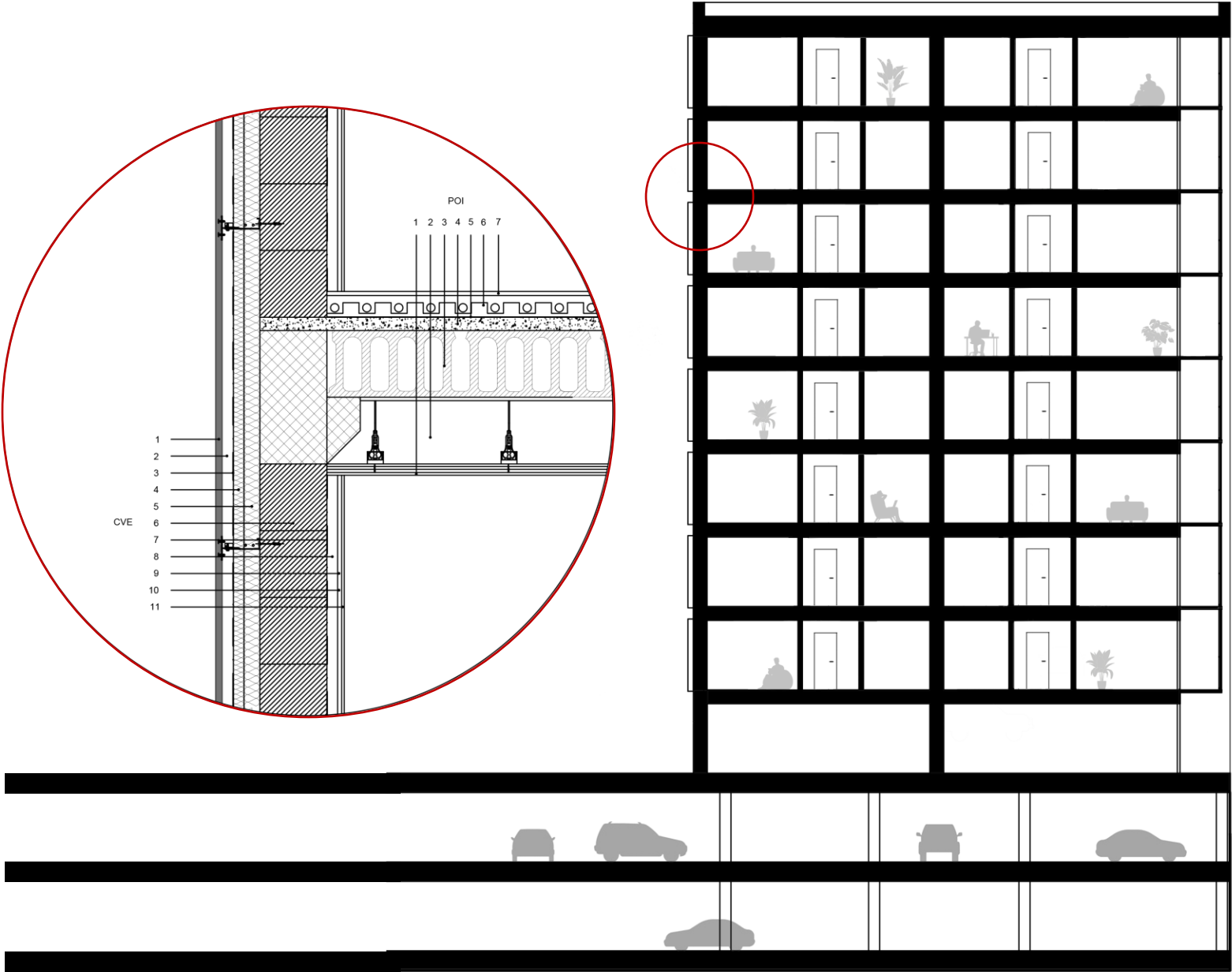




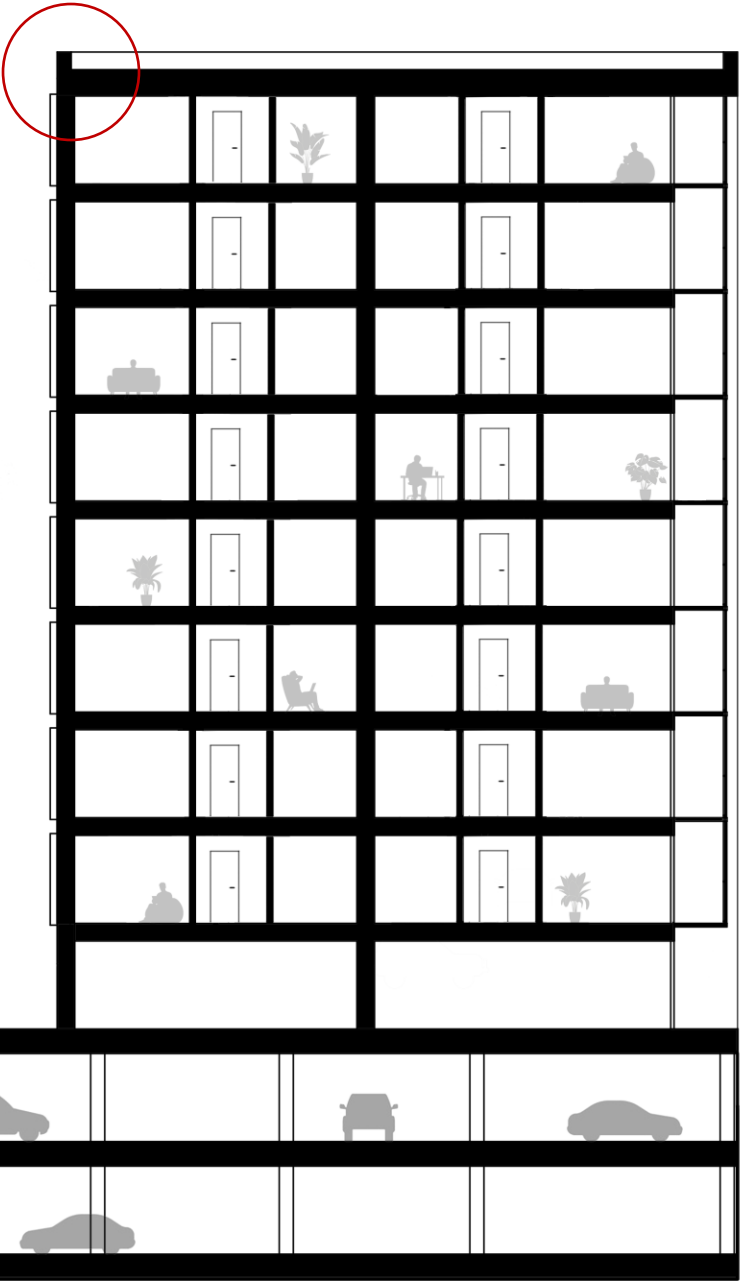
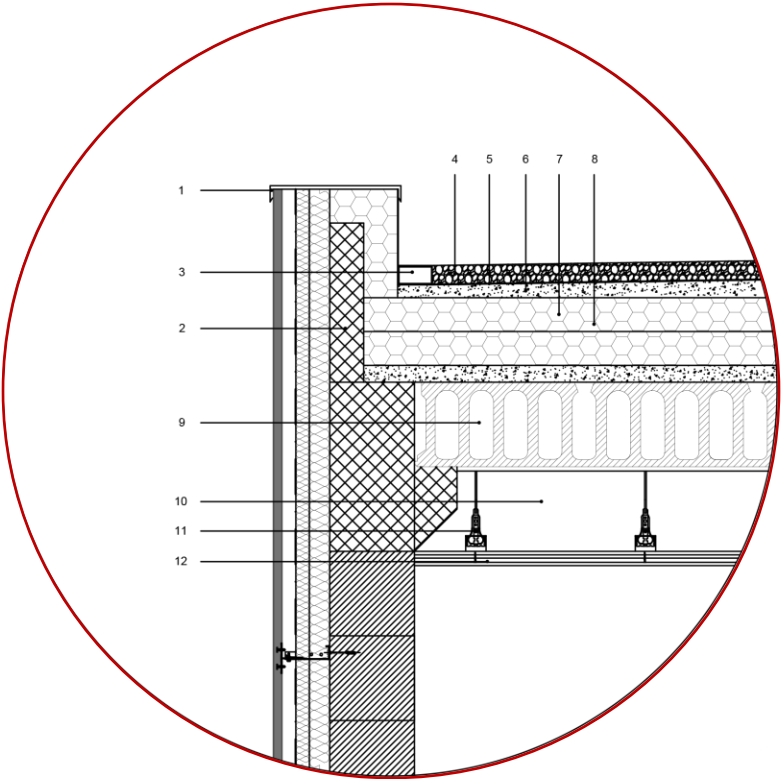


	CHIUSURA VERTICALE ESTERNA	s [mm]
1	Pannelli di GRC	15
2	Struttura per rivestimento esterno in GRC	-
3	Intercapedine d'aria ventilata	40
4	Membrana impermeabile	-
5	Strato isolante in lana di roccia ad alta densità	40
6	Strato isolante in lana di roccia a bassa densità	60
7	Blocchi in calcestruzzo cellulare	250
8	Freno al vapore	-
9	Intercapedine d'aria non ventilata	40
10	Struttura metallica per controparete	-
11	Controparete in lastre di cartongesso	15

