

ALMA MATER STUDIORUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA

CAMPUS DI CESENA
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE A CICLO UNICO IN ARCHITETTURA

GALLIERA - PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE
da Ex Area Industriale a Polo Agri-Tech

Tesi in
Architettura Sostenibile

Relatore:
Prof. Andrea Boeri

Presentata da:
David Gnoli
Gabriella Martini

Correlatori:
Prof.ssa Danila Longo
Prof. Kristian Fabbri
Arch. Eurind Caka

Anno Accademico 2021/2022

Indice

ABSTRACT	7
PARTE I - INPUT	
1. Riqualificazione siti orfani	11
1.1 Il dibattito in Europa	11
1.2 Il contesto italiano	12
1.3 Due casi studio	13
1.3.1 Ex Thyssen Meiderich	13
1.3.2 Ex Officine Reggiane	16
2. Il Comune di Galliera	21
2.1 Storia	21
2.1.1 San Venanzio	22
2.1.2 San Vincenzo	22
2.1.3 Ex-SIAPA	24
2.2 Inquadramento	25
2.2.1 Scala territoriale	25
2.2.2 Scala comunale	26
3. Area “Ex - SIAPA”	29
3.1 Consistenza, caratteristiche, contesto	29
3.1.1 Collocazione	29
3.1.2 Volumetria	29
3.1.3 Spazi aperti	34
3.1.4 Inquinamento	34
3.2 Punti di forza e criticità	38
3.3 Simulazioni microclimatiche	39
3.3.1 Temperatura potenziale	40
3.3.2 Umidità relativa	40
3.3.3 Temperatura equivalente fisiologica	42
3.4 Proposte e progetti per l’area	43
3.4.1 Previsioni dell’amministrazione comunale	43
3.4.2 Il progetto di Ciclostile Architettura	45
3.4.3 Concorso Urban Farm	45

PARTE II - OUTPUT

4. Progetto a scala urbana	49
4.1 Strategie di intervento	49
4.2 Il parco diffuso	54
4.2.1 Il biolago	56
4.2.2 Gli orti sociali	56
4.2.3 Le serre sociali	58
4.3 Confronto simulazioni microclimatiche	62
4.3.1 Temperatura potenziale	62
4.3.2 Umidità relativa	64
4.3.3 Temperatura equivalente fisiologica	66
5. Progetto a scala architettonica	73
5.1 Strategie di intervento	73
5.2 Il Capannone “O”	74
5.2.1 “ <i>Box in the box</i> ”	74
5.3 Il Capannone “AE”	84
5.3.1 “ <i>Box in the box</i> ”	84
5.3.2 Progetto dell’involucro	90
5.3.3 Strategie ambientali	92
5.4 Il Tecnopolo	100
5.4.1 Progetto dell’involucro	104
5.4.2 Strategie ambientali	104
5.5 Sistemi di produzione agricola innovativi	112
5.5.1 <i>Vertical farming</i>	112
5.5.2 Coltivazione Idroponica	113
5.5.3 Coltivazione Acquaponica	114
6. Simulazione del comportamento energetico	117
6.1 Simulazione in regime quasi statico	117
6.2 Simulazione in regime dinamico	120
6.2.1 Simulazione illuminotecnica	120
6.2.2 Simulazione fluidodinamica	122
7. Conclusioni	127

Bibliografia

Sitografia

Elaborati grafici

Abstract

La crisi del sistema industriale europeo, a partire dagli anni Settanta, ha comportato la progressiva dismissione e conseguente abbandono di interi comparti. L'importanza della riqualificazione di questi siti, molto spesso di grandi dimensioni e integrati all'interno del tessuto urbano, deriva innanzitutto da problematiche di sicurezza ambientale, causate dagli alti livelli di inquinamento presenti in molte aree. Essi rappresentano una risorsa socio-economica per il territorio, poiché offrono spazi alternativi per nuove costruzioni ed aree verdi, riducendo il consumo di suolo e gli impatti sulla biodiversità. In questo quadro si inserisce l'oggetto del progetto di tesi: l'area Ex-SIAPA di Galliera. Il comparto viene edificato a partire dagli anni Trenta, e dagli anni Quaranta diventa la sede della "Società Italo Americana Prodotti Antiparassitari", da cui prende il nome. Dismesso nel 1999, oggi è di proprietà del Comune di Galliera. L'area è situata ad est del centro storico, in posizione baricentrica rispetto le altre due frazioni, parte del territorio comunale da cui risulta separato dalla linea ferroviaria e da un canale idrico. Stato di abbandono, degrado e inquinamento rendono l'area non accessibile.

A scala urbana la strategia di intervento prevede la rifunzionalizzazione dell'impianto industriale dismesso in polo tecnologico destinato alla produzione agricola ad alte prestazioni, un nuovo disegno degli spazi verdi ed il potenziamento degli accessi in maniera coerente con la previsione dell'amministrazione comunale di spostare la stazione ferroviaria in prossimità dei confini dell'area. Il progetto mira a ricollegare l'area al territorio circostante attraverso un sistema di connessioni con il tessuto urbano, cercando un rapporto con la campagna limitrofa.

A scala architettonica il progetto opera una riqualificazione dei fabbricati esistenti, con l'obiettivo di mantenere la memoria industriale del sito e migliorarne le prestazioni energetiche, e la costruzione di nuovi edifici. Le soluzioni proposte sono da intendersi come sperimentazioni pilota della conversione di siti ex industriali in centri tecnologici che integrano innovazione, produzione agricola, dimensione educativa e sociale, servizi per la città e il territorio.

PARTE I - INPUT

1. Riqualificazione siti orfani

Per “sito orfano” si intende “*un’area potenzialmente contaminata per la quale il responsabile dell’inquinamento non è individuabile o non provvede a tutti gli adempimenti normativi previsti*”¹.

1.1 Il dibattito in Europa

In Europa, il declino del sistema produttivo risale gli anni Settanta e Ottanta, periodo in cui il rapido declino della produzione comporta la dismissione, ed il conseguente abbandono, degli impianti industriali.

Le cause sono da ricercare nella nascita di nuovi modelli territoriali di sviluppo, in concomitanza a processi di decentramento e deurbanizzazione. Bernardo Secchi descrive in questo modo le questioni urbanistiche del tempo: “*L’esperienza fondamentale a partire dalla quale si costruisce negli ultimi venti anni il problema urbano è dunque un’esperienza di progressivo arresto della crescita e di progressiva dispersione*”. Tali impianti industriali, la maggior parte dei quali inquinati, sono definiti come “*brownfields*”, ovvero luoghi marginali abbandonati che rappresentano fattori di degrado urbano. Si tratta spesso di siti inquinati compresi in ambito urbano o di immediata periferia e nelle vicinanze a linee e raccordi di trasporto. In Europa sono presenti oltre 20.000 siti contaminati, che si identificano come una minaccia per le falde acquifere, e comportano quindi potenziali rischi ambientali e sanitari, nonché costi economici e sociali. Il “*Concerted Action on Brownfield and Economic Regeneration Network*” (CABERNET) è un progetto europeo finalizzato alla rigenerazione dei “*brownfields*”, che rappresenta una banca dati di tutti i siti di questo genere dichiarati sul suolo europeo.

¹ Ministero Dell’ambiente e Della Tutela Del Territorio e Del Mare, DECRETO 29 dicembre 2020, “*Programma nazionale di finanziamento degli interventi di bonifica e ripristino ambientale dei siti orfani*”. (21A00439) (GU Serie Generale n.24 del 30-01-2021).

1.2 Il contesto italiano

Secondo l'istituto superiore per la protezione e la ricerca ambientale (ISPRA), sul territorio nazionale italiano sarebbero presenti almeno 12.482 "brownfields". Tali siti sono classificati in due tipologie: i siti "potenzialmente contaminati" e quelli "con grave rischio sanitario". Questi ultimi sono anche detti "Siti di Interesse Nazionale" (SIN), e se ne contano almeno 58 in tutto il territorio nazionale. A partire dagli anni Novanta si sviluppa un interesse per il recupero di queste aree, infatti il D.Lgs. 152/06, modifica del D.M. 471/99, "Norme in materia ambientale", si pone come obiettivo la salvaguardia ed il miglioramento delle condizioni dell'ambiente e l'uso razionale delle risorse naturali. Il recupero di queste aree abbandonate rappresenta molteplici vantaggi poiché i "brownfields" ad oggi dichiarati rappresentano circa il 3% del territorio nazionale, corrispondente ad una superficie di 9.000km², il 30% dei quali si trova in aree a media o elevata urbanizzazione. La riconversione di queste aree può rappresentare un'opportunità per il territorio, in un'ottica di riuso circolare degli spazi, contribuendo quindi alla diminuzione del consumo di suolo.

1.3 Due casi studio

Sono presenti diversi esempi di buone pratiche di recupero, che si identificano come utili strumenti per la progettazione. Nei paragrafi che seguono ne sono stati analizzati due nel dettaglio.

1.3.1 Ex Thyssen Meiderich

L'impianto minerario e metallurgico "Meiderich" della società "Thyssen", venne fondato nel 1902 nella parte nord della città di Duisburg, in Germania. La sua posizione risultava strategica per la presenza di pozzi minerari di carbone e la prossimità ad un fiume e alla linea ferroviaria, rendendola una delle più importanti acciaierie della *Rhur* e di tutta l'Europa. L'attività cessò verso la metà degli anni Settanta, a causa della crisi del settore industriale, e l'impianto venne definitivamente dismesso nel 1985. A seguito dell'abbandono, già alla fine degli anni Ottanta l'area presentava un avanzato stato di degrado e risultava contaminata. Nel 1989, a seguito dell'istituzione dello "IBA Emscher Park"², l'area venne dichiarata "monumento della civiltà industriale" della *Rhur* e sottoposta a tutela. Il Comune di Duisburg ha successivamente rilevato la proprietà dell'area e promosso la sua riqualificazione, che si inserisce nel più ampio progetto di conversione che interessa tutto il bacino della *Ruhr*. Secondo le previsioni del *masterplan* di progetto, la destinazione a parco urbano delle ex acciaierie di Duisburg è finalizzata alla rigenerazione paesaggistica e ambientale del "Grunzuga A", uno dei sette corridoi verdi che compongono l'area dello "Emscher Park". Nel 1990 viene indetto un concorso internazionale ad inviti per la realizzazione di un parco paesaggistico urbano destinato ad attività culturali, sociali e sportive; le linee guida presentate dall'amministrazione comunale prevedevano il recupero e riutilizzo delle preesistenze industriali, insieme alla ricostituzione della qualità ecologica ed estetica del paesaggio, da effettuarsi con il ripristino delle componenti ambientali e la sistemazione delle zone verdi. Il progetto vincitore della gara di concorso è stato quello elaborato dai paesaggisti del gruppo "Peter Latz & Partners" di Kranzberg, che ha

Località: Duisburg, Germania
Contesto territoriale: area extra urbana
Superficie: 230.000m²
Destinazione d'uso precedente: impianto industriale
Nuova destinazione d'uso: parco extraurbano con centro culturale e museo
Avvio progettazione: 1990
Realizzazione: 2002
Progettisti: Peter Latz & Partners, P. Poelzing, G. Lipkowsky, A. Hoffmann & Pahl-Weber-Pahl, Duster & von Buttner.

² Lo "Internationale Bauausstellung Emscher Park", detto anche "IBA Emscher Park", è una mostra internazionale di architettura, effettuata dal 1989 al 1999, che si configura come un "atelier" per la riconversione ecologica, economica ed ambientale di aree industriali dismesse comprese nella regione tedesca della Ruhr.

colpito la commissione per l'innovazione e l'economicità della soluzione progettuale proposta. L'intervento, che prende il nome di "*Landschaftspark Duisburg*" è stato finanziato dal "*Grundstuckfond*"³, ed è uno tra i primi parchi realizzati tra quelli inclusi nel programma decennale dell'I-BA. Per la presenza di reperti di archeologia industriale e di specie vegetali autoctone (Fig.1-2), rappresenta uno dei siti più significativi della "*Route Industriekultur*" e della "*Route Industrienatur*", due dei quattro percorsi di fruizione che si snodano all'interno dello "*Emscher Park*", che collegano i diversi monumenti industriali della *Ruhr*, recuperati e riconvertiti in nuovi centri di aggregazione. Il Parco è costituito da un insieme di singoli parchi, dotati ognuno di una propria autonomia ed identità, connessi tra loro da percorsi pedonali e ciclabili.

Il *Landschaftspark Duisburg* è una riqualificazione di un impianto industriale, ed oltre che ad avere una dimensione simile all'area di progetto, è stato utile soprattutto per sviluppare le strategie di intervento a scala urbana. La sua natura di parco infatti, ha permesso di studiare alcune soluzioni finalizzate al ripristino della qualità estetica del paesaggio, che integrano diversi elementi naturali, tra cui anche specchi d'acqua. Tutti gli interventi sono inoltre riconducibili ad una progettazione sostenibile, che segue i principali temi della progettazione ambientale.

3 Il "*Grundstuckfond*", è un fondo istituito dal Land per l'acquisto delle aree ex industriali e l'esecuzione degli interventi di bonifica e di riqualificazione.



Fig. 1: Vista dell'impianto
Immagini della fotografa Jutta Riegel



Fig. 2: Vista dell'impianto
Immagini della fotografa Jutta Riegel

1.3.2 Ex Officine Reggiane

Le Officine Meccaniche Reggiane, sorte nel 1904 su un'area del Quartiere Santa Croce, rappresentano una delle più forti identità di Reggio Emilia. La posizione strategica che occupano, assieme alla versatile capacità produttiva che le contraddistinsero, le connotarono fin da subito quale rilevante punto di riferimento per l'intero ambito provinciale. Inizialmente incentrate sul materiale rotabile ferroviario, la produzione si estese ad altri tipi di impiantistica, fino alla riconversione ad uso bellico operata nella Prima Guerra Mondiale. Durante gli anni Trenta vennero acquisite dall'“Istituto per la Ricostruzione Industriale” (IRI), entro cui iniziò il periodo di massima espansione dell'impianto, finalizzato alla produzione di velivoli da guerra, in cui si arrivarono ad impiegare oltre 11.000 maestranze. Tale periodo d'oro terminò negli anni Cinquanta, quando, l'occupazione degli stabilimenti da parte degli operai, comportò un licenziamento di massa. Da questo momento in poi vennero prodotti solo materiali ferroviari entro la gestione di EFIM. L'impianto venne acquisito nel 1992 da Luciano Fantuzzi del “Gruppo Fantuzzi”, prendendo il nome di “Fantuzzi-Reggiane”; nel 2008 fu venduto alla multinazionale statunitense “Terex”, prendendo il nome di “Reggiane Cranes and Plants S.p.A.” L'area è stata ceduta all'azienda finlandese “Konecranes”, che ha spostato la sede a Lentigione, frazione di Reggio Emilia. Il sito risulta in stato di abbandono dal 2008. Il *masterplan* per l'area presentato nel 2020 confluisce nell'esperienza realizzata, a partire dal 2007, con l'attuazione del “Programma di riqualificazione urbana Area Reggiane-Quartiere storico di Santa Croce”. Il nuovo progetto prevede la realizzazione del “Parco Innovazione”, che interessa l'area a nord della città di Reggio-Emilia, dove appunto si trova l'impianto delle Reggiane. Ad oggi sono già state realizzate e messe in funzione due polarità fondamentali per il funzionamento del progetto, quali il Tecnopolo, realizzato nel Capannone 19, ed il “Centro internazionale Loris Malaguzzi”; risultano invece in fase di progettazione la riqualificazione di Piazzale Europa, dei Capannoni 17 e 18 e la riapertura

Località: Reggio Emilia, Italia
Contesto territoriale: area urbana periferica
Superficie: 260.000m²
Destinazione d'uso precedente: Impianto industriale
Nuova destinazione d'uso: Parco Innovazione
Avvio progettazione: 2010
Realizzazione: in corso
Progettisti: A. Malaguzzi, A. d'Isola



Fig. 3: Capannone 18 del Parco Innovazione
<https://www.theplan.it/architettura/capannone-18---ex-officine-reggiane>, ultimo accesso, 02/03/2023



Fig. 4: Capannone 18 del Parco Innovazione
<https://www.theplan.it/architettura/capannone-18---ex-officine-reggiane>, ultimo accesso, 02/03/2023

di Viale Ramazzini. Interessante ai fini della progettazione è la riqualificazione del Capannone 18 (Fig.3), a merito dell'architetto Andrea Oliva, effettuata attraverso la tecnica "*box in the box*" (Fig.4), ovvero inserendo elementi lignei prefabbricati ad alte prestazioni energetiche all'interno della struttura del capannone evitando di intaccare il sistema strutturale.

Il Parco Innovazione presenta diverse similarità con l'area di progetto, infatti entrambe sono finalizzate alla riqualificazione di un impianto industriale dismesso e presentano una dimensione simile. Il progetto a scala urbana prevede la riqualificazione e rifunzionalizzazione di capannoni industriali attraverso un approccio teso alla sostenibilità ambientale ed architettonica. Il Capannone 18 in particolare, fornisce un utile esempio dell'impiego della strategia "*box in the box*", ove volumi scatolari lignei, inseriti entro la superficie del capannone esistente, accolgono le principali funzioni.

2. Il Comune di Galliera

L'area di progetto è parte del Comune di Galliera, incluso nel territorio della città metropolitana di Bologna. Il territorio comunale è immerso nella pianura del fiume Reno, tra le province di Bologna e Ferrara, ed è caratterizzato da piccoli nuclei urbani - Galliera, o Galliera Vecchia, San Venanzio e San Vincenzo.

2.1 Storia

I primi cenni storici relativi a Galliera risalgono all'epoca medioevale, quando il comune di Bologna decise di costruire un avamposto militare proprio in questa zona, poiché anche allora, come oggi, il comune di Galliera si trova in una posizione strategica rispetto a Bologna e Ferrara.

Anche se l'avamposto, venne distrutto nel 1336, il paese di Galliera mantenne un ruolo amministrativo e militare, e divenne la sede di uno dei vicariati del contado bolognese.

Alla fine del XVIII secolo, con l'arrivo dei francesi, si apre un nuovo capitolo della storia della città, segnato da uno sviluppo agricolo di impronta capitalista, grazie a cui il mercante bolognese Antonio Aldini riuscì, circa in un decennio, ad acquistare 52 appezzamenti di terra, riuscendo a creare una solida azienda finalizzata alla coltivazione del riso; le risaie garantivano grandi profitti, perciò molti coltivatori investirono in questo campo e svilupparono innovative tecniche di coltivazione. Oltre al riso venivano coltivate anche erbe mediche e canapa, che aumentarono il prestigio dell'area e la resero attrattiva a livello commerciale.

Nel 1812 Napoleone Bonaparte acquistò la tenuta di Antonio Aldini ed istituì il Ducato di Galliera. Nel 1837 la tenuta ed il titolo vennero acquisiti dal marchese Raffaele De Ferrari, e con il passare del tempo la tenuta fu smembrata e venduta. Le elezioni per la carica di sindaco del 1914, videro vincitore Natale Bonazzi, appoggiato dalla fazione socialista del paese, che ristabilì l'ordine politico ed orga-

nizzativo del comune. Galliera, come tutto il territorio italiano, subì attacchi durante la Prima e la Seconda Guerra Mondiale che ne modificarono l'aspetto, la cultura e l'organizzazione; questa terra infatti, prettamente popolata da contadini (Fig.1), fu abbandonata a causa dell'arruolamento militare, a cui seguì un periodo di carestia sfociato in rivolte agricole, come la "battaglia del grano" del 1943, in cui le forze partigiane cercarono di nascondere il cibo prodotto nei campi dalle forze tedesche che stavano occupando il territorio italiano. Il comune di Galliera venne liberato dalla milizia tedesca nel 1945 (Fig.2).

2.1.1 San Venanzio

La località di S. Venanzio, che risulta fra le trecentoquarantadue comunità costituite nel 1223 ed aggregate ai quattro quartieri di Bologna, si trovava leggermente più a nord rispetto alla posizione attuale, e confinava a nord con Sivratico, ad est con S. Vincenzo, e ad ovest con il territorio di Galliera. Durante il XIV secolo, la famiglia Piate-si commissionò la costruzione di un castello, gravemente danneggiato dall'esondazione del fiume Reno del 1750.

2.1.2 San Vincenzo

La località di S. Vincenzo nacque grazie allo sviluppo della comunità parrocchiale; la "pieve"¹ di S. Vincenzo infatti, è una delle più antiche della pianura bolognese, come suggerisce un remoto "placito"² dell'anno 898. Viene annessa al territorio bolognese nel 1223 e nel 1300 ha nella sua giurisdizione venti chiese, di cui sette nella comunità di Galliera.

¹ Con il termine "pieve" nel medioevo si indicavano le circoscrizioni ecclesiastiche minori del nord Italia, Enciclopedia Treccani.

² Con il termine "placito" nel medioevo si indicava una sentenza giudiziaria, Enciclopedia Treccani.



Fig. 1: Foto storica di Galliera
Archivio della Biblioteca comunale "Remo Dotti" del comune di Bentivoglio



Fig. 2: Foto storica di Galliera
Archivio della Biblioteca Comunale "Remo Dotti" del comune di Bentivoglio

2.1.3 Ex-SIAPA

L'edificazione dell'area risale agli anni Trenta, in cui una azienda produttrice di conserve di pomodoro realizzò il primo edificio sull'area, ad oggi è l'unico edificio che presenta elementi architettonici tali da annoverarlo nel patrimonio storico di archeologia industriale, che venne conservato quando, alla fine degli anni Quaranta, si insediò la "Società Italo Americana Prodotti Antiparassitari" (SIAPA), da cui appunto l'area prende il nome. Tra la fine degli anni Cinquanta e la metà degli anni Sessanta vennero realizzati gli edifici a nord dell'edificio storico e la torre dell'acqua, tra il 1975 e il 1980 vennero realizzati i capannoni, i *silos* e le vasche a nord della porzione edificata, al confine con l'area adiacente al Canale della Botte, mentre al triennio 1985-1987 risalgono gli interventi più recenti. Dalla fine degli anni Quaranta al 1999 lo stabilimento era destinato alla produzione di "dicloro-difenil-tricloroetano"³. L'insediamento dell'azienda ha dato forte impulso all'economia di Galliera diventando elemento caratterizzante per il paesaggio urbano e l'identità locale, tanto da essere rappresentata nelle cartoline d'epoca. Lo stabilimento, rilevato poi dall'Industria Chimica Caffaro, ha continuato la produzione fino alla dismissione nel 1999. I mancati interventi manutentivi lo hanno immesso in un rapido processo di deterioramento e portato all'attuale stato di degrado fisico e funzionale. Nel 2009 sono stati eseguiti alcuni interventi di demolizione di *silos*, vasche, e tettoie, e sono state anche rimosse le lastre in amianto. Nel 2019 il Comune di Galliera ha acquisito l'intera proprietà dell'area.

³ Il "dicloro-difenil-tricloroetano" (DDT) è un insetticida sintetico della famiglia dei fitofarmaci.

2.2 Inquadramento

È stata svolta un'analisi dell'area oggetto di studio a diverse scale, per comprenderne le relazioni, prima di tutto con il comune entro cui si inserisce, e più in generale con il territorio regionale dell'Emilia-Romagna.

2.2.1 Scala territoriale

Il comune di Galliera è situato tra due grandi città dell'Emilia-Romagna, ovvero Bologna e Ferrara (Fig.3). La città metropolitana di Bologna, capoluogo della regione Emilia-Romagna, si estende su una superficie di 140,86 km², con una densità di 2.753,48 ab./km². Entro il territorio comunale vivono 387.855 abitanti, il 24% dei quali nella fascia di età dai 20 ai 39 anni. È nota per essere la sede della più antica università del mondo occidentale, ed è un importante nodo di comunicazioni stradali e ferroviarie. Nel 2000 è stata "capitale europea della cultura"⁴ e nel 2021 i suoi portici sono stati riconosciuti patrimonio dell'umanità dall'UNESCO. Il centro storico di Bologna dista 36,6 km da Galliera, ovvero a 34 minuti di distanza, se si segue l'autostrada A13, a 40 minuti se si percorre la Strada Provinciale 4 (SP4), mentre con la linea ferroviaria Bologna-Venezia sono necessari solo 35 minuti senza scali. Il comune di Ferrara invece, capoluogo di provincia, si estende su una superficie di 405,16 km², con una densità di 319,24 ab./km². Entro il suo territorio vivono 129.345 abitanti, il 19% dei quali tra i 20 e 39 anni. Lo sviluppo urbanistico avvenuto durante il Rinascimento trasformò la città in un modello urbano che le valse il titolo di "prima capitale moderna d'Europa", che ad oggi risulta essere un importante centro universitario. Il centro storico di Ferrara dista 22,9 km da Galliera, ovvero a 26 minuti di distanza seguendo la Strada Provinciale 8 (SP8), mentre con la linea ferroviaria Bologna-Venezia sono necessari solo 15 minuti senza scali.

⁴ Il riconoscimento di "capitale europea della cultura" è designato dall'Unione Europea ed ha valenza di un anno.

2.2.2 Scala comunale

Il comune di Galliera si estende su una superficie di 37,15 km² ed entro i suoi confini vivono solo 5.607 abitanti (Fig.4). Secondo i dati ISTAT poco più del 50% della popolazione è compresa tra i 20 e i 60 anni, con una età media comunale pari a 45 anni. Il territorio comunale comprende tre centri abitati (Fig.5): San Venanzio, capoluogo comunale, San Vincenzo, frazione che include anche una zona industriale, ed infine Galliera, frazione che dà il nome al comune in quanto ne è stata il capoluogo durante l'ultimo secolo (Fig.6). Per la sua strategica posizione, è stato un polo fondamentale nelle relazioni tra Bologna e Ferrara, ed oggi è uno dei comuni più a Nord della città metropolitana di Bologna.

Come la maggior parte dei comuni italiani, con l'entrata in vigore della LR 24/2017⁵, anche il comune di Galliera deve rinnovare la propria strumentazione urbanistica elaborando un nuovo "Piano Urbanistico Generale" (PUG) "unitario", ovvero insieme agli altri comuni della "Unione Reno Galliera"⁶. Fintanto che il PUG non verrà adottato, rimangono in vigore il "Piano Strutturale Comunale"(PSC), il "Regolamento Urbanistico Edilizio" (RUE) e il "Piano Operativo Comunale" (POC) dei singoli Comuni.

⁵ L.R. 24/2017, che "Disciplina Regionale sulla Tutela e sull'uso del Territorio".

⁶ L'Unione Reno Galliera nasce nel 2001 come Associazione di otto comuni (Argelato, Bentivoglio, Castello d'Argile, Castel Maggiore, Galliera, Pieve di Cento, San Giorgio di Piano e San Pietro in Casale) e nel 2008 diventa "Unione di Comuni" trasformandosi in un Ente Pubblico Territoriale dotato di personalità giuridica.

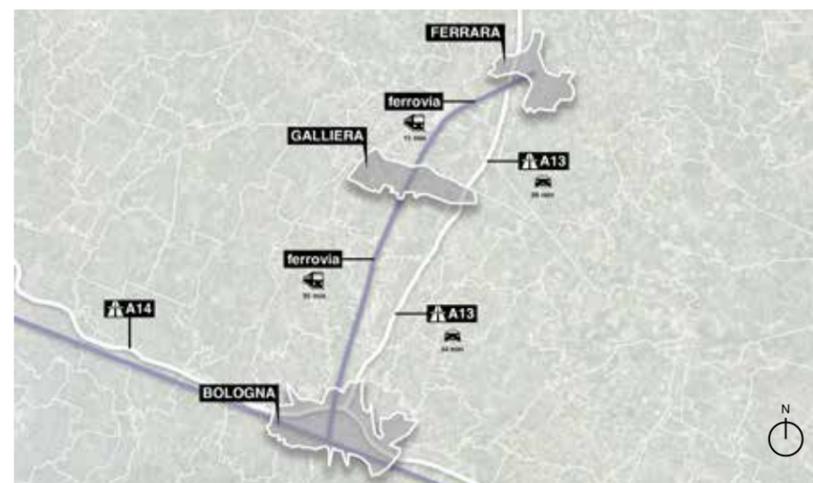


Fig. 3: Inquadramento a scala territoriale
Elaborazione degli autori

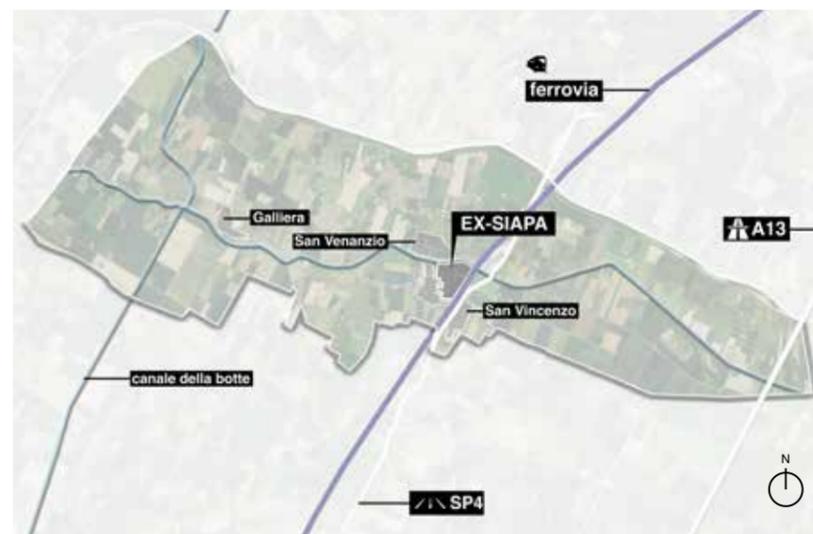


Fig. 5: Inquadramento a scala comunale
Elaborazione degli autori



Fig. 6: Inquadramento dell'area di progetto
Elaborazione degli autori

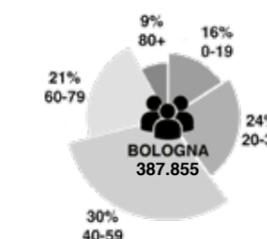
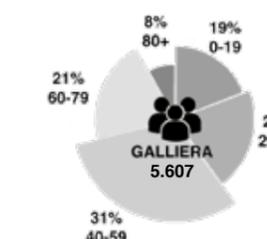
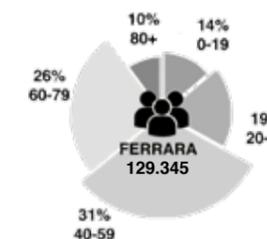


Fig. 4: Demografia
Elaborazione degli autori

L'area definita come "Ex-SIAPA" è un impianto industriale di 194.000m² in stato di abbandono situato nel comune di Galliera, facente parte della città metropolitana di Bologna.

3.1 Consistenza, caratteristiche, contesto

L'area di intervento è in condizioni di inattività da più di vent'anni, ed è stata acquistata dal comune di Galliera nel 2019¹. Indagini recenti hanno evidenziato alte concentrazioni di inquinamento in alcune parti del terreno, motivo per cui l'area non risulta accessibile, rendendo necessarie delle operazioni di bonifica dell'area stessa per la sua messa in sicurezza.

3.1.1 Collocazione

L'area di progetto è situata in posizione strategica rispetto ai centri cittadini più rilevanti di Galliera, quali San Venanzio, San Vittore, e l'area artigianale, nella parte Nord-Est della città. Il lotto ha una superficie di circa 194.000m², e un perimetro di circa 2.250m di forma irregolare, che segue l'andamento del canale e delle preesistenze. È delimitata a nord dal Canale Riolo, ad est dai binari ferroviari della linea Bologna – Venezia, paralleli alla strada Provinciale SP4, a sud da Via Vittorio Veneto, ove è ubicato l'unico accesso all'area, e ad ovest dal cimitero e da terreni agricoli che la separano dal nucleo abitato.

3.1.2 Volumetria

Gli edifici dell'area di progetto, di cui sono state reperite le mappe catastali (Fig.1), risalgono a diversi periodi di costruzione. Il primo edificio è stato realizzato negli anni Trenta, nei fogli catastali viene indicato con la lettera "A" (Fig.2), era destinato alla produzione di conserve di pomodoro. Il fabbricato è un elemento in muratura a quattro teste di due piani fuori terra che presenta una conforma-

¹ Acquisto effettuato con atto notarile del 28/10/2019, n.142506 di Rep. Raccolta n. 45413, stipulato dal Dott. Francesco Candiani, Notaio iscritto al Collegio Notarile di Venezia.

zione planimetrica articolata su due corti interne, su una delle quali si trova l'accesso storico all'area (Fig.3). I prospetti presentano finestre regolari, che diventano tripartite nelle facciate che aggettano sulle corti interne. Al piano terreno a sud sulla via Vittorio Veneto erano posizionati gli uffici e le zone amministrative per la produzione, mentre i reparti di lavorazione si trovavano nella parte est ed ovest dell'immobile, al fine di sfruttare l'illuminazione naturale. Il piano superiore era invece occupato da magazzini e da un archivio. L'edificio "AU" è quello più ad ovest di tutto il complesso, si affaccia su via Vittorio Veneto ed è organizzato su tre livelli: il seminterrato era utilizzato come spazio per laboratori e depositi, mentre il piano terreno ed il piano primo erano destinati a laboratori e uffici. Dalla fine degli anni Cinquanta fino alla metà degli anni Sessanta, sono stati edificati i capannoni, riconducibili a tre principali categorie: la prima comprende i capannoni realizzati in calcestruzzo armato con tamponamenti in muratura e copertura a volta (edifici "H", "L", "O", "AE"), la seconda, se non fosse per la copertura a due falde sarebbe uguale alla prima (edifici), la terza invece accorpa un gruppo di manufatti più recenti, realizzati in calcestruzzo armato precompresso. L'edificio "H", situato a nord dell'edificio "A", si sviluppa in linea e presenta una altezza massima di 7,20, con una tettoia sulla facciata sud dell'immobile. Gli edifici "O" (Fig.4) sono i più grandi dell'intero lotto, quello a sud è il più ampio dei due, è largo 48m e lungo 81m, mentre quello a nord è largo 36m e lungo 81m. Entrambi gli immobili hanno una suddivisione interna in cinque campate, di ugual larghezza pari a 15,50m, ed erano usati come magazzino di stoccaggio. Presentano una struttura in calcestruzzo armato con tamponamenti in muratura a due teste, con coperture voltate sorrette da travi in calcestruzzo armato e tiranti. Il capannone "AE" (Fig.5) è il fabbricato più a nord ed ha la stessa conformazione strutturale e dimensionale dei capannoni precedenti, è infatti largo 37m e lungo 81m, ed è suddiviso in cinque campate da 15,50m ciascuna. Il secondo gruppo di edifici, ovvero quelli costruiti verso la metà degli anni '60, che si discostano dagli edifici appena descritti

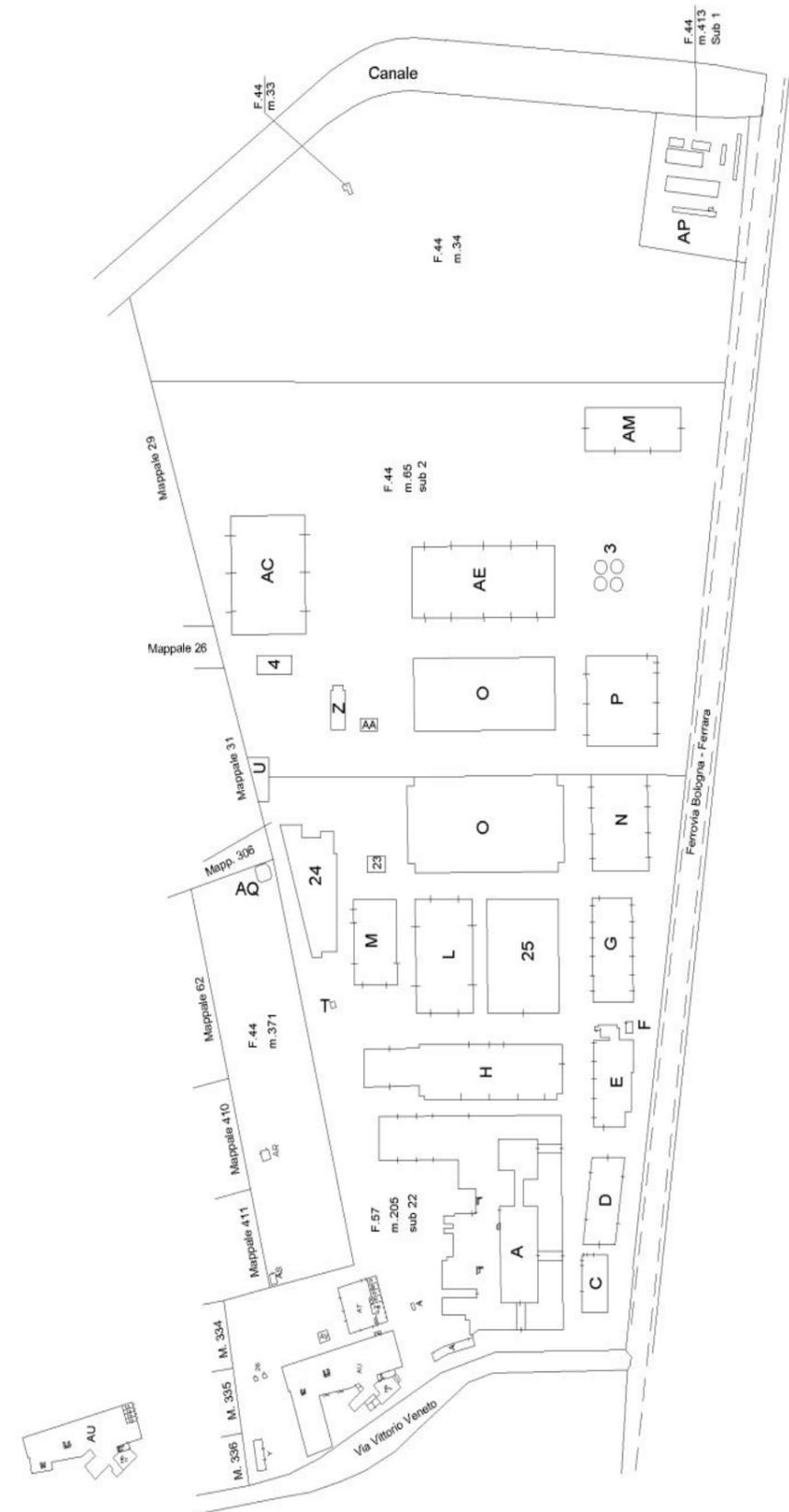


Fig. 1: Foglio catastale n.57, particella n.205, Comune di Galliera Ufficio provinciale di Bologna, Catasto fabbricati

solamente per la copertura a due falde, si trovano lungo la fascia di terreno che costeggia la lunghezza della ferrovia. L'edificio "C" era utilizzato come spogliatoio per i lavoratori, mentre i restanti immobili venivano utilizzati come magazzini e spazi di produzione. In generale le condizioni dei fabbricati sono pessime, causate dal deterioramento materico e dalla grande presenza di verde spontaneo. I fabbricati realizzati in tempi più recenti si trovano nella zona più a nord dell'area, ed erano utilizzati come magazzini e alloggio per macchinari.

Questi edifici hanno subito meno danni a causa dell'inattività e abbandono, ma presentano comunque crepe e deterioramento materico. Gli edifici che non rientrano nelle tre categorie appena descritte sono l'edificio contrassegnato dal numero 25 nelle planimetrie catastali e l'immobile "T", una torre dell'acquedotto. L'edificio 25 (Fig.6) presenta una struttura in calcestruzzo armato con tamponamenti in muratura ed una copertura in capriate reticolari d'acciaio, e si compone di due campate sviluppate su un unico livello. Non è stato possibile identificare la funzione di questo edificio per mancanza di dati. La torre dell'acquedotto (Fig.7) è un *landmark* di 25m di altezza in calcestruzzo armato. In prossimità di questa torre sono presenti delle vasche, costruite verso la fine degli anni Settanta, che contenevano acqua piovana e acqua di scarico utile per le lavorazioni dell'azienda. Sempre di questo periodo sono i piccoli edifici "AP" realizzati nella parte a nord-est del lotto adiacenti al canale, adibiti anch'essi a vasche e zone di depurazione.

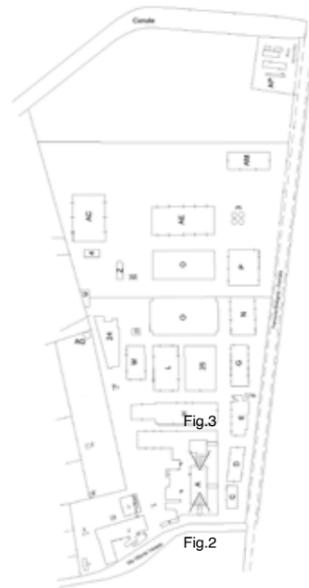


Fig. 2: Edificio "A", corte interna
Rilievo fotografico realizzato dagli autori



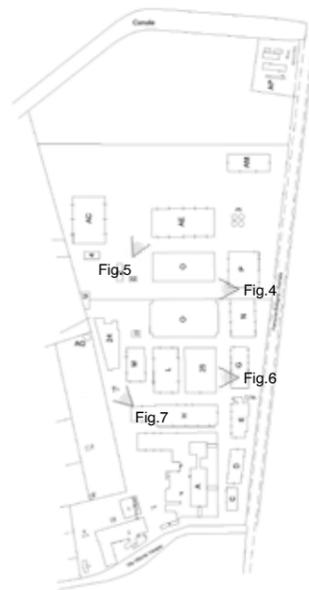
Fig. 3: Edificio "A", corte interna, dettaglio accesso all'area
Rilievo fotografico realizzato dagli autori

3.1.3 Spazi aperti

Dopo l'abbandono del complesso industriale, avvenuto nel 1999, l'area verte in uno stato di degrado e abbandono. La topografia del terreno è pianeggiante, ed è caratterizzata da aree pavimentate non permeabili che costituiscono una criticità consistente, sia per quanto riguarda le condizioni di degrado nelle quali si trovano oggi, sia per quanto riguarda l'aspetto ambientale. L'asfalto è mancante in alcune porzioni di superficie, mentre in altre presenta condizioni non adeguate ad essere sfruttato. Rispetto ad una superficie totale di 194.000 m², la superficie non permeabile supera i 120.000 m², mentre la superficie rimanente è costituita da zone verdi, che si concentrano nella parte nord dell'area, in prossimità del Canale della Botte. La vegetazione spontanea ha occupato gran parte delle corti dell'edificio "A" e del fronte adiacente alla linea ferroviaria, se dal punto di vista del comfort *outdoor* rappresenta un vantaggio, non raggiunge una percentuale sufficiente per bilanciare il *discomfort* termico causato dall'enorme quantità di asfalto presente.

3.1.4 Inquinamento

L'area era la sede di una azienda di prodotti chimici, che non essendo stati adeguatamente smantellati, hanno provocato l'inquinamento del terreno e delle falde acquifere sotterranee. Le indagini effettuate sull'area evidenziano la presenza di "composti alifatici", sia di tipo cancerogeno che non, tra cui il triclorometano, il cloruro di vinile e il dicloroetano. Tali elementi sono presenti in concentrazioni pari a 38,709 µg/l, superiore al valore limite di legge pari a 0,05 µg/l. Il 25 febbraio 2022 il "Ministero della Transizione ecologica" (MITE) ha definito i criteri per gli interventi di bonifica dei "siti orfani", da attuarsi con i fondi del "Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza" (PNRR)⁴. Il PNRR ha stanziato 500 milioni di euro, da utilizzare per la bonifica di tali siti entro il 31 marzo 2026. "Il progetto, al fine di minimizzare le volumetrie da avviare a smaltimento in impianti esterni, propone anche l'uso di tecnologie di trattamento in situ dei suoli contaminati: biorisanamento. Biorisanamento



2 In chimica organica sono definiti come composti organici dai quali derivano gli alcani come metano e butano.

3 Il "MITE" è un ministero statale preposto alla tutela dell'ambiente nato nel 1986 come "Ministero dell'Ambiente", ribattezzato dal governo Draghi nel 2021 nella sua attuale accezione.

4 Il "PNRR" è un piano, approvato nel 2021 dallo Stato Italiano al fine rilanciare l'economia dopo la pandemia di COVID-19, finalizzato ad incrementare lo sviluppo sostenibile e digitale del paese.

5 Accordo tra la Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna e il MITE, datato 24 agosto 2021, per la bonifica del sito Ex-SIAPA, per cui si prevede la concessione di 4 dei 500 milioni di euro del PNRR e la conclusione dei lavori, con necessari collaudi, entro il 2025.



