

# Coltivare la fabbrica

Orticoltura verticale nell'ex Filatura

Lane Pettinate a Tollegno

POLITECNICO DI TORINO  
Dipartimento di Architettura e Design  
Laurea Magistrale in Architettura Costruzione Città  
A.A. 2021/2022

# Coltivare la fabbrica

Orticoltura verticale nell'ex Filatura Lane Pettinate a Tollegno

Relatore  
Prof. Giovanni Corbellini

Correlatore  
Arch. Gian Luca Bazzan

STUDENTE  
Nicolò Marola

# Indice

<b>00 INTRODUZIONE</b>	p. 5
<b>01 AGRICOLTURA INDOOR_ Le Vertical Farms</b>	p. 7
1.1 Cosa si intende per vertical farming	p. 11
- Cronologia	p. 12
1.2 Varie tipologie di produzione	p. 13
- Impianti con substrato	p. 14
- Impianti senza substrato	p. 17
1.3 Elementi spaziali di coltura	p. 21
- Automazione	p. 29
1.4 Aspetti positivi dell'agricoltura indoor	p. 31
1.5 Aspetti critici	p. 35
<b>APPENDICE_ Casi studio</b>	p. 39
<b>02 IL CASO STUDIO_ La ex Filatura Lane Pettinate a Tollegno</b>	p. 77
2.1 Biella e il territorio	p. 83
- Il passato industriale	p. 85
- La Valle Cervo	p. 89
- La dismissione	p. 91
- Tollegno	p. 93
2.2 Filatura Lane Pettinate	p. 99
2.3 F.L.P. Vertical Farm: il progetto	p. 113
- I punti chiave	p. 115
- Le funzioni	p. 121
<b>03 CONCLUSIONI</b>	p. 159
<b>04 BIBLIOGRAFIA</b>	p.165

# introduzione

La popolazione mondiale sfiora ormai la soglia degli otto miliardi di persone, le stime affermano che nel giro di trent'anni questo numero crescerà di circa altri due miliardi, ponendoci di fronte alla complicata sfida di riuscire a sfamare tutti. L'agricoltura intensiva ha ormai occupato la quasi totalità dei terreni agricoli disponibili, dimostrando i suoi limiti e la sua impossibilità nel gestire un aumento demografico simile. Oltre a ciò, il modello di coltura tradizionale ha trasformato radicalmente buona parte della superficie terrestre, contribuendo considerevolmente alla crisi climatica che affligge il nostro pianeta.<sup>1</sup> Un altro problema che invece ci interessa più da vicino, è la presenza di innumerevoli dismissioni e vuoti urbani generati dal passato industriale del Paese ed abbandonati da allora.

L'obiettivo di questa tesi è quello di riuscire ad elaborare una soluzione realistica, attraverso un progetto che possa risolvere in maniera soddisfacente entrambe le problematiche, creando un modello prototipico, replicabile ovunque. Attraverso una ricerca e un'analisi sulle metodologie innovative di produzione alimentare che si avvalgono dell'utilizzo dell'agricoltura indoor, sono state approfondite eventuali possibilità di inserimento all'interno di un edificio industriale in disuso, all'interno del territorio biellese.

L'obiettivo secondario è di incentivare il recupero di aree industriali abbandonate che popolano largamente il territorio preso in considerazione, attraverso l'utilizzo di soluzioni alternative e tecnologicamente avanzate. Questa nuova sperimentazione è volta ad attirare nuovi visitatori, a spronare più persone possibili all'utilizzo di queste occasioni come nuovi attivatori e ricettori di pratiche ed usi, sia lavorativi che sociali. La città di Biella diventa protagonista di questa nuova visione progettuale, un luogo in cui la proposta prototipica risulta atterrare su un terreno fertile in grado di accoglierla ed attivare un nuovo sistema di accensione di ulteriori dinamiche progettuali, economiche e socio-culturali.

1. D. Despommier, *The vertical farm: Feeding the World in the 21st century*, St Martin's Press, New York, 2020, p. 49.

# Agricoltura indoor: le vertical farms

## Il problema

Secondo le stime delle Nazioni Unite, nel 2050 la popolazione arriverà a toccare la soglia di 9.8 miliardi di persone, il che porterà ad un'obbligatoria crescita della produzione agricola del 70%. Al giorno d'oggi, la superficie totale di terreno utilizzata per produrre ortaggi equivale all'area dell'intero Sud America, per sfamare quasi tre miliardi di persone in più, sarebbe necessario aggiungere alla superficie attuale una quantità di terra coltivabile delle dimensioni del Brasile; questo però non è possibile in quanto, in questo momento, più dell'80% del terreno arabile sul pianeta è già sfruttato dall'agricoltura.<sup>2</sup>