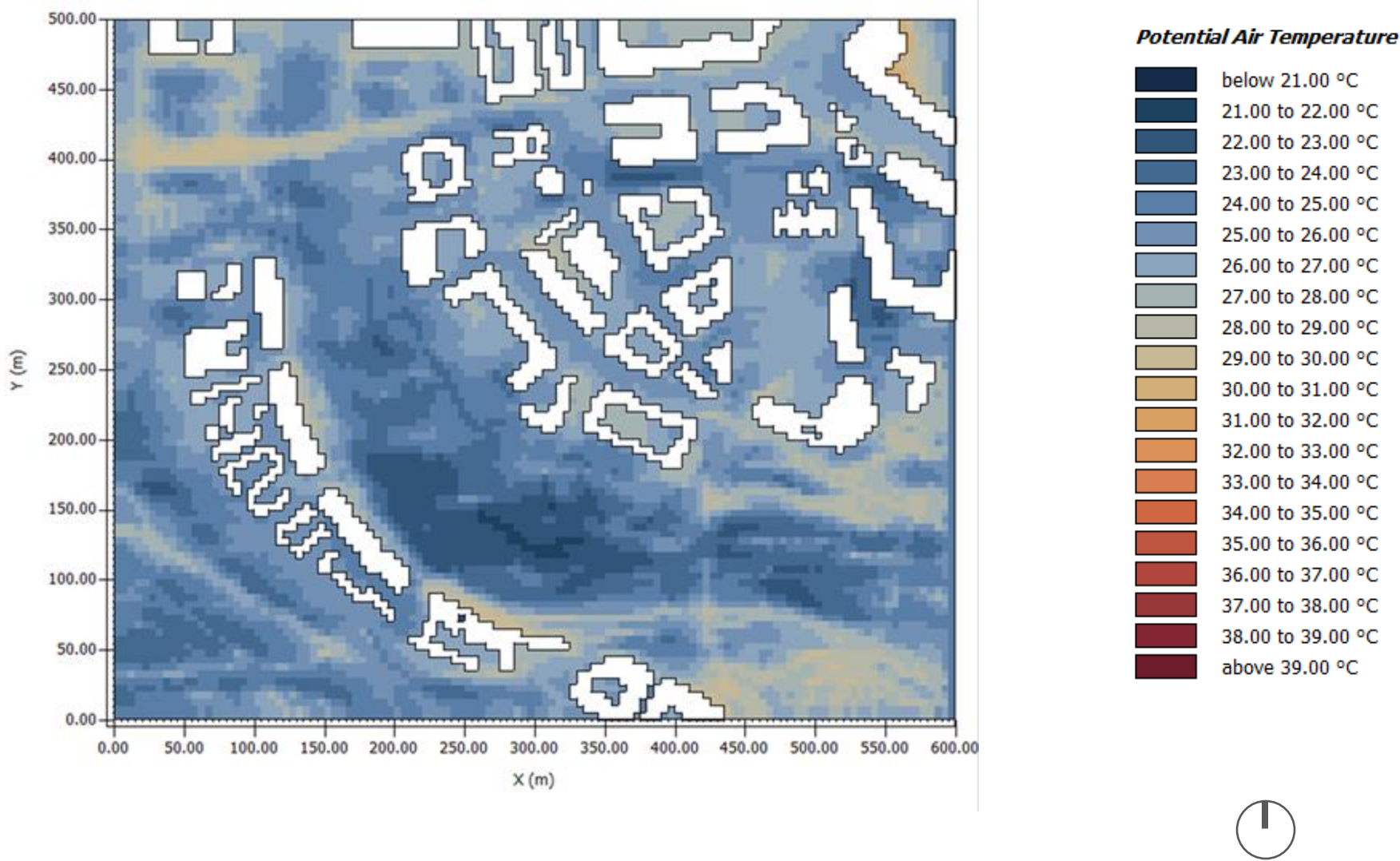
	PARTIZIONE ORIZZONTALE INTERNA	s [mm]
1	Controsoffitto in lastre di cartongesso	15
2	Struttura metallica per controsoffitto	-
3	Cavità impiantistica	250
4	Solaio pre-fabbricato alveolare in calcestruzzo precompresso	250
5	Soletta collaborante in calcestruzzo con rete elettrosaldata	80
6	Massetto per impianto radiante a pavimento	80
7	Pavimentazione	15



	CHIUSURA ORIZZONTALE ESTERNA	s [mm]
1	Scossalina in lamiera ripiegata	-
2	Cordolo perimetrale in c.a.	-
3	Canale di gronda perimetrale	-
4	Ghiaia	-
5	Membrana impermeabile	-
6	Massetto alleggerito pendenzato	50
7	Doppio strato di isolante XPS	200
8	Soletta collaborante in calcestruzzo con rete elettrosaldata	-
9	Solaio pre-fabbricato alveolare in calcestruzzo precompresso	250
10	Cavità impiantistica	250
11	Struttura metallica per controsoffitto in lastre di cartongesso	-
12	Controsoffitto in lastre di cartongesso	15