Fig. 4: Edifici "O"

Rilievo fotografico realizzato dagli autori



Fig. 5: Edificio "AE"

Rilievo fotografico realizzato dagli autori

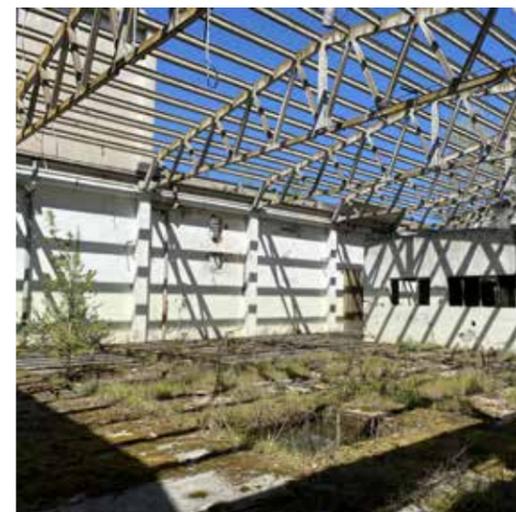


Fig. 6: Edificio 25

Rilievo fotografico realizzato dagli autori



Fig. 7: Torre acquedotto

Rilievo fotografico realizzato dagli autori

terreni superficiali e profondi mediante trattamento on site con biopile dinamiche per i terreni profondi e spandimento di prodotti biostimolatori della biodegradazione per i terreni superficiali. Rimozione dei rifiuti fonte di contaminazione delle matrici circostanti. Monitoraggio dell'acquifero e barriera di captazione idraulica.”⁵ L'edizione del 16 luglio 2022 del quotidiano nazionale “Resto del Carlino”, comprende un articolo a cura del giornalista Pier Luigi Tombetta in cui si esplicita che, oltre ai 4 milioni di euro messi a disposizione dal MITE, si può fruire anche di altri 2,5 milioni di euro, concessi dalla Regione Emilia-Romagna al fine di rendere permanentemente sicura l'area Ex-SIAPA. In questa sede è stato evidenziato che non sarà possibile prevedere funzioni residenziali a causa dei vari problemi di inquinamento, ma sono state proposte iniziative finalizzate a riqualificare l'area, rendendola una nuova opportunità per il comune di Galliera. Gli architetti dello studio “Ciclostile Architettura” hanno proposto un progetto su richiesta dell'amministrazione comunale, molto utile ai fini di analisi in quanto restituisce schemi relativi alla bonifica (Fig.8), derivanti dalle indagini piezometriche e dalle analisi chimiche delle falde acquifere e del sottosuolo svolte dalla “Agenzia Prevenzione Ambiente Energia” dell'Emilia-Romagna (ARPAE). Nello specifico sono state condotte quattro tipologie di analisi relative all'inquinamento dell'area: la prima riguarda le “Concentrazioni Soglie di Rischio” (CSR), ovvero i valori di riferimento per la concentrazione di sostanze inquinanti nelle matrici ambientali, la seconda indica la presenza di inquinanti nel sottosuolo, la terza nel suolo superficiale, mentre la quarta sovrappone le tre precedenti analisi per evidenziare le zone più inquinate. Queste analisi permettono di effettuare diverse scelte progettuali relative alla concentrazione di inquinanti presenti nel suolo dell'area oggetto di studio; al fine di mettere l'area in sicurezza si possono realizzare diverse configurazioni dello spazio aperto, in cui il terreno può essere permeabile, generando spazi verdi, o impermeabili, ove la concentrazione di inquinanti è talmente elevata da dover intervenire attraverso pavimentazioni apposite.

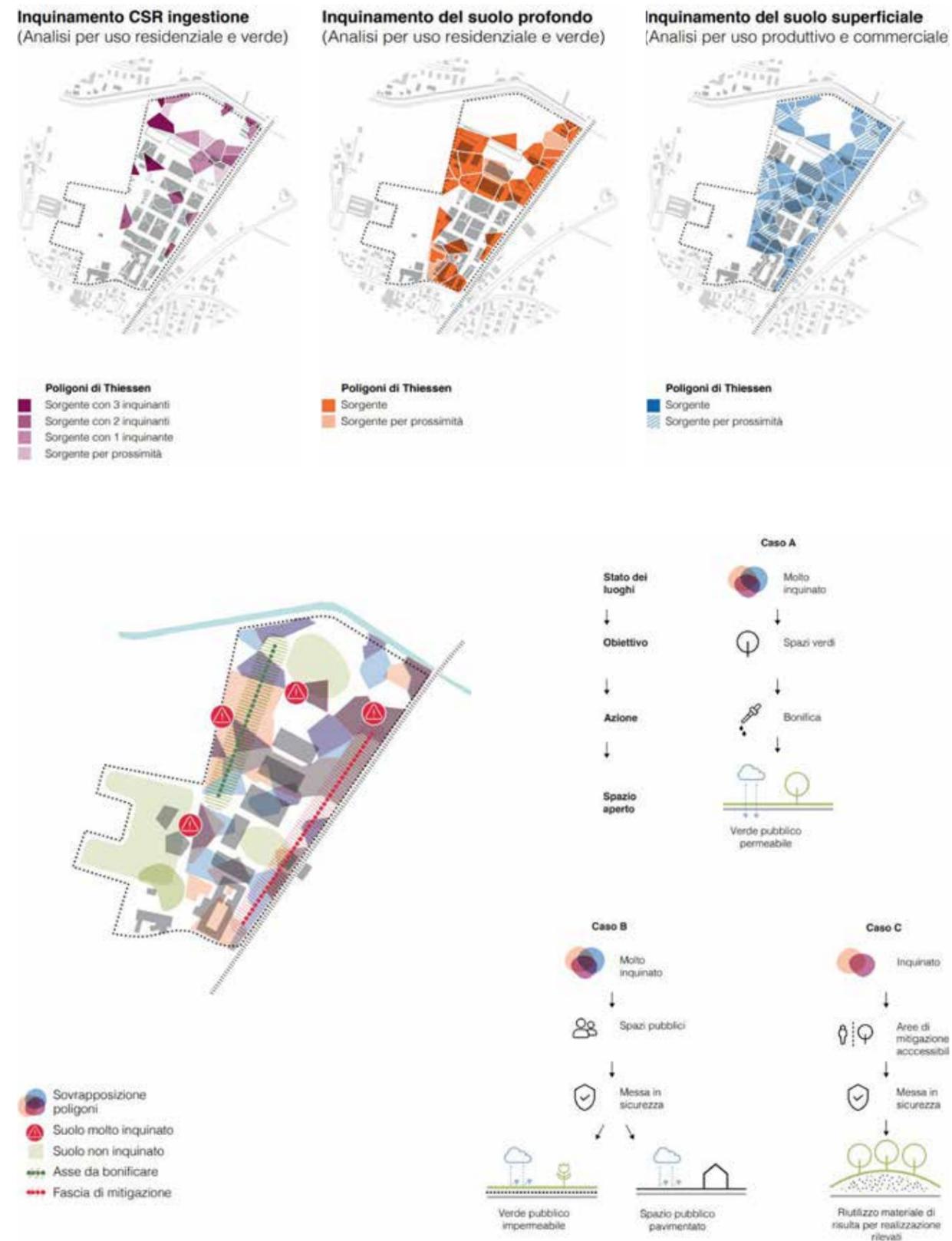


Fig. 8: Indagini inquinamento del suolo
Studio “Ciclostile Architettura”

3.2 Punti di forza e criticità

Per analizzare i punti di forza e le criticità dell'area è stata effettuata una analisi SWOT che evidenzia i punti di forza (*Strenghts*), le debolezze (*Weaknesses*), le opportunità (*Opportunities*), e le minacce (*Threats*). Tra i punti di forza rientra sicuramente il fatto che l'area è di proprietà del comune di Galliera, e si trova a soli 10km dal casello autostradale di Altedo (A13). Sorge sul crocevia di due strade provinciali, la SP4 e la SP12, ed è molto vicina alla linea ferroviaria Bologna-Venezia. La vicinanza alla stazione rappresenta anche un'opportunità, in quanto il comune di Galliera prevede di spostarla entro i confini dell'area, al fine di creare un nuovo accesso e convogliare il traffico. Una minaccia è sicuramente rappresentata dall'inquinamento presente nel terreno e nelle falde acquifere, ma per le sue caratteristiche, l'area è oggetto di fondi regionali destinati alla bonifica di siti inquinati. Tra le debolezze è necessario evidenziare che al momento è presente un unico accesso, e che non è facilmente raggiungibile con i mezzi pubblici o con percorsi di viabilità dolce. Nonostante la valenza storica, risulta ad oggi del tutto non attrattiva, sicuramente per l'avanzato stato di degrado dovuto all'abbandono. È necessario considerare anche l'impatto che hanno i limiti, sia naturali che antropici, su di essa: valicare il canale è molto difficile, e per quanto la stazione rappresenti una grande opportunità, è anche un ostacolo non facile da attraversare.

3.3 Simulazioni microclimatiche

Il Comune di Galliera è incluso nel territorio della città metropolitana di Bologna, perciò rientra nella "zona climatica E"⁶, ovvero presenta un numero "gradi-giorno"⁷ compresi tra i 2.102 e i 3.000, pari a 2.332, ed un clima caldo e temperato. Al fine di studiarne il "microclima"⁸, si fa uso del software "ENVI-met", che permette di analizzare un campione di territorio confinato al fine di ottenere dei dati microclimatici in forma di mappe, che forniscono dati essenziali per la progettazione architettonica, poiché evidenziano zone di "comfort e discomfort"⁹ termico, attraverso l'analisi di tre variabili fisiche: temperatura dell'aria, umidità relativa dell'aria e "Physiological Equivalent temperature". Ai fini della simulazione del comfort *outdoor*, l'area di progetto è stata modellata al fine di ottenere un oggetto tridimensionale che potesse simulare la realtà. L'area si organizza entro una superficie molto vasta, l'asse nord-sud si sviluppa per 700m, mentre quello est-ovest per circa 400m, per cui il modello virtuale è stato semplificato ed approssimato in celle quadrate 5x5m. A seguito della definizione della dimensione della griglia, sono stati modellati tutti gli edifici presenti sull'area, seguendo i disegni ed il rilievo fotografico dello stato di fatto e sono state indicate le tipologie di pavimentazioni presenti; il trattamento del terreno influenza molto il risultato finale, in quanto il software calcola anche la "riflettanza", ovvero la capacità di un oggetto, di riflettere parte della luce incidente e l'"albedo", ovvero la frazione di radiazione solare incidente riflessa in tutte le direzioni. Infine sono state inserite le alberature, il canale della Botte e le strade facenti parte del contesto, esterne quindi ai confini dell'area di progetto. Conclusa la modellazione, sono stati inseriti i dati climatici dal del portale "Arpae"¹⁰ della regione Emilia-Romagna, ed in base alla zona geografica, è stato definito il giorno avente condizioni di temperatura e umidità relativa peggiori, ovvero il 14 agosto 2021, alle ore 12.00 ed alle ore 14.00.

⁶ Le zone climatiche, introdotte dal D.P.R n.412 del 26 agosto 1993, suddividono il territorio nazionale in base al numero di gradi-giorno.

⁷ I gradi-giorno (GG) corrispondono alla somma, estesa a tutti i giorni dell'anno, della sola differenza positiva tra la temperatura dell'ambiente interno e la temperatura media esterna giornaliera.

⁸ Il microclima è lo strato di atmosfera che influenza la vita umana e l'agricoltura, in quanto è al massimo a due metri di distanza dal suolo.

⁹ La UNI EN ISO 7730 "Ergonomia degli ambienti termici - Determinazione analitica e interpretazione del benessere termico mediante il calcolo degli indici PMV e PPD e dei criteri di benessere termico locale", definisce il comfort termometrico come "la condizione mentale di soddisfazione nei confronti dell'ambiente termico".

¹⁰ Per "Arpae" si intende la "Agenzia Prevenzione Ambiente Energia".

3.3.1 Temperatura potenziale

La temperatura potenziale è un indice in °C che descrive la distribuzione della temperatura dell'aria registrata ad 1,50 m rispetto al piano di calpestio. I risultati delle simulazioni svolte (Fig.10), leggibili da sinistra verso destra, mostrano come siano presenti picchi di temperature molto elevati; alle ore 12.00 la Tmax è infatti pari a 37,85°C, mentre alle ore 14.00 è ancora superiore, ed è pari a 39,08°C. La temperatura è maggiore in prossimità degli edifici, ovvero dove la mappa tende al colore rosso, compreso entro un intervallo tra i 34°C ed i 36°C, mentre diminuisce ove sono presenti i campi coltivati limitrofi, dove la mappa tende al giallo, compreso entro un intervallo tra i 32°C ed i 34°C. Il colore fucsia, ovvero la fascia con temperatura maggiore, compresa tra i 36°C ed i 38°C, è visibile esclusivamente sui confini est e nord del modello: questo indica che il software ha commesso degli "errori di bordo", ma si denota, nonostante questo, che la temperatura misurata in quelle zone è elevata. Anche alle ore 14.00, l'andamento delle temperature risulta simile, anzi peggiore, in quanto la mappa è quasi interamente tendente al rosso ed al fucsia.

3.3.2 Umidità relativa

L'umidità relativa, espressa in valore %, misura la quantità d'acqua presente nell'aria sotto forma di vapore. I risultati delle simulazioni svolte (Fig.11), leggibili da sinistra verso destra, mostrano come alle ore 12.00, in prossimità degli edifici, ove è presente poca vegetazione, la mappa tenda quasi interamente al colore verde, compreso in un intervallo tra il 28% ed il 30%, mentre in prossimità delle aree verdi, le percentuali maggiori di umidità relativa registrata corrispondono ad un range di valori che vanno dal 32% ad oltre il 38%, andando dal colore arancione fino al fucsia. Alle ore 14.00, invece, i colori della mappa risultano molto diversi, ed oltretutto risultano inversamente proporzionali alla mappa della temperatura potenziale effettuata allo stesso orario; la percentuale di umidità relativa è infatti diminuita, in prossimità degli edifici tende al colore azzurro, ovvero è compresa tra il 24% ed il 26%, mentre in cor-

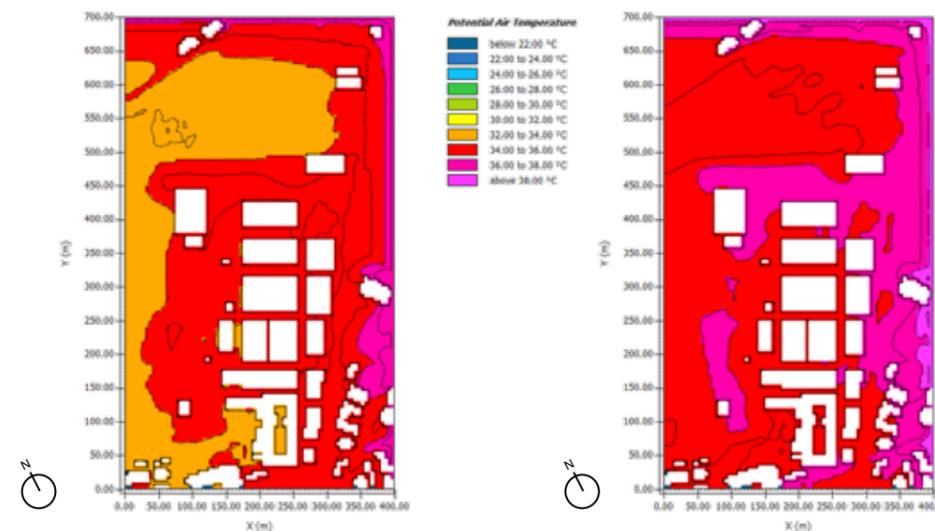


Fig. 10: Simulazione "ENVI-met" Temperatura potenziale
Elaborazione degli autori

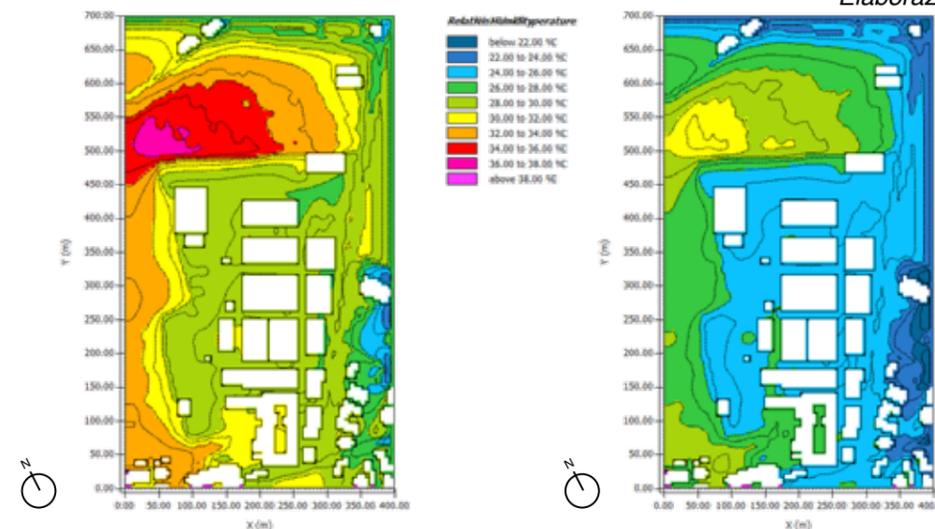


Fig. 11: Simulazione "ENVI-met" Umidità relativa
Elaborazione degli autori

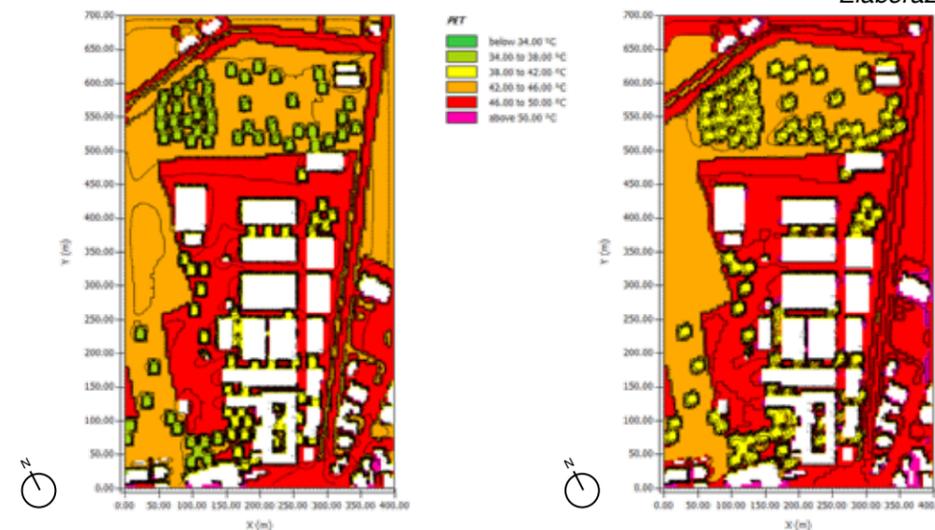


Fig. 12: Simulazione "ENVI-met" PET
Elaborazione degli autori

rispondenza delle zone verdi tende al colore verde ed è compresa in un range di valori dal 26% al 32%.

3.3.3 Temperatura equivalente fisiologica

La “temperatura equivalente fisiologica”, dall’inglese “*Physiological Equivalent temperature*” (PET), è un indice, misurato in °C, di sensazione termica che esprime la temperatura dell’aria di un ambiente in cui il bilancio termico del corpo umano è in equilibrio, analizzando gli scambi energetici tra corpo e ambiente. Indica la temperatura percepita da un utente di forma fisica standard, ovvero un maschio, alto 1.75 m che pesa 75 kg, ed è espresso da scale di valori che indicano “fasce di stress fisiologico”, che vanno dalla sensazione di “*extreme cold stress*”, quando il valore PET è uguale o inferiore a 4°C, fino a raggiungere valori di “*extreme hot stress*”, quando il valore PET è uguale o superiore a 41°C. I risultati delle simulazioni svolte (Fig.12), leggibili da sinistra verso destra, mostrano come dalle ore 12.00 alle ore 14.00 non ci siano grandi variazioni, in quanto l’area prossima agli edifici è compresa in entrambi i casi tra i 46°C ed i 50°C, mentre quella limitrofa, ovvero quella arancione, è compresa tra i 42°C ed i 46°C; l’unica differenza si riscontra in presenza delle alberature, che alle ore 12.00, da sinistra a destra, sono rappresentate da un colore verde, e risultano quindi essere comprese tra i 34°C ed i 38°C, mentre alle ore 14.00 diventano di colore giallo, aumentando di temperatura, compresa tra i 38°C ed i 42°C. In generale, questi risultati dipendono dal fatto che allo stato di fatto, su una superficie totale di 177.500m², la superficie pavimentata è pari a 130.000m², ovvero a più del 70%, mentre le aree verdi si sviluppano per soli 47.500m², ovvero per una percentuale inferiore al 30%. Questo comporta temperature elevate, prossime ai 41°C, ovvero la temperatura di collasso termico. Ai fini della progettazione è necessario tenere conto di questi risultati, che dimostrano la necessità di effettuare delle operazioni di “*decealing*” e di incremento di alberature spazi verdi.

3.4 Proposte e progetti per l’area

L’amministrazione comunale, a seguito dell’acquisizione dell’area, avvia una manifestazione di interesse per la sua riqualificazione, accolta dall’Ateneo di Bologna, e richiede una proposta di intervento allo studio Ciclostile Architettura. Il sito, è inoltre oggetto del un concorso internazionale di architettura *Urban Farm*.

3.4.1 Previsioni dell’amministrazione comunale

“*E’ pubblicata all’albo pretorio al n. 691 la determina del settore pianificazione e gestione del territorio: Avvio manifestazione di interesse per la presentazione di progetti di sviluppo dell’area inquinata “ex s.i.a.p.a.” al fine della ricerca di progettualità per la futura riconversione dell’area e di possibilità di finanziamenti pubblici e/o privati*”¹¹. A seguito della pubblicazione del sopracitato documento, il dipartimento di Agraria dell’Ateneo di Bologna presenta una proposta di intervento per la rigenerazione dell’area, finalizzata alla realizzazione di un “*Hub-Agritech*”, ovvero un polo di ricerca e sviluppo di tecnologie innovative e sostenibili nell’ambito della scienza agro-alimentare. Nello specifico, “*Agritech*” è un termine derivante dal Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza (PNRR): “*Con un parterre che coinvolge 28 Università, 5 centri di ricerca e 18 imprese distribuite su tutto il territorio nazionale e rappresentative delle eccellenze italiane nel settore agrifood, è in fase di avvio “Agritech”, il Centro Nazionale per lo sviluppo delle nuove tecnologie in agricoltura, un progetto basato sull’utilizzo delle tecnologie abilitanti per lo sviluppo sostenibile delle produzioni agroalimentari, con l’obiettivo di favorire l’adattamento ai cambiamenti climatici, la riduzione dell’impatto ambientale nell’agrifood, lo sviluppo delle aree marginali, la sicurezza, la tracciabilità e la tipicità delle filiere*”¹². Lo scopo di “*Agritech*” è raggiungere cinque obiettivi nel campo delle tecnologie per l’agricoltura: resilienza, adattamento al cambiamento climatico e ai criteri della sostenibilità, basso impatto ambientale, sviluppo di una economia circolare, recupero di aree marginali delle città, promozione della tipicità delle filiere agro-alimentari. Il centro è

¹¹ “*Manifestazione di Interesse Stabilimento ex-Siap*”, Comune di Galliera, 7 novembre 2020.

¹² “*Pnrr: al via “Agritech”, Centro Nazionale per lo sviluppo delle nuove tecnologie in agricoltura*”, Consiglio Nazionale delle Ricerche, 22 giugno 2022.

strutturato secondo l'impostazione "Hub&Spoke", in cui i 9 "Spoke", che si identificano come gli esecutori delle attività previste, sono uniformemente distribuiti su tutto il territorio nazionale e fanno riferimento ad un unico "Hub". L'Università di Bologna coordina il terzo "Spoke", che si occupa dell'impatto ambientale di tecnologie e strategie sostenibili per la gestione "smart" dei sistemi agricoli. Il progetto proposto dalla facoltà di Bologna per l'area Ex-SIAPA si fonda su questi principi e prevede la realizzazione di questo centro di innovazione in due fasi: la prima dedicata al recupero di due edifici in stato di abbandono, definiti al catasto come edifici "O", la seconda finalizzata alla realizzazione di uno studentato universitario in un edificio di più recente costruzione, definito al catasto come "AU". Gli edifici "O" dovrebbero contenere una "Vertical Farm" da 2.500m², un magazzino da 500m², laboratori di ricerca da 1.500m², un impianto di produzione acquaponica da 580m² e un punto ristoro da 1.000m². Sempre nella prima fase è prevista la realizzazione di un "biolago" da 300 m² e spazi all'aperto dedicati ad orti e giardini per migliorare la biodiversità.

Nella seconda fase invece, oltre alla realizzazione dello studentato da 1.500 m², nell'edificio "AU" è prevista la realizzazione di un birrificio, con delle serre idroponiche annesse da 1.500 m². L'obiettivo principale del progetto è la riqualificazione dal punto di vista sociale, attraverso iniziative come corsi di apicoltura, agricoltura, l'orto-terapia, laboratori didattici e la pesca sportiva nella zona del biolago. Tale manifestazione di interesse non costituisce un documento vincolante per la progettazione dell'area oggetto di studio, ma una linea guida da seguire che si configura come un aiuto alla progettazione.

3.4.2 Il Progetto di Ciclostile Architettura

Il comune di Galliera ha commissionato allo studio "Ciclostile Architettura" un progetto, citato nel capitolo 3.1.4, per la rigenerazione dell'area Ex-SIAPA, completato nel 2022 e finalizzato a riqualificare l'area oggetto di studio seguendo i temi progettuali proposti dalla facoltà di Bologna e presentati nella Manifestazione di Interesse. Il progetto prevede quindi la realizzazione di un "Hub-Agritech" a cui si aggiunge un importante intervento, richiesto dall'amministrazione comunale di Galliera, che riguarda lo spostamento della linea ferroviaria statale all'interno dei confini del lotto dell'area oggetto di studio.

3.4.3 Concorso Urban Farm

L'area Ex-SIAPA è stata selezionata, insieme ad altre due località, per il concorso "Urban Farm – International Student Challenge"¹⁴ edizione 2020, finalizzato alla presentazione di progetti dedicati alla riqualificazione urbana attraverso sistemi di agricoltura innovativi. "Hop – E" è il progetto vincitore, elaborato da un team composto da nove studenti appartenenti alle facoltà di Bologna, del Cairo e di Berlino, finalizzato alla conversione dell'area Ex-SIAPA da sito industriale ad innovativo centro di agricoltura urbana che si identifica come centro di apprendimento socialmente inclusivo.

¹⁴ "Urban Farm" è un concorso internazionale di rigenerazione urbana, coordinato dalle facoltà di Bologna e Firenze, e destinato a team nazionali e multidisciplinari di studenti.

PARTE II - OUTPUT

4. Progetto a scala urbana



¹ Ai sensi del D.P.R n. 753 dell'11 luglio 1980, "Nuove norme in materia di polizia, sicurezza e regolarità dell'esercizio delle ferrovie e di altri servizi di trasporto".

4.1 Strategie di intervento

La principale strategia di intervento a scala urbana prevede la conversione dell'area in polo tecnologico e il potenziamento degli accessi, in maniera coerente con la previsione dell'amministrazione comunale di spostare la stazione ferroviaria in prossimità dei confini dell'area. Il progetto include la demolizione di alcuni fabbricati esistenti: "C", "D", "E", "G", "N", "P", "AM", in quanto inclusi entro la fascia di rispetto della nuova linea ferroviaria¹; l'edificio "AC", "M" e "25" a causa dell'avanzato stato di degrado; parte dell'edificio "A", uno dei due capannoni "O" ed il fabbricato "L" per finalità progettuali. Il programma funzionale segue le linee guida fornite dal Comune di Galliera, e prevede di introdurre una residenza sanitaria assistenziale (RSA) nell'edificio "AU". L'edificio "A" ospita al piano primo uno studentato e al piano terra una zona commerciale che si estende fino al Capannone "H". Il Capannone "O" è destinato a funzioni pubbliche, in quanto si relaziona direttamente con la nuova piazza, ed include una biblioteca, una zona ristoro ed un *info-point*. Il Capannone "AE", invece, ospita dei laboratori e degli uffici. Rispetto alle richieste dell'amministrazione sono stati progettati tre nuovi edifici: quello a destinato al tecnopolo è stato posizionato a nord dell'area, in corrispondenza del nuovo sottopassaggio carrabile, l'istituto comprensivo è in prossimità del nuovo accesso ad ovest e la nuova stazione configura il nuovo accesso all'area da est (Fig.3). Il progetto prevede come azione preliminare la bonifica dell'area, così come previsto dall'Accordo tra la Giunta Regionale dell'Emilia-Romagna e il MITE, attuata con i fondi del PNNR. Il trattamento del suolo prevede diversi interventi, che seguono le linee guida fornite dallo studio Ciclostile Architettura: sulle zone non inquinate si prevede la realizzazione di pavimentazioni semi-permeabili e l'introduzione di aree verdi (Fig.2); su quelle che pre-

sentano livelli di inquinamento lievi è possibile agire con del verde semi-permeabile, ovvero impiegando piante ed alberature che per le loro proprietà fito-depurative contribuiscono alla bonifica; le aree considerate più rischiose prevedono invece l'inserimento di una membrana impermeabilizzante. Dovendo effettuare operazioni di scavo, per la bonifica e per la realizzazione dei due sottopassaggi, e di demolizione dei fabbricati esistenti, il terreno e le macerie di risulta saranno impiegati per la realizzazione di colline. Queste si configurano come soluzioni alternative per rendere accessibili porzioni di suolo che, per il troppo elevato livello di inquinamento, sarebbero dovute essere escluse dal progetto, poiché non bonificabili. Svolgono anche la funzione di barriere acustiche, infatti sono state posizionate sul confine est del lotto, in prossimità della linea ferroviaria (Fig.4).



Fig. 1: Sistema dei percorsi
Elaborazione degli autori

Fig. 2: Sistema del verde
Elaborazione degli autori

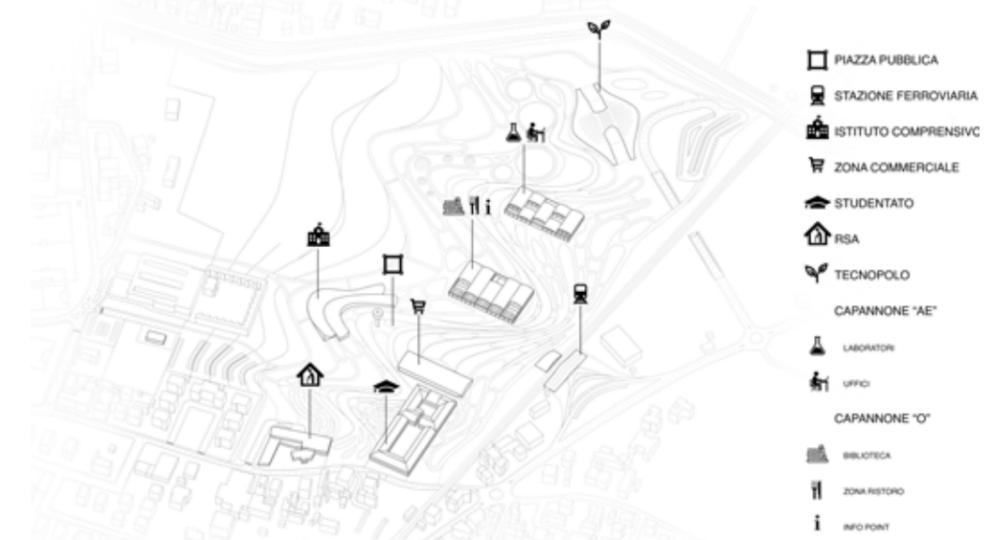


Fig. 3: Programma funzionale
Elaborazione degli autori

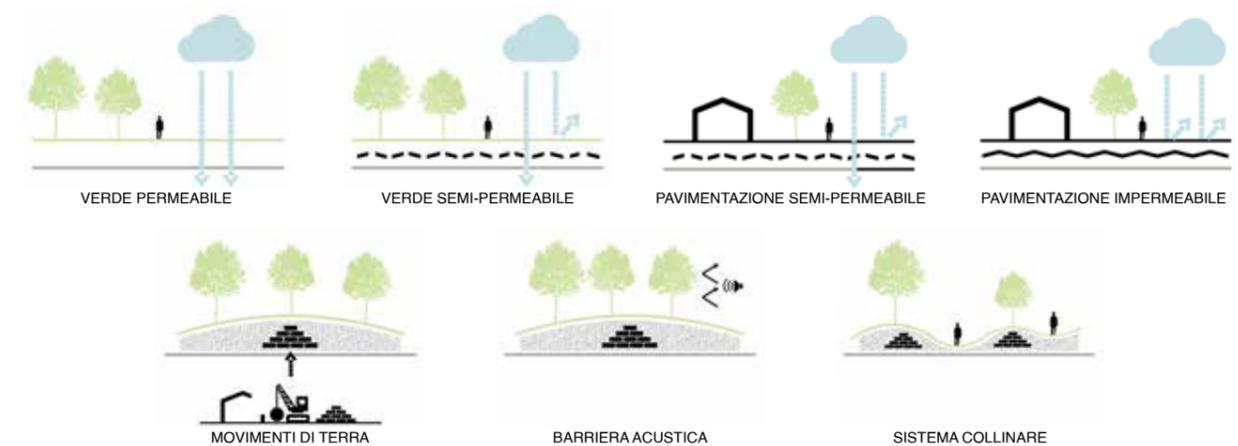
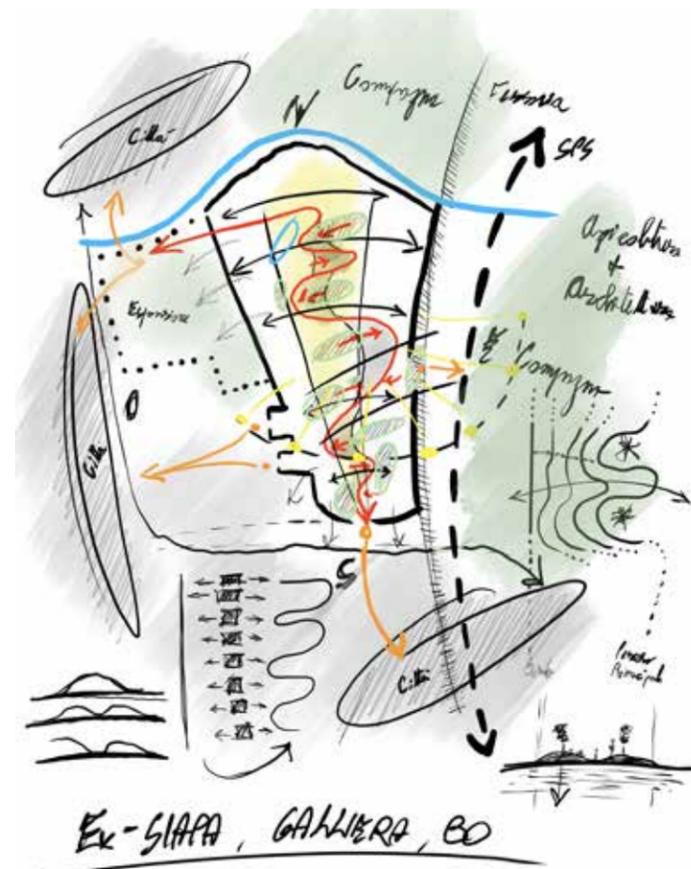


Fig. 4: Strategie a scala urbana
Elaborazione degli autori



- VERTICAL FARM
- BIO LAGO
- COLLINA
- ORTI
- SERRE SOCIALI
- AE**
 - LABORATORI
 - UFFICI
- O**
 - LIBRERIA
 - RISTORANTE / BAR
 - INFO POINT
- STAZIONE
- PIAZZA
- ISTITUTO COMPENSIV
- ZONA COMMERCIALE
- AULE STUDIO

0 100 200
 Planimetria generale dell'area di progetto
 Elaborazione degli autori

4.2 Il Parco diffuso

Il parco “diffuso”, si configura come un sistema di aree verdi, che si identificano come dei giardini tematici collegati da un percorso unitario. Quelli destinati alla coltivazione degli orti sociali si distribuiscono lungo tutta l’area, proprio per sottolineare l’intenzione di integrare la compagine agricola circostante anche all’interno dell’area di progetto. Invece, in quelli vicini al Capannone “AE” si trovano le serre sociali, caratterizzate dalla particolare forme geodetica che riprende quella dei biolaghi. Le altre aree sono trattate come prati alberati, che possono essere sfruttati nella stagione estiva come zone di sosta. Un tema importante è quello del sistema collinare. La successione di piccole colline che costeggiano la linea ferroviaria si identifica come un filtro sia visivo che acustico; per non interrompere questo andamento del terreno, il nuovo edificio della stazione viene integrato all’interno delle colline, configurandosi quindi composto da due fabbricati separati collegati da un sottopassaggio. Lo stesso principio è stato seguito anche sul fronte ovest, ove un sistema collinare analogo si identifica come elemento di mediazione tra l’area di progetto ed il contesto. Per integrare questi elementi, in modo che non siano percepiti come delle barriere, altre piccole colline sono inserite lungo tutta l’area e si configurano come zone di sosta alberate, sfruttabili soprattutto nella stagione estiva (Fig.5). Rispetto allo stato di fatto, in cui la superficie pavimentata è pari al 73,2% della superficie totale, allo stato di progetto questo valore risulta essere ridotto al 36,5%; la superficie di aree verdi copre il 64,4% dell’area, di cui il 26% è destinato a campi agricoli.

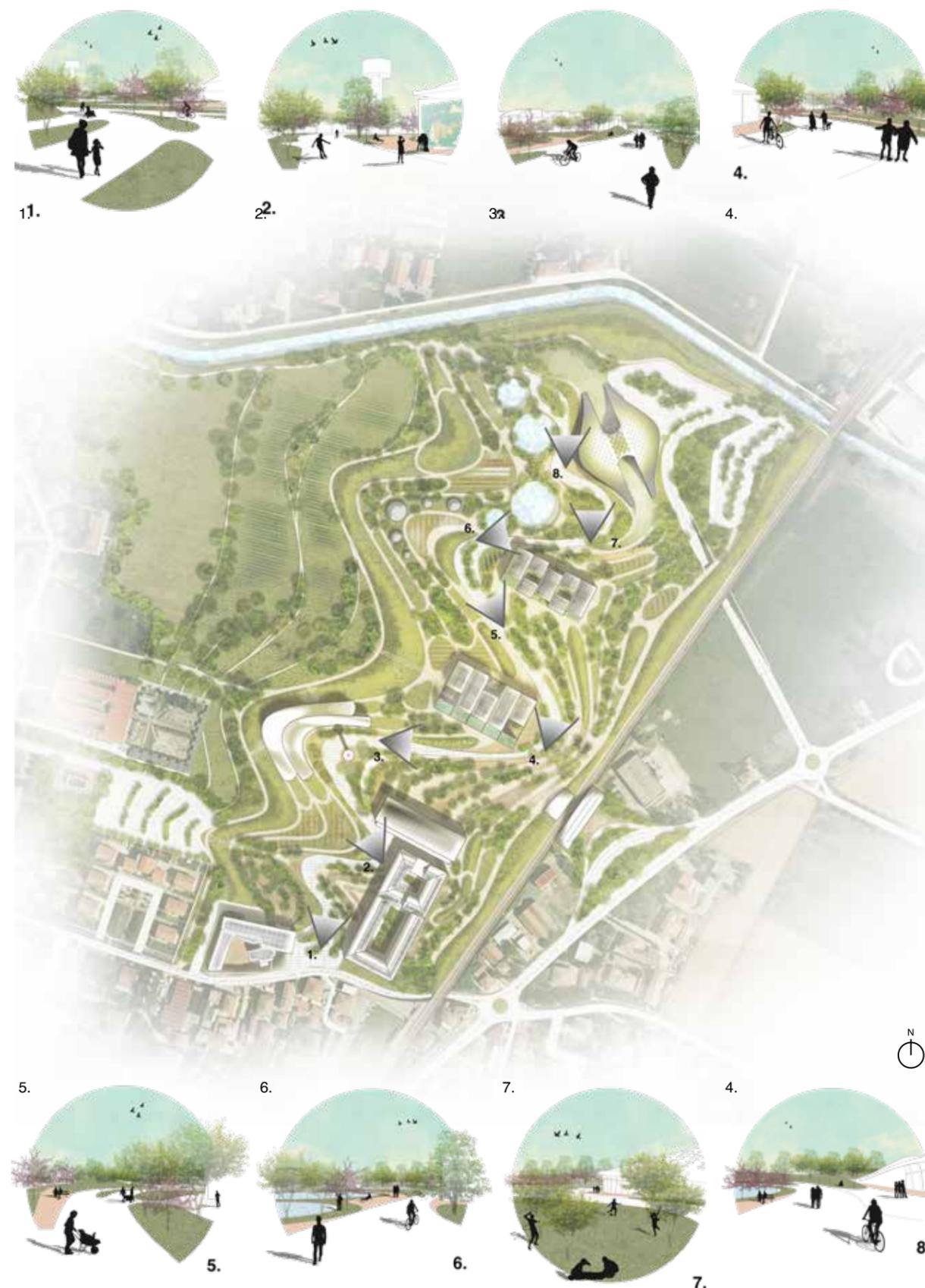


Fig. 5: Viste dal percorso principale
Elaborazione degli autori

4.2.1 Il biolago

Il biolago è uno specchio d'acqua artificiale che si identifica come un bacino di acqua dolce. Viene realizzato effettuando uno scavo nel terreno, di cui vengono livellati i margini, su cui viene posato uno strato di ghiaia che viene impermeabilizzato per mezzo di un telo di gomma atossica. Per evitare il ristagno dell'acqua si impiegano pompe a basso consumo energetico che regolano la movimentazione ed il livellamento delle acque. È un sistema autosufficiente in cui le acque sono depurate per mezzo della "fitodepurazione"². I processi fitodepurativi avvengono entro l'area di "rigenerazione delle acque", in cui gli agglomerati di famiglie batteriche, detti "biofilm", trasformano le sostanze organiche in sostanze inorganiche al fine di renderle assorbibili dalle radici delle piante. È stato collocato nella zona nord-ovest dell'area di studio, entro porzione di terreno non inquinata, e si identifica come elemento di grande pregio paesaggistico che svolge due principali funzioni: una economico-sociale, in quanto il progetto prevede l'affitto del bacino per la pesca sportiva, ed una ambientale, in quanto si configura come "pozzo termico"³ (Fig.6).

4.2.2 Gli orti sociali

Gli orti sociali si identificano come appezzamenti di terreno urbano destinati all'agricoltura sostenibile; per agricoltura sostenibile si fa riferimento ad un metodo di produzione finalizzato al rispetto dell'ecosistema agricolo, in cui non vengono impiegati prodotti chimici. Anche gli organismi geneticamente modificati (OGM) sono esclusi da questa tipologia di coltivazione, che promuove invece il rispetto per la biodiversità e la sostenibilità ambientale, configurandosi quindi come un sistema di produzione a basso impatto antropico sull'ecosistema, basato sulla rotazione delle colture e la coltivazione di specie locali autoctone. Il loro impiego, oltre che richiamare la vocazione agricola del contesto, risponde a necessità di tipo sociale; l'area risulta al momento poco attrattiva, perciò questi orti, che possono essere coltivati liberamente dalla popolazione, si configurano come elementi utili alla collettività. Avran-

2 La "fitodepurazione" è un sistema di depurazione naturale delle acque reflue, che riproduce il principio di auto-depurazione tipico degli ambienti acquatici.

3 Per "pozzo termico" si intende un elemento naturale verso il quale è possibile dissipare il calore in eccesso attraverso i principi della fisica.

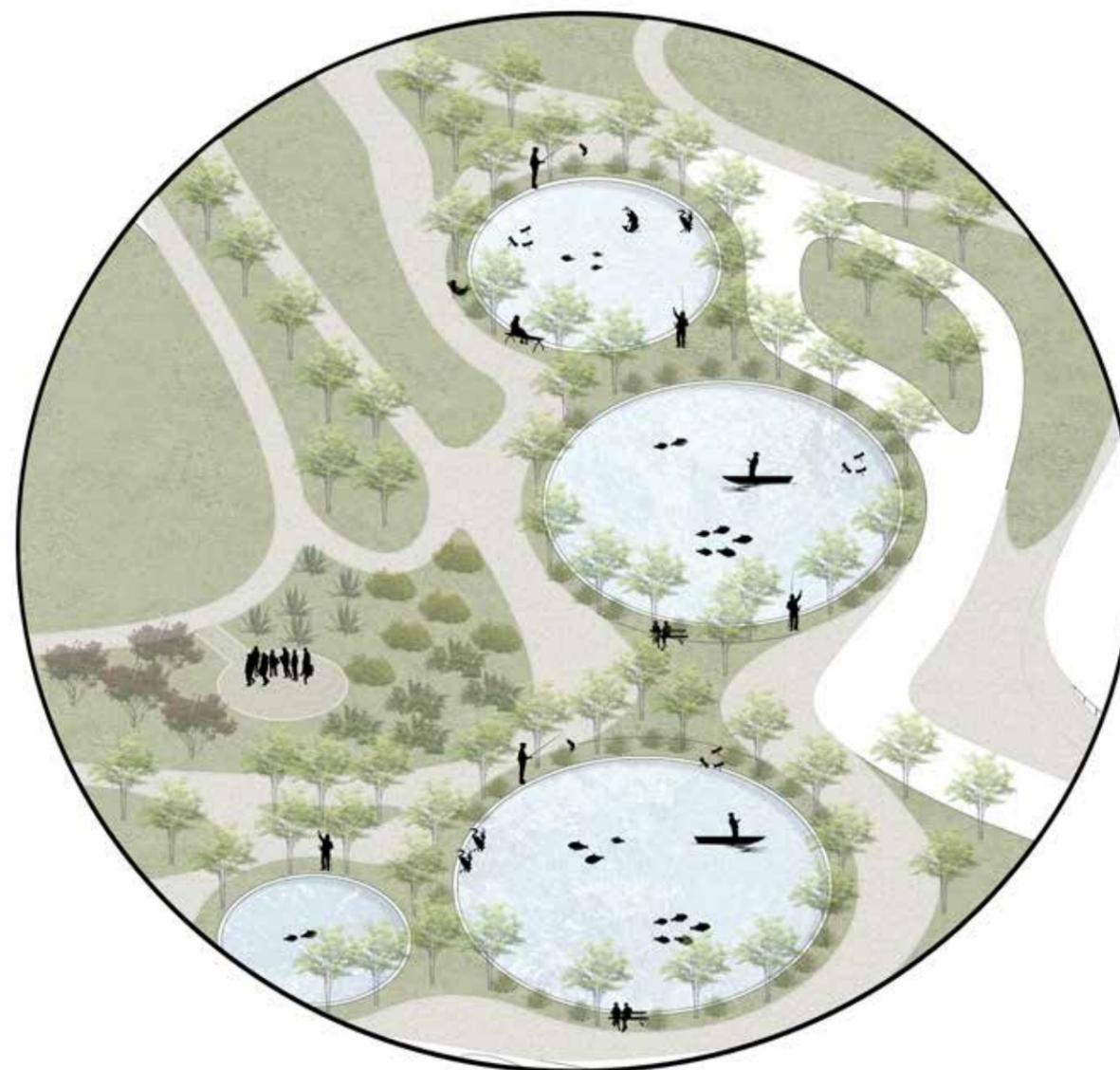


Fig. 6: Biolaghi con sezione territoriale
Elaborazione degli autori

no una triplice vocazione: educativa, pensata in relazione al polo scolastico inserito nel progetto, tecnica, in quanto alcuni appezzamenti saranno destinati ad una produzione effettiva, gestita dal Tecnopolo, ed infine terapeutica. Presentano inoltre diversi vantaggi, soprattutto in termini ambientali, poiché filtrano l'inquinamento atmosferico e riducono lo scorrimento superficiale delle acque piovane. Si configurano quindi come una strategia finalizzata all'armonia sociale, che permette di trasformare spazi degradati ed abbandonati in nuove opportunità socio-economiche.