I metodi tradizionali di produzione agricola stanno diventando ormai insostenibili. Il 70% dell'acqua dolce presente sul pianeta viene utilizzata per l'irrigazione dei campi, il che la rende non più utilizzabile a causa dei pesticidi e dei diserbanti; se si continuasse di questo passo potrebbe non essercene più in quantità sufficiente nelle aree più densamente popolate.<sup>3</sup> I carburanti fossili sono utilizzati in grandi quantità, il che genera dosi elevate di gas serra rilasciate nell'aria e inoltre collega direttamente il prezzo del prodotto finale al costo della benzina in costante aumento.<sup>4</sup> Come si possono risolvere questi problemi? Quale può essere la soluzione?

2. D. Despommier, *The rise of vertical farms*, *Scientific American*, vol. 301, 2009, p. 6.

3. D. Despommier, *The vertical farm: Feeding the World in the 21st century*, St Martin's Press, New York, 2020, p. 8.

4. P. Möller Voss, *Vertical farming: An agricultural revolution on the rise*, Högskolan Halmstad, 2013, p. 6.

5. M.C. Peretti, *Vertical farm: una nuova funzione per il recupero delle aree urbane dismesse*, in "Iconemi. Alla scoperta dei paesaggi bergamaschi", 2014, p. 19.

6. D. Despommier, *The vertical farm: Feeding the World in the 21st century*, St Martin's Press, New York, 2020, pp. 154-155.

## La soluzione

Una risposta a queste domande ha provato a darla Dickson Despommier, professore di microbiologia alla Columbia University, che dal 1999 ha lavorato al concetto di Vertical Farming, riscontrando l'interesse da parte di scienziati, architetti ed investitori in tutto il mondo, i quali stanno trasformando il concetto in realtà.

Ma in che cosa consiste? La Vertical Farm è una struttura urbana che porterà la produzione degli alimenti all'interno della città, in modo da garantire la quantità necessaria a sfamare tutta la popolazione, garanzia che il solo suolo agricolo non sarà più in grado di dare.<sup>5</sup>

Attraverso la sua idea, Despommier non vuole solo generare cibo a sufficienza in grado di sfamare la popolazione in costante aumento, vuole anche utilizzarla per risolvere problematiche più ampie: l'approvvigionamento di acqua potabile, in modo tale che sia abbondante e sufficiente per tutti, una maggiore sicurezza del cibo prodotto, che al giorno d'oggi provoca intossicazioni alimentari a circa 600 milioni di persone ogni anno e la riduzione della dipendenza dal carburante fossile, il principale fattore di inquinamento ambientale. Se si riuscissero a produrre maggiori quantità di cibo all'interno della città attraverso l'utilizzo di metodologie innovative, si farebbe in modo che l'ambiente possa riparare in maniera autonoma i danni causati dall'uomo, riprendendo il suo ciclo naturale e rallentando la crisi climatica attuale.<sup>6</sup>

Nei prossimi trent'anni quasi il 70% della popolazione vivrà all'interno delle città, il che porterà a sottrarre ulteriore terreno all'agricoltura, ma potrà anche generare l'occasione di produrre ortaggi nel centro urbano, limitando al minimo i costi e i consumi per il trasporto e raggiungendo il tanto ambito "chilometro zero".

## Cosa si intende per vertical farms

“Vertical Farming or vertical agriculture facilitates viable agricultural production inside buildings, in the metropolitan areas of our cities. Vertical Farming is therefore a form of urban agriculture.”

- Vertical Farm Institute

7. E.W. Stein, *The Transformative Environmental Effects Large-Scale Indoor Farming May Have On Air, Water, and Soil*, Air, Soil and Water Research, SAGE Publications Ltd, 2021, p. 1.

8. M.C. Peretti, *Vertical farm: una nuova funzione per il recupero delle aree urbane dismesse*, in "Iconemi. Alla scoperta dei paesaggi bergamaschi", 2014, p. 20.

L'agricoltura indoor fa parte del movimento più vasto dell'agricoltura urbana, o urban farming, che si pone l'obiettivo di riportare la produzione agricola all'interno dei contesti cittadini, attraverso piccoli giardini o orti urbani nei quali ognuno può crescere i propri prodotti.