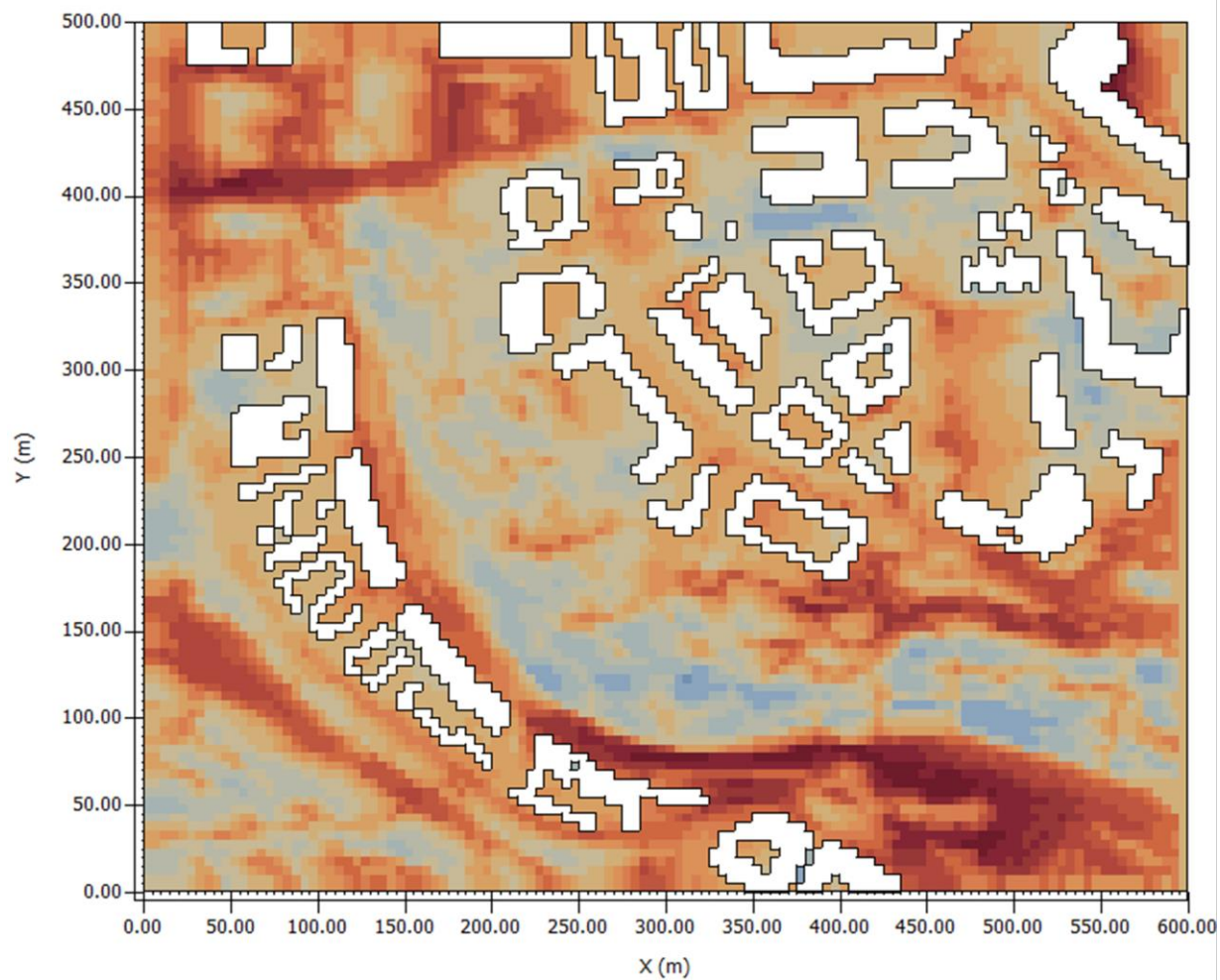


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)
Ore 09:00

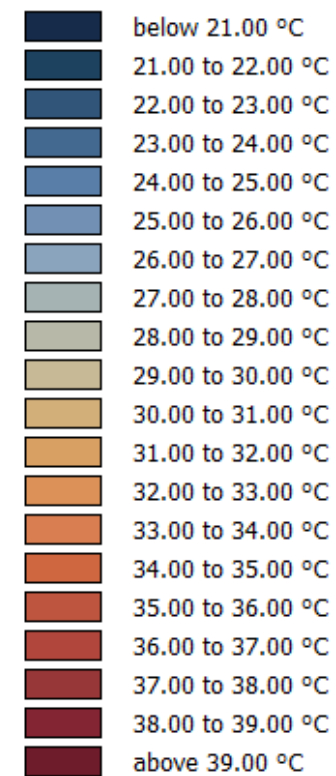


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

Ore 11:00

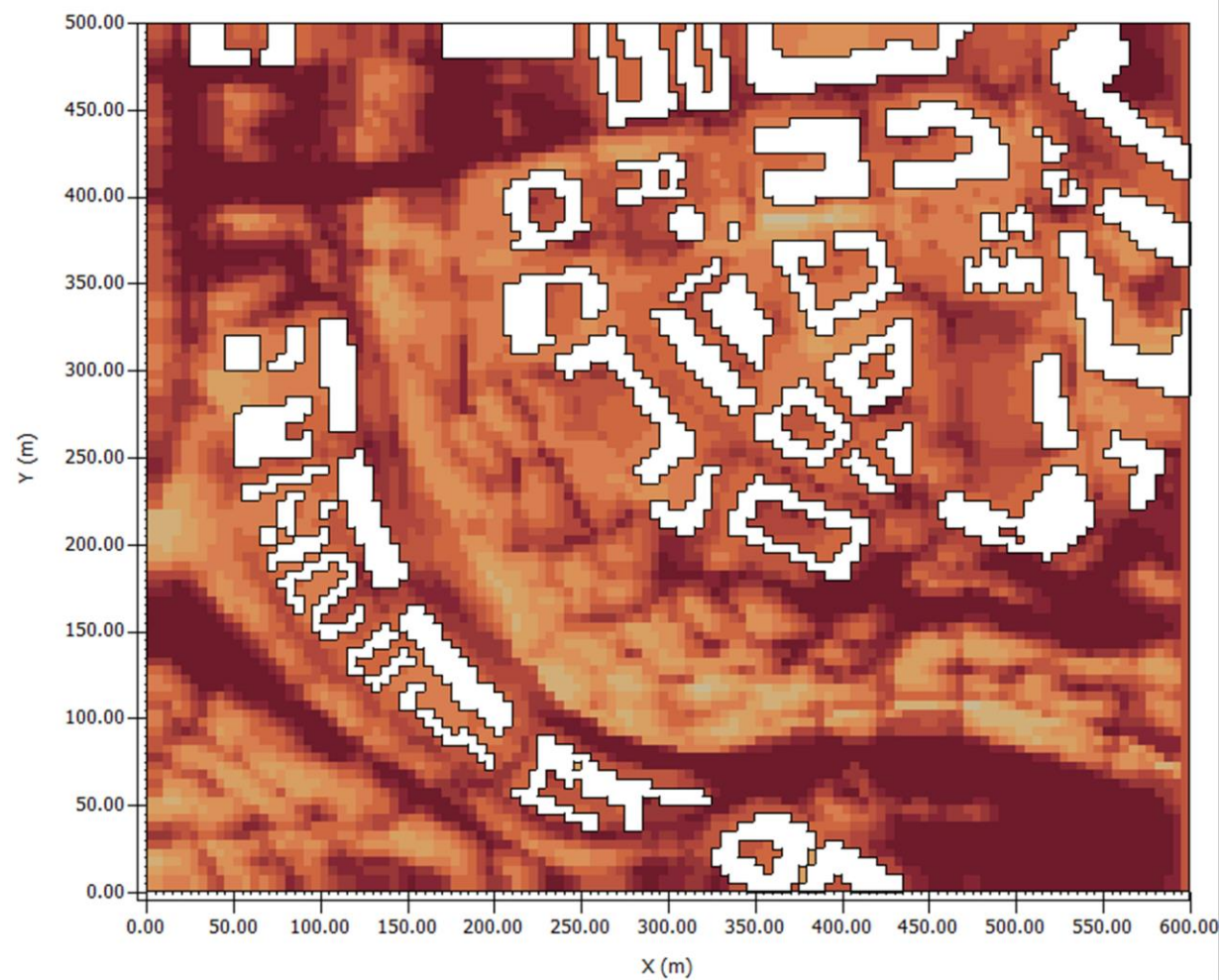