4.2.3 Le serre sociali

Le serre di produzione si identificano come strutture esterne che favoriscono la crescita di ortaggi e colture, e nel caso in oggetto presentano una particolare forma a "cupola geodetica"⁴. Tale geometria è staticamente più prestazionale rispetto alla tipica forma degli impianti serraicoli, in quanto permette di distribuire i carichi in maniera uniforme non necessitando di sostegni interni; inoltre, per la conformazione triangolare del telaio, che rende la struttura resistente all'azione del vento, si necessita di componenti di sezione ridotta e molto leggeri. Anche a livello energetico risulta più prestazionale, in quanto permette di captare la radiazione solare in ogni sua angolazione. Nel caso in oggetto, la struttura si compone di un telaio tubolare in acciaio, entro cui sono installati dei pannelli in "etilene tetrafluoroetilene" (ETFE)⁵. Essendo il terreno dell'area parzialmente inquinato, è stato impiegato un sistema di coltivazione fuori-suolo: rispetto alla tipica coltivazione permette un maggiore controllo delle condizioni fitosanitarie ed una riduzione del consumo idrico; l'acqua necessaria all'irrigazione del substrato delle piante deriva da un sistema di recupero delle acque piovane (Fig.7).

⁴ Per "cupola geodetica" di intende una struttura emisferica composta da elementi triangolari che giacciono approssimativamente sulla superficie di una sfera, Enciclopedia Treccani.

⁵ Materiale plastico trasparente più leggero, resistente ed anche isolante dei tipici materiali impiegati nelle serre, come vetro e plastica, www.macotechnology.com.

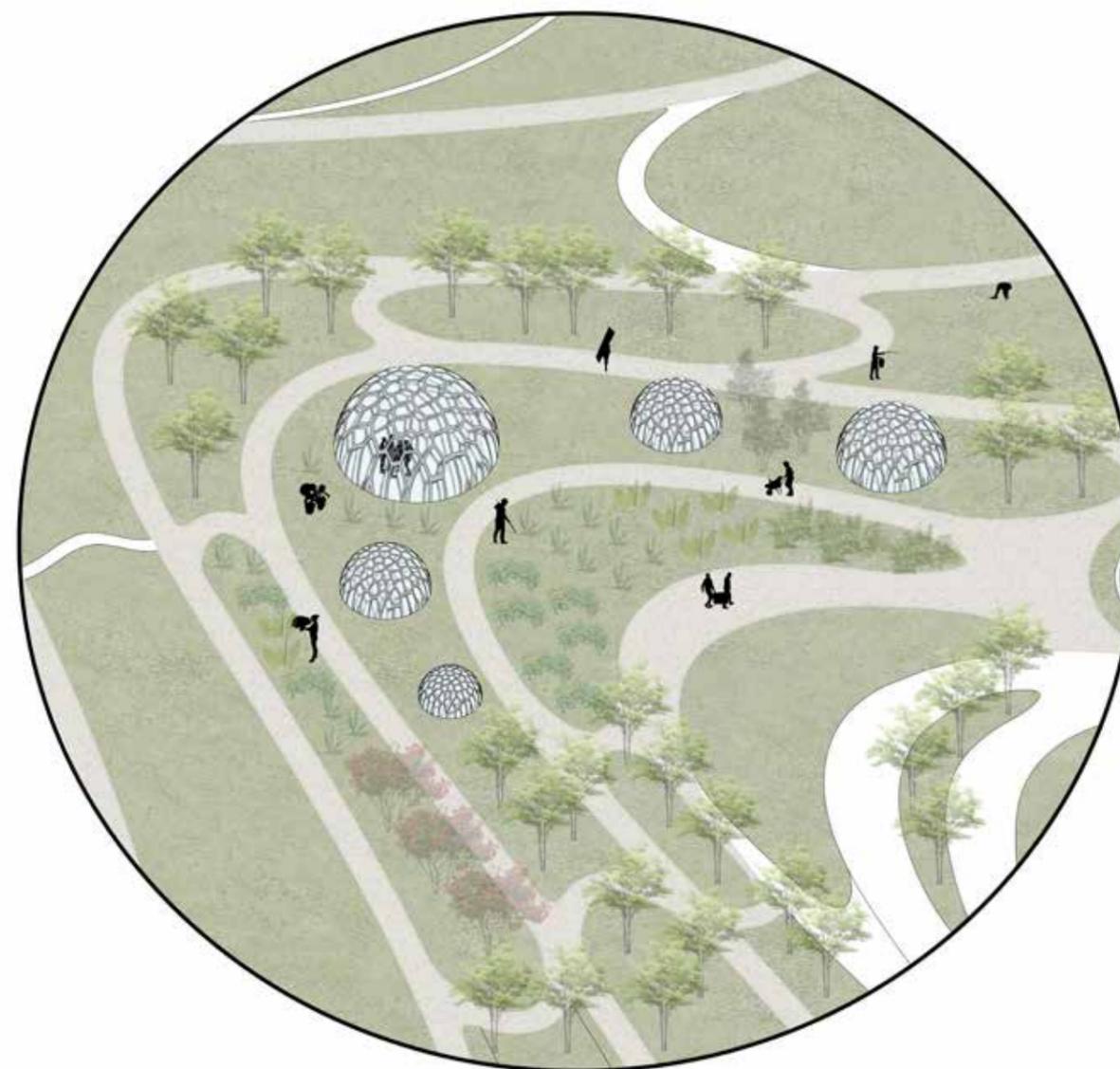
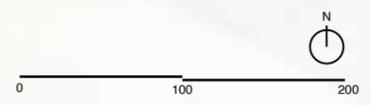


Fig. 7: Serre sociali con sezione territoriale
Elaborazione degli autori



Planimetria generale dell'area di progetto
Elaborazione degli autori

4.4 Confronto simulazioni microclimatiche

Allo scopo di verificare la correttezza delle strategie progettuali, le simulazioni del *comfort outdoor* effettuate allo stato di fatto con il software “ENVI-met”, vengono comparate con quelle dello stato di progetto. Mentre le prime restituiscono una mappa 400x700m, le seconde considerano una superficie di 400x600m, in quanto la porzione a nord del lotto presenta caratteristiche costanti su tutto il bordo.

4.4.1 Temperatura potenziale

Come è evidente anche dai colori delle mappe, la temperatura potenziale alle ore 12.00 (Fig.8) presenta un picco di 26°C nella parte est, dove il colore tende al blu, ovvero dove si trovano la maggior parte dei percorsi pavimentati, ed alle ore 14.00 la situazione rimane invariata; rispetto allo stato di fatto quindi, in cui la temperatura massima era pari a 37,85°C alle ore 12.00, ed a 38,09°C (Fig.7) alle ore 14.00, si verifica un abbassamento dei valori della temperatura di quasi 12°C. È importante notare come, nella zona ad ovest dell’area, la temperatura rientra in un range da 23°C a 24°C, merito delle alberature e delle aree verdi inserite in fase di progetto.

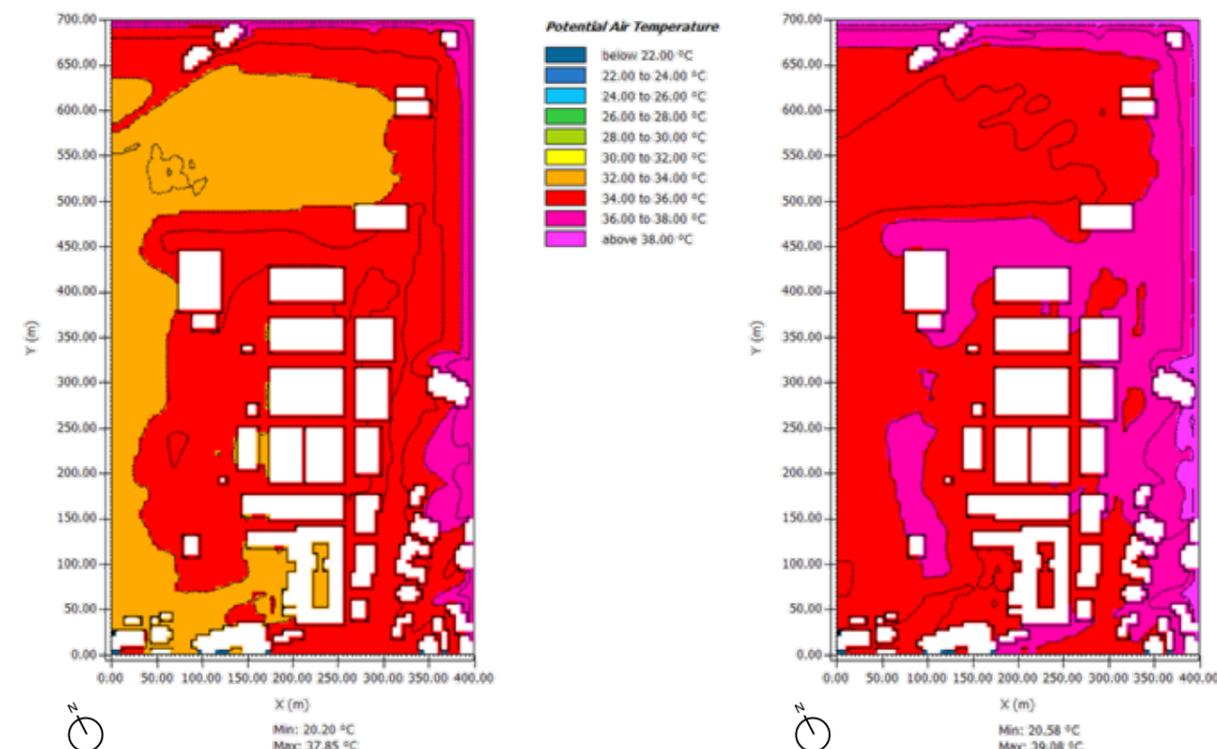
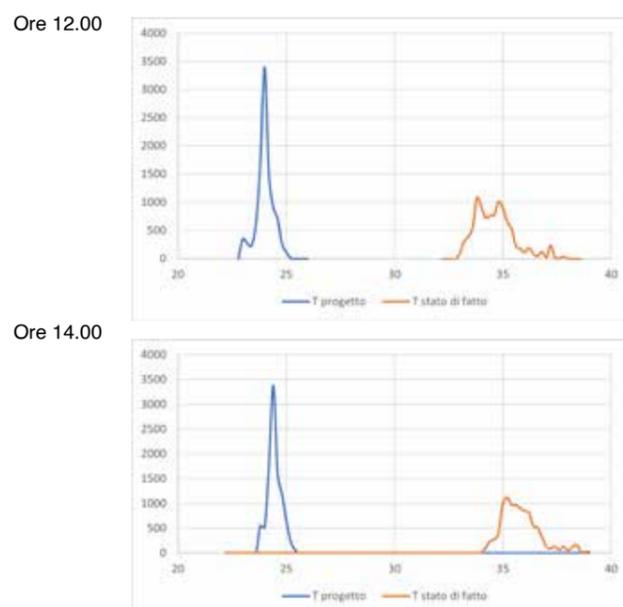


Fig. 7: Risultati della simulazione “ENVI-met” della Temperatura potenziale allo SDF
Elaborazione degli autori

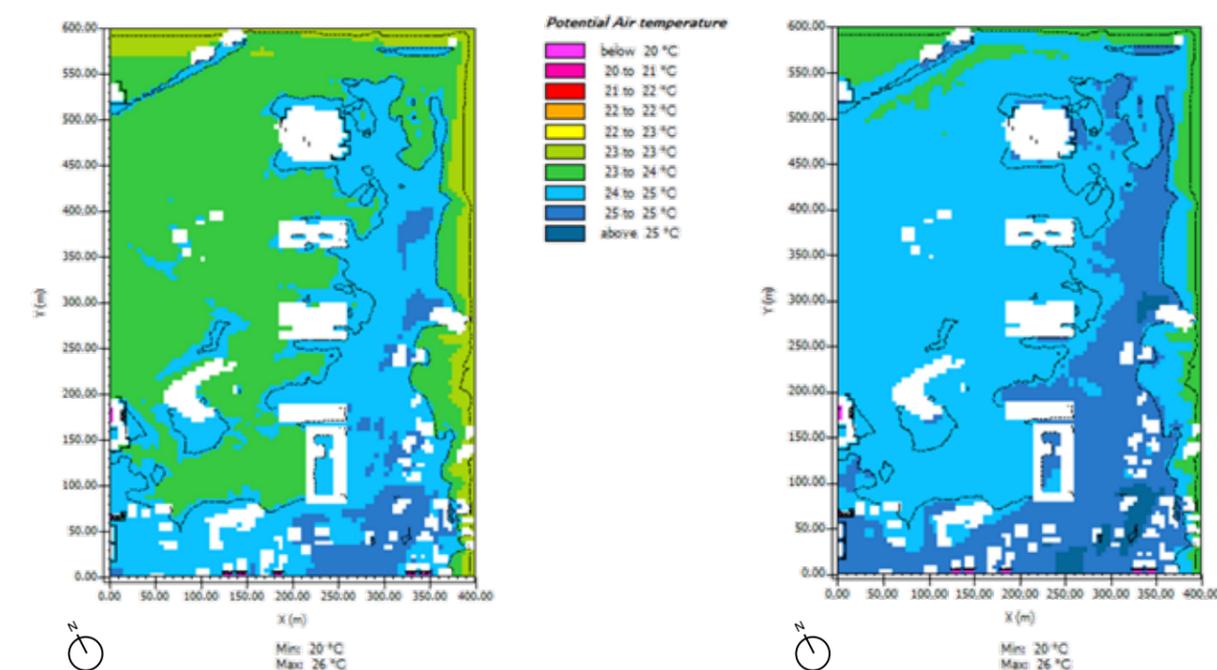
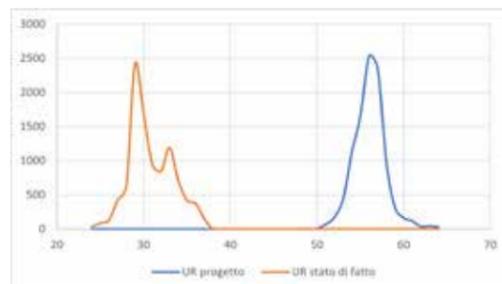


Fig. 8: Risultati della simulazione “ENVI-met” della Temperatura potenziale allo SDP
Elaborazione degli autori

4.4.2 Umidità relativa

Anche i valori percentuali dell'umidità relativa risultano aumentati, in quanto, rispetto allo stato di fatto (Fig.9), in cui il range di umidità relativa rientrava tra il 28% ed il 30%, allo stato di progetto (Fig.10), a parità di colori, il range comprende valori tra il 54% ed il 56%. Il valore dell'umidità relativa, come si evince dalle mappe, è strettamente correlato alla temperatura dell'aria, poiché all'aumentare della temperatura, aumenta anche la quantità di vapore acqueo necessario affinché l'aria sia satura, viceversa, se la temperatura è bassa, sarà sufficiente una minor quantità di vapore acqueo per saturare l'aria. Valori di umidità relativa tra il 10% ed il 20% corrispondono ad un'aria molto secca, troppo secca per il *comfort* del corpo, mentre alte percentuali ostacolano l'evaporazione del calore, generando situazioni di *discomfort*, sia fisico che ambientale. L'umidità ideale dovrebbe essere tra il 40% ed il 50% in inverno, e tra il 50% ed il 60% in estate. Allo stato di fatto il valore massimo percentuale dell'umidità era pari all'80,21% alle ore 12.00, e al 78,32% alle ore 14.00; è evidente come questi valori siano troppo elevati per garantire una buona sensazione di *comfort* termigrometrico. Allo stato di progetto, invece, il valore massimo alle ore 12.00 è pari al 64%, mentre alle ore 14.00 al 62%, rientrando entro i range ottimali.

Ore 12.00



Ore 14.00

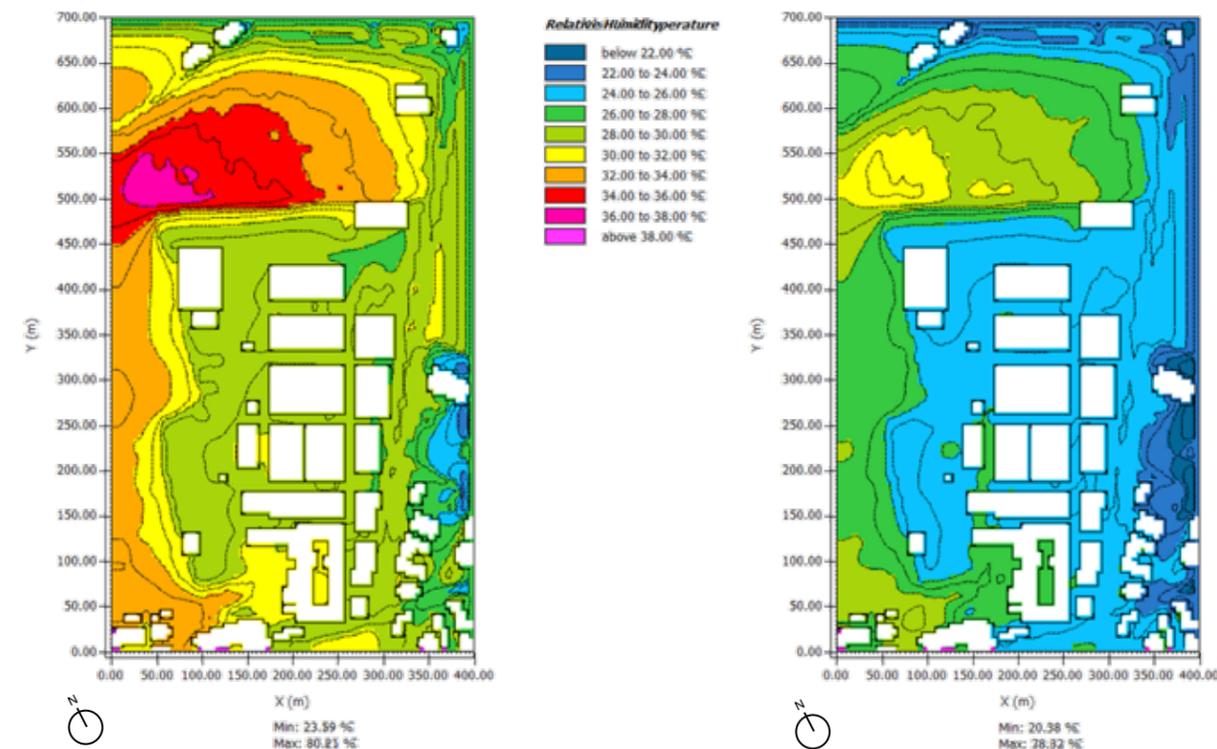
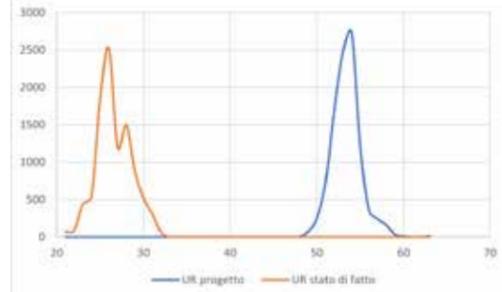


Fig. 9: Risultati della simulazione "ENVI-met" della Umidità relativa allo SDF
Elaborazione degli autori

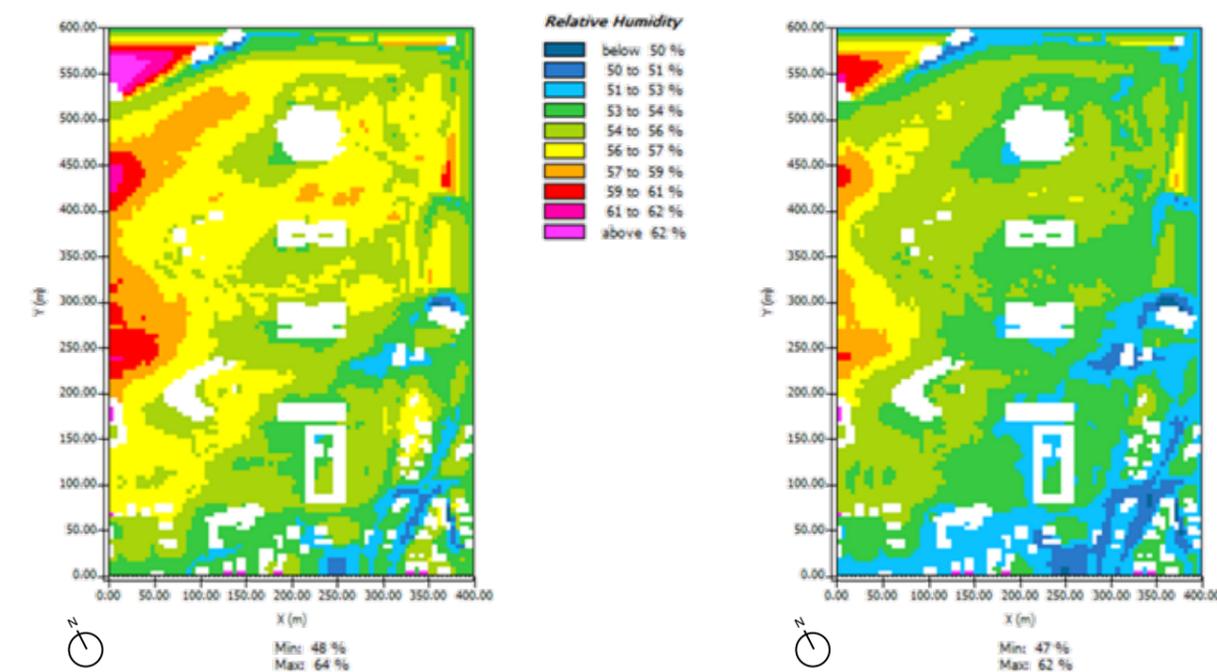


Fig. 10: Risultati della simulazione "ENVI-met" della Umidità relativa allo SDP
Elaborazione degli autori

4.4.3 Temperatura equivalente fisiologica

Anche i valori della “*Physiological Equivalent temperature*” (PET) risultano diminuiti. Allo stato di fatto (Fig.11) la temperatura massima, pari a 57,59°C alle ore 12.00, ed a 59,39°C alle ore 14.00, risulta molto elevata, mentre invece allo stato di progetto (Fig.12), la temperatura massima alle ore 12.00 è pari a 41°C, mentre alle ore 14.00 a 49°C. In media, la PET si abbassa di quasi 13°C. Quasi tutta l’area rientra in un range di temperature tra i 23°C e i 27°C, infatti il colore della mappa è quasi interamente tendente all’azzurro.

Rispetto allo stato di fatto, in cui la superficie totale è pari a 177.500m², di cui 130.000m² pavimentati, l’area di progetto si estende per 240.000m², in quanto include anche una parte di campi coltivati ad ovest, di cui solo 85.500m² sono pavimentati. La superficie trattata a verde è aumentata, comportando un ingente miglioramento del microclima, verificato dalle simulazioni effettuate.

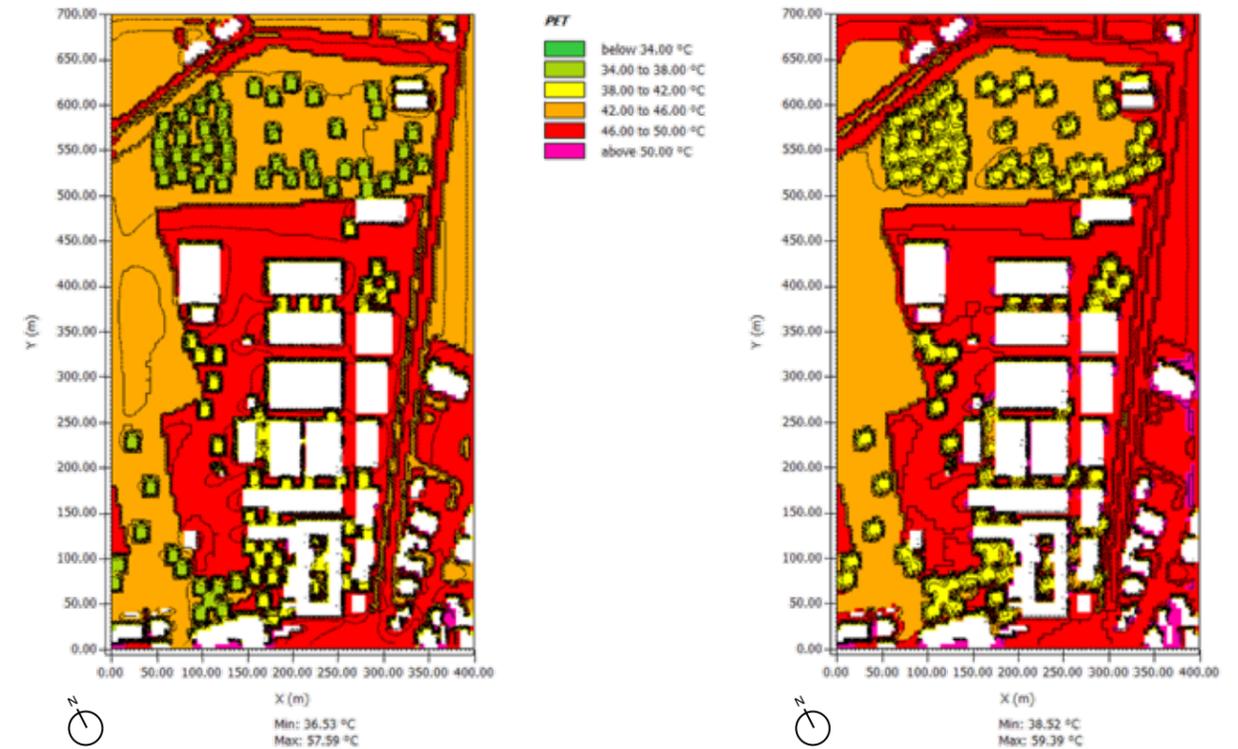
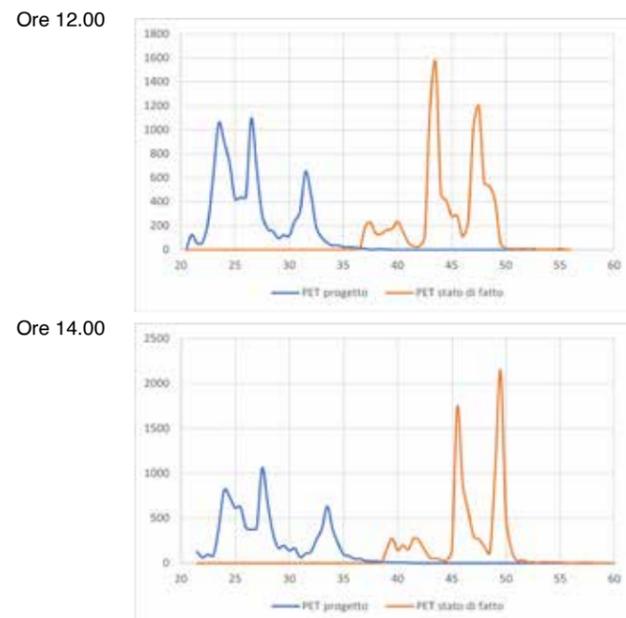


Fig. 11: Risultati della simulazione “ENVI-met” della PET allo SDF
Elaborazione degli autori

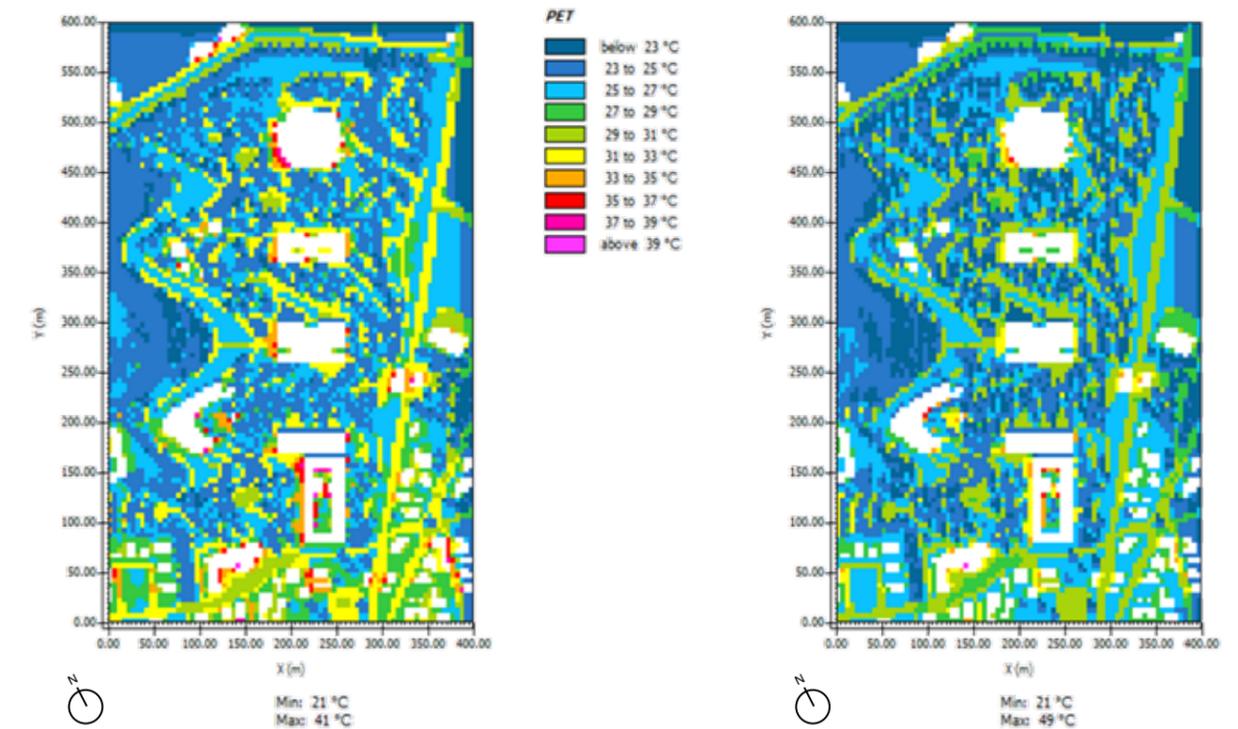


Fig. 12: Risultati della simulazione “ENVI-met” della PET allo SDP
Elaborazione degli autori



Vista generale diurna
Elaborazione degli autori



Vista generale notturna
Elaborazione degli autori

5. Progetto a scala architettonica

5.1 Strategie di intervento

Le strategie a scala architettonica prevedono due principali tipologie di intervento: la riqualificazione dei fabbricati esistenti e l'introduzione di tre edifici. Il progetto si concentra solo su alcuni dei fabbricati parte del masterplan, il Capannone "O", il Capannone "AE" ed il Tecnopolo, considerati i più significativi dal punto di vista funzionale e compositivo. La riqualificazione dei capannoni intende conservare i valori architettonici e identitari dell'impianto industriale, intervenendo per apportare migliorie dal punto di vista energetico. Per mantenerne invariata la struttura portante si è deciso di agire reinterpretando l'intervento di Andrea Oliva per il Capannone 18 del Parco Innovazione di Reggio Emilia. Dentro gli edifici sono stati inseriti dei "box"¹, che si configurano come moduli in legno svincolati dall'involucro edilizio che li contiene, da cui il nome "box in the box". La forma di questi volumi dipende dall'apertura di nuovi accessi agli edifici, in corrispondenza dei quali la copertura viene tolta, dall'introduzione di patii, che si configurano come corti interne, e dall'inserimento di serre sui fronti esposti a sud, in corrispondenza delle quali alla copertura viene tolto il solo strato di finitura. La scelta di integrare sistemi serricoli deriva dall'intenzione di stabilire una connessione tra gli edifici ed il contesto. L'edificio destinato al tecnopolo ospiterà una "vertical farm", ovvero un sistema di produzione agricola ad alte prestazioni. Per integrare maggiormente l'edificio con il contesto è stato progettato un edificio che si integra alla morfologia dall'area attraverso una copertura che simula la forma di una collina, attraversata da un percorso in quota che permette di integrare la funzione di produzione effettiva con spazi pubblici polifunzionali.

¹ <https://www.floornature.it/andrea-oliva-tecno-polo-la-ricerca-nelle-ex-officine-reggian-13745/>.

5.2 Il Capannone "O"

L'edificio risale agli anni Sessanta e si configura come un fabbricato finalizzato allo stoccaggio. Presenta una struttura a telaio, composta da pilastri e travi in cemento armato a sezione rettangolare da 40cm, che scandiscono la superficie interna in cinque campate da 15,90m l'una, per un totale di 80m. Le campate sono coperte da volte a botte in tavelle di laterizio da 20cm, rinforzate da nervature in cemento armato e da tiranti in acciaio a sezione cilindrica, che si posizionano all'altezza dell'imposta della volta, a quota 6,25m dal piano di calpestio. La volta raggiunge un'altezza massima di 8,80m e si poggia su una doppia trave di bordo in cemento che corre lungo tutto il perimetro dell'edificio. Il prospetto sul lato lungo è scandito da 14 pilastri con interasse 5,3m; entro ogni campata ne sono presenti quattro, ad eccezione della campata centrale che ne risulta sprovvista. Sul lato corto invece si trovano 12 pilastri con interasse 4,3m, per un totale di 47,7m di lunghezza. I pilastri emergono dal piano di facciata, poiché il tamponamento, in blocchi di laterizio a due teste, presenta uno spessore di 30cm. Nelle mappe catastali, per Capannoni "O" si intendono due edifici, ma ai fini della progettazione solo il capannone più a sud dei due è stato mantenuto, ovvero quello antistante la nuova piazza pubblica, che si presta ad uso polifunzionale: entro i 3.800m² di superficie disponibile sono stati inseriti una biblioteca, un *info-point* ed una zona ristoro, per un totale di 3.319m².

5.2.1 "Box in the box"

La riqualificazione non prevede di intervenire sulla struttura portante del capannone, che mantiene quindi la sua conformazione originaria, poiché risulta essere staticamente funzionale ed in buone condizioni. Gli unici interventi effettuati interessano il tamponamento in laterizio e la copertura. I rilievi effettuati sull'area hanno evidenziato uno stato di degrado materico degli elementi in mattone non trascurabile; per questa ragione, ed anche per finalità progettuali, in alcuni casi tale tamponamento viene sostituito da grandi vetrate (Fig.1). La copertura invece non è sta-

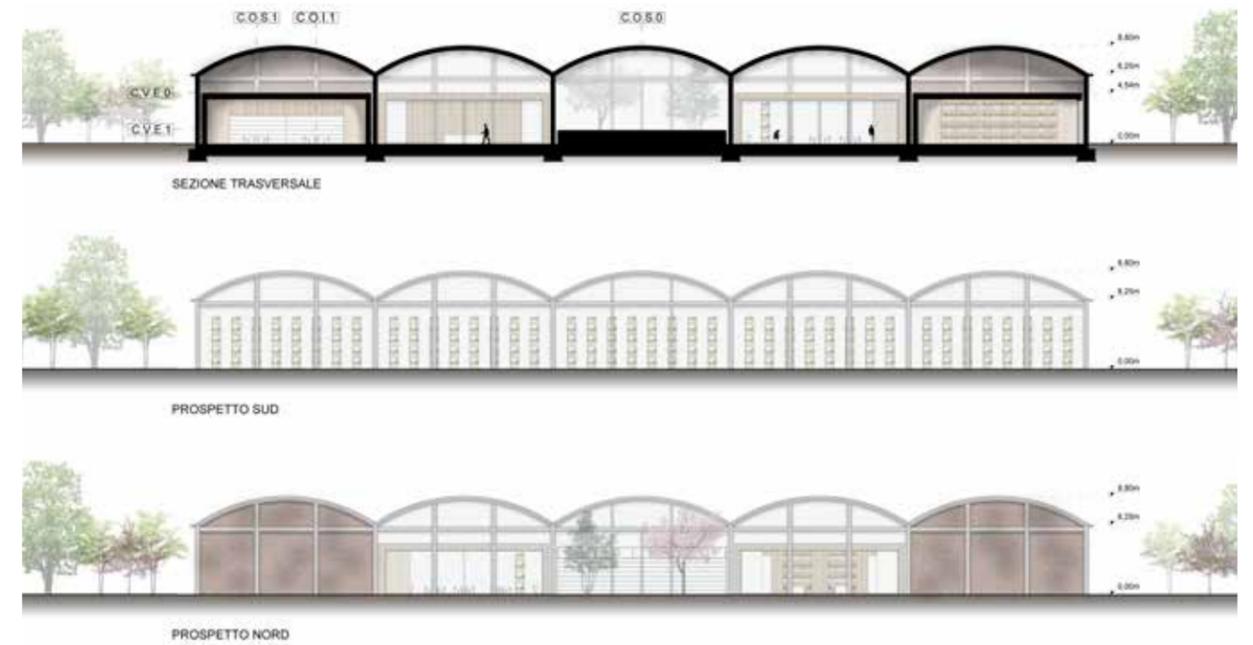
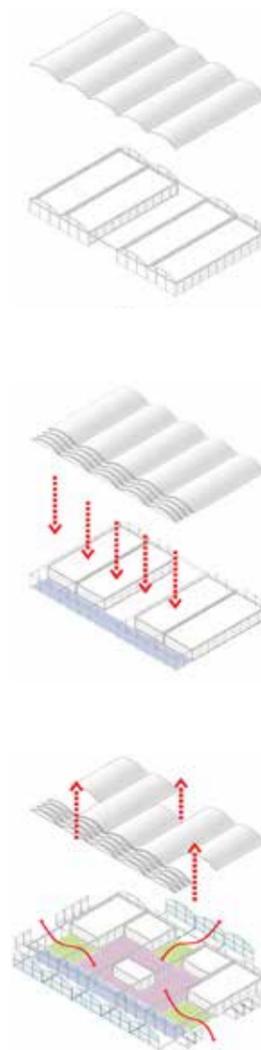


Fig. 1: Sezione trasversale e prospetti Capannone "O"
Elaborazione degli autori

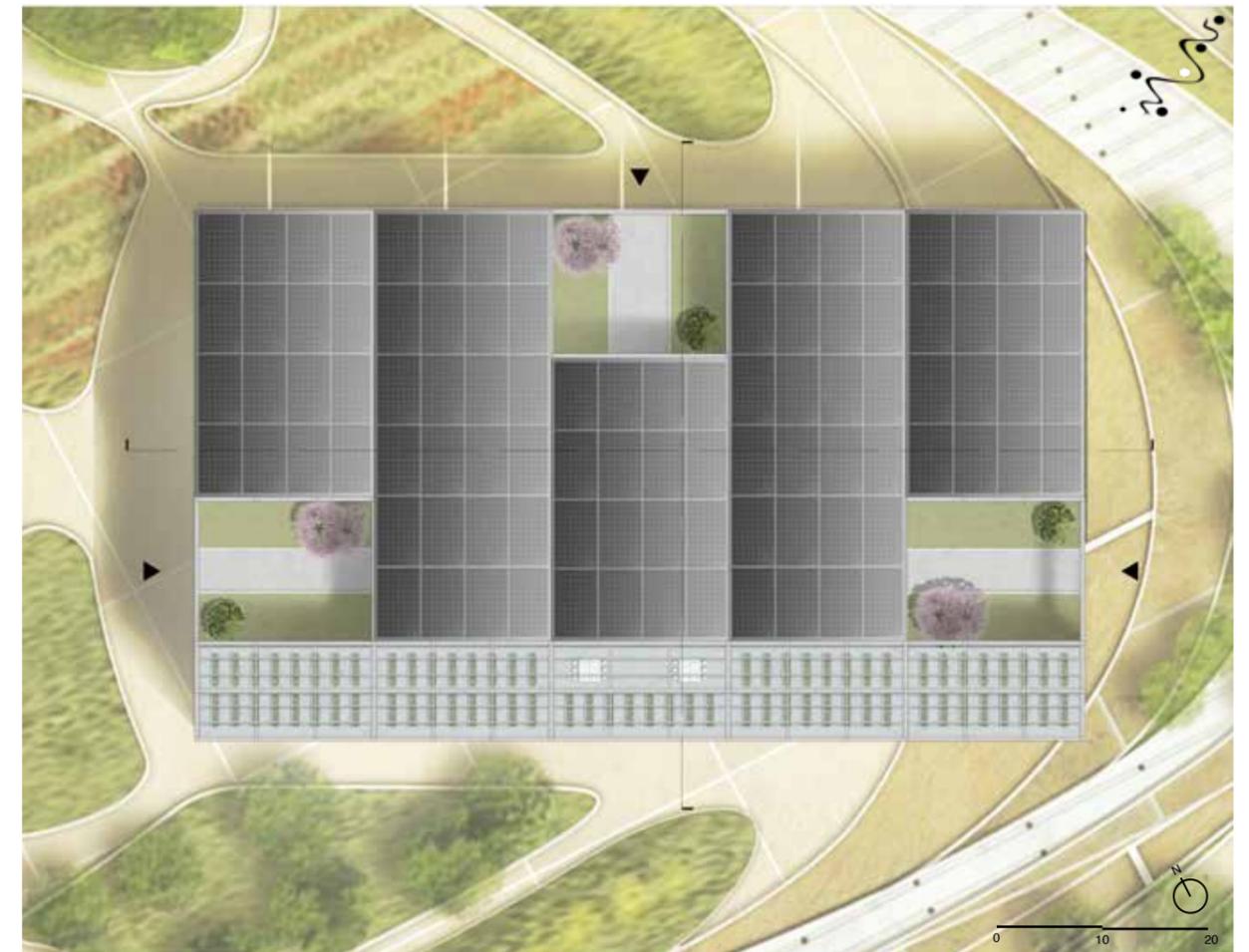


Fig. 2: Pianta copertura Capannone "O"
Elaborazione degli autori

ta sostituita, anche se energeticamente non prestazionale, in quanto si voleva mantenere la configurazione originaria (Fig.2); questo comporta un evidente problema in termini di altezze sfruttabili, in quanto i tiranti si posizionano a 6,25m dal piano di calpestio, non rendendo possibile la progettazione di un possibile piano rialzato. L'unica opzione possibile di intervento è l'impiego della tecnica "box in te box", letteralmente "scatola nella scatola", per cui, all'interno del capannone, sono state inserite delle strutture scatolari coibentate che accolgono le funzioni previste dal progetto. Questi volumi si identificano come edifici indipendenti che si inseriscono entro l'orditura dei pilastri, distanziandosi da questi di 20cm per ragioni di sicurezza sismica, sono realizzati con materiali sostenibili e presentano un involucro ad alte prestazioni energetiche. Oltre che per finalità energetiche, risultano essere un'utile strumento tramite cui è possibile aggregare diverse funzioni all'interno di un'unica superficie. Il processo compositivo si compone di tre fasi, la prima delle quali corrisponde alla saturazione della superficie del capannone, ad eccezione della campata centrale, con volumi scatolari. Sul prospetto sud sono poi state inserite delle serre, per cui è stato necessario arretrare i volumi ed eliminare la copertura, di cui si mantiene solo la struttura portante. Sul fronte in affaccio sulla piazza, ovvero quello sud, l'edificio si apre con tre accessi, due laterali ed uno sul lato nord in diretta comunicazione con l'ingresso del Capannone "AE". Per evidenziare questi accessi si è deciso di rimuovere del tutto la copertura. Per la configurazione statica della volta, essendo i tiranti e le nervature compresi entro l'interasse di ogni coppia di pilastri ed estendendosi per tutto lo sviluppo della volta, che copre la dimensione di una campata, è possibile rimuovere solo la porzione di superficie compresa entro la coppia di pilastri sopraccitati. I volumi risultanti da questo processo di sottrazione identificano tre diverse aree, ad ognuna delle quali è associata una funzione. La biblioteca è definita da due volumi, che restituiscono la forma di "L" rovesciata, per un totale di 544m². L'accesso è posizionato sul fronte sud del volume adiacente l'ingresso, ed introduce ad un

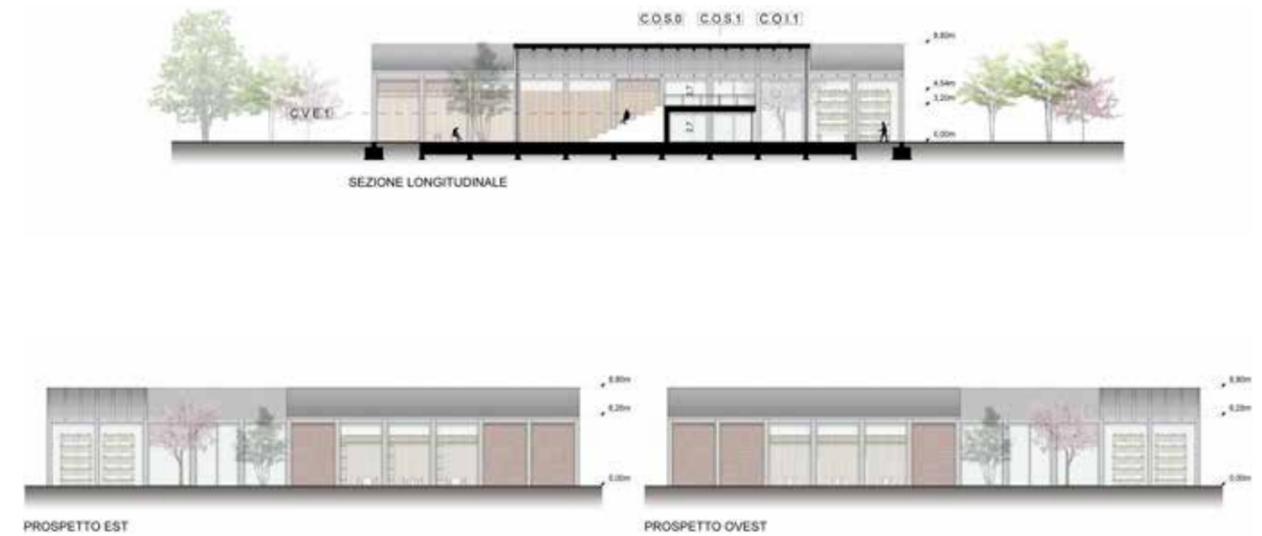


Fig. 3: Sezione longitudinale e prospetti Capannone "O"
Elaborazione degli autori



Fig. 4: Pianta piano terra Capannone "O"
Elaborazione degli autori



front office da cui si possono raggiungere le aule studio, una posizionata entro ogni *box*; i servizi sono alloggiati sul fronte nord del volume di dimensioni maggiori. La zona ristoro presenta una forma speculare a quella della biblioteca e dall'ingresso principale, che permette di accedere al bar ed alla cucina, si raggiunge la sala ristorante. L'*info-point* è stato inserito all'interno della campata centrale, si configura come un elemento rettangolare di 110m² vetrato su tre lati, entro due dei quali, rispettivamente quello est e quello ovest, si trovano gli accessi; questi risultano essere in linea con gli accessi principali posizionati sui due lati corti. La centralità di questo elemento è fondamentale ai fini del funzionamento dell'impianto, poiché si configura come interfaccia con il pubblico. L'accesso a nord dell'edificio introduce ad una scalinata in legno che permette di accedere ad una terrazza posta sopra il volume dell'*info-point* (Fig.3). La superficie esclusa dai *box* risulta essere uno spazio filtro che può essere utilizzato per eventi di tipo culturale. Il prospetto sud risulta essere interamente occupato da serre di produzione, che ricoprono 650m², a cui è possibile accedere dalla campata centrale (Fig.4); tali serre sono pensate come spazi pubblici entro cui si possono reperire prodotti che possono essere reimpiegati, ad esempio per la cucina del ristorante.