All'interno di questo gruppo, troviamo il vertical farming, che è un metodo relativamente innovativo di produzione di ortaggi ed altre piante, posizionate su diversi livelli sovrapposti, in un ambiente chiuso, con condizioni ambientali costantemente controllate.<sup>7</sup>

Dato che, come abbiamo visto, il suolo urbano è e sarà sempre meno disponibile, la vertical farm fa sua l'idea della proiezione verso l'alto sia delle strutture di coltura, sia degli edifici che le ospitano che puntano a moltiplicare la produttività sviluppandosi in altezza. Con questa sua immagine, come quella del grattacielo alle sue origini, si lega all'icona di progresso e modernità, che può spaventare alcuni, ma che suscita anche molto fascino ed interesse nel pubblico che osserva.<sup>8</sup>

I vantaggi legati alle vertical farm, che vedremo in seguito nel dettaglio, sono numerosi: eliminazione del ciclo di produzione annuale, sicurezza e tracciabilità dei prodotti, risparmio di acqua e di suolo, eliminazione di pesticidi e diserbanti, maggiore produttività e riduzione dell'inquinamento.

## Cronologia

12 L'idea dell'agricoltura verticale non è sicuramente nuova, basti pensare ai Giardini Pensili di Babilonia o alle terrazze per la coltivazione del riso in Cina. Tuttavia, è solo all'inizio del secolo scorso che Gilbert Ellis Bailey conia il termine "vertical farming", sostenendo che sfruttando superfici verticali si sarebbe potuto ricavare un raccolto maggiore.<sup>9</sup>

Nel 1929 William Frederick Gericke, presso l'Università della California, sviluppa un primo sistema di coltura fuori suolo, coltivando delle piante di pomodoro in un composto di soluzioni minerali, diventando il pioniere dei sistemi idroponici, termine coniato da lui stesso.

Negli anni '80 Åke Olsson, un agricoltore svedese, inventa un binario a forma di spirale per far crescere piccole piante, suggerendo l'agricoltura verticale come metodo per produrre ortaggi all'interno del contesto urbano.<sup>10</sup>

Tuttavia, è solo nel 1999 che il vertical farming inizia ad acquisire maggiore popolarità grazie al professore di microbiologia Dickson Despommier, che nel suo libro *Vertical Farms* ne descrive le opportunità e le varie tecniche per incrementare la produzione agricola in città.<sup>11</sup>

Nel 2009 viene costruita la prima vertical farm in Europa, al Paignton Zoo, nel Regno Unito, con lo scopo di produrre mangime per gli animali dello zoo.<sup>12</sup>

A fine 2020 sono stimati circa 74 acri di vertical farm operative in tutto il mondo.<sup>13</sup>

Nel 2021 apre a Cavenago (MB) la vertical farm più grande ed avanzata d'Europa.

9. V. Morabito, *Ecologia, paesaggio e agricoltura urbana. Un involucro innovativo per serre verticali*, in "TECHNE", vol. 22, 2021, p. 150.

10. Ibidem

11. Ibidem

12. <news.bbc.co.uk, *Vertical crop system is piloted*, 30/09/2009>

13. E. Terazano, *Vertical farming: hype or hype?*, in *Financial Times*, 31/10/2020

14. Istituto Nazionale Documentazione Innovazione Ricerca Innovativa (INDIRE), *Cosa è una serra idroponica*, Firenze, 2017, p. 5.

## Varie tipologie di produzione

13 Per l'agricoltura indoor sono presenti diverse metodologie di produzione, le quali vengono classificate in base alla presenza o all'assenza del substrato. I diversi impianti sono pensati per soddisfare specifici obiettivi, a seconda del luogo in cui vengono sviluppate, del prodotto coltivato o della tecnologia che si vuole associare.

Negli impianti con substrato solido, quest'ultimo è realizzato con materiali inerti e leggeri, come fibre vegetali, lane di roccia, argilla espansa ecc., che agiscono da supporto e l'acqua che, somministrata in metodi differenti a seconda della metodologia, porta i nutrienti necessari.<sup>14</sup> Possono lavorare sia a ciclo aperto, ossia drenando e disperdendo la soluzione nutritiva, oppure a ciclo chiuso, raccogliendo e riciclando l'acqua utilizzata.

Negli impianti in assenza di substrato le piante vengono coltivate su canalette o pannelli forati, con le radici che crescono liberamente e la soluzione nutritiva che viene somministrata con metodologie diverse. Questi sistemi sono caratterizzati unicamente dal ciclo chiuso, grazie al quale attraverso depositi e pompe supplementari si permette il riciclo in maniera continua o intermittente.