Potential Air Temperature

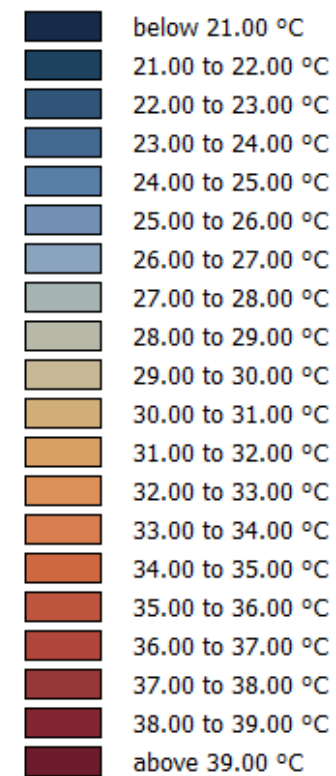


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

Ore 13:00

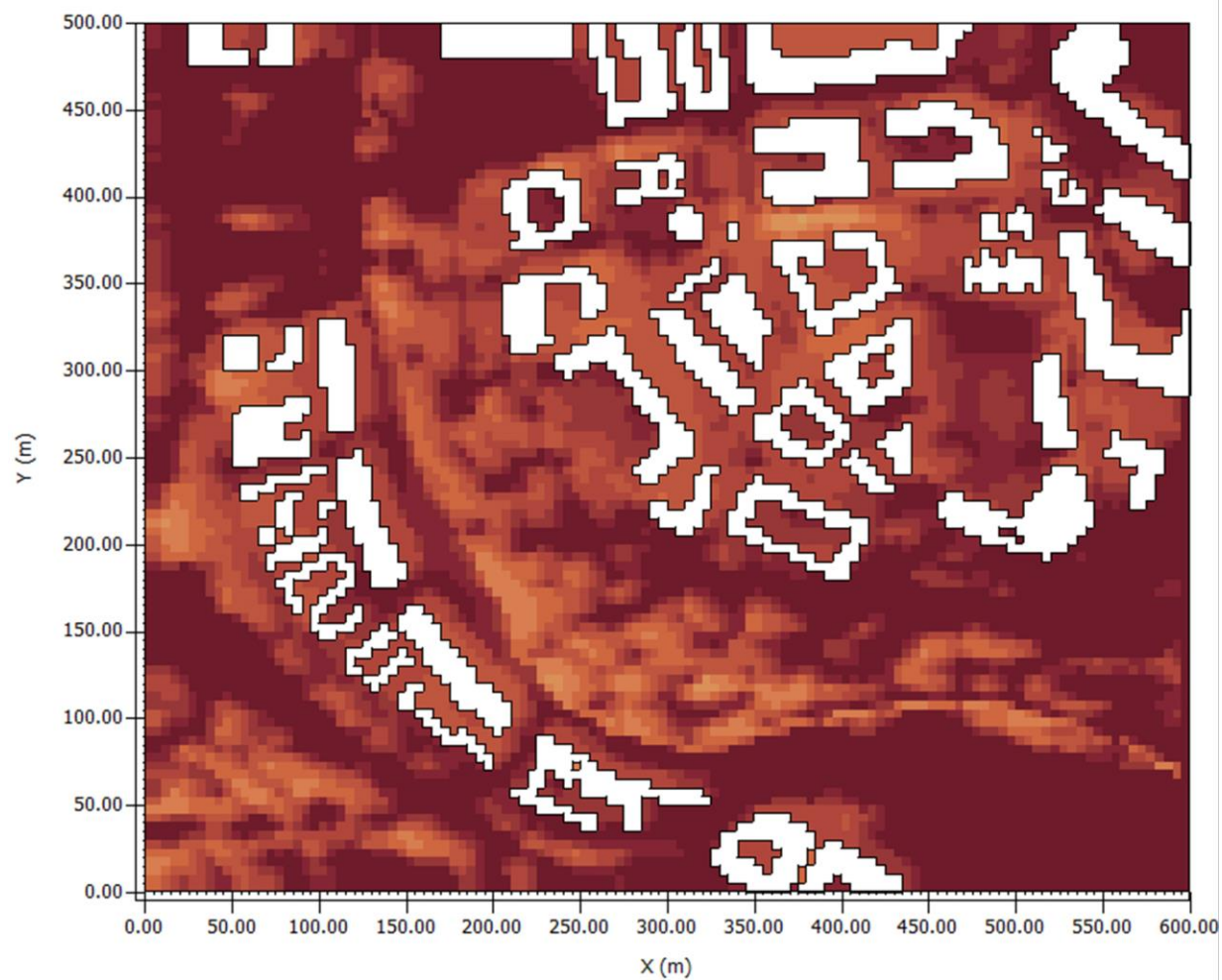


Potential Air Temperature

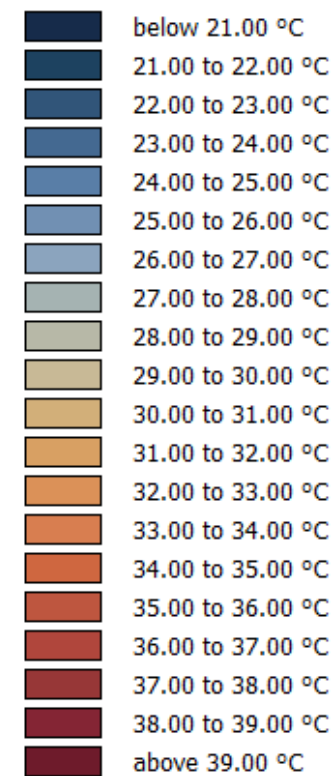