Vista esterna del Capannone "O"
Elaborazione degli autori



Vista interna del Capannone "O"
Elaborazione degli autori

5.3 Il Capannone "AE"

Anche questo edificio risale agli anni Sessanta e presenta la stessa conformazione strutturale del Capannone "O". L'interasse tra i pilastri del lato lungo e la dimensione delle campate è infatti la stessa, ed anche in questo caso la campata centrale risulta libera da elementi verticali; le uniche differenze sono di tipo dimensionale, in quanto il prospetto sul lato corto è scandito da 9 pilastri con interasse 4,5m. Oltre a ciò, a parità di altezza di volta, il piano di imposta risulta essere a quota 5,85m (Fig.6). Rispetto al Capannone "O", che accoglie funzioni pubbliche, il Capannone "AE" è destinato ad ambienti di lavoro, infatti, su una superficie disponibile di 2780m², sono stati inseriti un laboratorio e degli uffici, per un totale di 2440m².

5.3.1 "Box in the box"

Come per il Capannone "O", l'intenzione è quella di effettuare una riqualificazione che non interessi la struttura portante esistente. Anche in questo caso il processo compositivo segue tre fasi, la prima delle quali corrisponde sempre alla saturazione della superficie del capannone, ad eccezione della campata centrale. Sul prospetto sud sono state inserite due serre nelle campate più esterne, entro cui il rivestimento della volta è stato eliminato (Fig.7), mantenendone però intatta la struttura portante. L'edificio presenta solo due ingressi, posizionati in maniera speculare entro la campata centrale; quello a sud è in linea con l'ingresso del Capannone "O", mentre quello a nord è in diretta comunicazione con il Tecnopolo. Gli accessi vengono evidenziati da asportazioni di sezioni della copertura. Lo spazio interno in questo caso viene saturato quasi del tutto ad eccezione della campata centrale, che funge da spazio filtro e permette di accedere ai due *box*. Per illuminare gli ambienti interni ed aumentare la qualità, sono stati inseriti due patii, sfondando la copertura esistente. I volumi risultanti da questo processo di sottrazione identificano due aree, separate da uno spazio vuoto centrale. I laboratori occupano i tre volumi sul lato ovest, per un totale di 741m², e si organizzano attorno al patio centrale da 265m² (Fig.8).

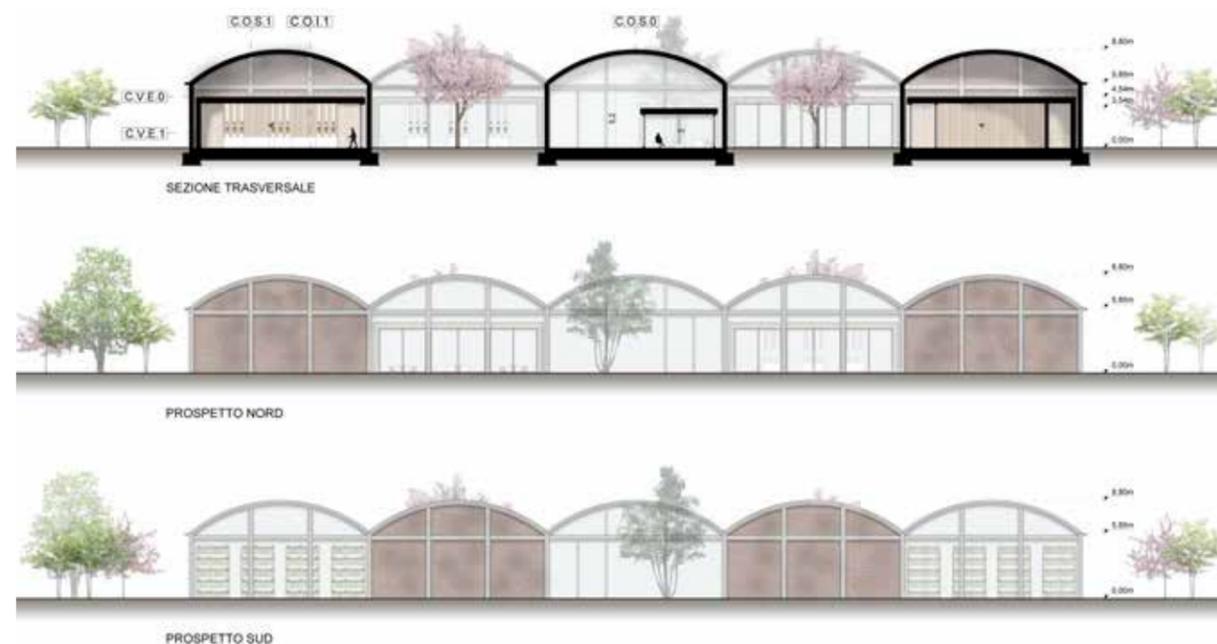
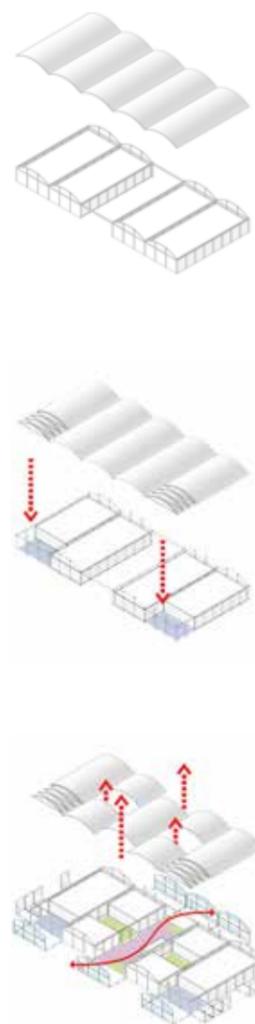


Fig. 6: Sezione trasversale e prospetti Capannone "AE"
Elaborazione degli autori

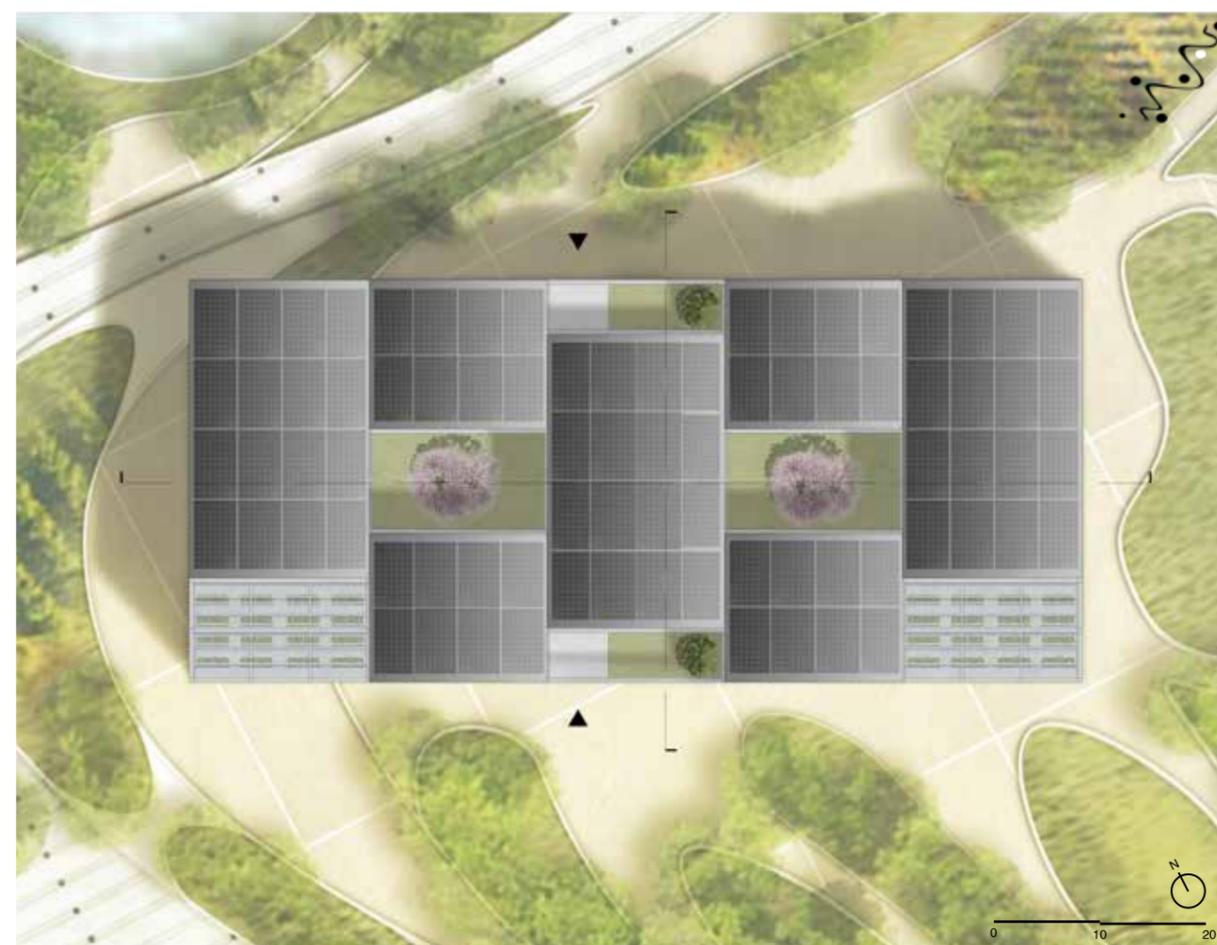


Fig. 7: Pianta copertura Capannone "AE"
Elaborazione degli autori

Presentano due accessi interni, disposti ai lati del patio e due esterni sul fronte ovest, che li mettono in diretta comunicazione con gli orti e le serre esterni. Sono destinati alla produzione idroponica, perciò, a parte i servizi sul fronte nord, lo spazio è trattato come una successione di aule arredate con i tavoli entro cui si trovano le piante in vaso. La serra sul fronte sud è accessibile sia dall'interno che dall'esterno e anch'essa è destinata alla produzione idroponica in cassette e a sviluppo verticale. Gli uffici presentano una forma speculare a quella dei laboratori e si organizzano su una superficie di 675m² (Fig.9). I laboratori non sono accessibili ai non addetti, mentre gli uffici posizionati nel volume a nord vicino all'ingresso, sono destinati alla relazione con il pubblico. Per garantire ingressi separati, si è quindi deciso di inserire un *box* con funzione di *front office* entro la campata centrale, ai lati di questo sono presenti due accessi, speculari a quelli dei laboratori. Anche in questo caso i servizi sono stati posti sul fronte nord, e lo spazio interno è stato organizzato inserendo spazi per il *co-working*, sale conferenza ed anche una *break room* vicina alla serra sul fronte sud, pensata appunto per poter essere sfruttata dai lavoratori.

La riqualificazione dei due capannoni è effettuata per mezzo delle stesse strategie, compositive, strutturali ed ambientali; tende a mantenere il più possibile la forma dell'edificio, operando solo piccoli interventi sul piano di facciata. Il trattamento della copertura, invece, diventa un tema importante, poiché se dall'esterno sembra uguale a quella originaria, in realtà permette di creare spazi di grande vocazione, che aumentano le prestazioni dell'edificio dal punto di vista bioclimatico. I due edifici presentano ingressi speculari sui fronti nord, Capannone "O", e sud, Capannone "AE", al fine di collegarli anche da un punto di vista visivo, oltre che per mezzo del percorso sinuoso. Entrambi presentano delle serre sulle facciate sud, al fine di mantenere una continuità visiva con il contesto (Fig.10).



Fig. 8: Sezione longitudinale e prospetti Capannone "AE"
Elaborazione degli autori

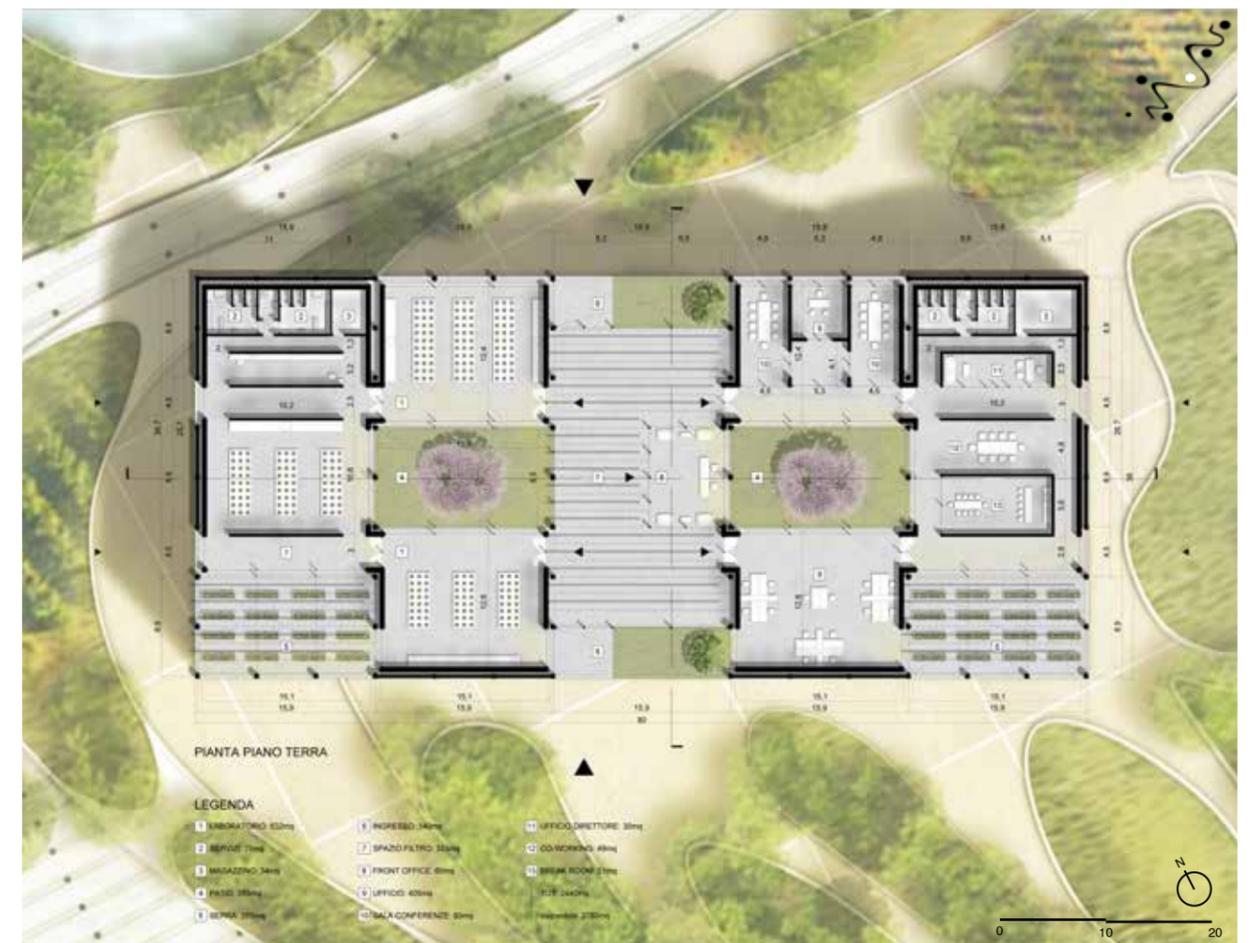


Fig. 9: Pianta piano terra Capannone "AE"
Elaborazione degli autori



Fig. 10: Vista complessiva capannoni con sezioni territoriali
Elaborazione degli autori

5.3.3 Progetto dell'involucro

Le caratteristiche dell'involucro, comprensive stratigrafia e sistema strutturale, sono comuni ad entrambi i capannoni, per cui si è deciso di analizzarle una sola volta nello specifico; è stato scelto il Capannone "AE" in quanto è di questo che verranno effettuate le simulazioni energetiche. Per analizzare l'involucro è necessario distinguere la preesistenza dal nuovo intervento: le "classi di unità tecnologiche"², "chiusura orizzontale superiore" (C.O.S.0) e "chiusura verticale esterna" (C.V.E.0) fanno riferimento alla struttura esistente, mentre tutte le altre sono relative al nuovo intervento. Come già preannunciato, l'intervento prevede l'impiego di strutture scatolari che devono distanziarsi almeno 20cm dalla struttura in cemento armato esistente, e che non possono superare la quota di imposta della volta a 5,85m. Si è quindi deciso di realizzare questi *box* attraverso l'impiego di pannelli X-LAM, in inglese "Cross Laminated Timber" (CLT), ovvero "pannelli composti da un'alternanza di strati incrociati formati da listelli lignei unidirezionali incollati tra loro"³. Staticamente rientra nelle "strutture a parete portante", in cui pareti di legno massiccio prefabbricate vengono giuntate in opera per mezzo di connessioni metalliche. Dal punto di vista funzionale, quindi, l'X-LAM presenta veloci tempi di realizzazione ed inoltre ha buone capacità di isolamento termo-acustico. Per il progetto sono stati impiegati dei pannelli KLH, che sono stati dimensionati facendo riferimento alle tabelle di pre-dimensionamento fornite dal produttore⁴. Le pareti portanti esterne ed interne sono composte da KLH a 5 strati, mentre le partizioni interne da KLH a 3 strati. Il lato corto dei *box* presenta una misura costante di 15,10m, pari alla larghezza di una campata a cui sono sottratti 40cm per il distanziamento sismico, mentre il lato lungo è di dimensione variabile; il caso statico peggiore prevede la realizzazione di un volume 15,10x26,70m. La luce massima che i pannelli KLH possono ricoprire permette di introdurre solo dei setti orizzontali in KLH a 5 strati, distaccati dalle pareti perimetrali di 2m. Analizziamo i vari elementi tecnici (Fig.11): le pareti portanti perimetrali,

² Norma UNI 8290-1:1981, "Edilizia residenziale. Sistema tecnologico. Classificazione e terminologia".

³ A. Campioli, M. Lavagna, "Tecniche e architettura", Città Studi Edizioni, 2017, pp.128.

⁴ Reperate dal sito di "KLH Massivholz GmbH", azienda facente parte del gruppo "Johann Offner".

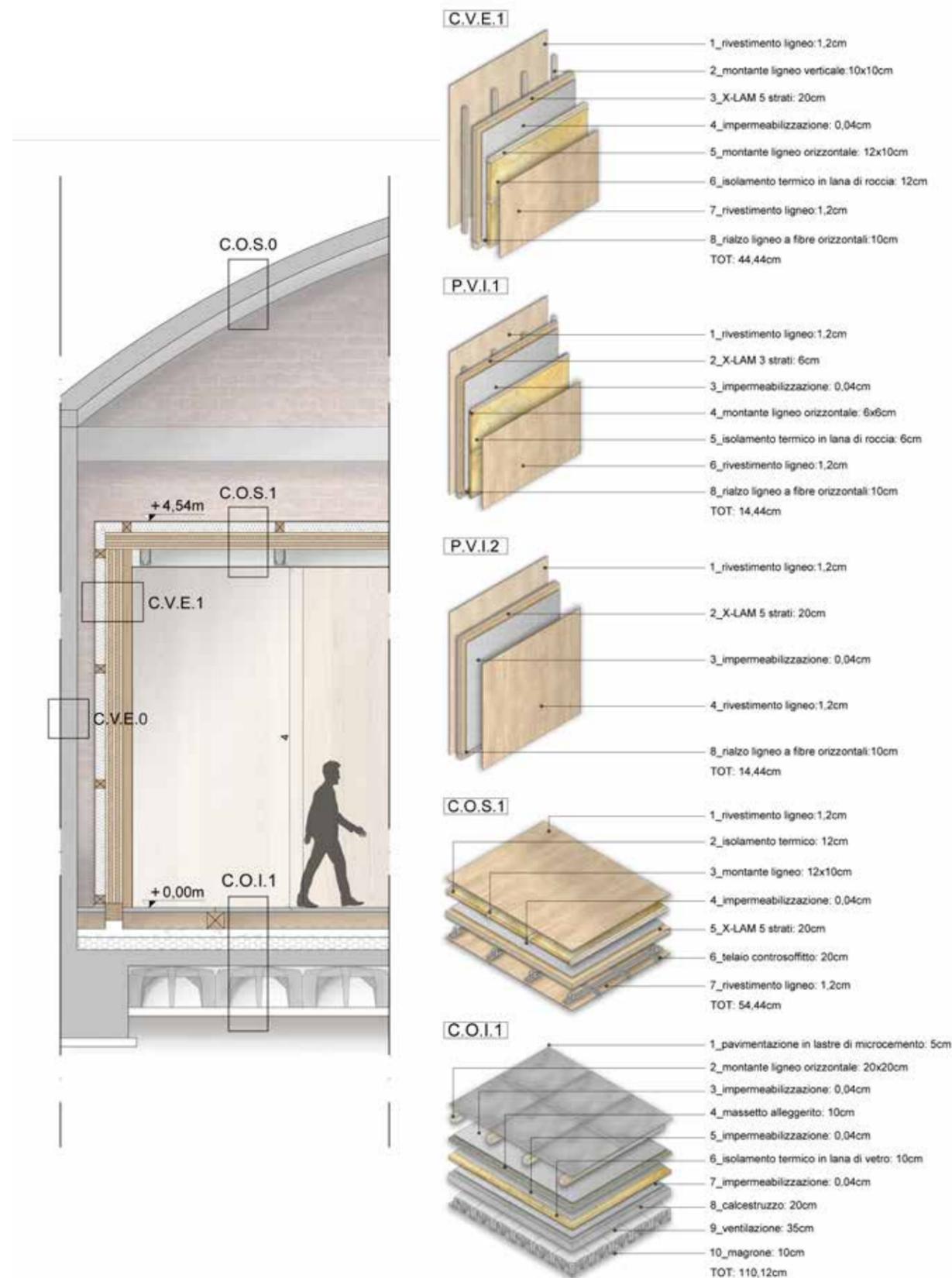


Fig. 11: Sezione costruttiva e pacchetti costruttivi Capannone "AE"
Elaborazione degli autori

dette “chiusure verticali esterne” (C.V.E.1), oltre ad un pacchetto strutturale da 20cm presentano un pacchetto architettonico da 24,44cm. Verso l’ambiente esterno, i 5 strati di KLH sono coibentati da 12cm di lana di roccia, sorretta da montanti lignei 12x12cm e rivestita da un pannello ligneo da 1,2cm; verso l’interno invece si trova un’intercapedine ventilata da 10cm sorretta da montanti lignei 10x10cm e rivestita da un pannello ligneo da 1,2cm. Il solaio, detto “chiusura orizzontale superiore” (C.O.S.1), presenta la stessa stratigrafia verso l’esterno delle pareti perimetrali, a cui si aggiunge un controsoffitto da 20cm, anch’esso rivestito da un pannello ligneo da 1,2cm, entro cui si prevede il passaggio dell’impianto di “ventilazione meccanica controllata” (VMC). Durante i rilievi è emerso che allo stato di fatto i capannoni risultano sprovvisti di pavimentazione, per cui è stato progettato un solaio controterra ventilato e coibentato con 10cm di lana di vetro, su cui poggia un pavimento galleggiante da 5cm in lastre di micro-cemento, sorretto da montanti lignei 20x20cm, entro cui si prevede il passaggio di impianti.

5.3.4 Strategie ambientali

Anche in questo caso si è deciso di analizzare nel dettaglio solo il Capannone “AE”, non solo perché le strategie utilizzate sono le medesime, ma anche per poter effettuare delle valutazioni sull’apporto della “progettazione ambientale”⁵ al comportamento energetico dell’edificio. Essendo la superficie non inclusa nei *box* non coibentata, sono state inserite grandi vetrate entro i fronti sud e nord; essendo presenti due pilastri sul piano di facciata di ogni campata, i montanti delle vetrate sono stati ancorati sul retro di questi, rendendoli quindi invisibili dall’esterno. Lo spazio di risulta dei *box*, ovvero quello che identifica lo spazio filtro nella campata centrale, si configura come uno “spazio di mediazione climatica”, ovvero “*buffer*” termici che mitigano gli scambi energetici con l’ambiente esterno mantenendo la temperatura all’interno dell’involucro più stabile. I patii, oltre che ad illuminare gli ambienti interni, si identificano come “sistemi passivi di solarizzazione diretta”, in quanto

⁵ Si inserisce all’interno della “architettura bioclimatica”, ovvero una tipologia di progettazione finalizzata alla riduzione dei consumi energetici degli edifici. Lo sviluppo di questa disciplina deriva dalla relazione tra climatologia, tecnologia, architettura e biologia, proposta negli anni Sessanta dall’architetto Victor Olgyay.

scaldano in maniera passiva una massa, ovvero il pavimento, che accumula calore per poi rilasciarlo in maniera costante nell’ambiente (fig.12); per evitare problemi di surriscaldamento, all’interno di ogni patio è stato inserito un albero di ciliegio, che essendo di tipo caducifoglie permette di schermare la radiazione solare incidente in regime estivo. Lo stesso principio è stato applicato anche per i due ingressi, in cui è presente un’alberatura che scherma la radiazione solare (Fig.13). Le due serre poste sul fronte sud, invece, si configurano come elementi accumulatori di calore. Sono realizzate ancorando al telaio della struttura esistente, quindi ai pilastri ed alla nervatura delle volte, pannelli di “etilene tetrafluoroetilene” (ETFE), un materiale plastico trasparente che permette l’ingresso della radiazione solare, necessaria alle piante per svolgere i processi foto-sintetici. Tali pannelli si configurano come infissi apribili, necessari per dissipare il calore in eccesso in regime estivo. Alloggiando l’edificio dei laboratori di coltivazione idroponica ed anche delle serre, si è deciso di sfruttare la forma della copertura per poter riciclare l’acqua piovana, che viene raccolta entro vasche di accumulo sotterranee; oltre che a recupero delle acque meteoriche, si fa uso anche di sistemi di raccolta delle acque grigie e gialle, depurate ed impiegate per la produzione, e di feci, che sono trattate per diventare concime per le piante. Questo ciclo di recupero è definibile come “metabolismo” dell’edificio.

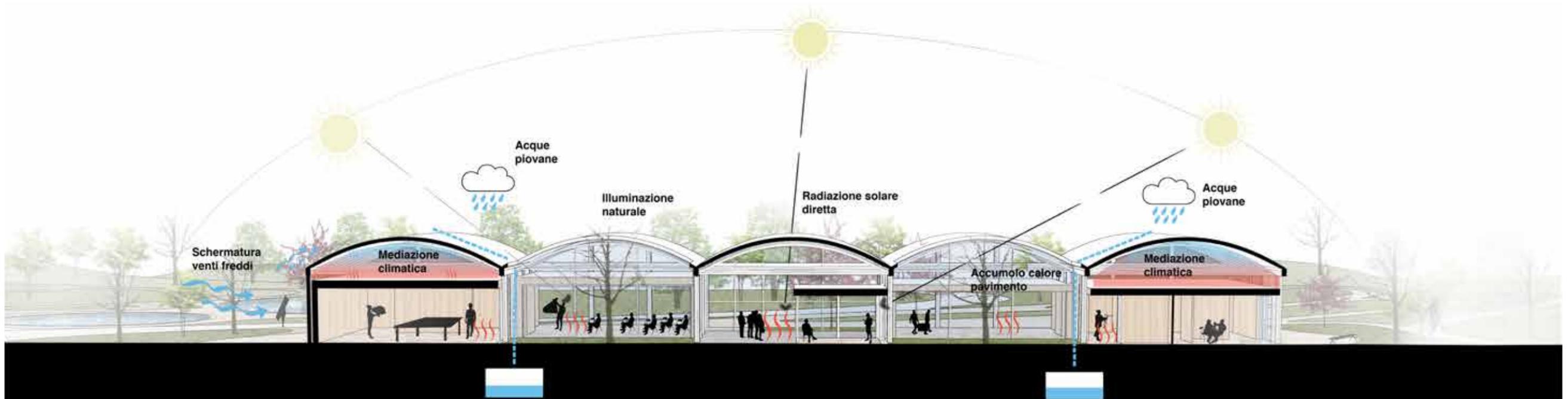


Fig. 12: Schema funzionamento ambientale in regime invernale Capannone "AE"
Elaborazione degli autori

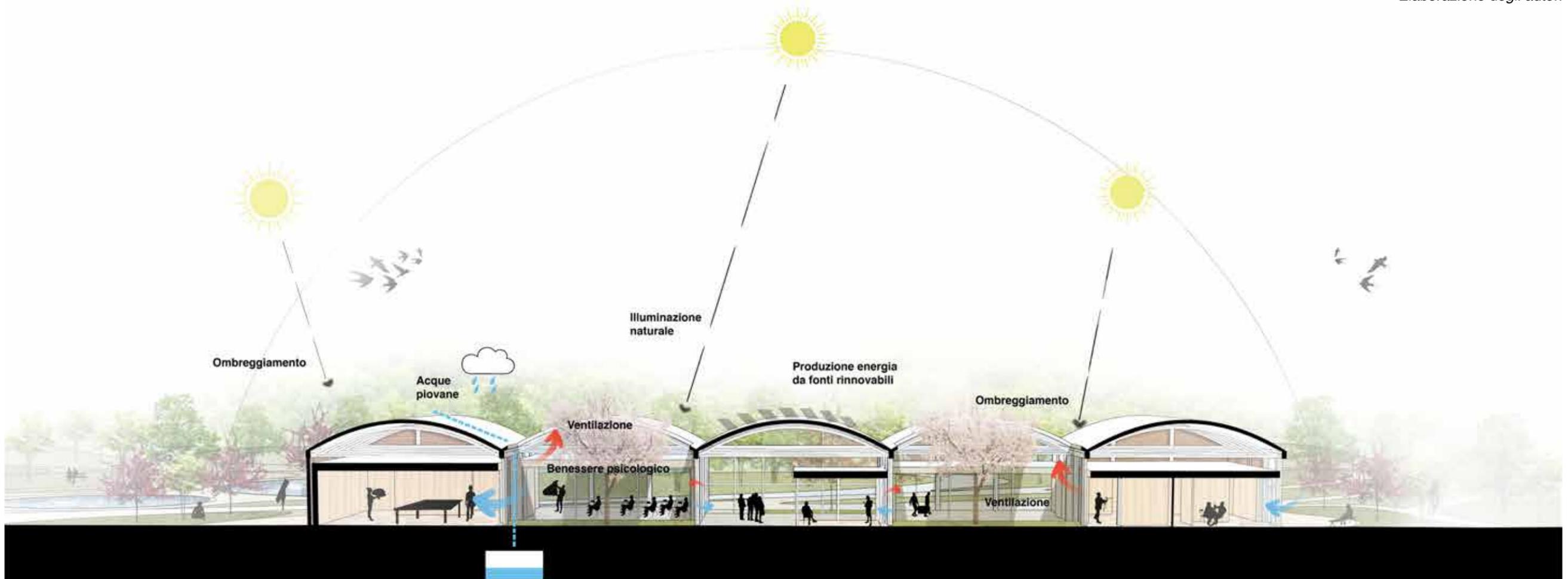
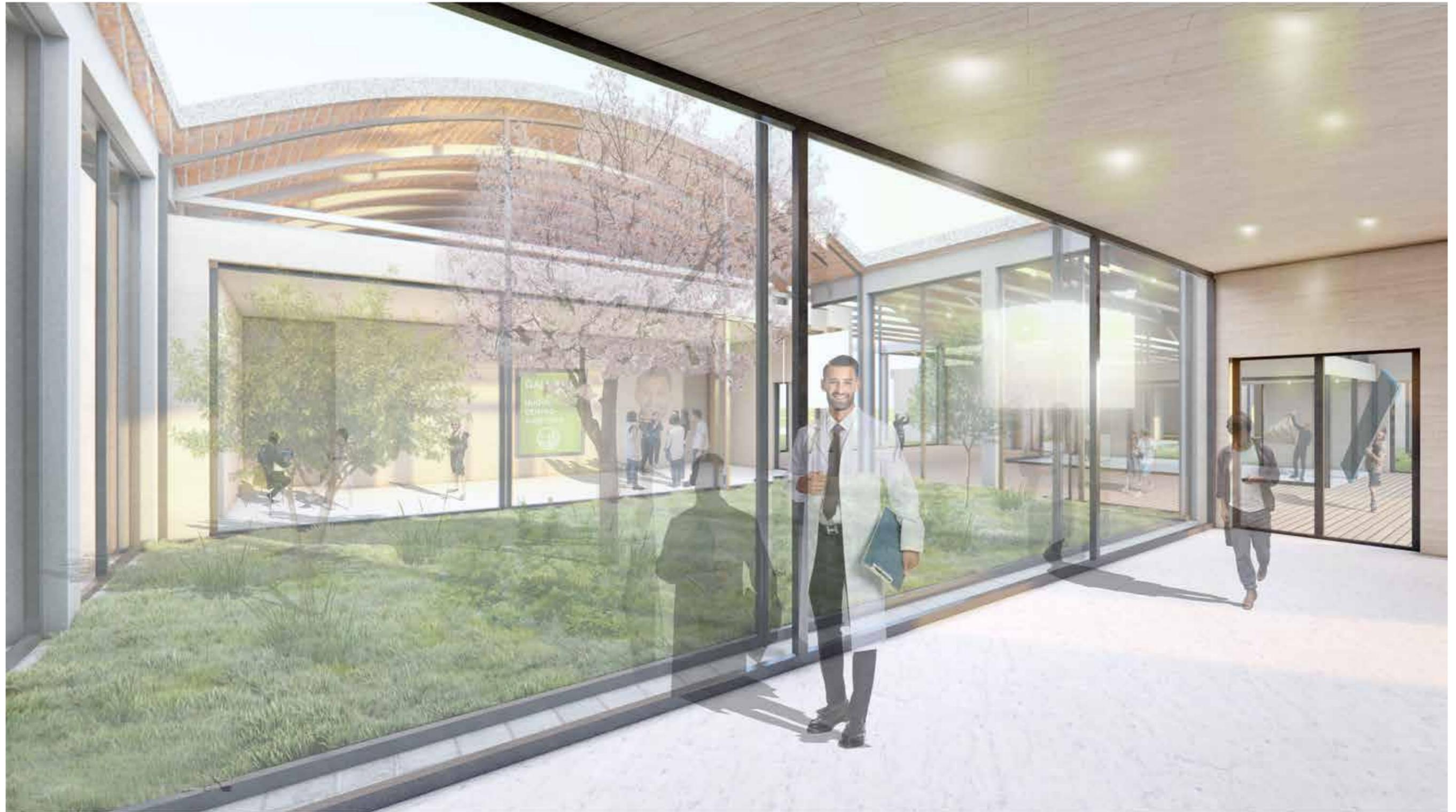


Fig. 13: Schema funzionamento ambientale in regime estivo Capannone "AE"
Elaborazione degli autori



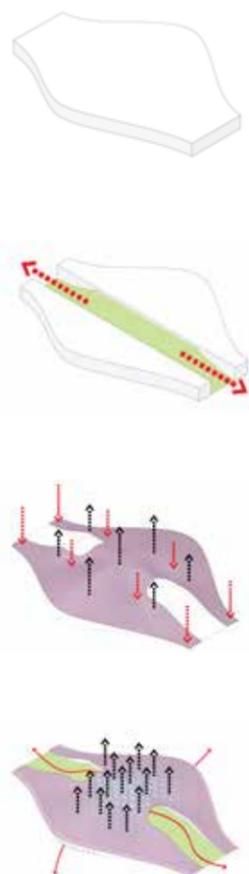
Vista esterna del Capannone "AE"
Elaborazione degli autori



Vista interna del Capannone "AE"
Elaborazione degli autori

5.4 Il Tecnopolo

Il progetto prevede la realizzazione di un impianto di “vertical farming”, ovvero un sistema di coltivazione fuori-suolo che impiega tecnologie di produzione ad alte prestazioni. Necessitando di grandi spazi e di un collegamento diretto all’infrastruttura urbana, si è deciso di realizzare un nuovo edificio che accolga l’impianto, definito come “tecnopolo”, ovvero un’*“area dedicata alla ricerca e all’innovazione tecnologica, principalmente a fini produttivi e di investimento”*⁶. È stato collocato nella zona a nord dell’area e si collega con il territorio comunale attraverso un sottopassaggio carrabile che valica la linea ferroviaria. Al fine di integrarlo con il contesto, è stato pensato come un elemento di continuità con il sistema collinare che interessa l’intera area di progetto. La progettazione parte dalla forma della copertura, che si identifica come un “guscio” che parte dal terreno, quindi da quota 0,00m, fino a raggiungere 13,50m di altezza nel punto centrale, sviluppandosi in senso longitudinale per 110m e in senso trasversale per 80m (Fig.14). È pensato come un unico elemento in legno lamellare, modellato tridimensionalmente con il software di modellazione parametrica *Grasshopper*. Oltre alla funzione produttiva, che si sviluppa sul lato est del piano terra su una superficie di 2421m², sono state inserite anche funzioni pubbliche, al fine di rendere l’edificio accessibile anche se solo in parte, che si sviluppano entro 1480m². Entrambi i lati presentano accessi speculari, identificati da grandi vetrate inclinate che seguono la forma della copertura (Fig.15). L’ingresso all’area produttiva è in diretta comunicazione con la zona di carico-scarico merci, posizionata nei pressi del nuovo sottopassaggio e permette di accedere ad un grande magazzino di 900m². Dal magazzino è possibile accedere al blocco servizi, che comprende gli uffici, la mensa e gli spogliatoi; l’area di produzione effettiva si configura come un ambiente coibentato accessibile solo agli addetti, nei pressi di cui sono stati inseriti gli spazi necessari al controllo della produzione, quali germinazione, lavaggio e taglio. Sono inoltre state anche inserite delle vasche per la produzione acquaponica. Dall’ingresso aperto al pubblico



6 Definizione reperita in Enciclopedia Treccani.

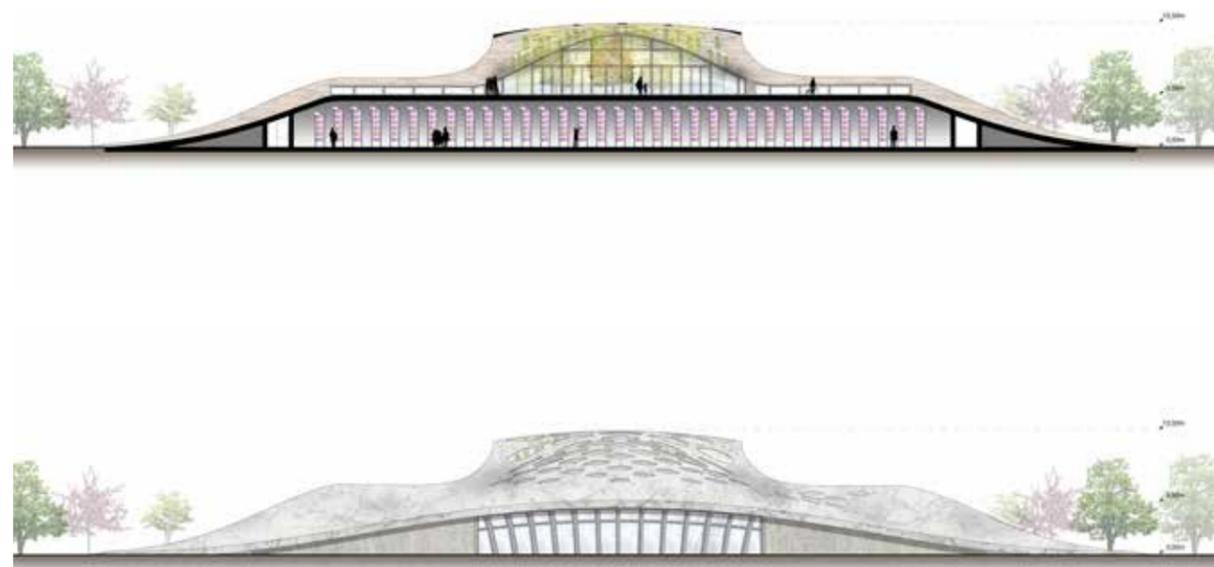


Fig. 14: Sezione trasversale e prospetto
Elaborazione degli autori



Fig. 15: Pianta piano primo Tecnopolo
Elaborazione degli autori

si accede ad una hall di 800m² da cui è possibile introdursi negli spazi dedicati all'auditorium ed ai laboratori. L'accesso al piano superiore, posto a quota 5,50m, si configura come un percorso in quota inserito entro una copertura verde (Fig.16). Anche in questo caso l'ingresso è segnato da un'ampia vetrata che immette in uno spazio espositivo a sbalzo rispetto al piano inferiore. La vetrata posta in posizione speculare permette di guardare dall'alto gli spazi tecnici di "vertical farming" (Fig.17). Al fine di illuminare gli spazi interni sono stati inseriti dei lucernari di forma esagonale che si dispongono su tutta la superficie della copertura.

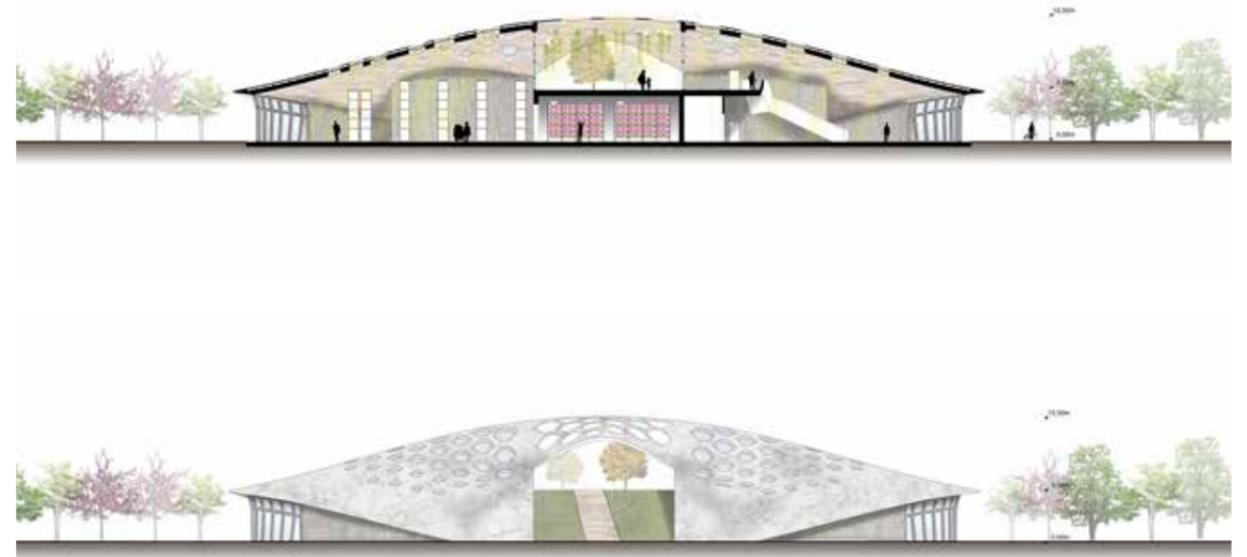


Fig. 16: Sezione longitudinale e prospetto
Elaborazione degli autori



Fig. 17: Pianta piano terra Tecnopolo
Elaborazione degli autori



5.4.1 Progetto dell'involucro

La copertura presenta una struttura portante in X-LAM a vista da 18cm, ed è sorretta da un cordolo in calcestruzzo armato da 100cm che corre lungo tutto il suo perimetro. Il cordolo scarica su setti portanti da 80cm, che si configurano come muri portanti dalle forme organiche, che in alzato si plasmano alla forma del "guscio" seguendone l'andamento. I 9 pannelli di X-LAM presentano un duplice strato di coibentazione in lana di roccia, il primo da 12cm, ed il secondo da 10cm, separati da una intercapedine d'aria da 10cm. Il pannello di OSB a diretto contatto con l'esterno è coperto dalla finitura metallica della copertura, distante 38cm; questa intercapedine è necessaria per la raccolta ed il recupero delle acque piovane (Fig.18). Il nucleo centrale rettangolare dell'edificio, che accoglie la sala di produzione effettiva, è composto da muri in calcestruzzo armato da 50cm; la sezione di questi risponde sia a necessità di tipo energetico, in quanto la zona di produzione deve essere del tutto isolata dall'esterno al fine di mantenere un microclima costante e controllato, sia a necessità strutturali, in quanto deve sorreggere il peso della copertura verde, che si identifica come il solaio del piano primo (Fig.19).

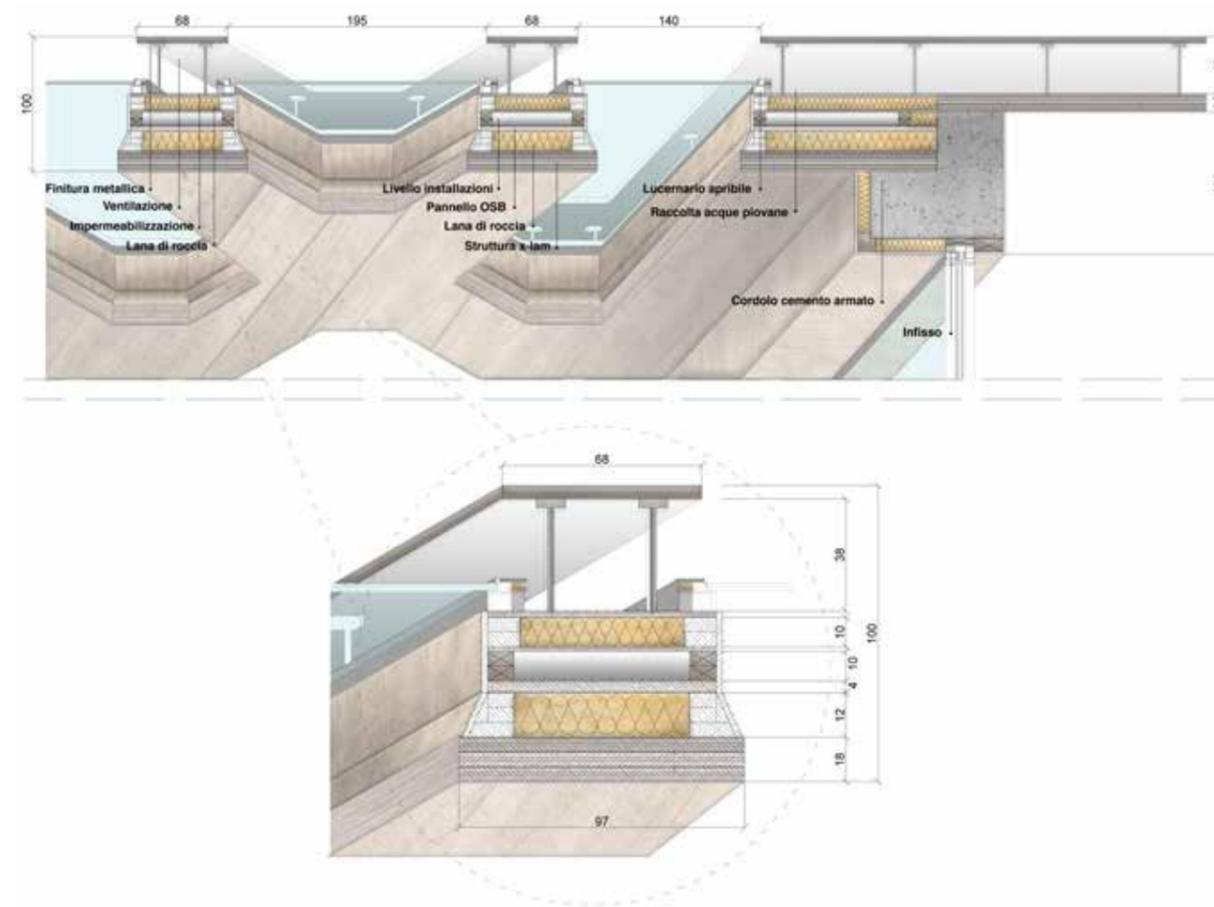


Fig. 18: Dettaglio stratigrafico copertura Tecnopolo
Elaborazione degli autori

5.4.2 Strategie ambientali

Anche in questo edificio sono stati seguiti dei principi di bioclimatica, al fine di renderlo sostenibile dal punto di vista ambientale. In regime invernale (Fig.20), grazie alla diminuzione della vegetazione circostante, capta la radiazione solare per mezzo dei lucernari e delle grandi vetrate a tutta altezza, permettendo di illuminare gli ambienti interni ed accumulare calore; in regime estivo (Fig.21), la vegetazione circostante, ed il verde pensile che si sviluppa dai lucernari posti sul percorso al piano primo, schermano la radiazione solare. Per evitare fenomeni di surriscaldamento, le vetrate sono state progettate al fine di dissipare il calore in eccesso attraverso la ventilazione naturale, e sono ombreggiate grazie all'aggetto della copertura. Il "guscio" è progettato per raccogliere le acque meteoriche, che vengono reimpiegate per la produzione.

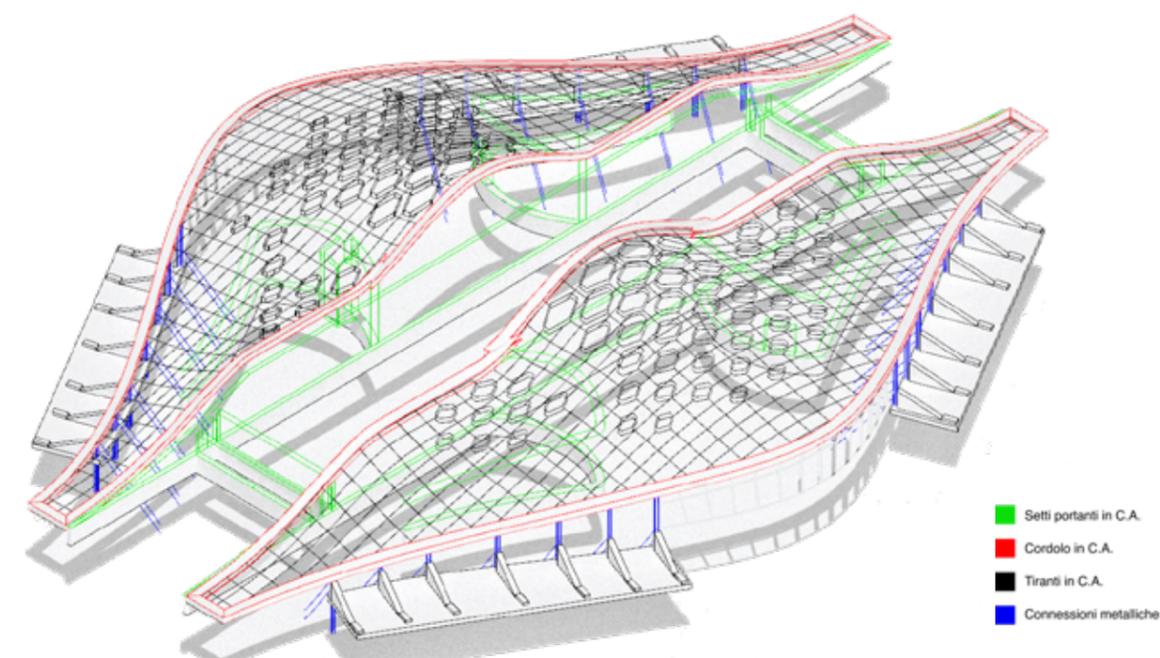


Fig. 19: Schema costruttivo Tecnopolo
Elaborazione degli autori

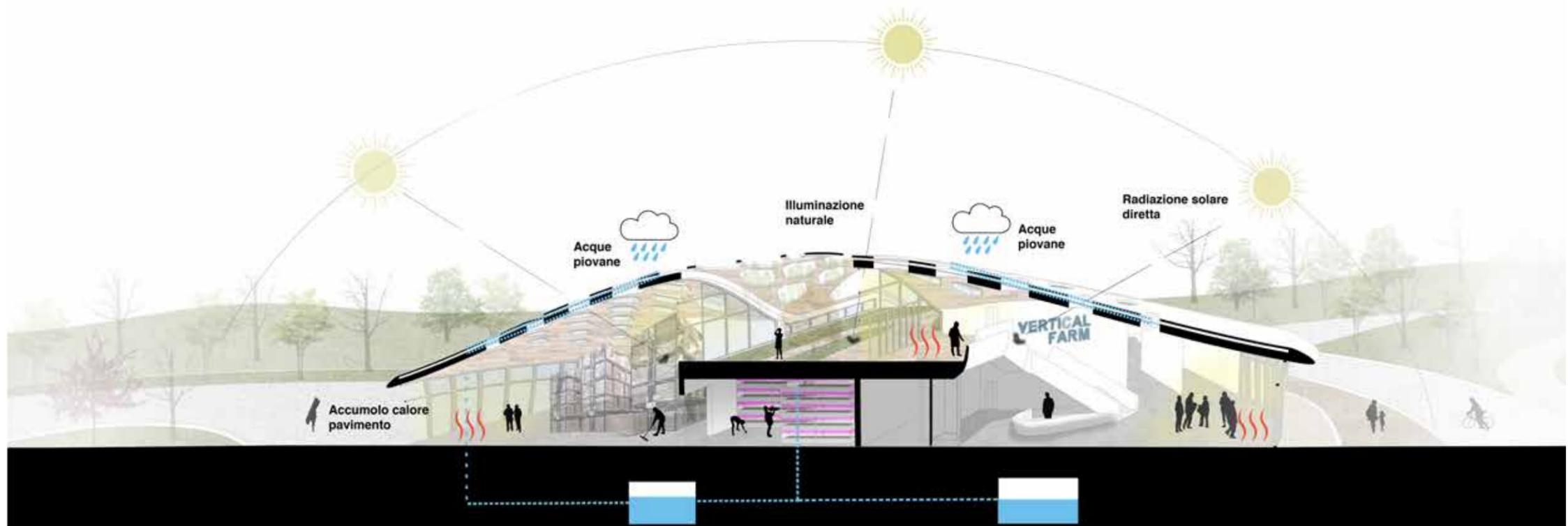


Fig. 19: Schema funzionamento ambientale in regime invernale Tecnopolo
Elaborazione degli autori

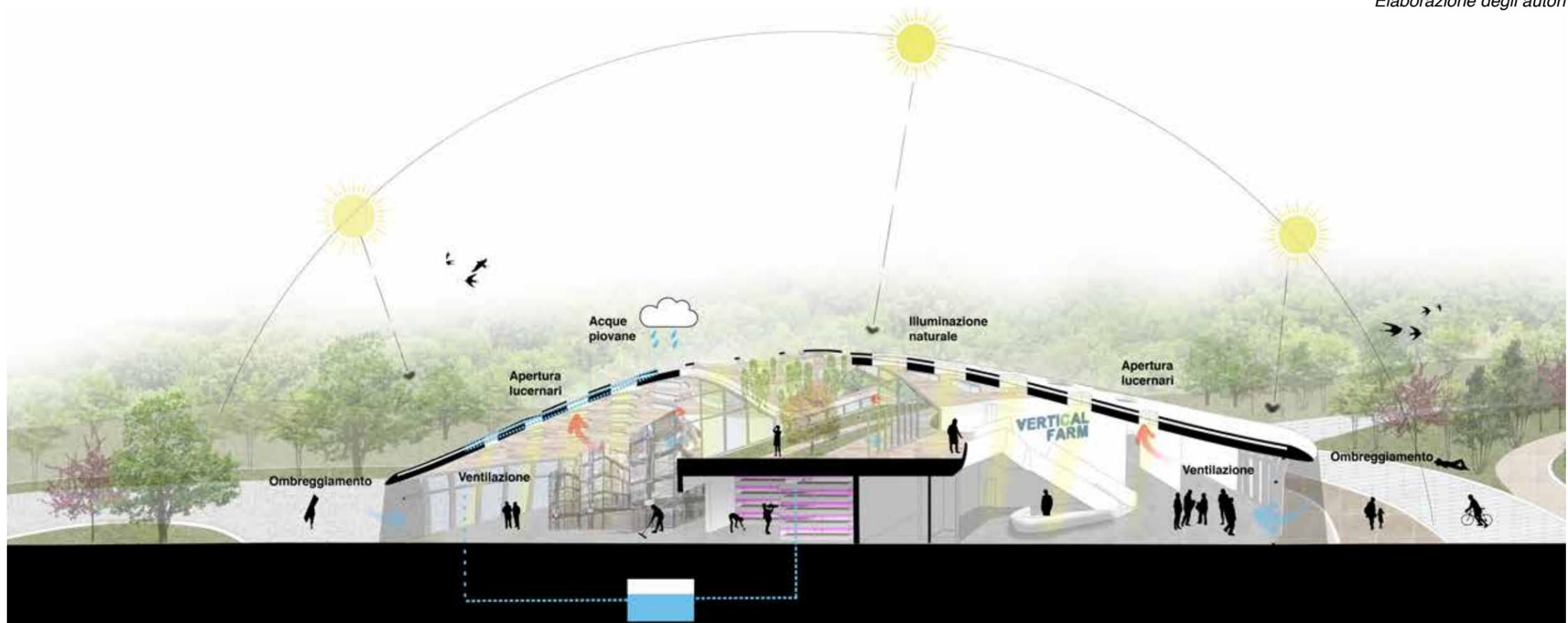


Fig. 20: Schema funzionamento ambientale in regime estivo Tecnopolo
Elaborazione degli autori



Vista esterna del Tecnopolo
Elaborazione degli autori



Vista interna del Tecnopolo
Elaborazione degli autori

5.5 Sistemi di produzione agricola innovativi

Seguendo la proposta di intervento espressa nella Manifestazione di Interesse dall'Ateneo di Bologna, all'interno del Tecnopolo è stato inserito un impianto di *vertical farming*. La collaborazione intrapresa con il Dipartimento di Agraria ha permesso di impiegare nel progetto alcune delle tecniche di produzione agricola ad alte prestazioni, di cui è stato possibile fare un approfondimento per spiegarne il funzionamento.

5.5.1 Vertical farming

Dopo aver analizzato l'edificio, è necessario indagare su cosa si intende per "Vertica Farm" e come funziona effettivamente la produzione. Il "Vertical Farming"⁷ rientra nella categoria "Building Integrated Agriculture" (BIA), ed è un sottotipo di "Zero acreage Farming" (ZFarming), ovvero un tipo di coltivazione fuori-suolo che impiega tecnologie di produzione ad alte prestazioni, quali idroponica, aeroponica e acquaponica, che sfrutta le sinergie esistenti tra l'edificio e l'ambiente circostante.

I "Buildings Integrated Agriculture" si basano solo sull'impiego della tecnologia idroponica e possono essere di due categorie: "Hydroponic Greenhouses" (HYGH) o "Plant Factories with Artificial Lighting" (PFAL), corrispettivo europeo di "Vertical Farming".

Le "serre idroponiche" (HYGH) necessitano di un ambiente semi-controllato, che è influenzato dal clima esterno poiché la superficie perimetrale deve essere vetrata per usufruire della radiazione solare incidente al fine di permettere alle piante di svolgere i processi fotosintetici.

Le "Plant Factories" invece, non sono influenzate dal clima esterno, in quanto necessitano di un ambiente adiabatico sterile che permetta il controllo del microclima interno. La volontà di creare tale complesso produttivo e di ricerca rispecchia la proposta presentata dalla Facoltà di Bologna entro la "Manifestazione di Interesse", già citata nel capitolo 3.4.

⁷ "Insieme di pratiche colturali che consentono la coltivazione di specie vegetali commestibili (e non) su più livelli", in M. Benvenuti, "Introduzione alla Vertical Farm. Linee guida di progettazione", Wolters Kluwer, 2018, pp.24.

5.5.2 Coltivazione idroponica

Per "coltivazione idroponica" si intende un tipo di coltivazione fuori suolo in cui il substrato delle piante è irrigato con acqua contenente sostanze nutritive disciolte al suo interno (Fig.21).

Ne esistono due tipologie: la prima prevede che il substrato delle piante, ove crescono le radici, sia inumidito con acqua e sostanze nutritive, mentre nella seconda le radici delle piante sono direttamente immerse nel flusso della soluzione nutritiva.

Tale tecnologia può essere impiegata sia *outdoor*, come nel caso delle "Hydroponic Greenhouses", sia *indoor*, ovvero nel caso delle "Plant Factories"; in entrambi i casi la coltivazione può essere organizzata sia in orizzontale sia in verticale.

Generalmente con questa tecnologia vengono coltivate le "baby leaf", ovvero le specie ortive a foglie piccole come la lattuga e il lattughino; il tempo di produzione di questa tipologia di ortaggio in idroponica *indoor* varia tra i 25 e i 28 giorni.

Nel caso oggetto di studio si è scelto di utilizzare un sistema *indoor* a sviluppo verticale con sistema idroponico a flusso e deflusso, in cui la vasca di irrigazione viene riempita, generalmente una volta al giorno, e, per il principio di capillarità e sub-irrigazione, il substrato acquisisce i nutrienti necessari alla crescita delle piante.

Nella fattispecie, nel caso della coltivazione in verticale si recupera spazio, ma si necessita di sostegni più resistenti, che generalmente sono elementi modulari metallici a cassetta larghi 180cm e profondi 60cm, che distano l'uno dall'altro almeno 60cm per lasciare spazio a lampade LED (dall'inglese "light-emitting diode") specifiche che simulano l'effetto del sole per favorire la fotosintesi, riproducendo lo spettro del blu e del rosso.

L'acqua impiegata nel procedimento ha una percentuale di recupero dal 75 al 90%, in quanto il vapore viene trasformato in liquido e riutilizzato.

Nella coltivazione *indoor* è necessario controllare determinati parametri all'interno della "growroom", ovvero l'am-

biente controllato adibito alla produzione effettiva: temperatura dell'aria (tra i 21 e i 28 °C), umidità relativa dell'aria (tra il 50 e il 60%), livello di monossido di carbonio (CO₂) presente nell'aria (tra gli 890 e i 900ppm), illuminazione (tra le 12 e le 18 ore al giorno a seconda del ciclo di vita della pianta) e aerazione dell'ambiente (da effettuare ogni 4/6 minuti attraverso macchinari adibiti all'estrazione dell'aria). La realizzazione di una "Plan Factories" prevede la disposizione di alcuni spazi necessari al ciclo di produzione: oltre alla "growroom" è necessario prevedere degli spogliatoi per il personale tecnico, per evitare contaminazioni con l'ambiente esterno, un magazzino di stoccaggio, una zona di taglio, una di lavaggio e una di germinazione.

5.5.3 Coltivazione acquaponica

L'acquaponica è una tipologia di coltivazione agricola finalizzata alla realizzazione di un "ambiente simbiotico", ovvero un ambiente in cui è presente un'interazione biologica tra organismi della stessa specie o di specie diverse (Fig.22).

Nel caso specifico tale "simbiosi" deriva dall'interazione tra agricoltura ed "acquacoltura", ovvero l'allevamento di organismi acquatici.

Il termine "acquaponica" esprime la combinazione tra acquacoltura e "coltivazione idroponica", ovvero una tecnica di coltivazione fuori-suolo in cui il terreno è sostituito da un substrato "inerte", che non contiene sostanze nutritive.

In questa tipologia di coltivazione l'acqua delle vasche per l'acquacoltura viene filtrata ed immessa nelle vasche idroponiche, cosicché le sostanze di scarto dei pesci possano fungere da nutrienti per le piante; tale acqua, che è stata filtrata dalle piante, viene poi defluita nelle vasche per l'acquacoltura, riprendendo il suo ciclo.

Il sistema risulta estremamente vantaggioso: è ecologico, presenta un esiguo consumo idrico e non prevede l'impiego di prodotti chimici o fertilizzanti di sintesi e permette una produzione continuativa durante l'arco dell'anno.

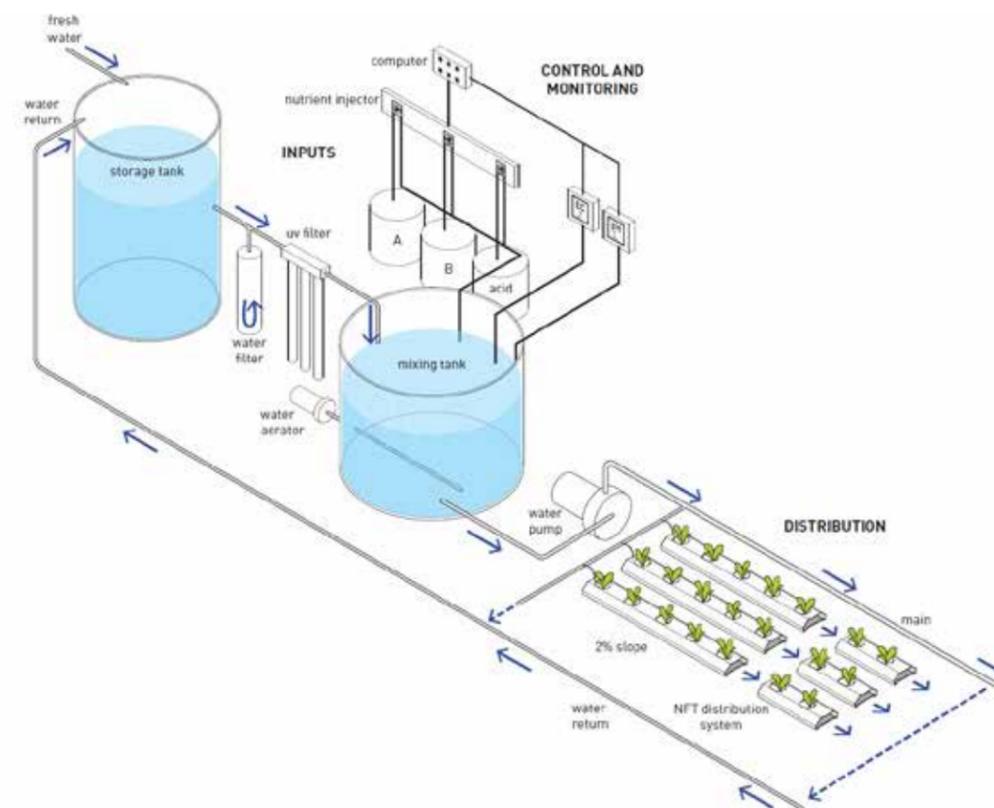


Fig. 21: Schema funzionamento idroponica

G. Proksch, "Creating Urban Agricultural Systems. An Integrated Approach to Design", Routledge, 2017, pp.32

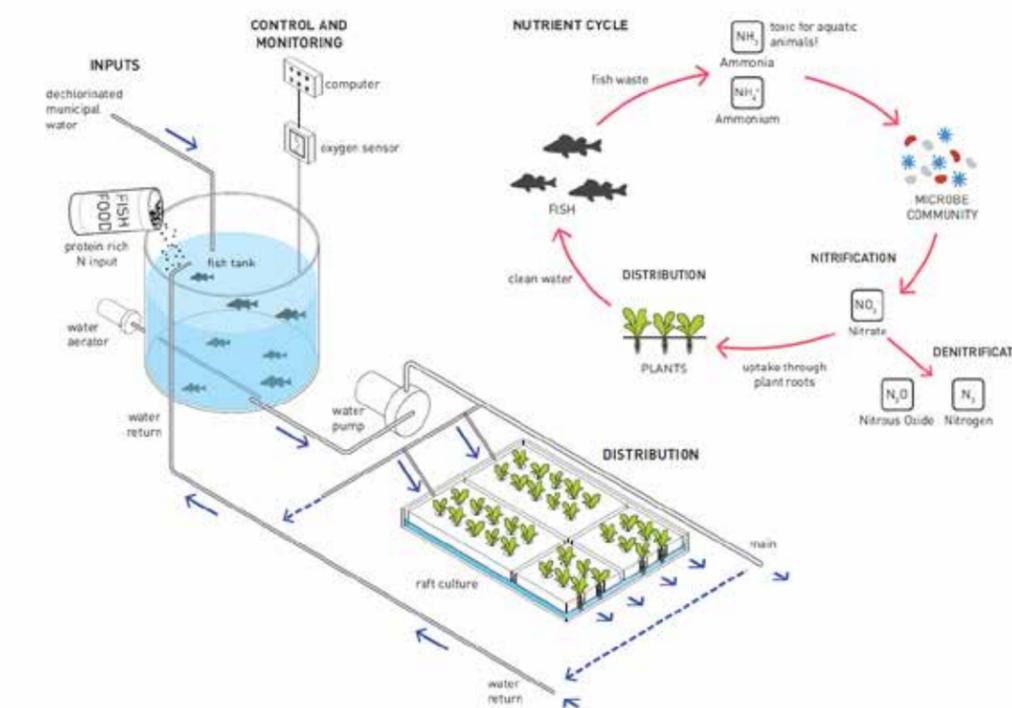


Fig. 22: Schema funzionamento acquaponica

G. Proksch, "Creating Urban Agricultural Systems. An Integrated Approach to Design", Routledge, 2017, pp.37

6. Simulazione del comportamento energetico

Alla simulazione del *comfort outdoor*, si intende ora integrare la simulazione della prestazione energetica degli edifici. La prestazione energetica di un organismo edilizio dipende dall'efficienza dell'involucro che lo circonda, che svolge quindi un ruolo determinante nella progettazione, in quanto si identifica come un "filtro ambientale" che regola i flussi di energia tra l'edificio e l'ambiente esterno. Il controllo di questo scambio energetico, deriva dall'esigenza di ridurre i carichi energetici dell'edificio, al fine di rispettare le normative vigenti in materia di risparmio energetico. La simulazione è stata effettuata solo sul Capannone "AE", in quanto, presentando il Capannone "O" la stessa stratigrafia, è presumibile che i risultati siano simili; il nuovo edificio è invece stato escluso, in quanto presenta una conformazione architettonica troppo complessa e quindi non modellabile all'interno dei *software* scelti per l'analisi.

6.1 Simulazione in regime quasi statico

La valutazione della prestazione energetica in regime quasi statico è stata svolta secondo la norma UNI TS 11300, attraverso il software "*Bim Termolog*" di Logical Soft¹. Tale indice, detto anche "*indice di consumo*", è un parametro architettonico calcolato in kWh/m² anno, che esprime il consumo totale di energia primaria per la climatizzazione. L'indice " $EP_{gl,nren}$ ", obbligatorio per redigere l'attestato di prestazione energetica (APE), è inversamente proporzionale al consumo energetico di un edificio, quindi ad un indice basso corrisponde un basso consumo di energia e dunque una migliore prestazione energetica. Con il D.M. 26 giugno 2015, "*Requisiti Minimi*", si stabilisce che dal 2021, gli edifici di nuova costruzione debbano raggiungere delle specifiche prestazioni energetiche, tali per cui il fabbisogno energetico sia molto basso o quasi nullo, e coperto

¹ Software di calcolo dell'efficienza energetica degli edifici.

in misura significativa da energia da fonti rinnovabili. Per la simulazione sono stati considerati solo i volumi riscaldati, rappresentati appunto dai “box” in legno, al fine di ottenere l’indice di prestazione energetica di un involucro che si inserisce all’interno di un edificio esistente, ovvero all’interno del volume del Capannone “AE”. I “box” saturano la maggior parte della superficie del capannone, ed identificano due ambienti funzionali distinti, uno destinato a laboratori e l’altro ad uffici, e sono separati da uno spazio filtro centrale, che influisce termicamente su questi in quanto si configura come uno “spazio di mediazione climatica”. Le serre sono considerate come apporti termici solo in regime invernale, in quanto in regime estivo risultano ventilate da serramenti motorizzati, mentre sono stati esclusi dal calcolo i patii, in quanto si configurano come ambienti esterni. Oltre all’edificio, è stato considerato anche l’apporto delle alberature, che si identificano come elementi di schermatura della radiazione solare incidente. Essendo le pareti perimetrali dei “box” distanti solo 20cm dalla struttura portante esistente, ai fini di calcolo si è deciso di comprendere nella stratigrafia dell’involucro da analizzare, anche la struttura esistente, considerando lo spazio interstiziale tra i pilastri e le chiusure verticali esterne dei “box”, come un’intercapedine d’aria debolmente ventilata. Quindi, come dati di *input*, è stata inserita sia la stratigrafia della chiusura verticale esterna dei “box” (C.V.E.1), che comprende un pacchetto strutturale da 20cm ed un pacchetto architettonico da 24,44cm, per un totale di 44,44cm, sia la stratigrafia della chiusura verticale esterna esistente (C.V.E.0), che si configura come un muro pieno in laterizio a due teste da 30cm di spessore. Sommando gli spessori dei due pacchetti inseriti e l’intercapedine da 20cm, si ottiene la dimensione del pacchetto elaborato dal programma, pari a 94,44cm. Oltre a queste informazioni, è stato modellato anche il pacchetto del solaio controterra (C.O.I.1), mentre come elemento di copertura è stata considerata la copertura esistente (C.O.S.0), la cui modellazione è stata approssimata alla forma di una volta a botte attraverso la modellazione di una copertura a due falde la cui inclina-

zione si avvicina il più possibile a ricreare la forma reale; la copertura dei “box” (C.O.S.1) è stata considerata come un solaio interpiano. I 1.416m² pari alla superficie riscaldata, sono serviti da un impianto di “ventilazione meccanica controllata” (VMC) con recuperatore di calore, alloggiato nel controsoffitto della (C.O.S.1), alimentato da due pompe di calore, una inserita nel “box” che contiene i laboratori e una nel “box” contenente gli uffici; tale impianto svolge sia la funzione di riscaldamento dell’ambiente e dell’acqua calda sanitaria (ACS) in regime invernale, sia di climatizzazione in regime estivo. L’impiego di due pompe di calore risulta necessario per soddisfare i requisiti di climatizzazione degli ambienti, per ridurre i consumi energetici, che risultavano elevati, in quanto le pompe di calore prevedono un funzionamento contemporaneo, si fa uso di fonti di energia elettrica rinnovabile, ovvero sono stati installati dei pannelli fotovoltaici in copertura.

Gli infissi impiegati sono di due tipologie: quelli inseriti entro l’involucro della struttura esistente sono infissi mono-vetro, la cui principale funzione è di schermare l’ambiente interno dagli agenti atmosferici, mentre quelli impiegati nell’involucro dei “box” si identificano come infissi basso emissivi a doppia camera con taglio termico; questi ultimi risultano più prestazionali in ragione del fatto che l’ambiente climatizzato è solo quello racchiuso entro il volume dei “box”, mentre gli spazi interni esclusi da questi volumi non sono climatizzati, quindi non necessitano di infissi ad alte prestazioni. Essendo le due tipologie di infissi molto vicine, sono stati accorpati ed inseriti nel programma come unico elemento, ovvero un infisso a doppio vetro. L’indice $EP_{gl,nren}$ ottenuto è pari a 0,00 kWh/m² anno, e classifica l’involucro entro la classe energetica “A4”, identificandosi come un “edificio ad energia quasi zero” (NZEB), dall’inglese “*Nearly Zero Energy Building*”. L’edificio è alimentato quindi solo da energie rinnovabili, e produce 454.295kWh; il carico energetico da sostenere è pari a 67.642kWh, perciò il *surplus* di energia prodotta, pari a 386.653kWh, viene immesso nella rete.



6.2 Simulazione in regime dinamico

Oltre ad ottenere un indice di prestazione energetica, si è deciso di integrare i dati analizzati in regime quasi statico con la suite "Grasshopper"², plugin per il software di modellazione tridimensionale "Rhinceros" di Robert McNeel & Associates, che permette di effettuare una simulazione in regime dinamico degli ambienti non riscaldati. La simulazione è stata effettuata nello stesso periodo dell'anno considerato anche per il comfort *outdoor*, ovvero il 14 agosto alle ore 12.00, attraverso dei plugin ambientali "open source" per "Grasshopper", quali "Ladybug", "Honeybee" e "Butterfly". Ai fini dell'analisi è stato realizzato con "Rhinceros" un modello tridimensionale semplificato del Capannone "AE"; i "box" sono modellati come strutture completamente opache e le serre sono state escluse dal calcolo, in quanto la simulazione si concentra sullo spazio di mediazione climatica posto nella campata centrale, identificato per mezzo di una griglia di punti 2x2m (Fig.1). Successivamente, attraverso "Ladybug EPW map", sono stati reperiti i dati meteorologici e climatici, che fanno riferimento alla zona climatica più prossima all'area oggetto di studio, ovvero Borgo Panigale (Fig.2).

6.2.1 Simulazione illuminotecnica

"Honeybee" consente di utilizzare in "Grasshopper" il software "Radiance", che permette di elaborare tre parametri: "LB human to sky relation", "LB Outdoor solar MRT" e "LB UTCI comfort". Il primo relaziona la geometria umana e il cielo, data la posizione di un soggetto umano e la geometria del contesto che circonda questa posizione; il secondo calcola la "temperatura media radiante" (MRT) utilizzando il modello "SolarCa" di ASHRAE-55. Il terzo è un modello di comfort termico *outdoor* che si configura come uno standard internazionale per la sensazione di temperatura esterna, ovvero la temperatura "feel-like". Oltre ad una simulazione è possibile ricavare un diagramma solare in grado di descrivere la radiazione solare incidente (Fig.3); questo permette di verificare che, anche se la copertura si compone di volte a botte, è comunque quasi del

² Software di modellazione per la generazione di forme tridimensionali complesse, che si serve di un diagramma a nodi, ovvero un algoritmo in grado di descrivere le relazioni matematiche e geometriche presenti all'interno di un modello.

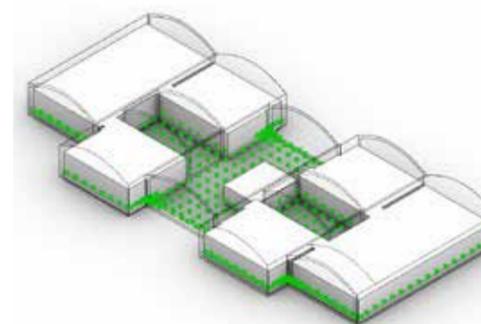


Fig. 1: Griglia per aree oggetto di simulazione
Elaborazione degli autori

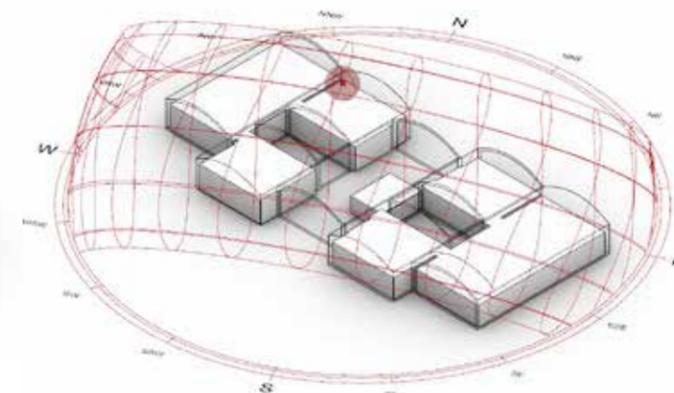


Fig. 2: Diagramma solare del Capannone "AE"
Elaborazione degli autori

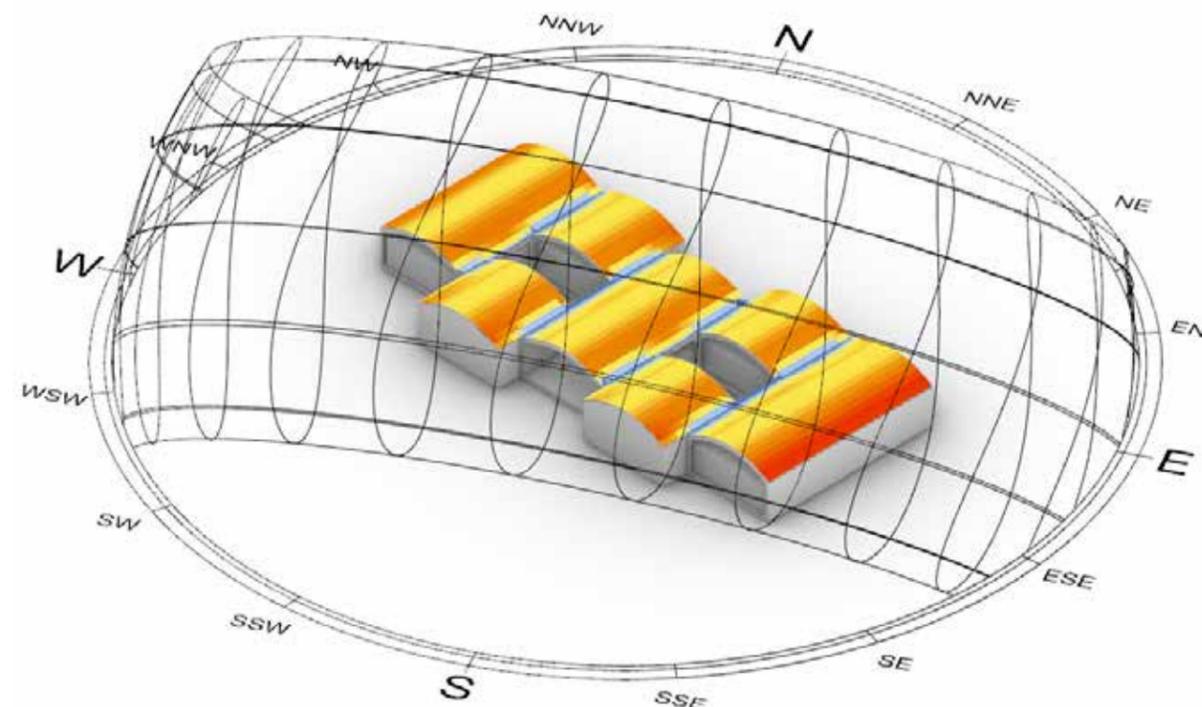


Fig. 3: Analisi radiazione solare incidente sulla copertura del Capannone "AE"
Elaborazione degli autori

tutto raggiunta dai raggi solari. Tramite questo risultato è stato possibile posizionare molti pannelli fotovoltaici in copertura, al fine di massimizzare la produzione energetica da fonti rinnovabili. La necessità di produrre più energia possibile attraverso fonti rinnovabili deriva in primo luogo per sostenere il carico energetico dei capannoni, ma soprattutto per coprire le necessità energetiche del tecnopolo, in quanto il “vertical farming” si configura come una tecnica di coltivazione estremamente energivora. Il risultato della simulazione illuminotecnica invece, evidenzia che il 14 agosto alle ore 12:00, con tutte le finestre chiuse, lo spazio non climatizzato presenta dei picchi di temperatura elevati, ovvero viene evidenziata una situazione di *discomfort* (Fig.4).

6.2.2 Simulazione fluidodinamica

“Butterfly” consente di collegare “Grasshopper” al motore “OpenFOAM”, un “solver” utilizzato per eseguire simulazioni di “fluidodinamica computazionale” (CFD)³. Alla simulazione precedente vengono quindi integrati gli effetti prodotti dalla ventilazione effettuata attraverso l’apertura delle finestre, che vengono appunto analizzati attraverso una simulazione fluidodinamica (Fig.5); tali apporti evidenziano come i flussi d’aria diminuiscano la temperatura interna percepita, e, nelle zone in cui questa è troppo alta, saranno inserite delle alberature che schermano la radiazione solare incidente.

Le simulazioni effettuate confermano la correttezza delle strategie progettuali adottate, in quanto nello spazio non climatizzato la temperatura risulta pari a 23,21°C, ed aumenta in prossimità delle grandi vetrate, che identificano gli accessi all’edificio; si può inoltre dedurre come gli ambienti interni risultino ben illuminati dai patii interni, che erano appunto stati pensati come accumulatori di calore e luce, al fine di diminuire il carico energetico necessario al corretto funzionamento dell’edificio (Fig.6). Il layout della simulazione è raccolto entro un unico file di calcolo (Fig.7).

³ Dall’inglese “computational fluid dynamics” (CFD), è un metodo che analizza i problemi fluidodinamici per mezzo di algoritmi elaborati da un computer.

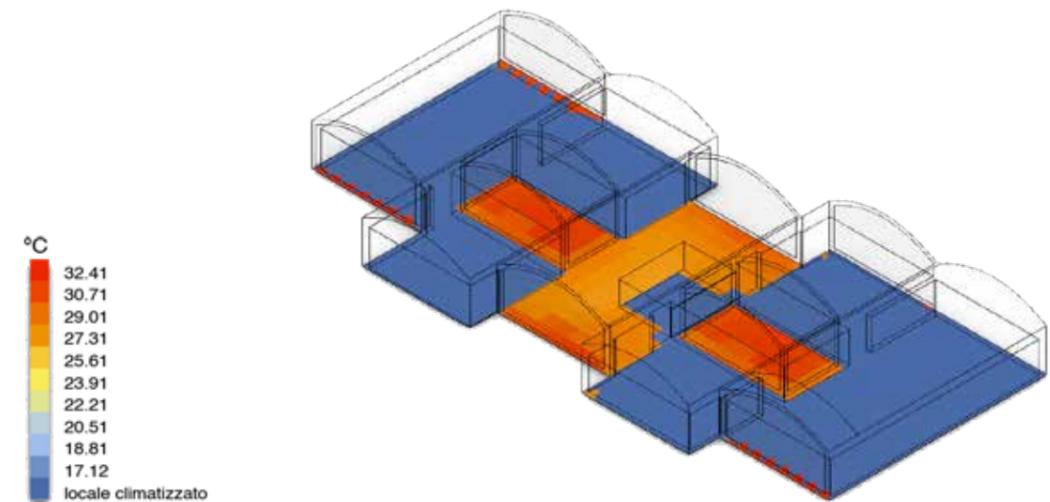


Fig. 4: Simulazione illuminotecnica
Elaborazione degli autori

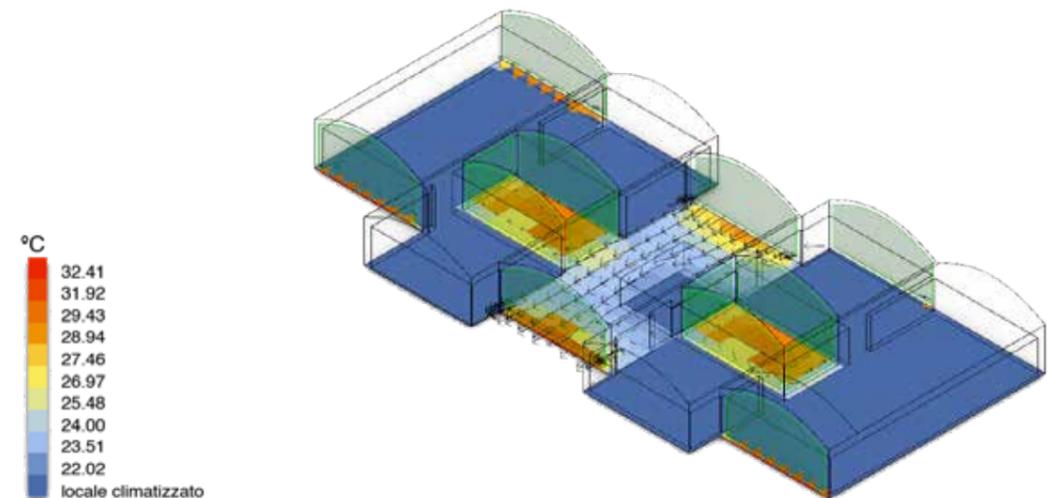


Fig. 5: Simulazione fluidodinamica
Elaborazione degli autori

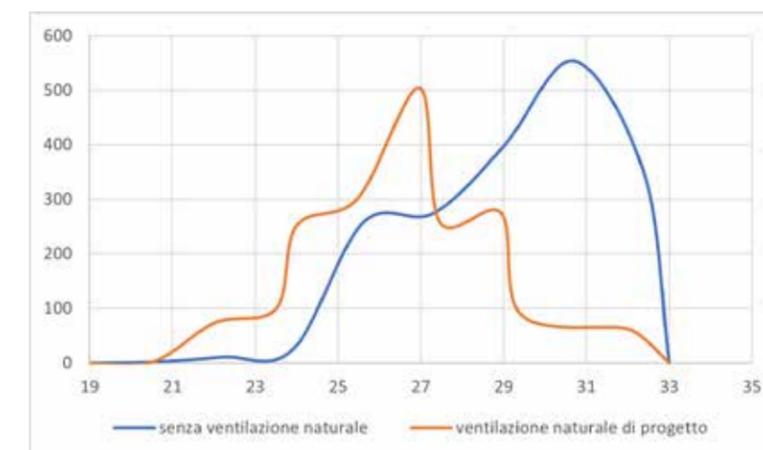


Fig. 6: Grafico di confronto dell'andamento delle temperature
Elaborazione degli autori

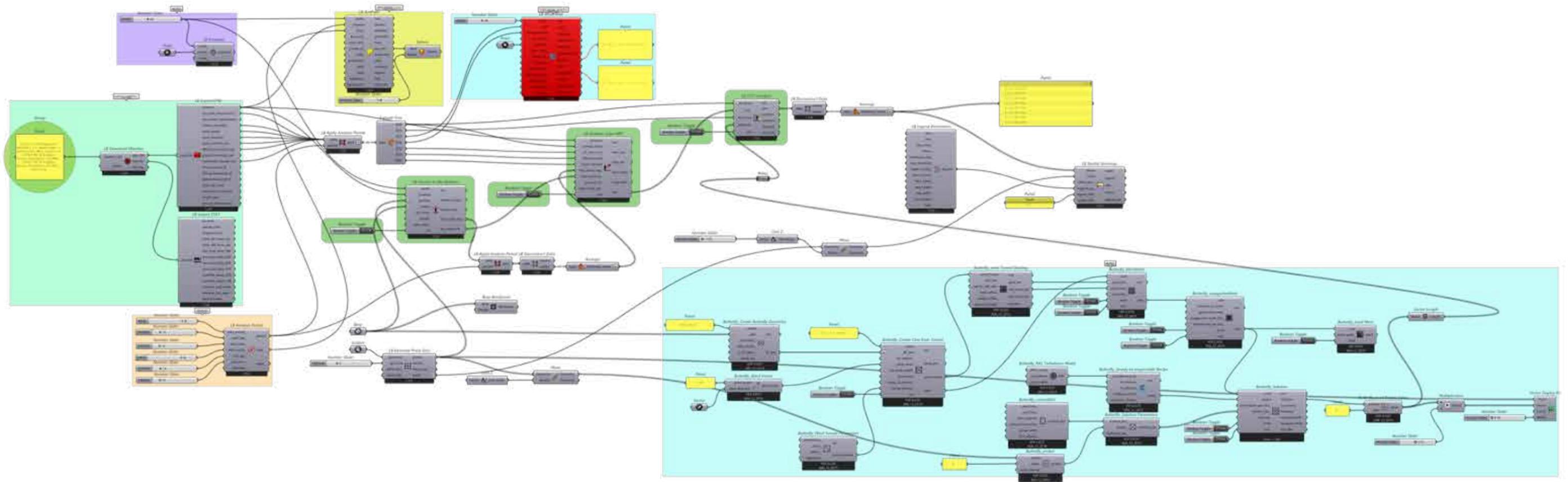


Fig. 7: Interfaccia Grasshopper simulazione finale dati
Elaborazione degli autori

7. Conclusioni

La riqualificazione dei siti orfani è ad oggi oggetto di grande dibattito, sia a livello nazionale che europeo. Questi impianti coprono circa il 3% della superficie del territorio nazionale italiano, identificandosi come grandi comparti in stato di abbandono ed avanzato degrado, ma rappresentano al contempo una grande opportunità in termini socio-economici per le città. La tesi propone un progetto di riqualificazione di un impianto industriale dismesso, convertendolo in polo tecnologico destinato alla ricerca e allo sviluppo di tecniche innovative di produzione agricola. La progettazione si pone l'obiettivo di ricucire il rapporto tra l'area e la dimensione rurale circostante, attraverso la realizzazione di un sistema di connessioni e dotazioni di aree verdi che includono spazi dedicati ad orti sociali e sistemi serricoli, in accordo con la vocazione agricola del territorio. La collaborazione con il Dipartimento di Agraria ha fornito al progetto un apporto significativo in termini di conoscenze sulle tecniche di *vertical farming*, che sono state sperimentate nel progetto come una soluzione innovativa rispetto all'agricoltura tradizionale. L'intervento si basa sul recupero dell'area, di cui viene mantenuta la memoria architettonica, attraverso una riqualificazione sostenibile, che sfrutta i principi della progettazione ambientale. I temi affrontati dal progetto potrebbero essere replicabili in contesti urbani in cui sia presente la necessità di restituire alla comunità comparti in disuso, riaffermandone i valori identitari. Il sistema della viabilità dolce e il trattamento delle zone verdi si configurano come strumenti di integrazione di aree che risultano separate dal tessuto urbano.