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

Ore 15:00

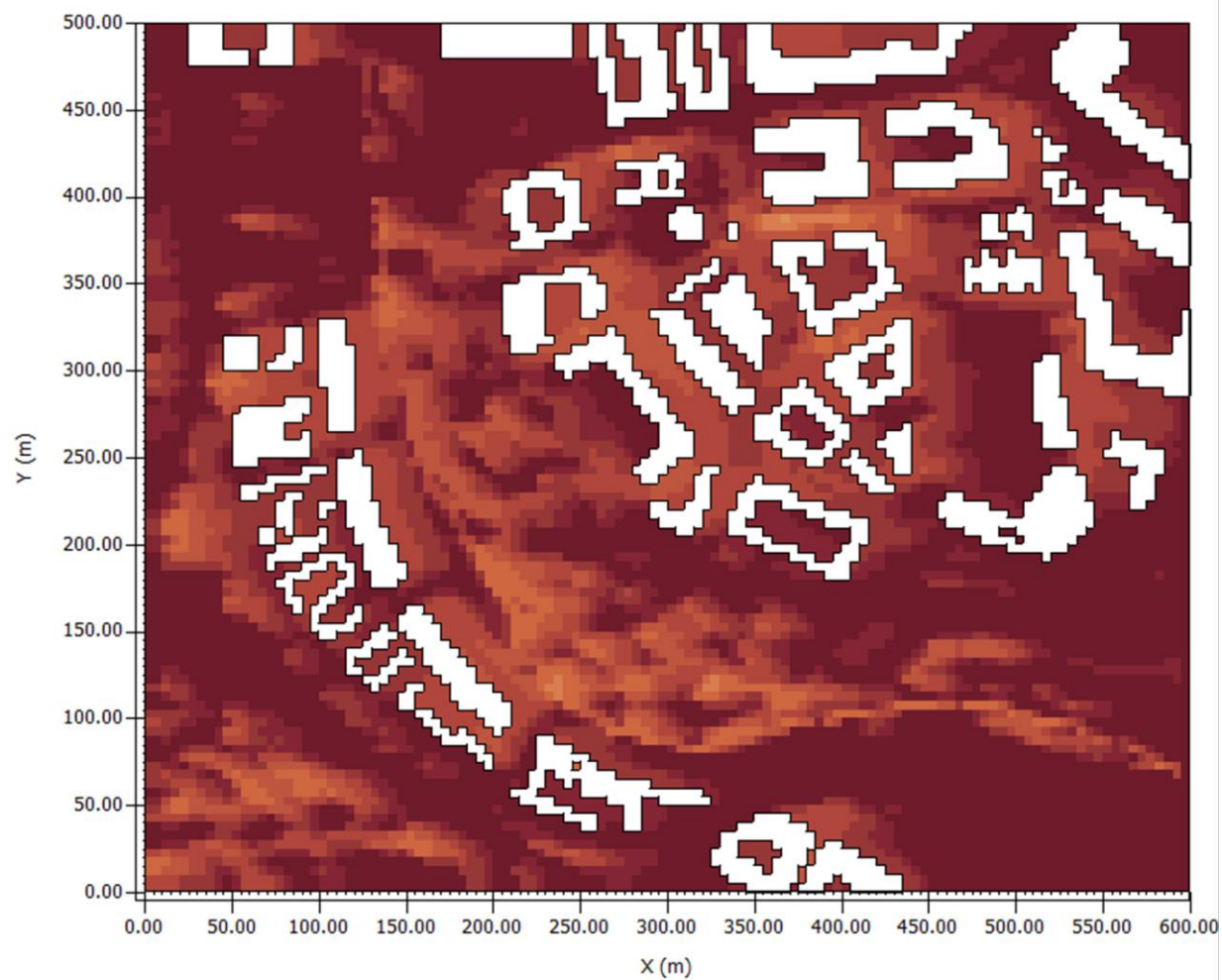


Potential Air Temperature

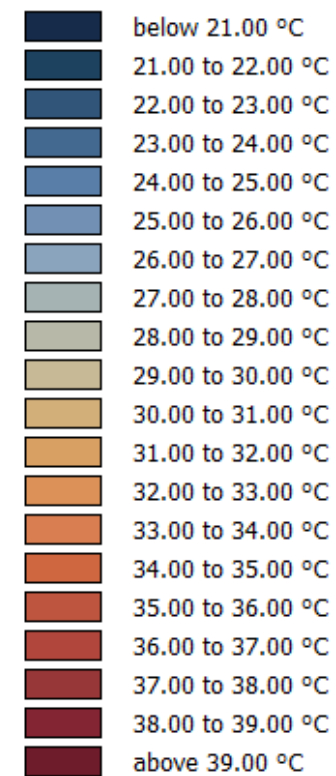


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

Ore 17:00