Bibliografia

C. Sposito, “*Sul recupero delle aree industriali dismesse. Tecnologie materiali impianti ecosostenibili e innovativi*”, Maggioli Editore, 2012.

A. Tedeschi, “*AAD - Algorithms-Aided Design. Parametric Strategies using Grasshopper*”, Le Penseur Publisher, 2014.

V. Olgyay, “*Design with climate. Bioclimatic approach to architectural regionalism*”, Princeton University Press, 2015.

E. Allen, “*Come funzionano gli edifici*”, edizioni Dedalo, 2017.

K. Fabbri, G. Roberti, “*Guida all'utilizzo di Envi-Met*”, Laboratorio RE-BUS, Regione Emilia-Romagna, 2017.

G. Proksch, “*Creating Urban Agricultural Systems. An Integrated Approach to Design*”, Routledge, 2017.

A. Campioli, M. Lavagna, “*Tecniche e architettura*”, Città Studi Edizioni, 2017.

M. Benvenuti, “*Introduzione alla Vertical Farm. Linee guida di progettazione*”, Wolters Kluwer, 2018.

M.T. Salomoni, “*Gli alberi e la città*”, “*Rebus*”, 2018, n.7.

K. Fabbri, G. Roberti, “*Guida all'utilizzo di ENVI-met*”, “*Rebus*”, 2018, n.12.

D.G.R, 24 agosto 2021, n.1334, “*Delibera Giunta Regionale per approvazione accordo con MITE*”.

P.L. Trombetta, “*Ex Siapa, servono imprenditori per il rilancio*”, in “*Resto del Carlino*”, 16 luglio 2022.

Sitografia

<https://www.cnr.it/it/news/11202/pnrr-al-via-agritech-centro-nazionale-per-lo-sviluppo-delle-nuove-tecnologie-in-agricoltura>

<https://www.comune.galliera.bo.it/it-it/avvisi/2020/manifestazione-d-interesse/manifestazione-di-interesse-stabilimento-ex-siapa-174841-1-c729f17f82b8c23c34848ce59ac17b9c>.

<https://ciclostilearchitettura.me/Brownfield-Ex-SIAPA>

<https://site.unibo.it/urban-farm/en/teams/hop-e>

<https://www.acquaponica.blog/>

https://www.idroponica.it/temperatura-growroom-coltivazione-indoor_517.html

<https://www.timbre-project.eu/brownfields-in-europe.html>

<https://www.reggioemiliawelcome.it/it/reggio-emilia/scopri-il-territorio/arte-e-cultura/archeologia-industriale/le-officine-reggiane-tecnopolo>

<https://www.renogalliera.it/lunione/uffici-e-servizi/uffici/area-gestione-del-territorio/urbanistica/pug>

<https://www.tuttitalia.it/emilia-romagna/32-galliera/classificazione-climatica/>

<https://www.comune.galliera.bo.it/it-it/ex-siapa>

<https://www.mite.gov.it/comunicati/pnrr-il-mite-definisce-i-criteri-le-bonifiche-dei-siti-orfani>

Ringraziamenti

Desideriamo ringraziare le persone che ci hanno accompagnato durante il nostro percorso accademico.

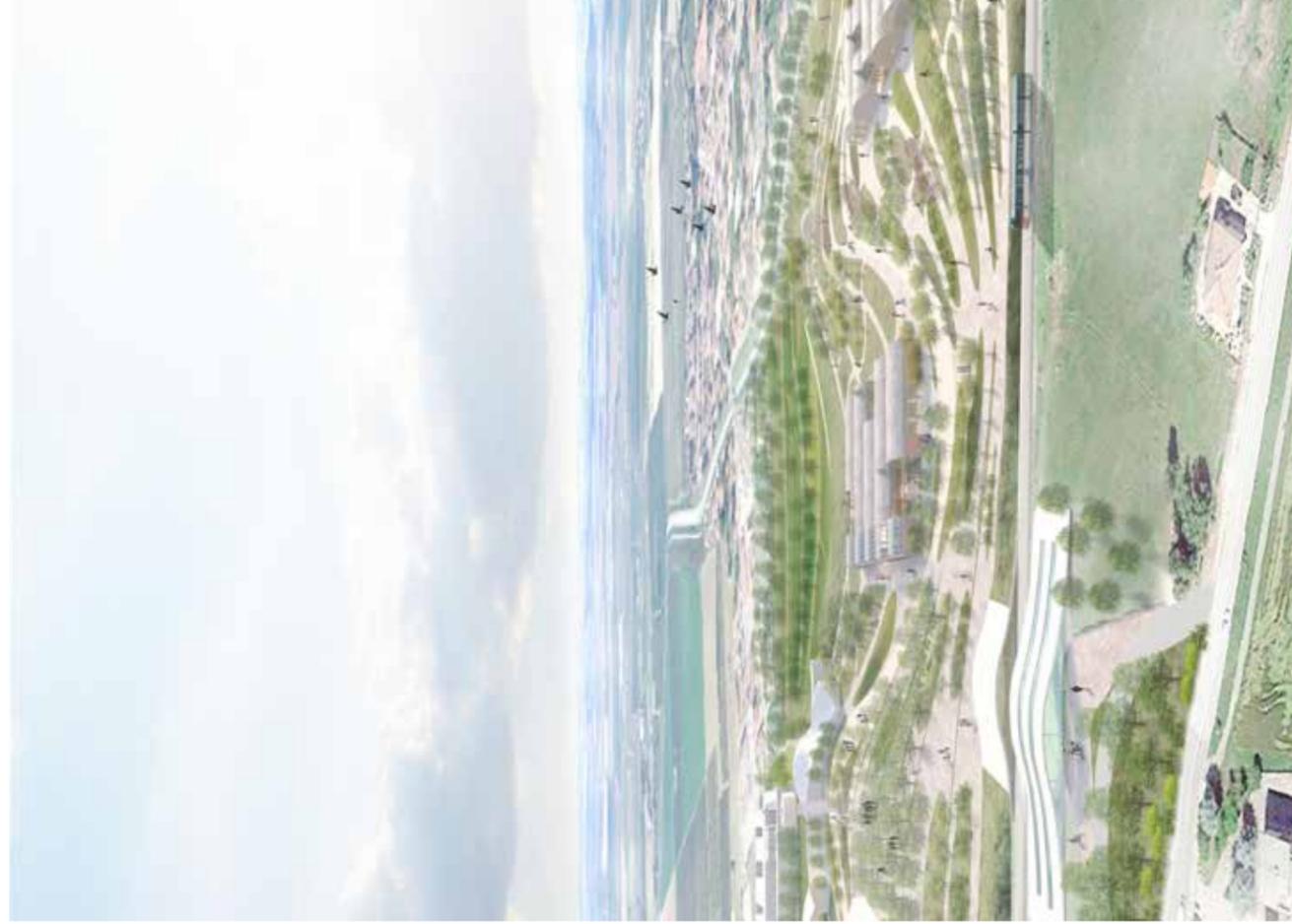
Per prima cosa, vorremmo ringraziare i nostri relatori, il Prof. Andrea Boeri e la Prof.ssa Danila Longo, per averci accompagnato al raggiungimento di questo traguardo.

Ringraziamo Rossella Roversi e Serena Orlandi per i consigli dispensatici durante quest'anno.

Grazie anche al Prof. Kristian Fabbri per il suo prezioso supporto, e al Prof. Antonio Esposito per la sua disponibilità.

Un ringraziamento anche al Prof. Michele D'Ostuni, per averci fornito innumerevoli spunti di riflessione e supporto tecnico.

Un ringraziamento speciale ad Eurind Caka, Stefano Bastia e Giovanni Ricci dello studio SOA Architecture, per averci incoraggiato ad essere noi stessi e far valere le nostre idee.



ALMA MATER STUDIOIUM - UNIVERSITA' DI BOLOGNA
CAMPUS DI CESENA
DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA

CORSO DI LAUREA MAGISTRALE A CICLO UNICO IN ARCHITETTURA

TITOLO DELLA TESI

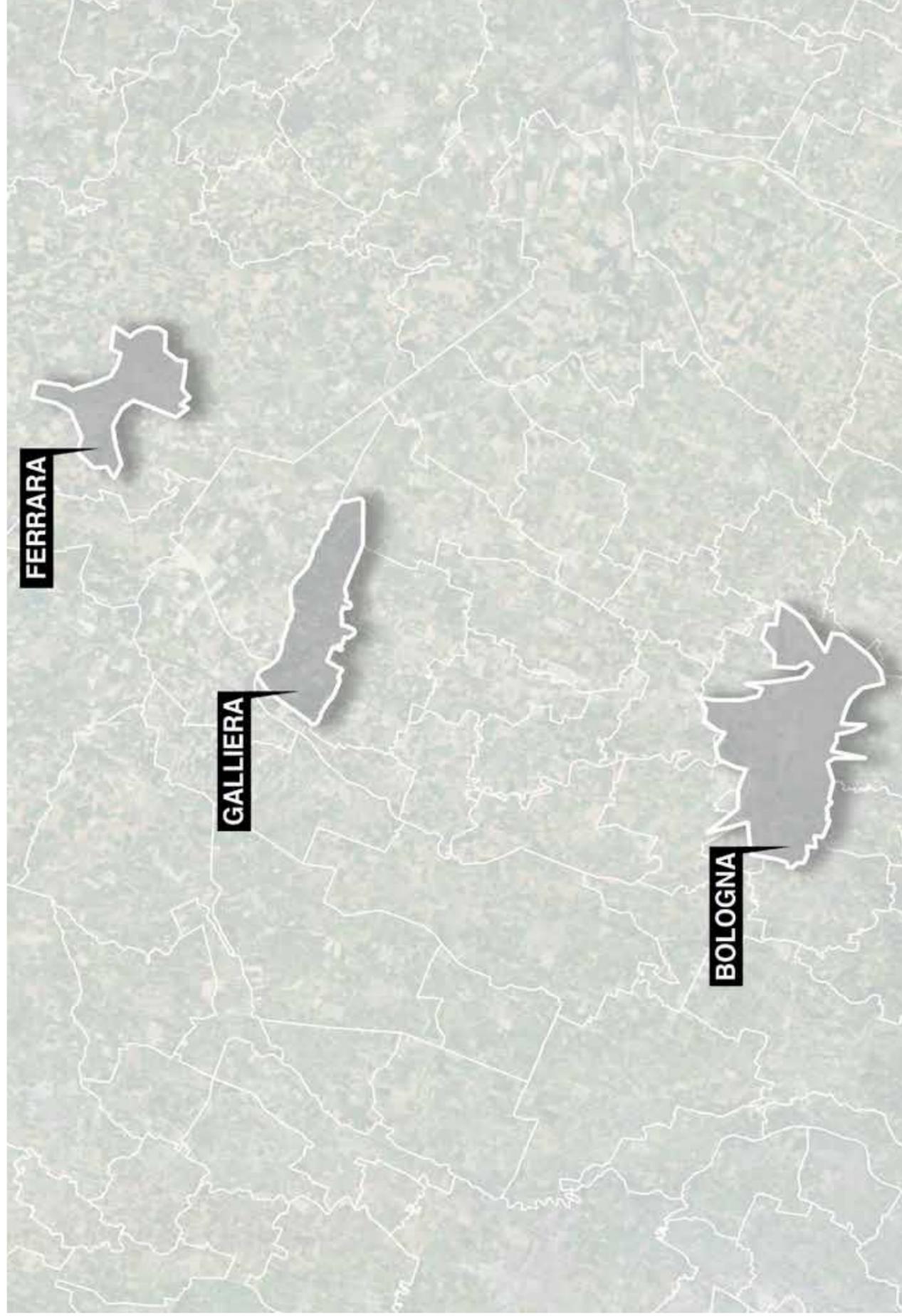
GALLIERA - PROGETTO DI RIQUALIFICAZIONE
da Ex Area Industriale a Polo Agri-Tech

Tesi in
Architettura Sostenibile

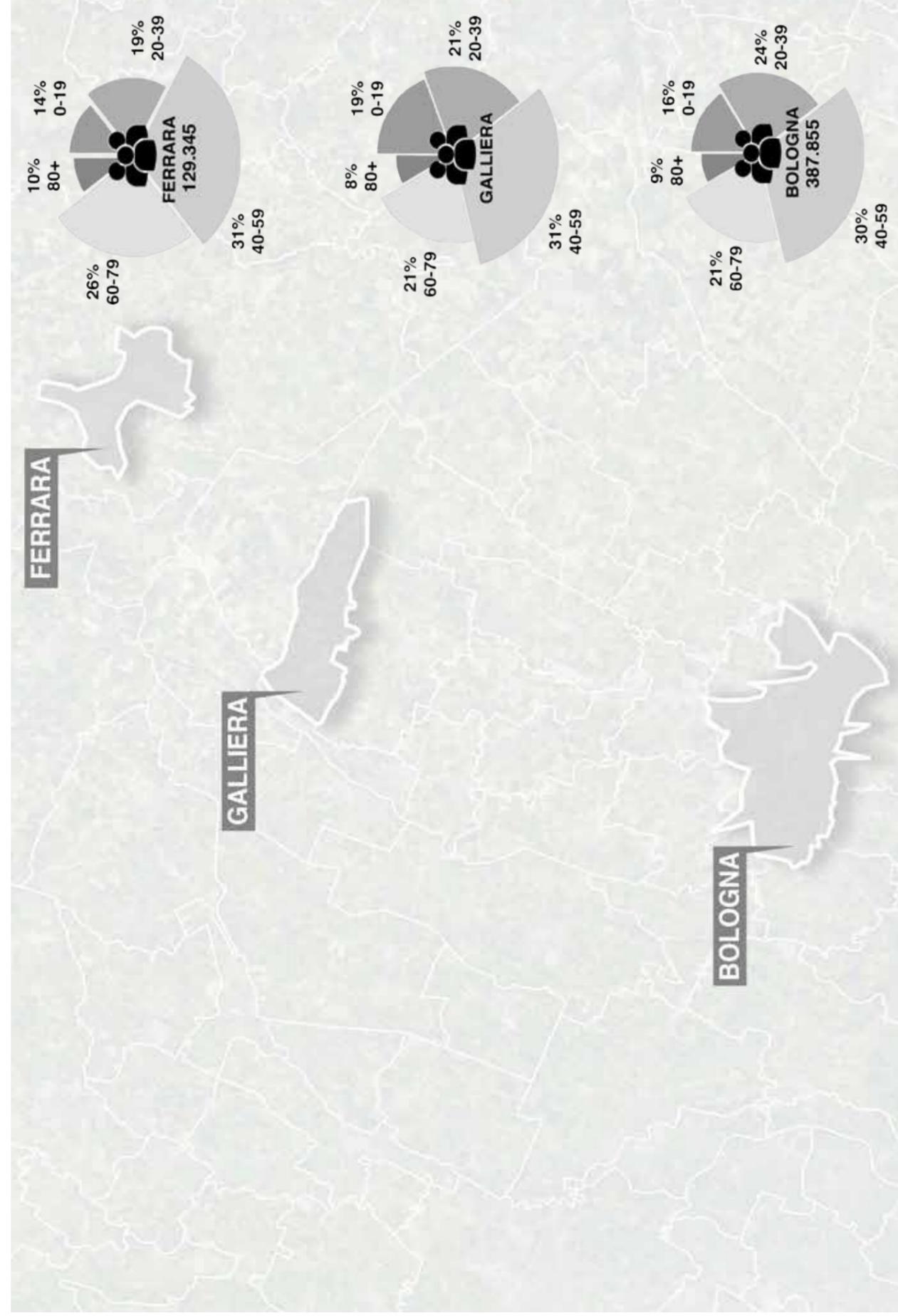
Relatore
Prof. Andrea Boeri

Correlatori
Prof.ssa Danila Longo
Prof. Kristian Fabbri
Arch. Eurind Caka

Presentato da
David Gnoli
Gabriella Martini

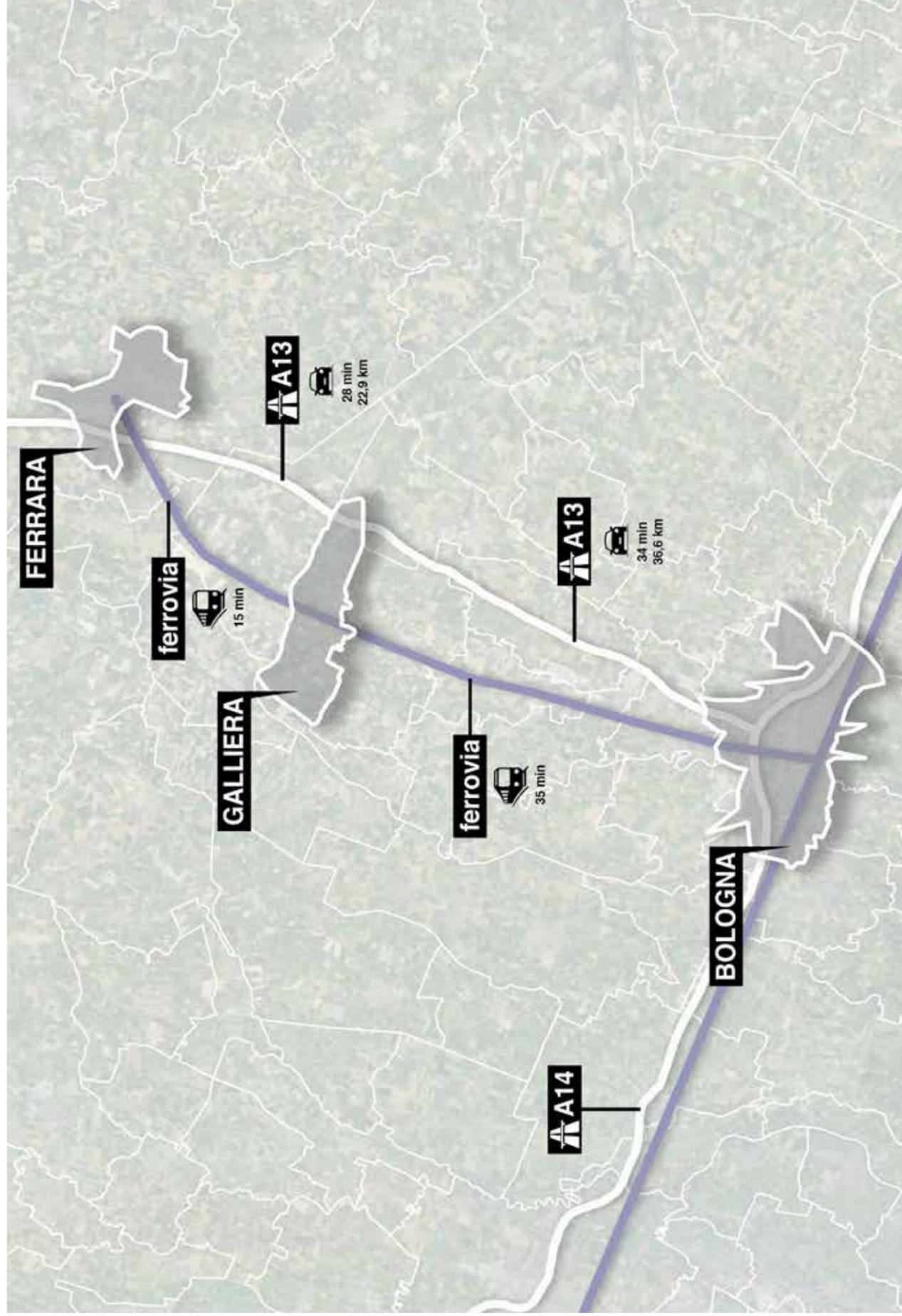


INQUADRAMENTO A SCALA TERRITORIALE

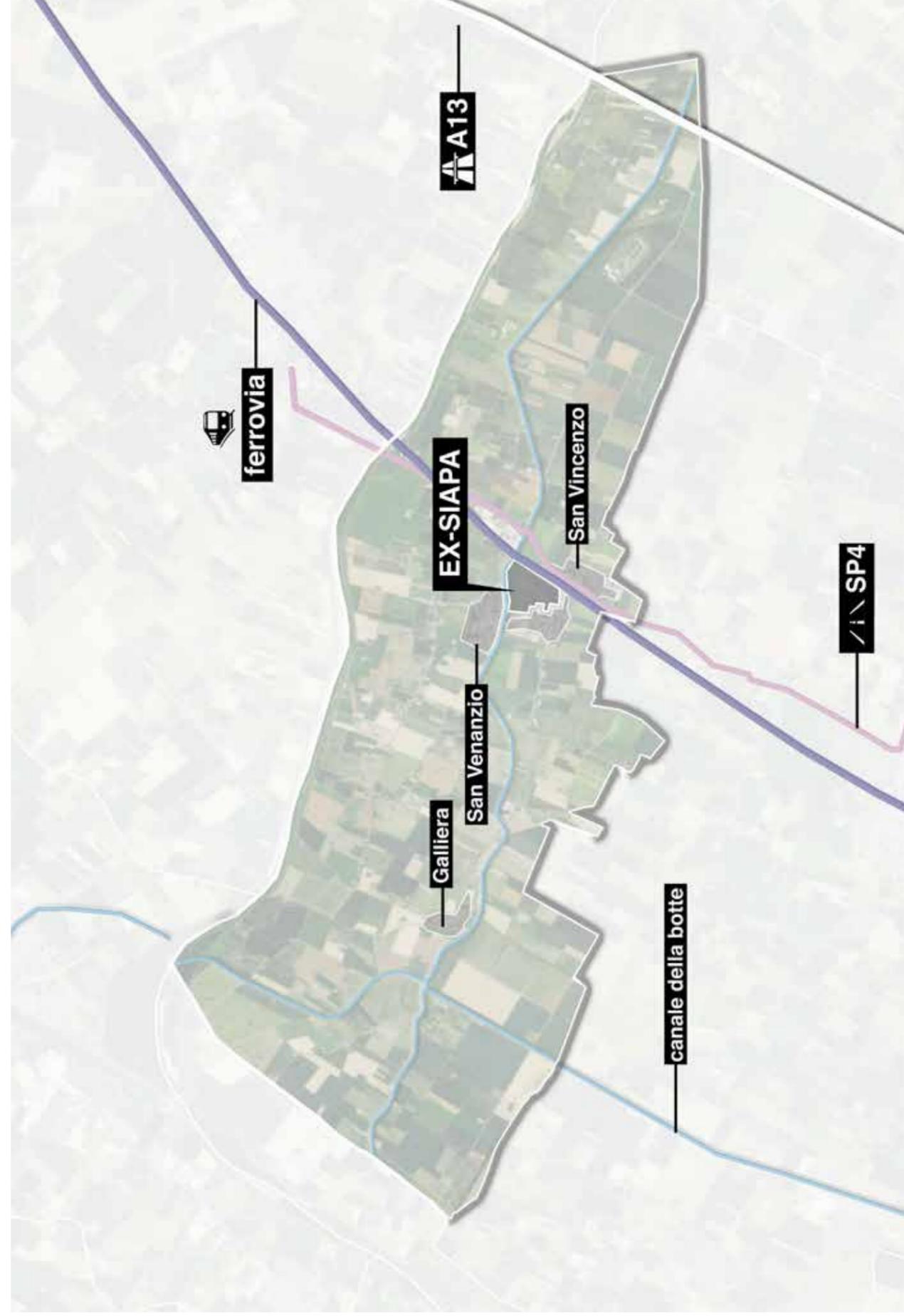


INQUADRAMENTO A SCALA TERRITORIALE_ analisi demografica



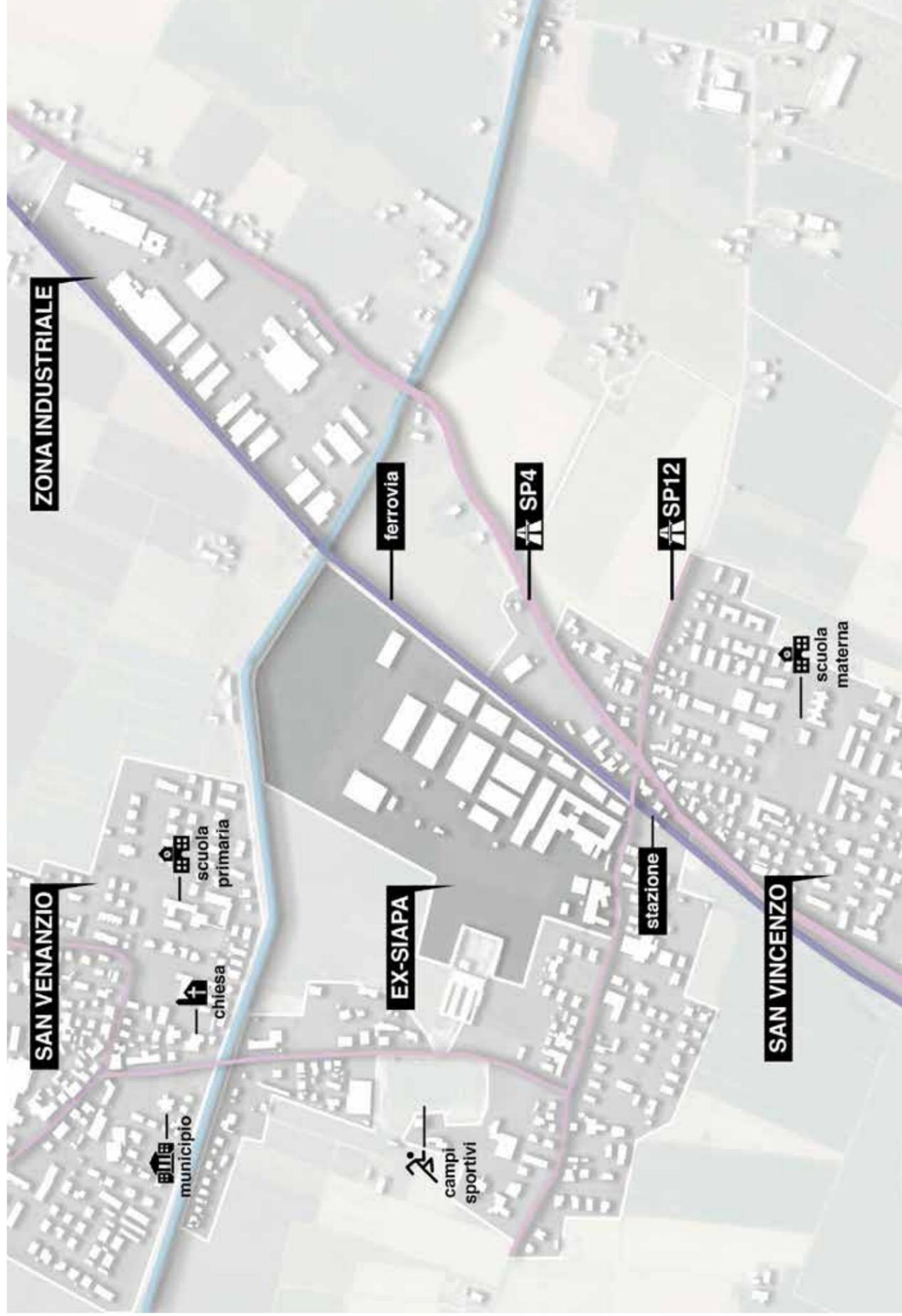


INQUADRAMENTO A SCALA TERRITORIALE_viability



INQUADRAMENTO A SCALA COMUNALE_viability



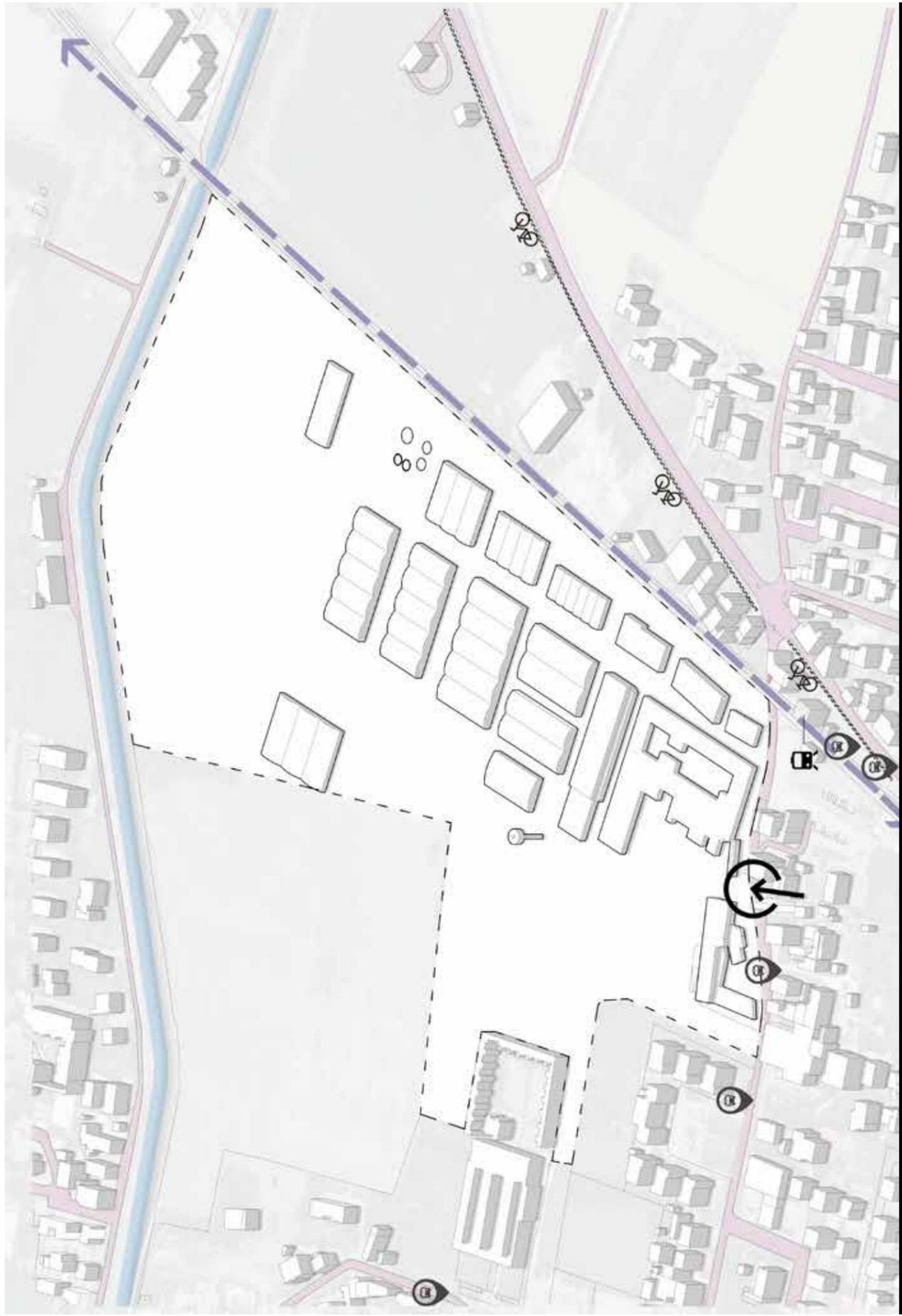


INQUADRAMENTO AREA DI PROGETTO_punti di interesse



ANALISI STATO DI FATTO_accessi





ANALISI STATO DI FATTO_viability

①

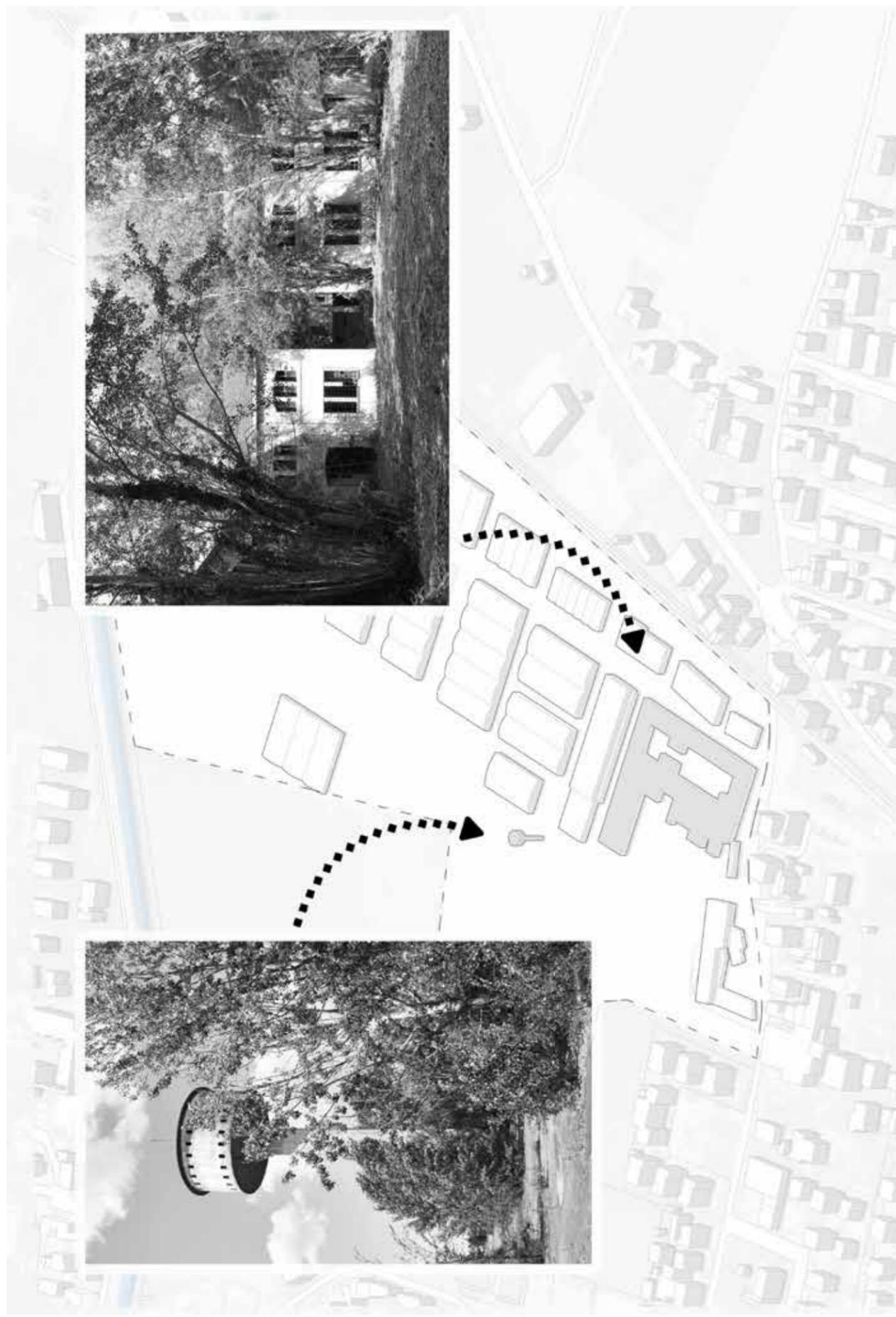


ANALISI STATO DI FATTO_trattamento del suolo

①

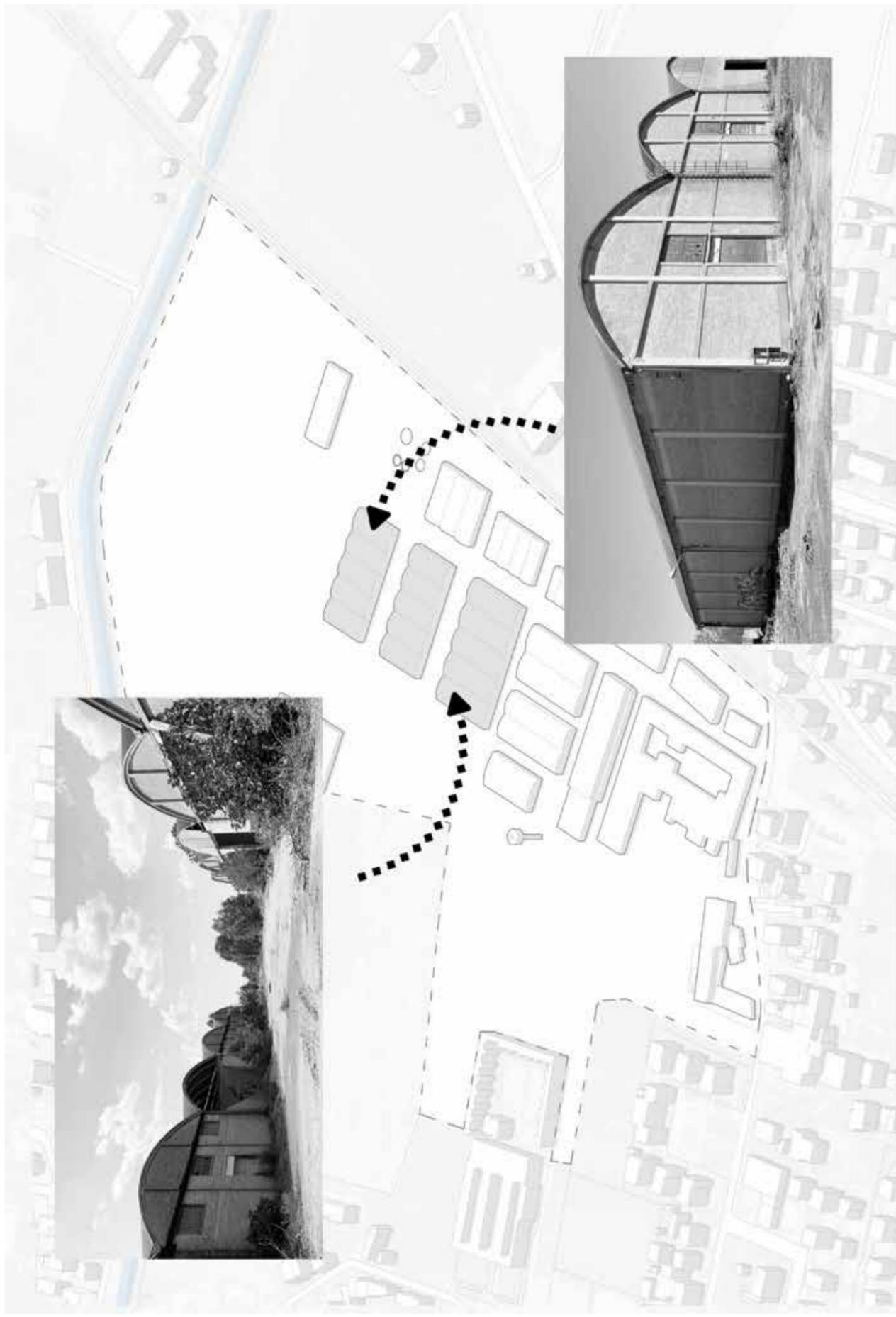


ANALISI STATO DI FATTO_inquinamento

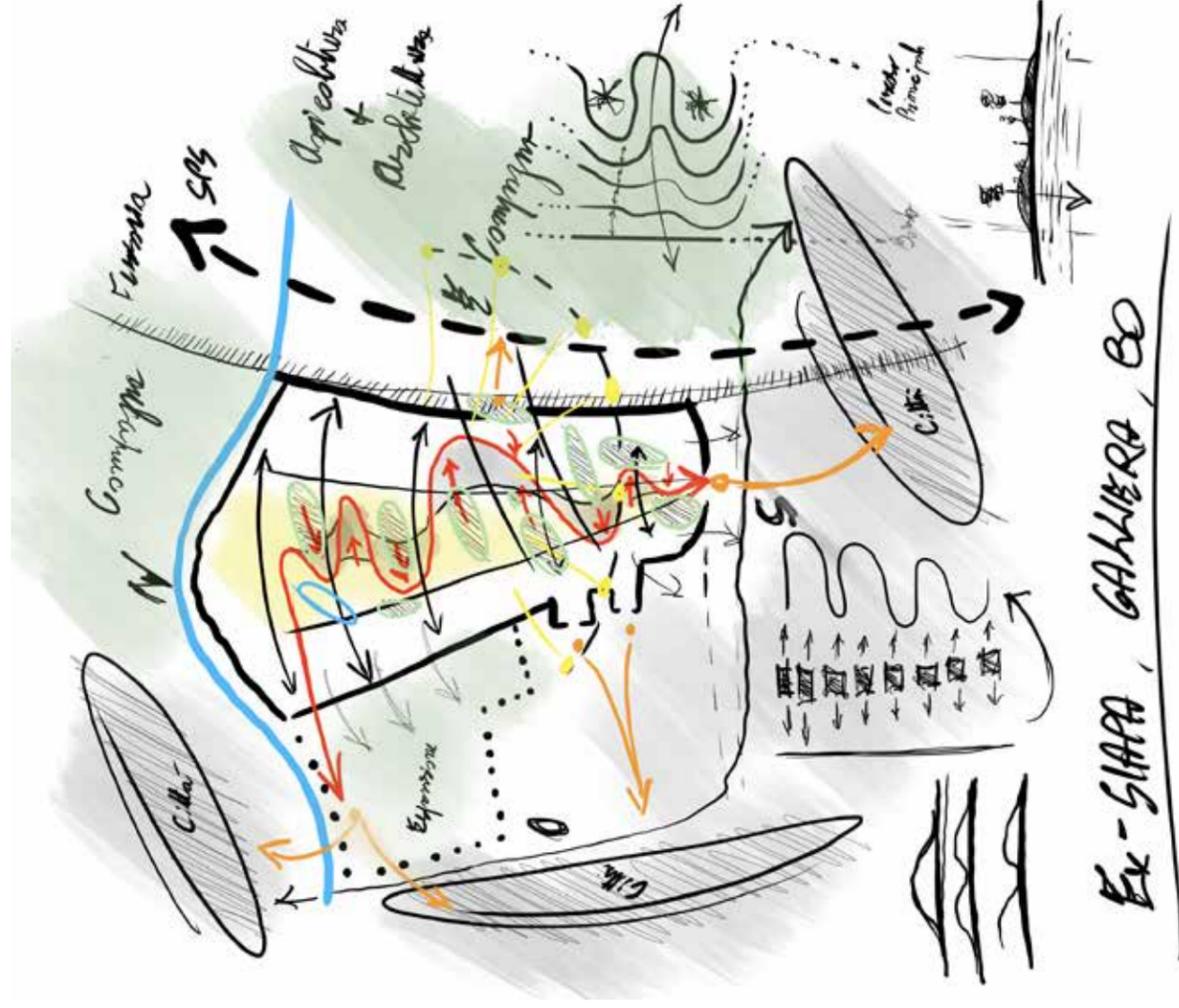


ANALISI STATO DI FATTO_rilievo fotografico

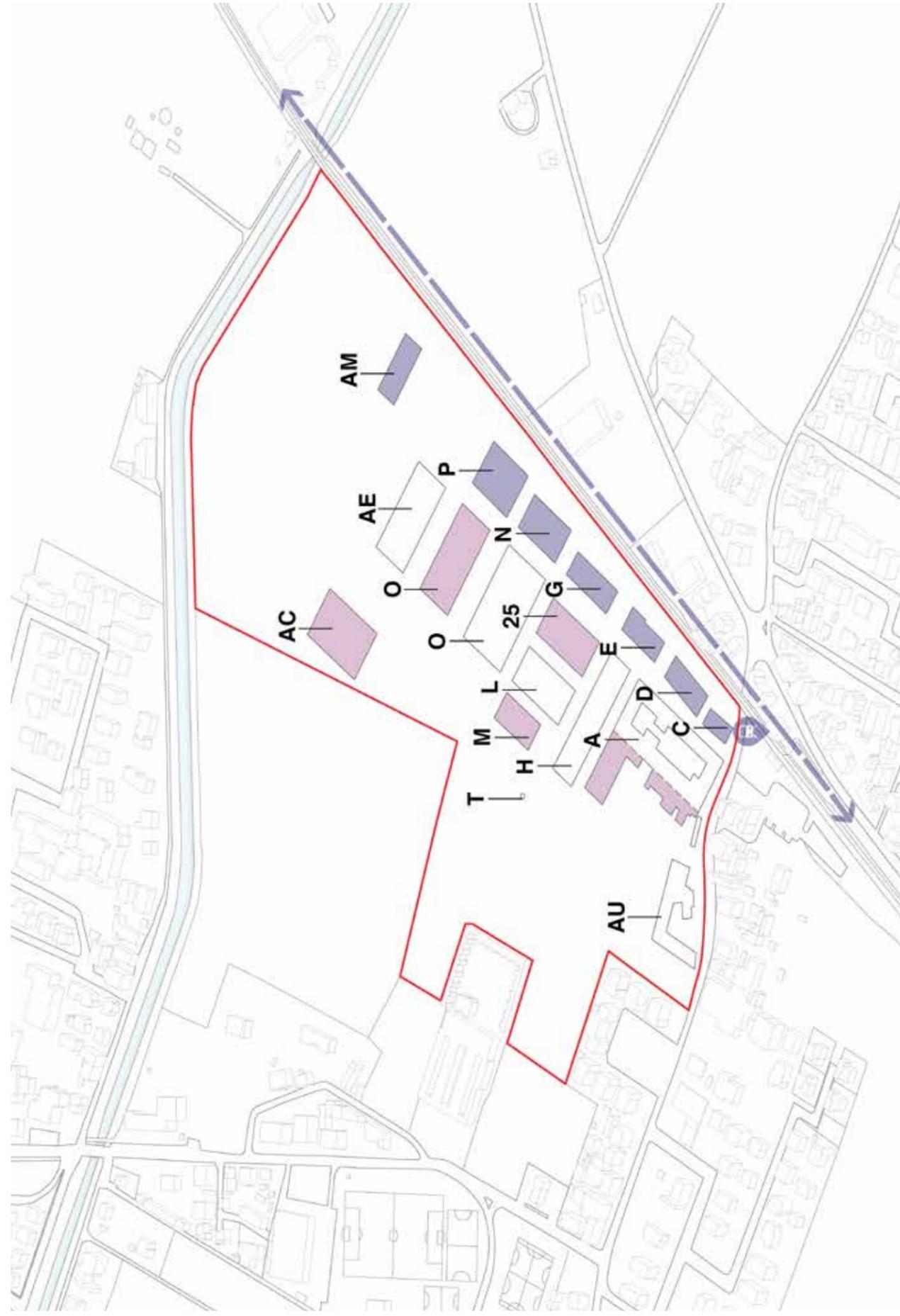
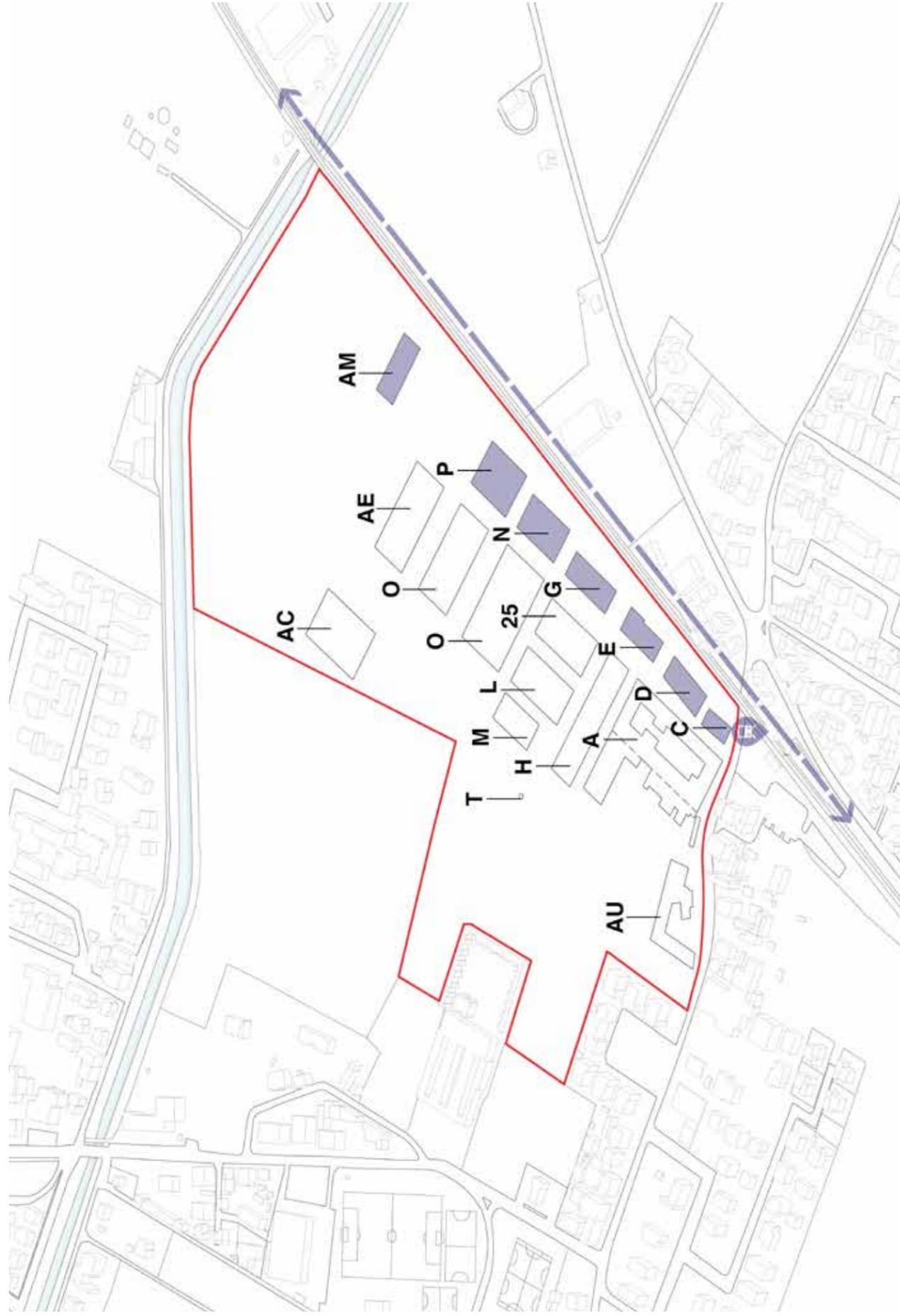


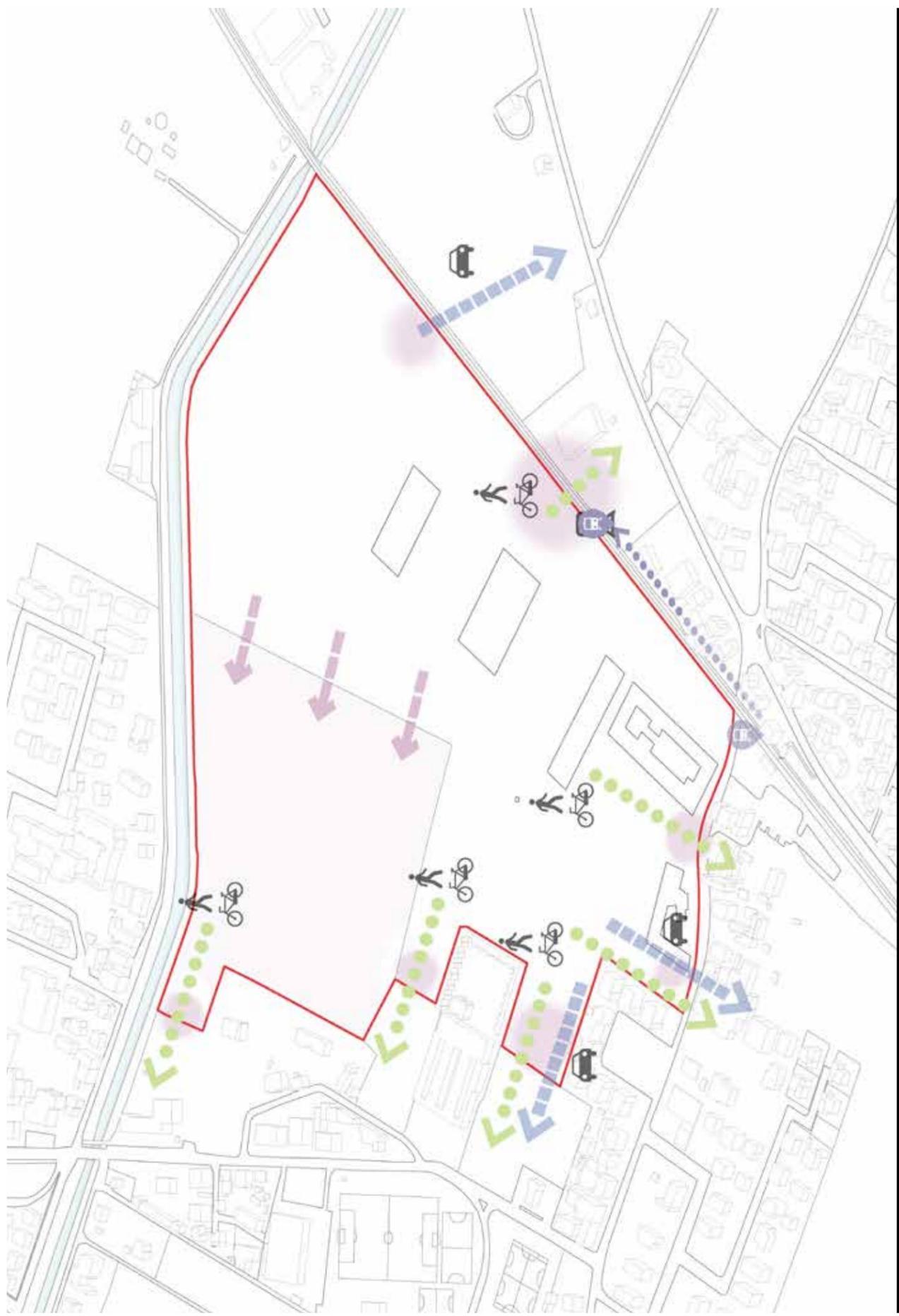


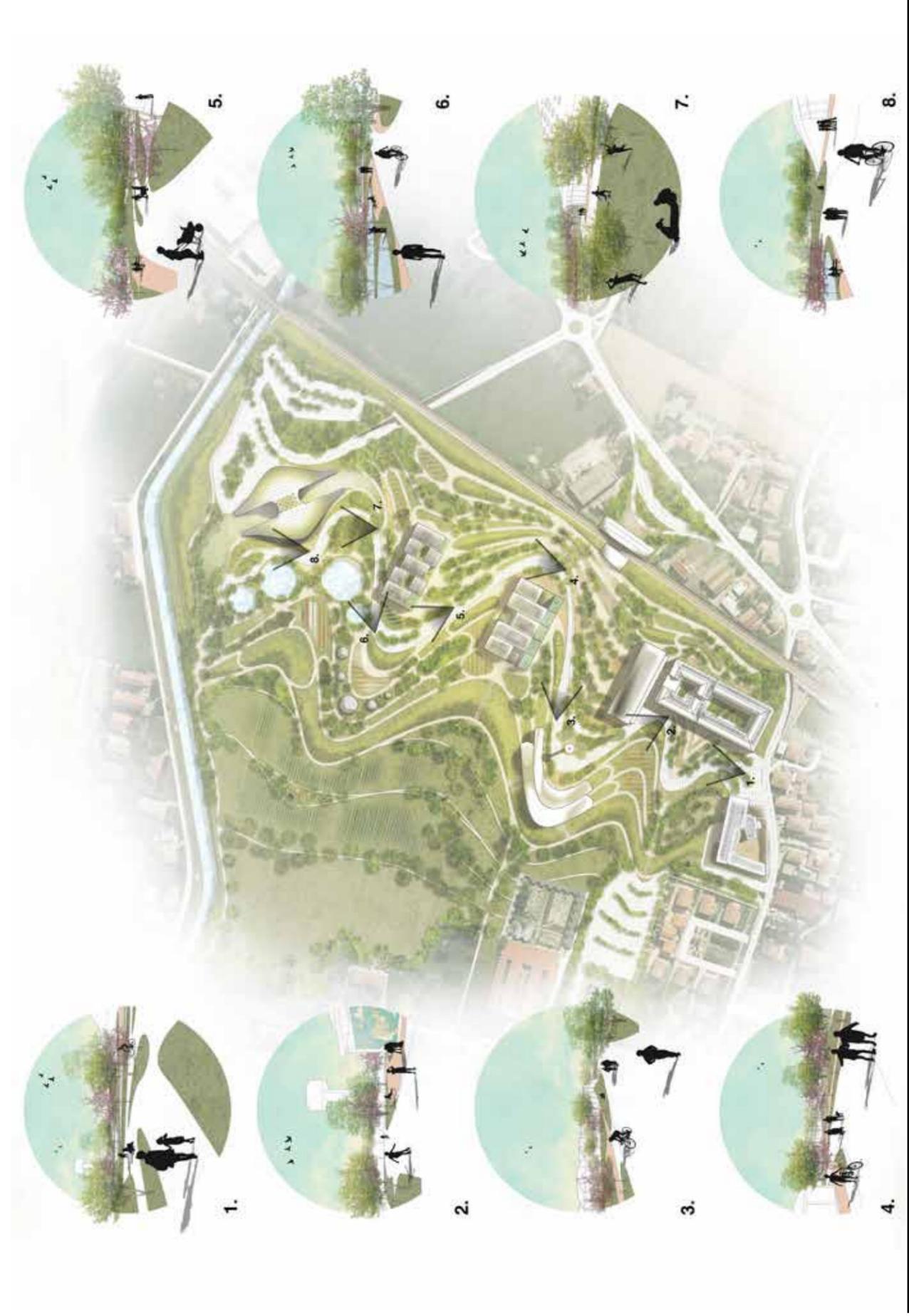
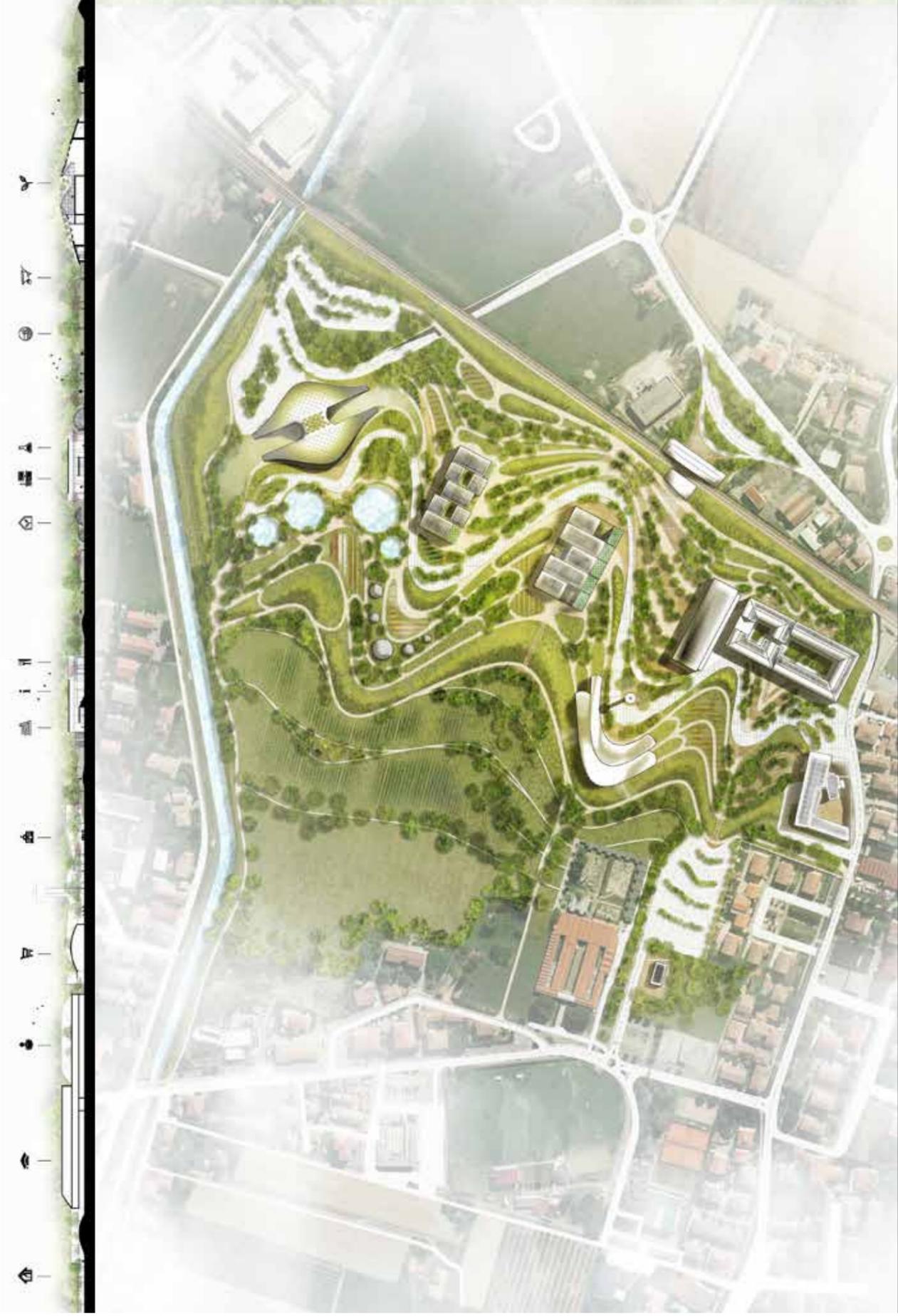
ANALISI STATO DI FATTO_rilevo fotografico



EX-SIAPA, GALLERA, CO

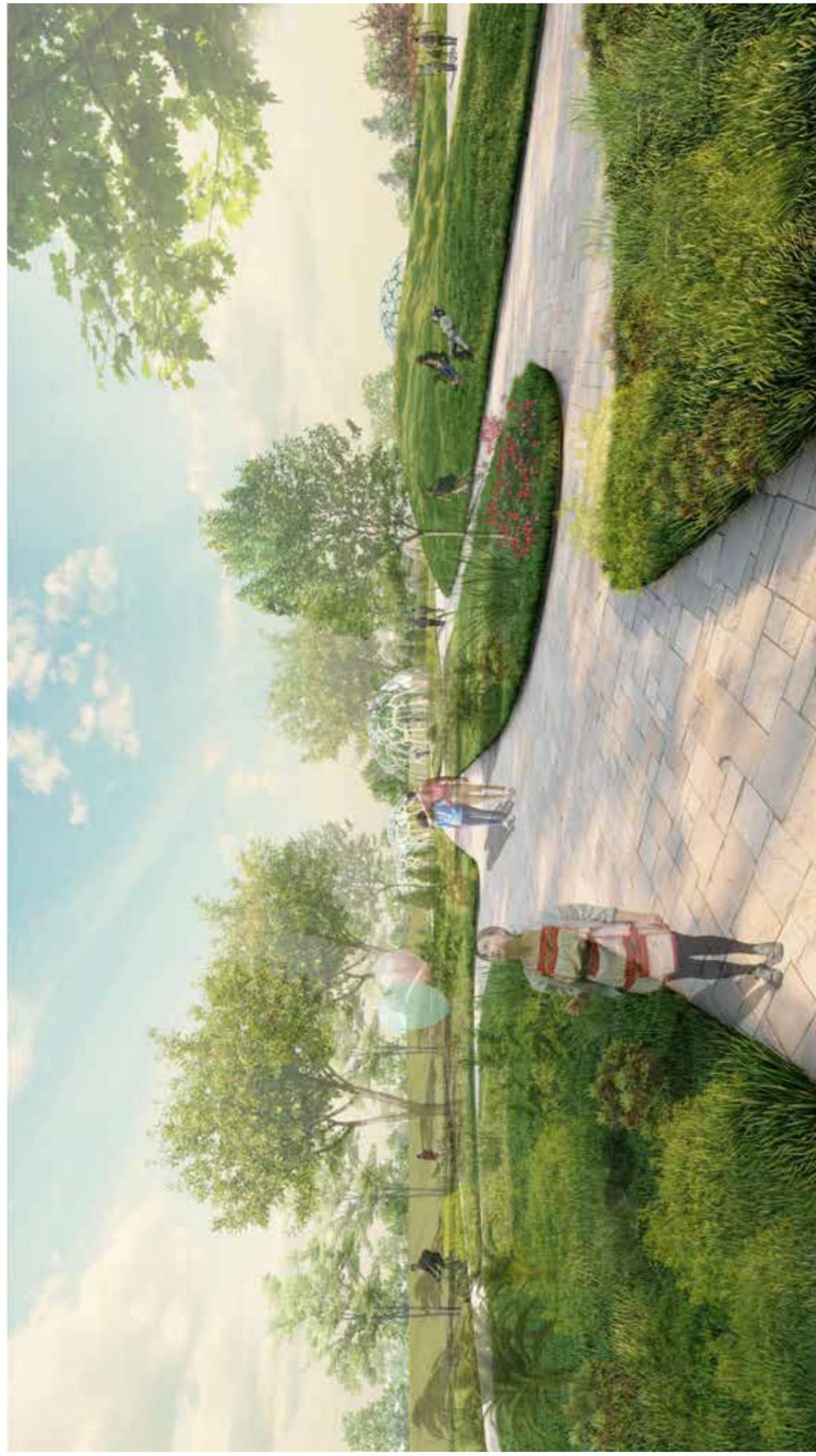








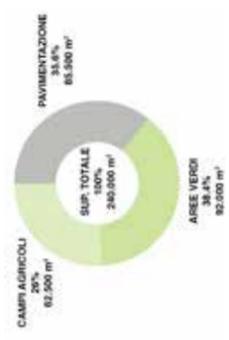
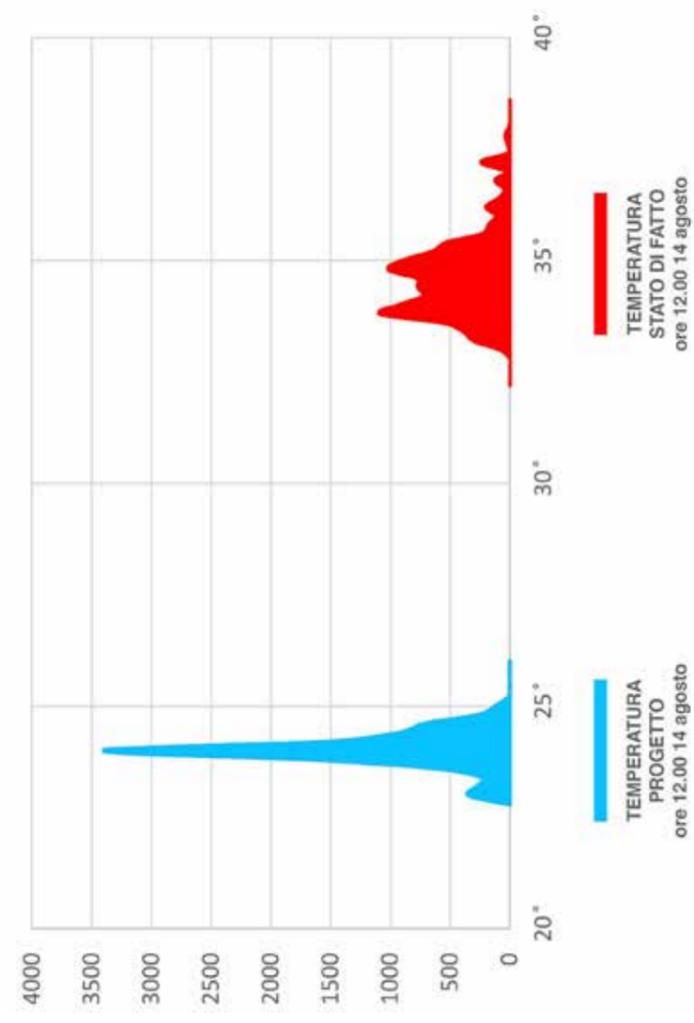
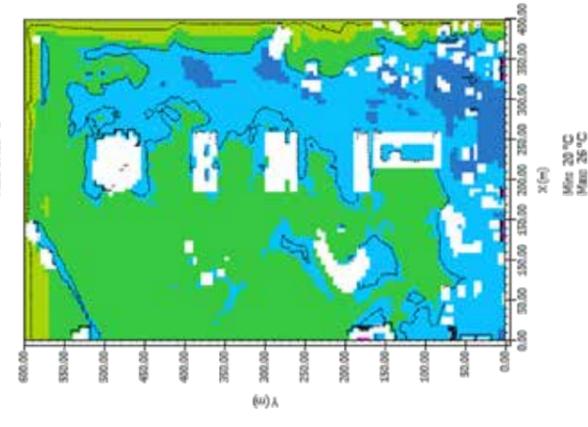
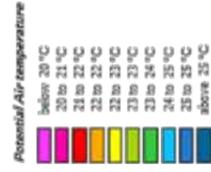
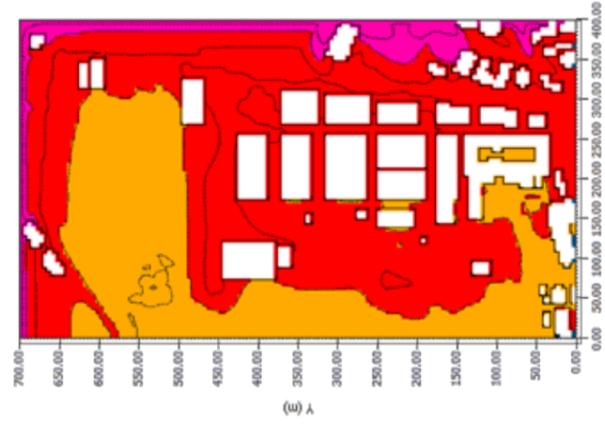
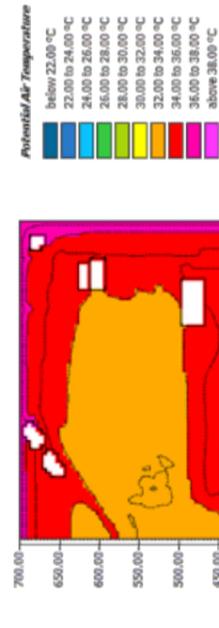
PROGRAMMA FUNZIONALE



VISTA DIURNA PERCORSO PRINCIPALE

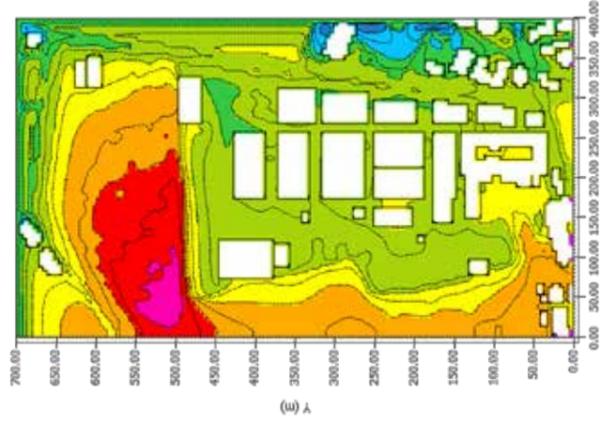


VISTA NOTTURNA PERCORSO PRINCIPALE

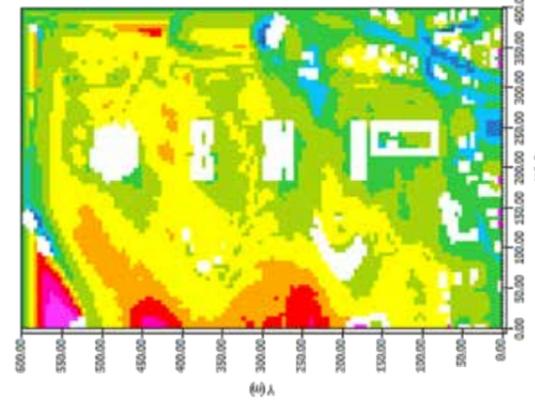


Relative Humidity@operazione

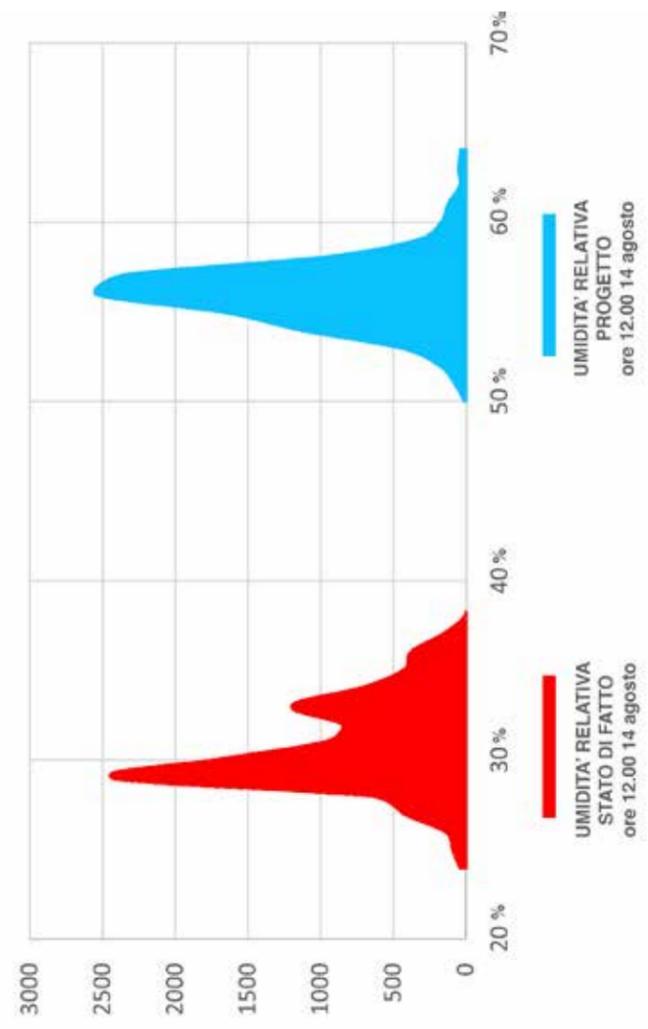
Below 22.00 °C
22.00 to 24.00 °C
24.00 to 26.00 °C
26.00 to 28.00 °C
28.00 to 30.00 °C
30.00 to 32.00 °C
32.00 to 34.00 °C
34.00 to 36.00 °C
36.00 to 38.00 °C
above 38.00 °C



Min: 23.89 °C
Max: 30.83 °C

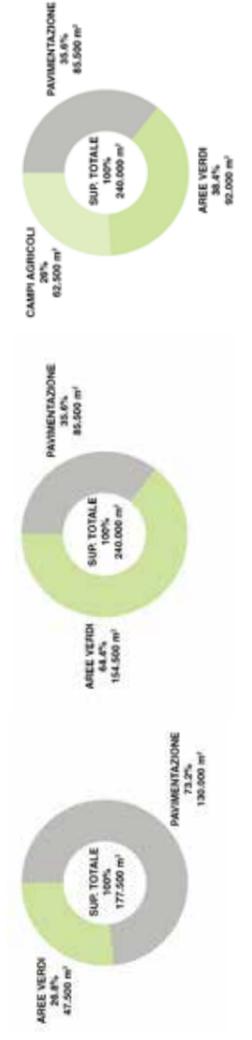


Min: 48 %
Max: 64 %



Relative Humidity

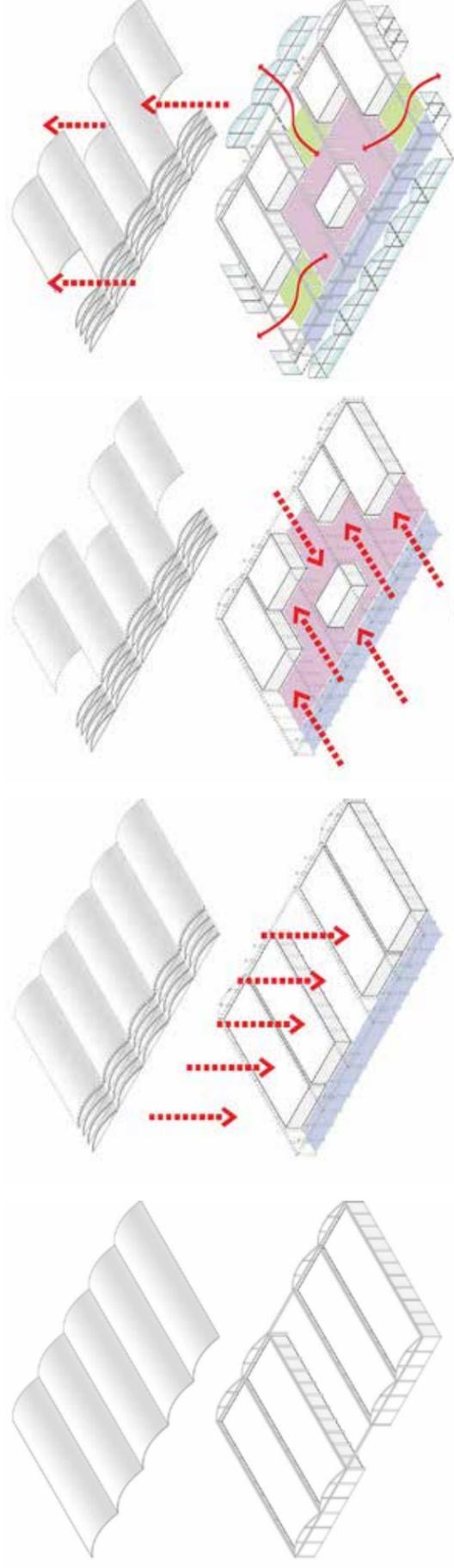
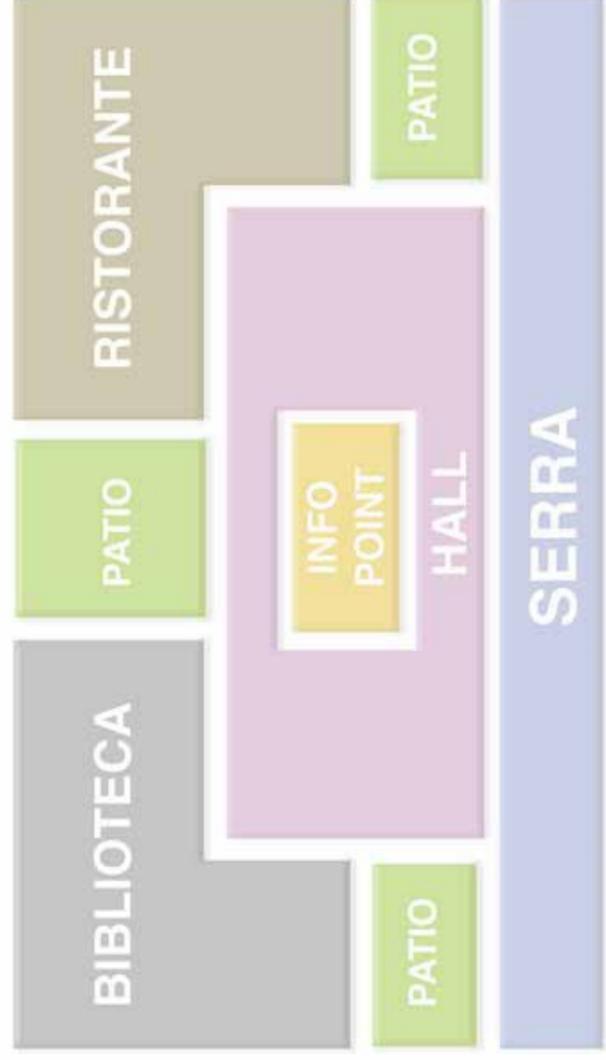
Below 50 %
50 to 51 %
51 to 53 %
53 to 54 %
54 to 55 %
55 to 56 %
56 to 57 %
57 to 59 %
59 to 61 %
61 to 62 %
above 62 %



SIMULAZIONI MICROCLIMATICHE_umidità relativa



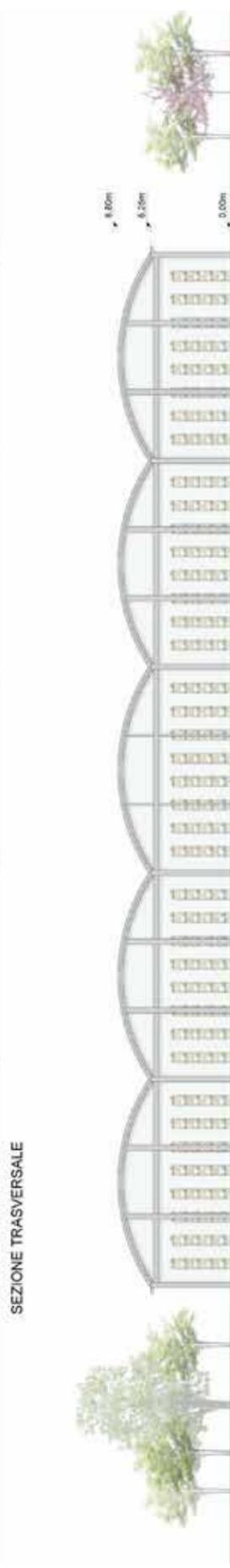
PLANIMETRIA GENERALE_coperture capannoni O-AE e sezione territoriale longitudinale



CAPANNONE O_ strategie di intervento



CAPANNONE O_pianta piano copertura

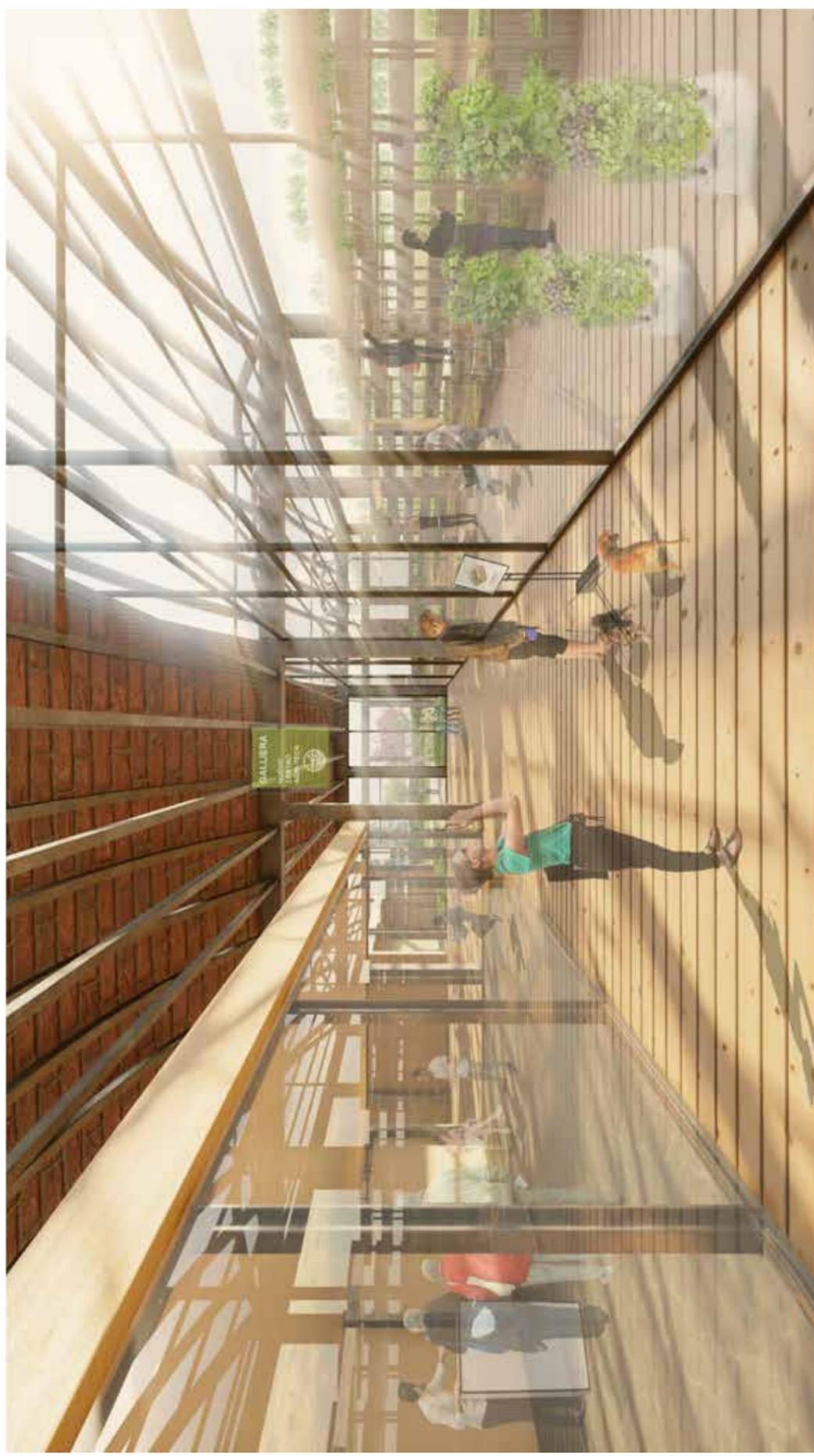




CAPANNONE O...sezione longitudinale e prospetti



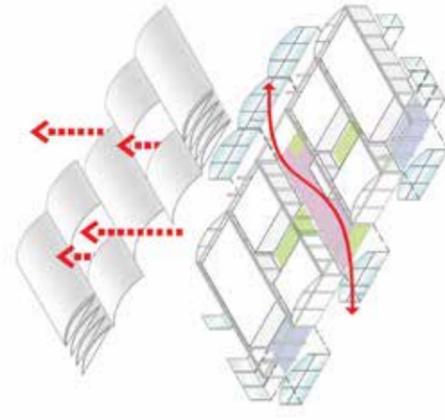
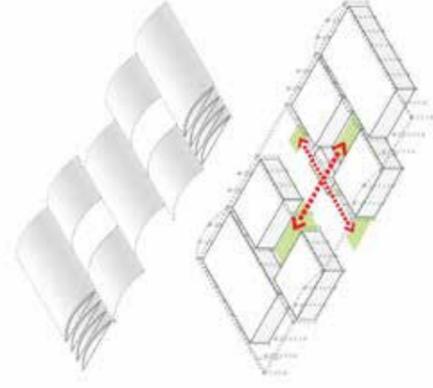
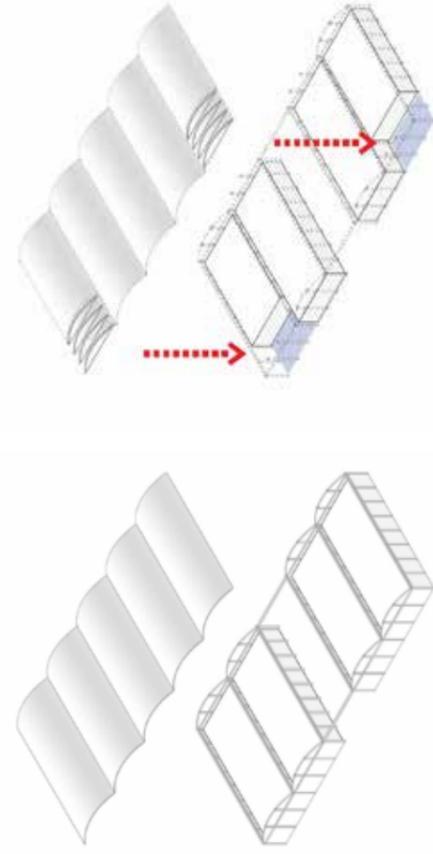
VISTA ESTERNA CAPANNONE O