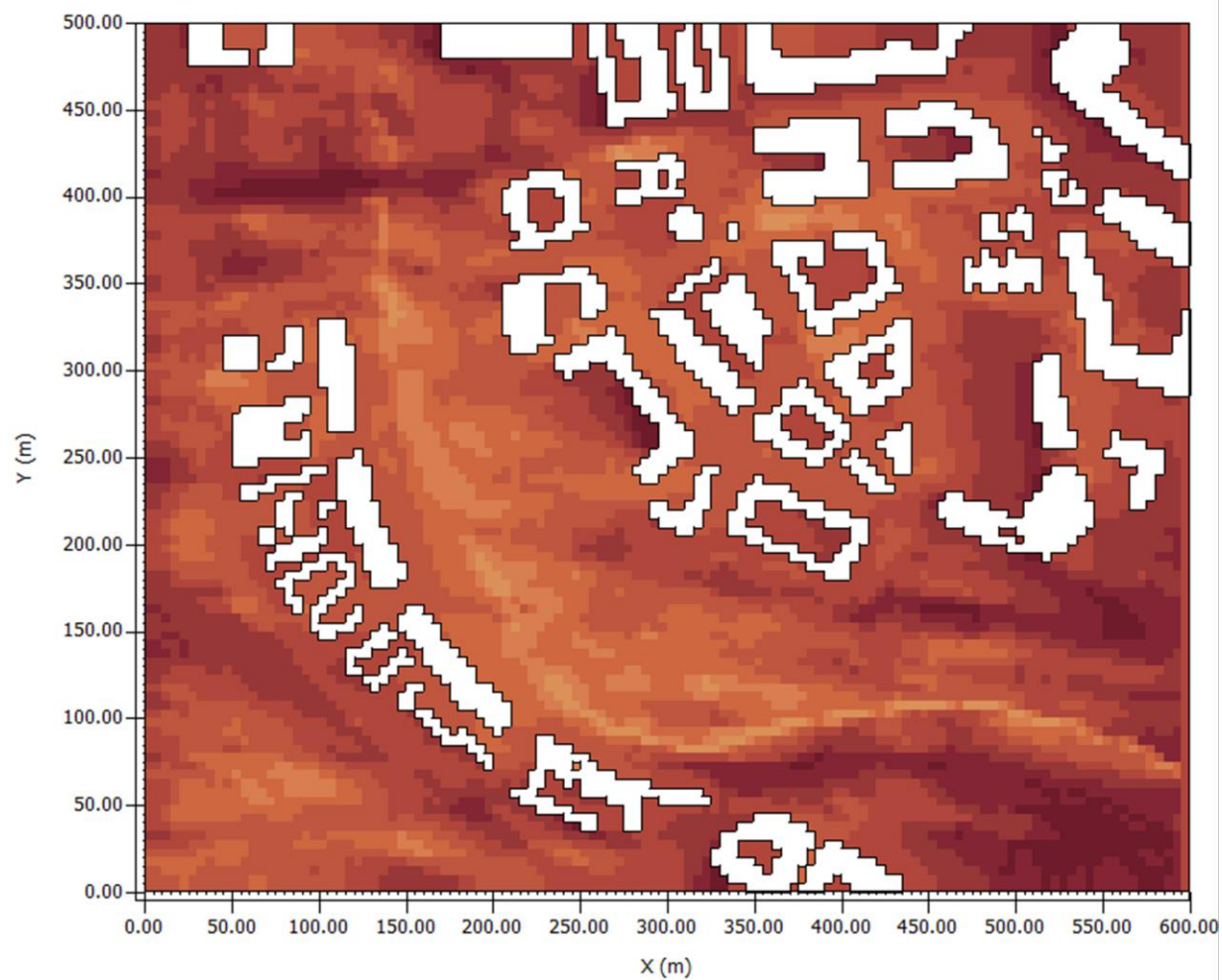


Potential Air Temperature

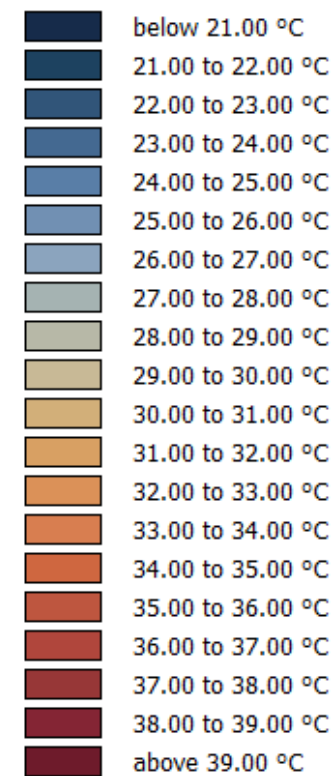


TEMPERATURA DELL'ARIA (Analisi del 27/07/2025)

Ore 19:00



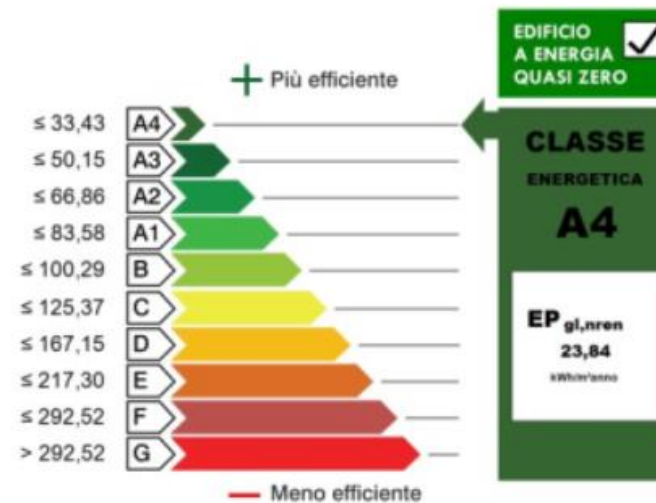
Potential Air Temperature



Intero edificio

Prestazione energetica

Superficie utile	1.821,29 m ²
Prestazione invernale del fabbricato	
Prestazione estiva del fabbricato	
EP _{H,nd}	11,96 kWh/m ² K
YIE	0,041 W/m ² K
Asolest/Suputile	0,0156
Emissioni CO ₂	8,9 kg/m ² 



Consumi ed energia rinnovabile