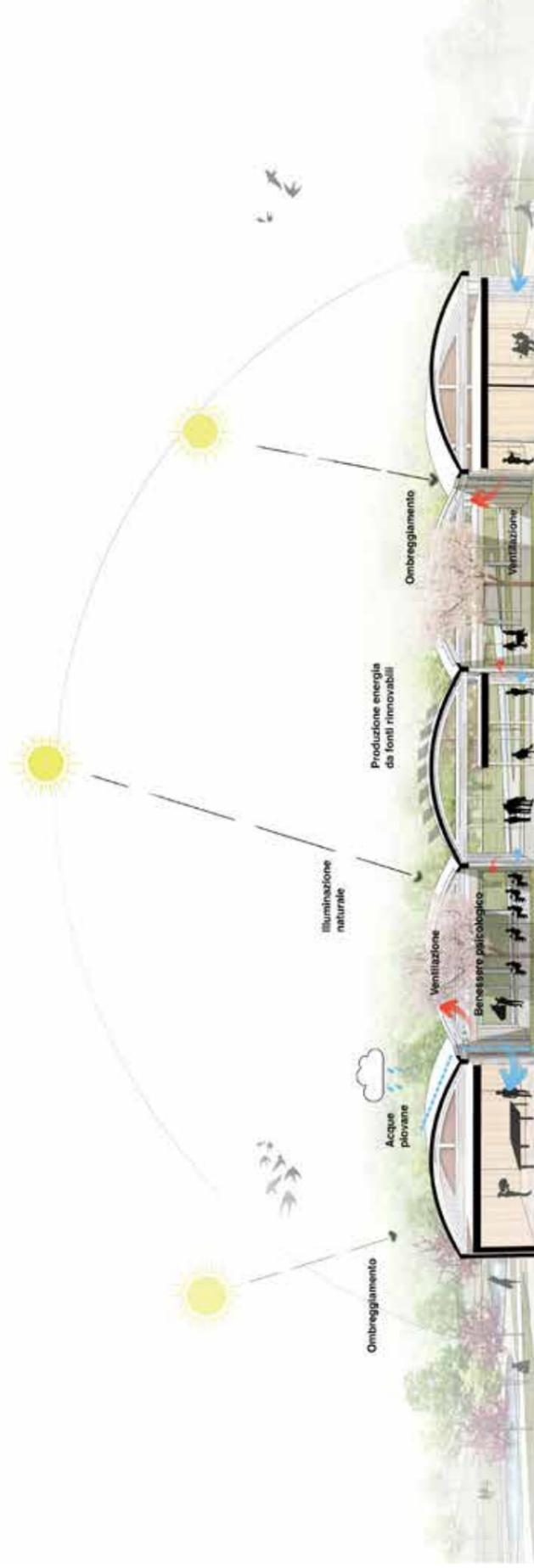
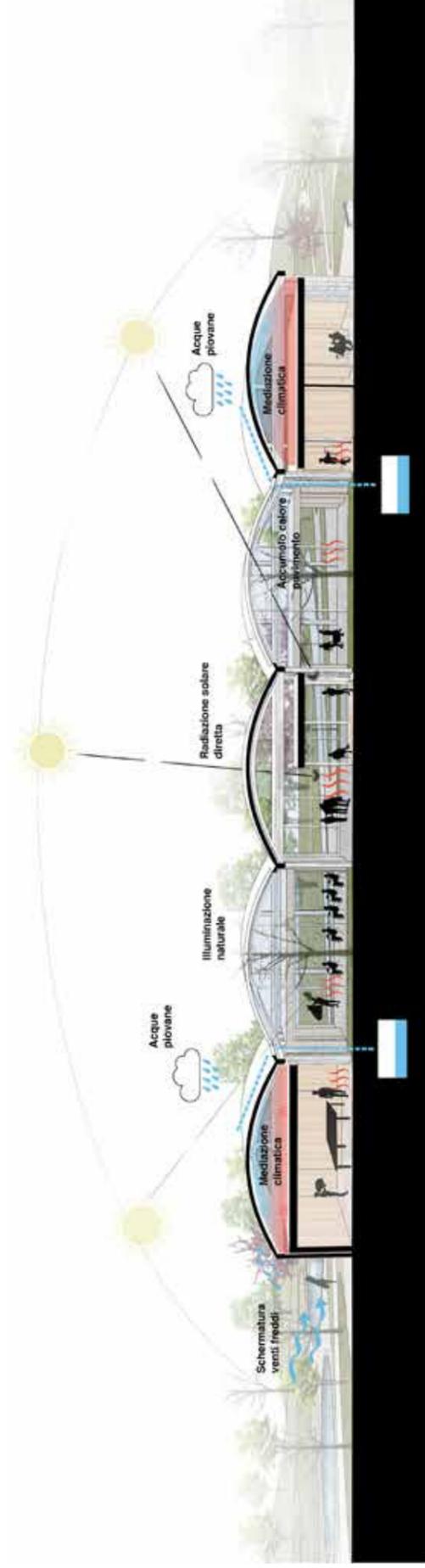
VISTA INETRINA CAPANNONE O



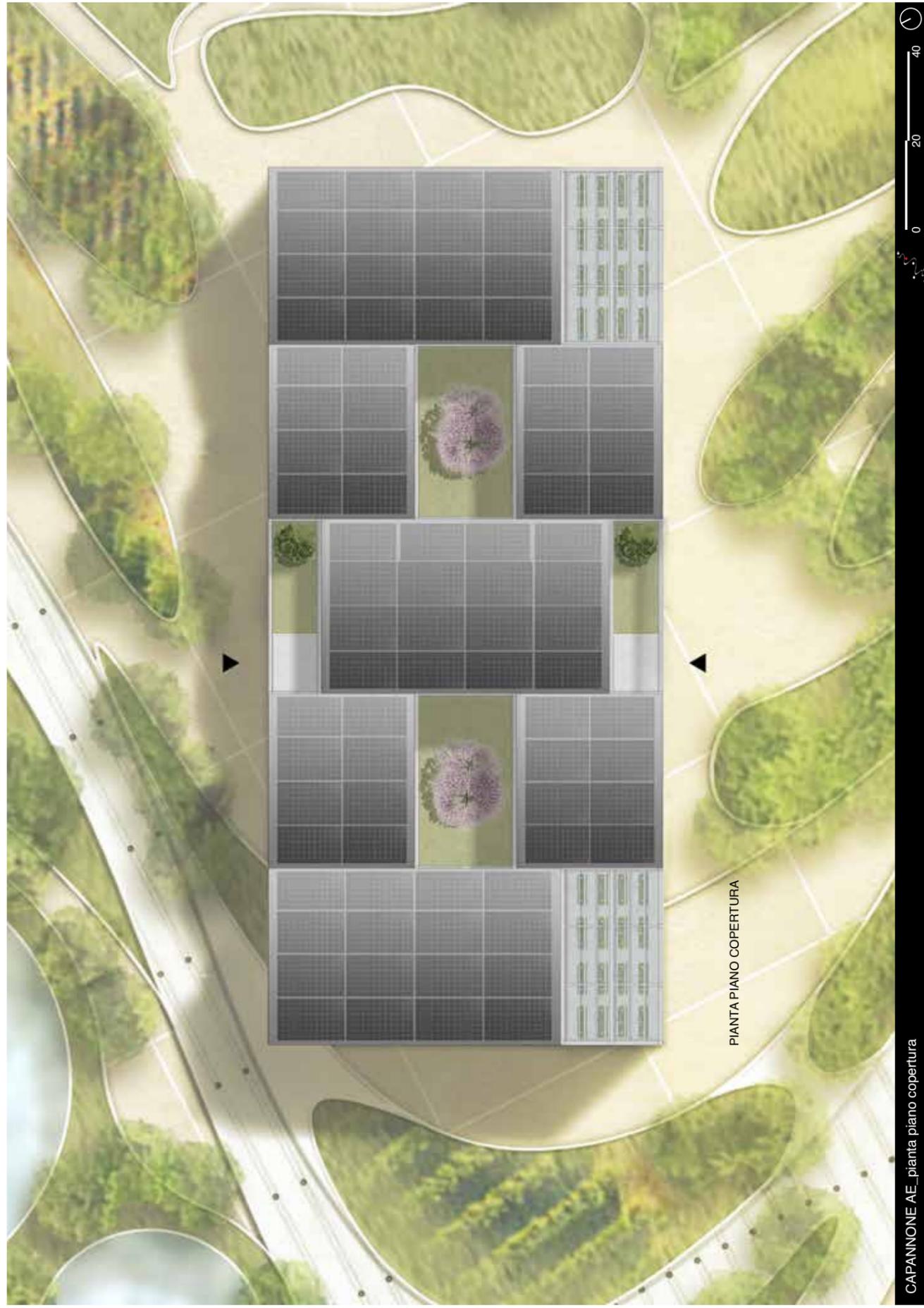
PLANIMETRIA GENERALE_attacco a terra capannoni O-AE e sezione territoriale longitudinale



CAPANNONE AE_ strategie di intervento

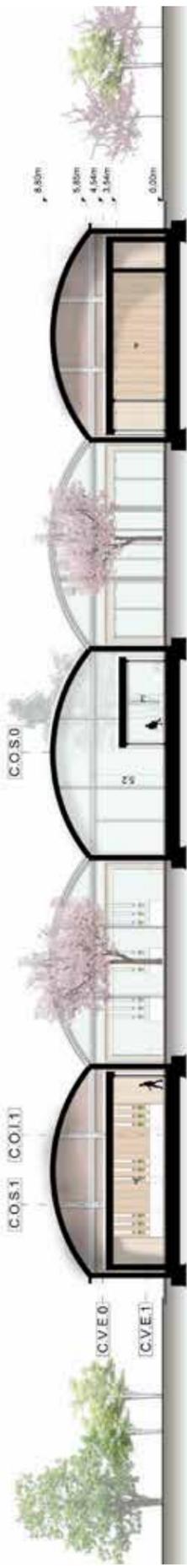


CAPANNONE AE_ strategie ambientali





PIANTA PIANO TERRA



SEZIONE TRASVERSALE



PROSPETTO NORD



PROSPETTO SUD

CAPANNONE AE_ sezione trasversale e prospetti



PIANTA PIANO TERRA



SEZIONE LONGITUDINALE



PROSPETTO EST

CAPANNONE AE_ sezione longitudinale e prospetti

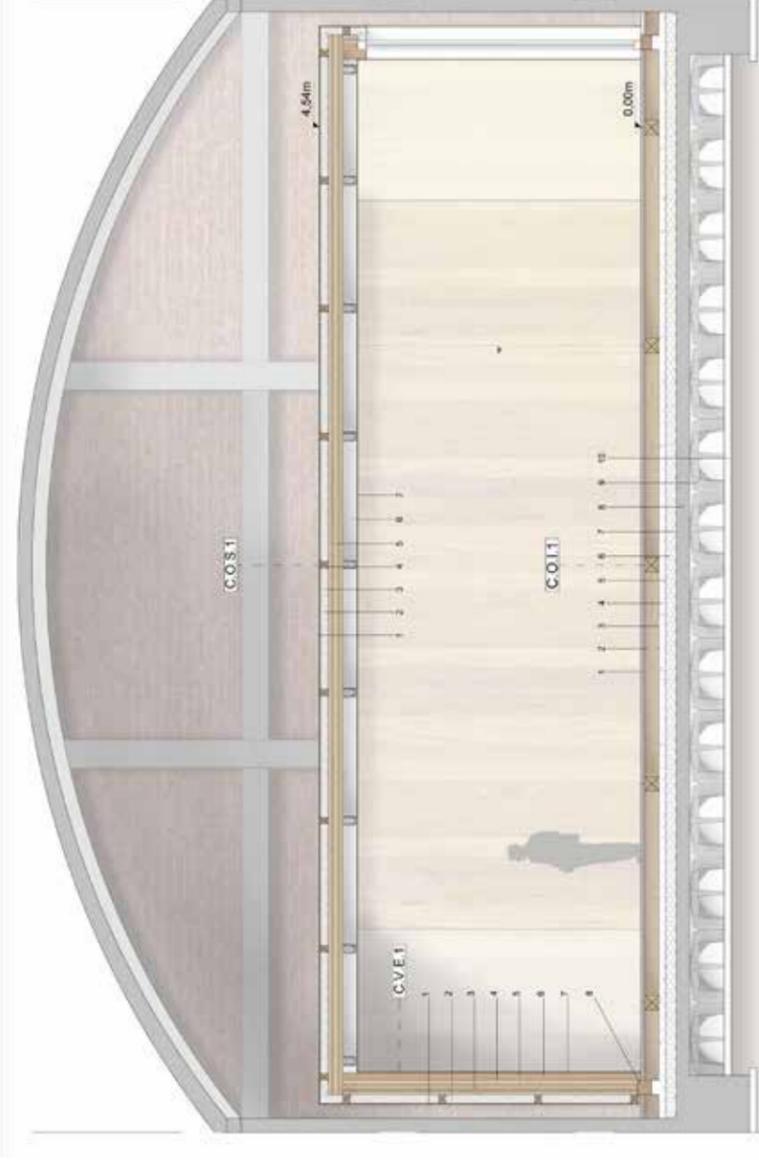
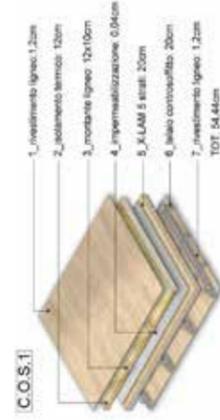
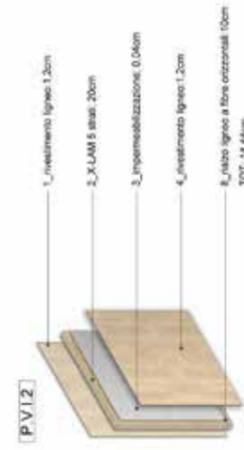
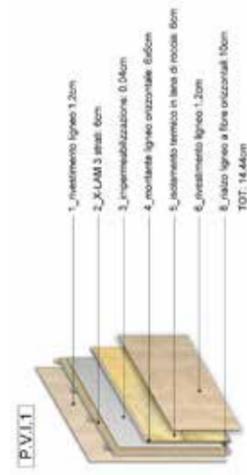
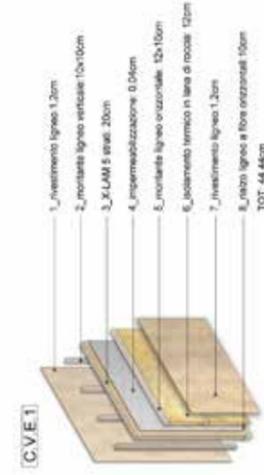




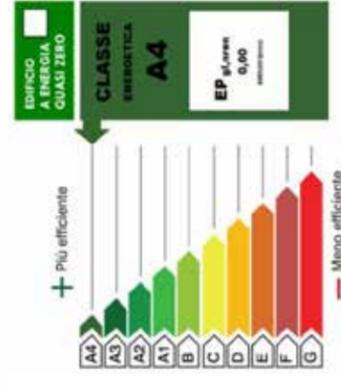
VISTA ESTERNA CAPANNONE AE



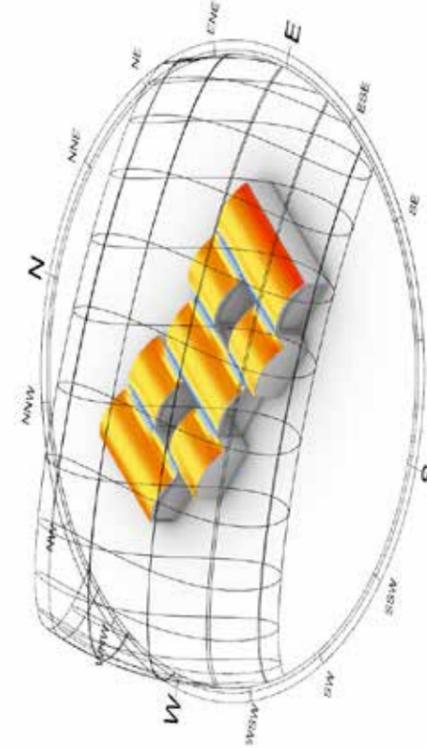
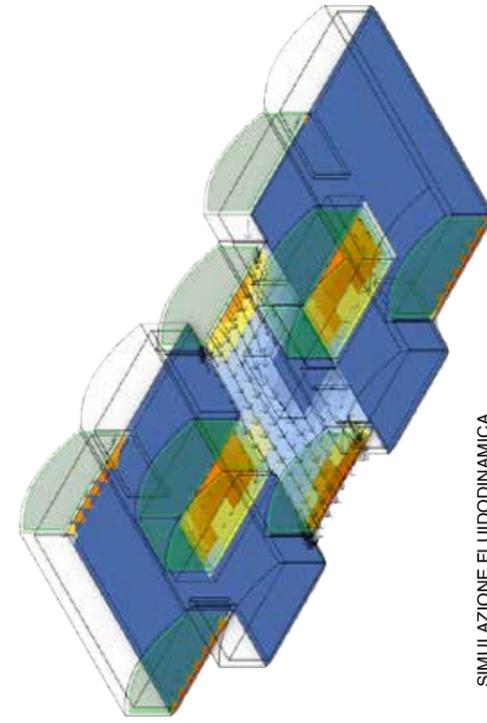
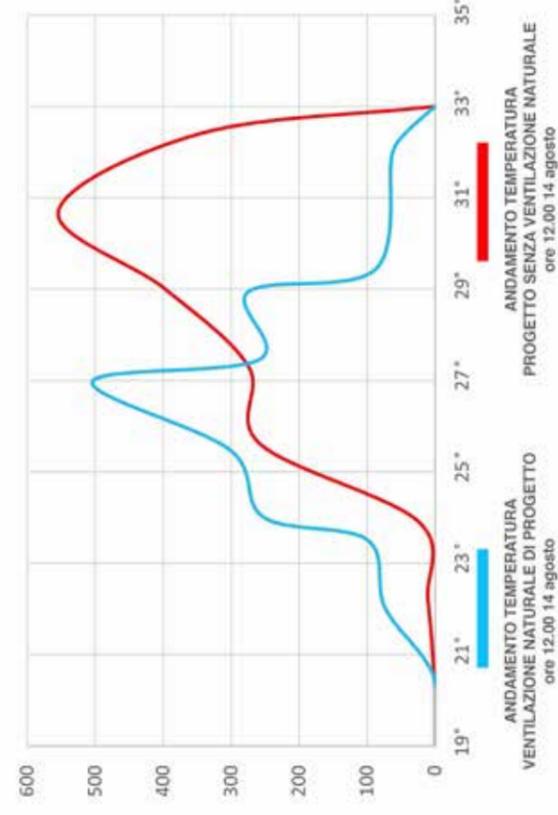
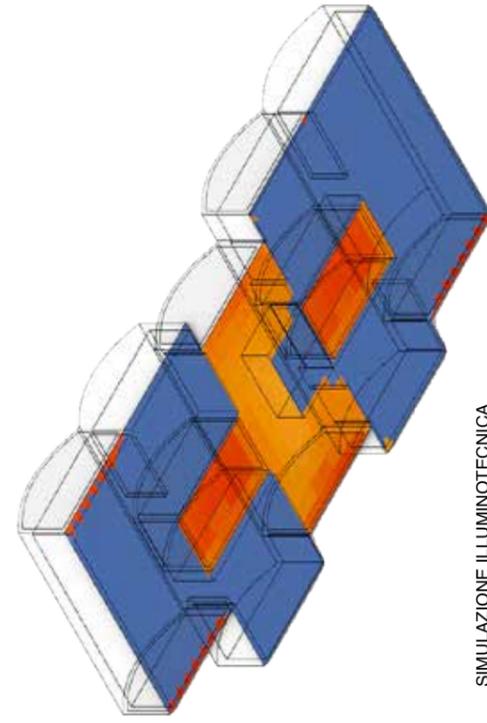
VISTA INTERNA CAPANNONE AE



SEZIONE CAMPATA TIPO
Scala 1:20



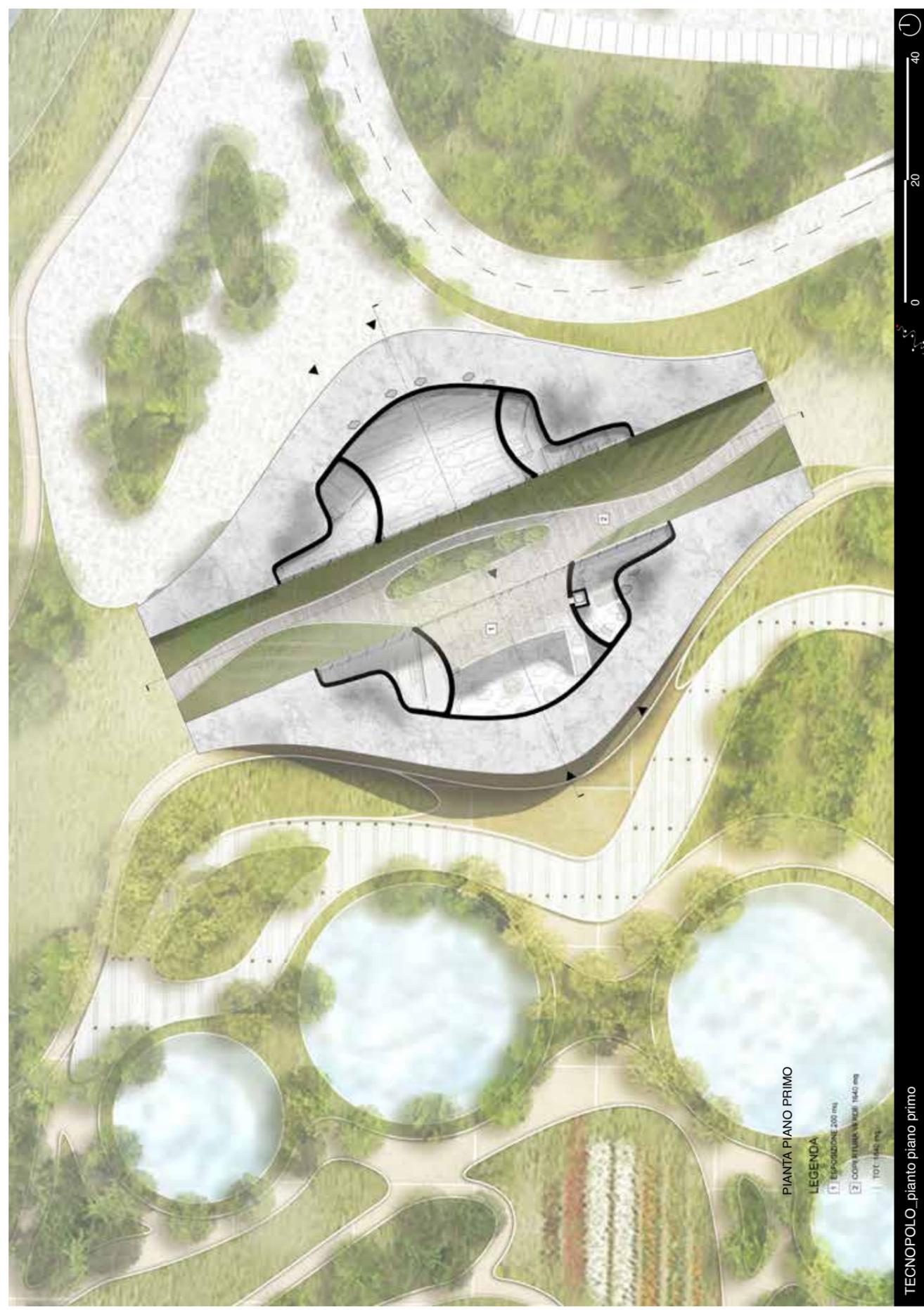
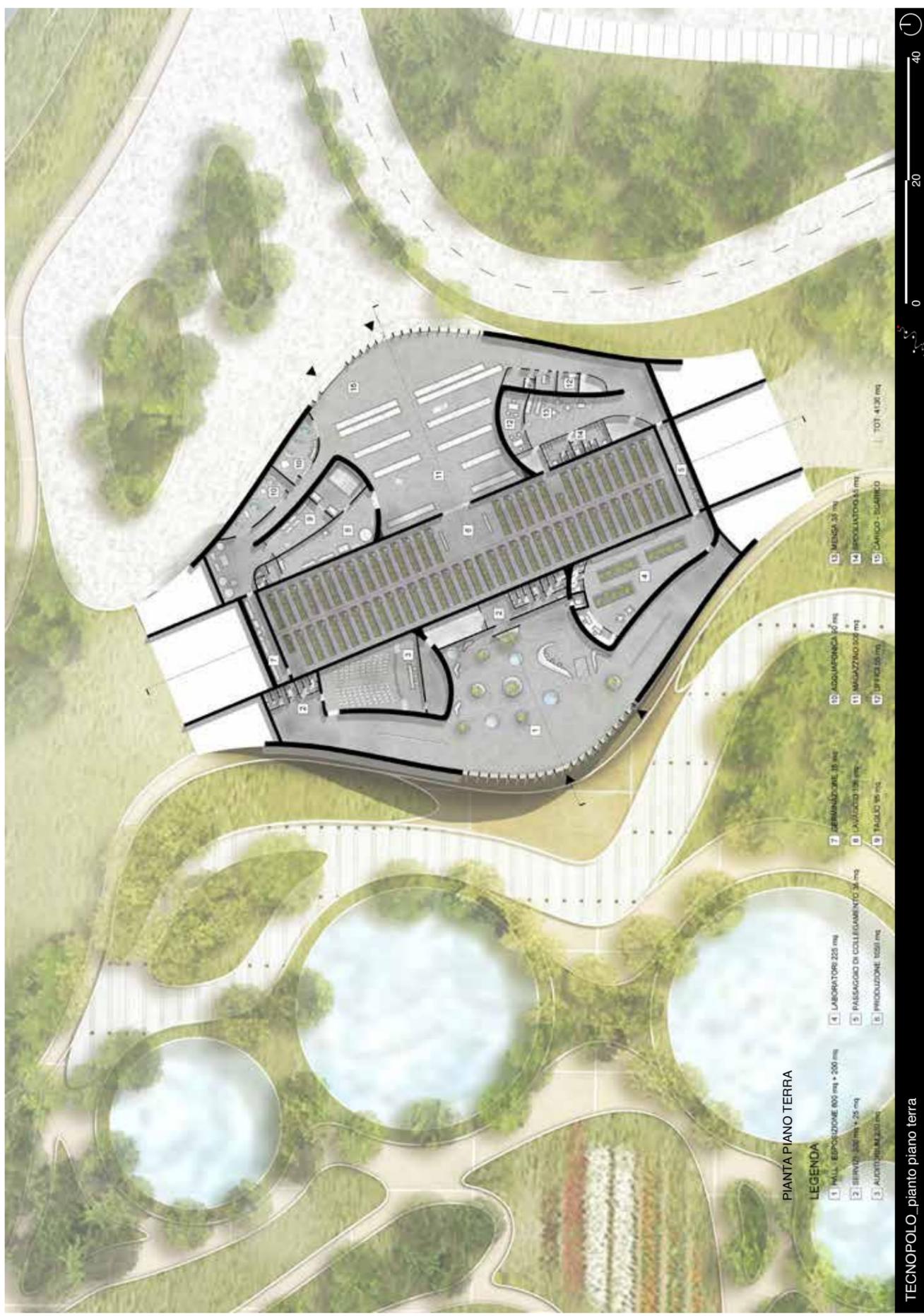
CAPPANONE AE_ dettaglio sezione con pacchetti costruttivi

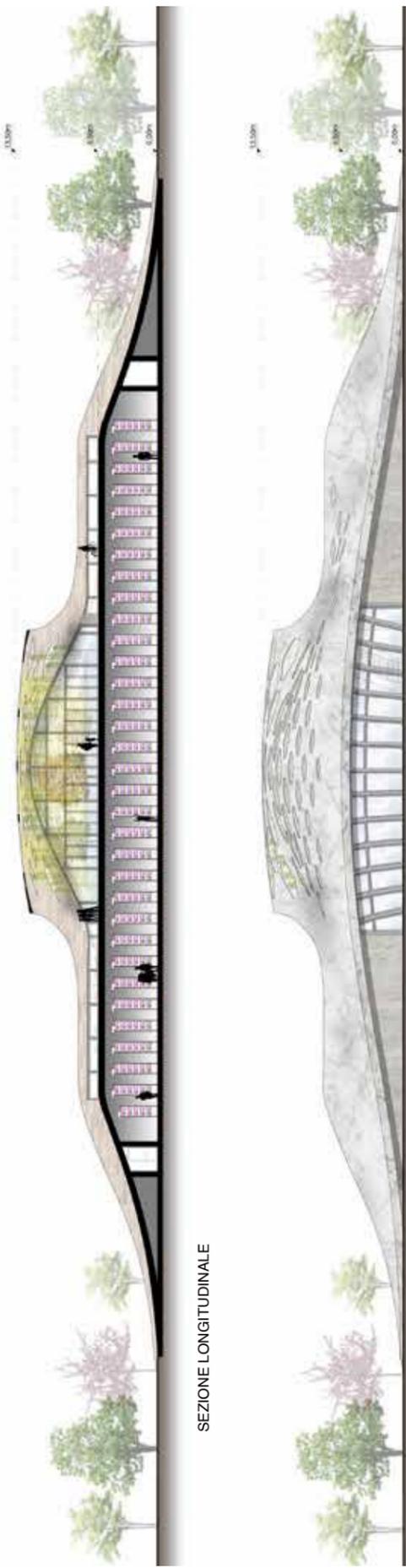


SIMULAZIONE FLUIDODINAMICA

RADIAZIONE SOLARE INCIDENTE SULLA COPERTURA

CAPPANONE AE_ simulazione comfort indoor

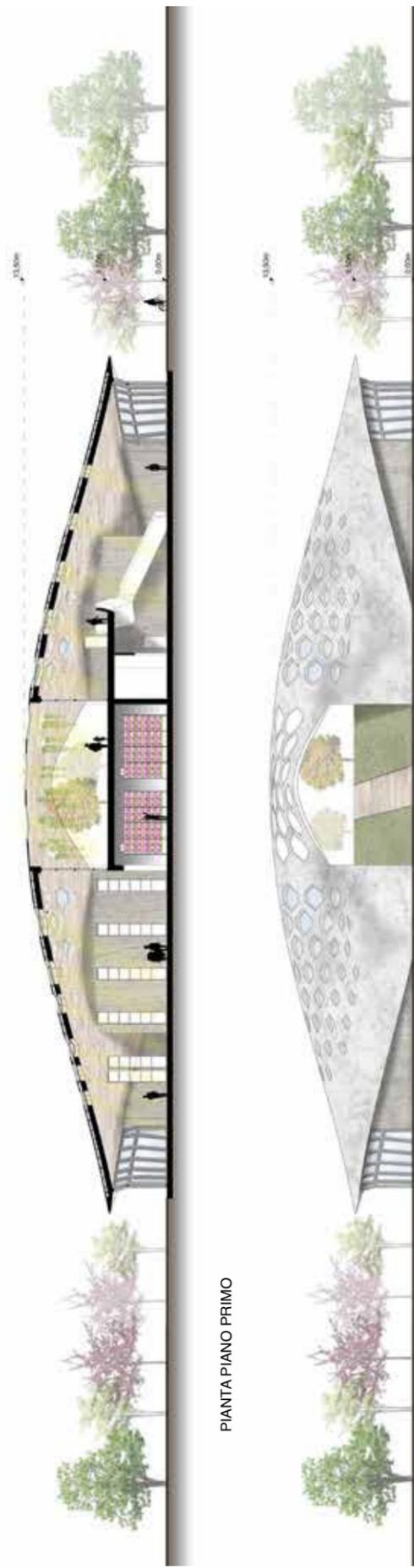
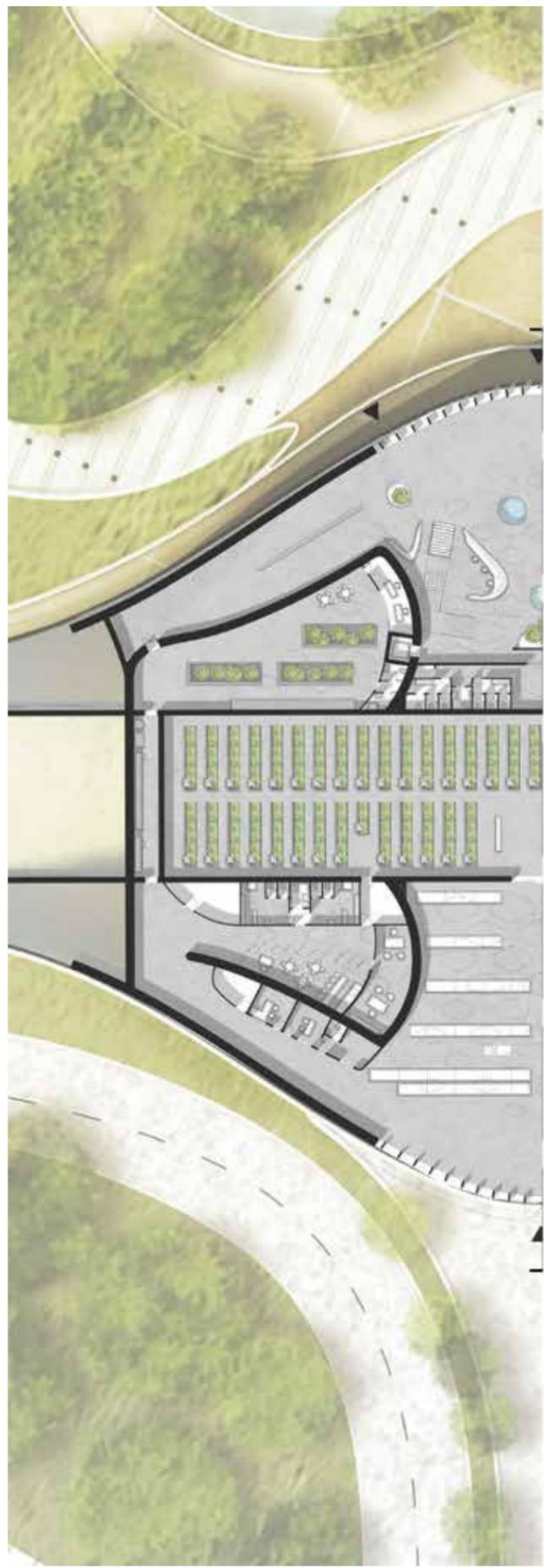




SEZIONE LONGITUDINALE

PROSPETTO SUD

TECNOPOLO_ sezione trasversale e prospetti

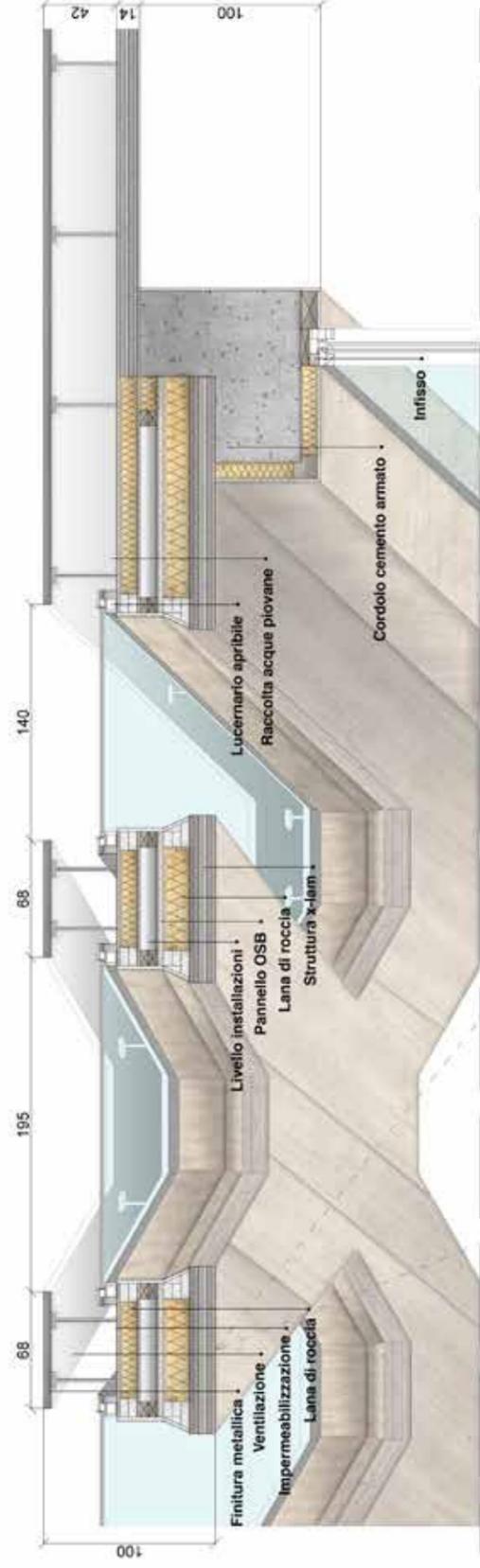


PIANTA PIANO PRIMO

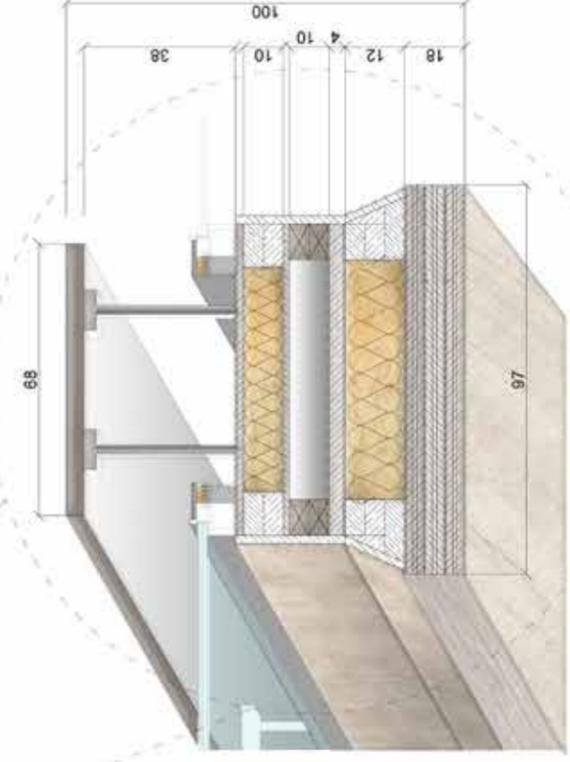
PROSPETTO SUD

TECNOPOLO_ sezione longitudinale e prospetti





SEZIONE COPERTURA 1:10



DETTAGLIO 1:4

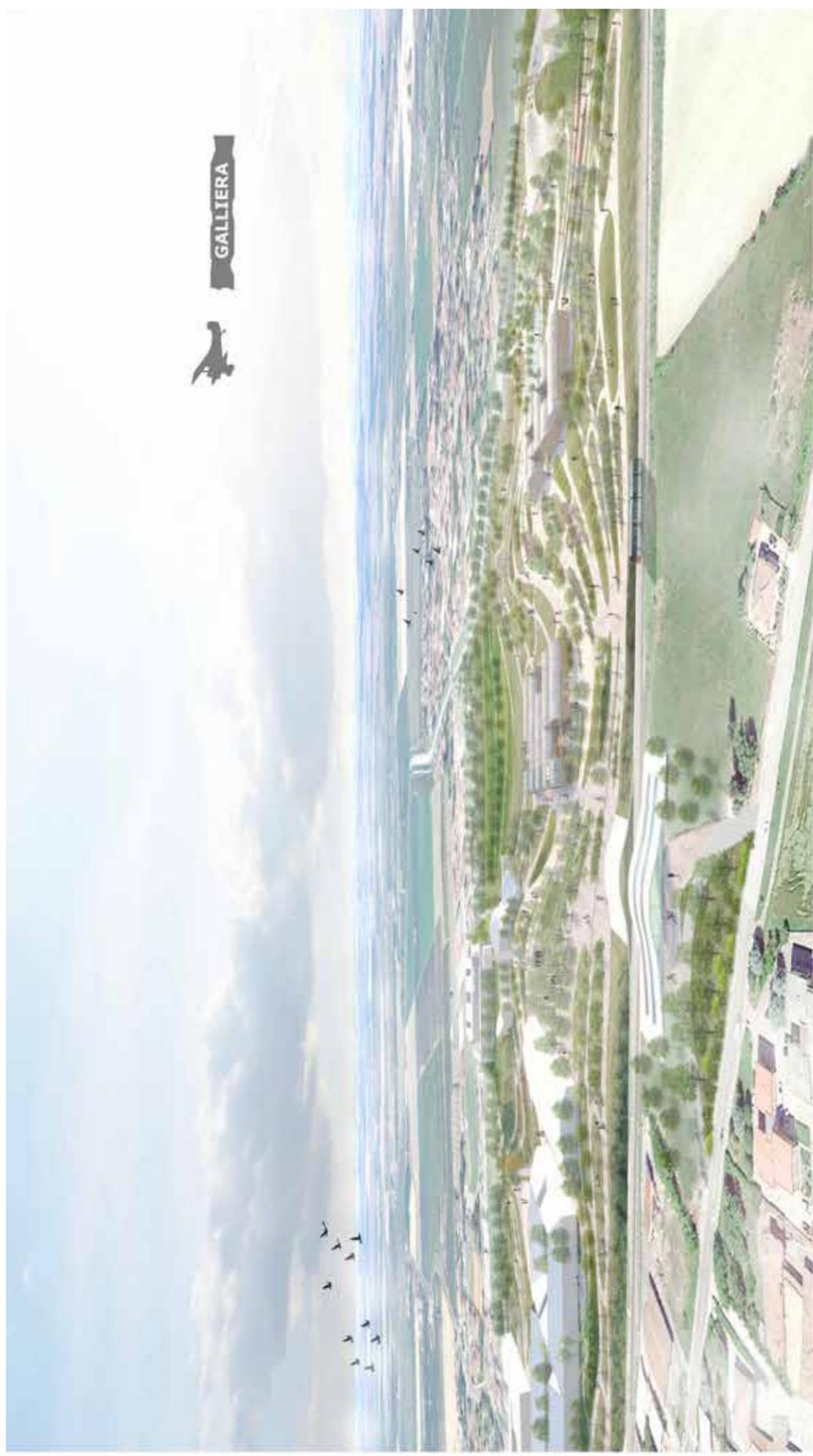
TECNOPOLO_dettaglio costruttivo copertura



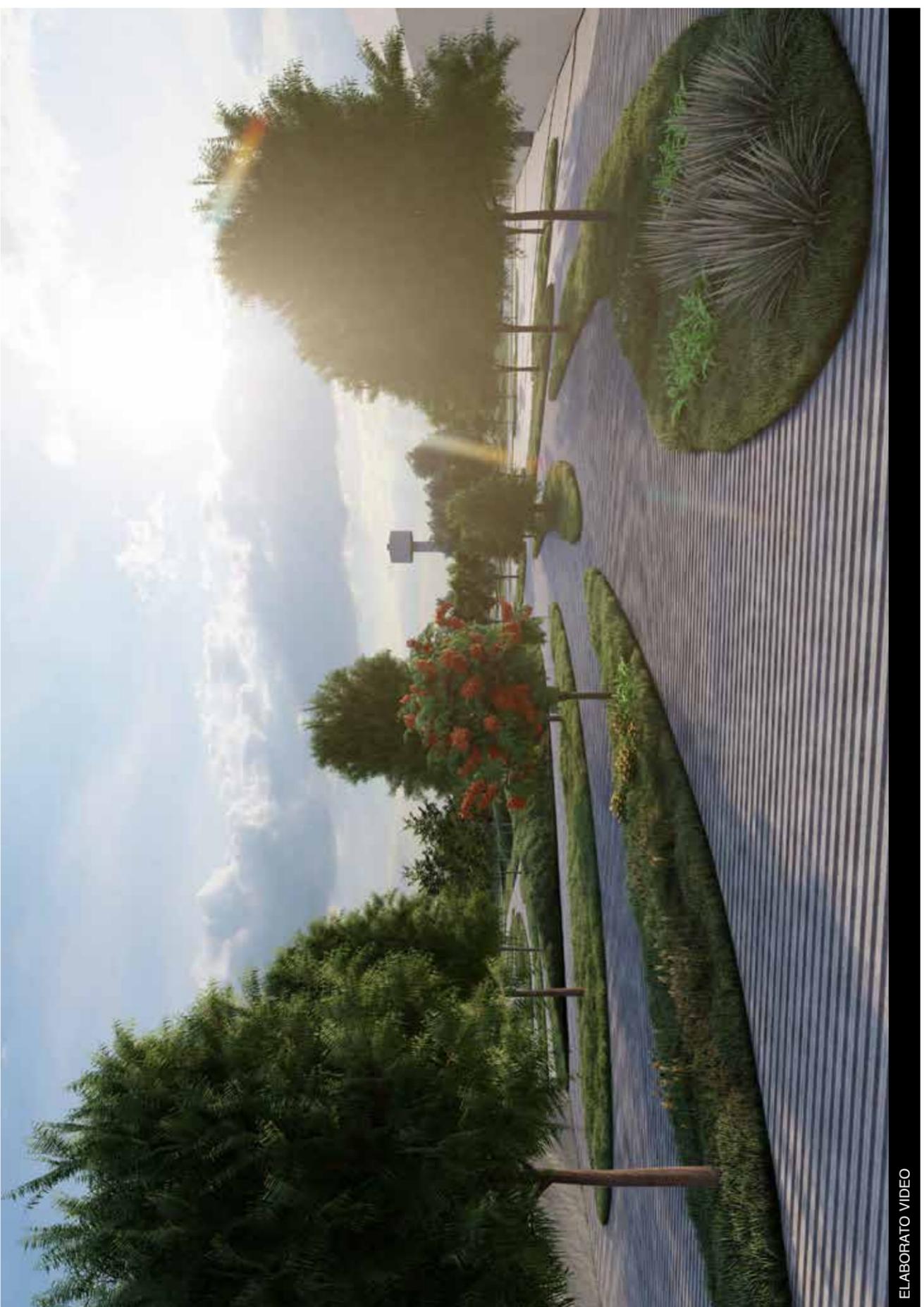
VISTA ESTERNA TECNOPOLO



VISTA INTERNA TECNOPOLO



VISTA GENERALE AREA DI PROGETTO



ELABORATO VIDEO