## Impianti con substrato

### 14 Coltivazione in cassoni o sacchi

Le coltivazioni in cassoni, prevalentemente realizzati in legno, utilizzano substrati composti da materie prime con caratteristiche chimico-fisiche note e costanti, prive di infestanti e sostanze tossiche, come la pomice, la pozzolana o la perlite con aggiunta di compost in modo da aumentare la capacità di ritenzione idrica. Il substrato ha uno spessore di almeno 30 cm e l'apporto della soluzione nutritiva avviene attraverso linee di irrigazione a goccia, oppure per aspersione. Alternativamente, si può procedere con la concimazione tramite prodotti granulari, in questo caso le piante riceveranno solamente acqua, priva di sostanze nutritive.

Questo impianto può essere costruito direttamente su pavimenti flottanti o tramite l'utilizzo di bancali, ma sempre progettato in modo tale da consentire un corretto drenaggio delle acque al fine di evitare fenomeni di ristagno che potrebbero pregiudicare lo sviluppo delle piante.

I cassoni, o bancali, possono essere sostituiti da sacchi, riempiti generalmente con substrati inerti, come lana di roccia, pomice, ecc., e collegati tra di loro. Questo metodo consente una più facile movimentazione e non richiede la costruzione di strutture particolari, consentendo anche la sua realizzazione in verticale.<sup>15</sup>

### Muri verdi

I muri verdi funzionano attraverso un sistema verticale di tasche o contenitori riempiti di substrato e possono essere destinati, oltre alla crescita di piccole piante ornamentali, anche per la coltivazione di ortaggi o piccole piante a frutto.

L'apporto irriguo avviene solitamente tramite un impianto di fertirrigazione che distribuisce i macro e i micro elementi nutritivi.

15. C. Castiglioni, T. Rocca, *Vertical (and urban) farming. Nuove opportunità professionali*, Ordine degli architetti di Torino, Torino, 2017, p. 15.

16. Ivi p. 17.

Il suo utilizzo non è però così diffuso dati i costi elevati di realizzazione legati al pannello che ospita le piante, alla struttura di supporto e all'impianto di irrigazione, limitando il suo impiego solamente a particolari contesti.<sup>16</sup>

### Verde pensile

Anche il verde pensile può essere considerato uno strumento di coltura fuori suolo dotato di substrato, nel quale è possibile coltivare numerose tipologie di ortaggi o di piante da frutto.

Questa tipologia di copertura si sta diffondendo sempre di più, sia per ruolo che ricopre nell'inserimento paesaggistico di un fabbricato, sia per i numerosi benefici ambientali ed economici associati ad esso.

Tra i maggiori vantaggi troviamo:

- . miglioramento del microclima, grazie alla mitigazione generata dal processo di evapotraspirazione;
- . diminuzione dell'effetto isola di calore in ambito urbano;
- . miglioramento della qualità dell'aria grazie al lavoro svolto dalle piante;
- . riduzione dei rumori dovuta alla combinazione tra gli strati del pacchetto tecnologico e la presenza delle piante;
- . durata maggiore dell'impermeabilizzazione grazie alla protezione dagli agenti atmosferici;
- . Migliore isolamento termico delle coperture.

Lo spessore del substrato può variare e, in base a quello, cambia anche la tipologia di coltivazione vegetale, con uno spessore di 20-25 cm si possono far crescere diversi ortaggi ed erbe aromatiche, se si arriva tra i 30 e 50 cm è possibile coltivare anche arbusti e alcuni alberi da frutto.

L'apporto di sostanze nutritive può avvenire come nei muri verdi tramite un sistema di fertirrigazione, oppure in modo più tradizionale con concimi minerali o organici in forma granulare.<sup>17</sup>

17. Ivi pp. 17-18.



Coltivazione in cassoni



Muri verdi



Verde pensile

## Impianti senza substrato

### Idroponico

La coltivazione idroponica (dal greco *hýdor*, acqua + *pónos*, lavoro) è una delle tecniche di coltivazione fuori suolo maggiormente diffuse e conosciute.

A seconda del metodo di irrigazione utilizzato si distinguono le tipologie di impianti, le più diffuse sono due: il Nutrient Film Technique (NFT) e il Deep Flow Technique (DFT).<sup>18</sup>

Il sistema più conosciuto è il Nutrient Film Technique, nel quale le radici poggiano direttamente a contatto con la soluzione nutritiva. Quest'ultima viene distribuita tramite una pompa in modo continuo o intermittente, creando uno strato di 2-3 mm, in canalette inclinate realizzate in alluminio, acciaio inox, lamiera zincate (verniciate o rivestite per evitare tossicità) o plastica.<sup>19</sup>

Il Deep Flow Technique, o Floating System, altro sistema molto diffuso, funziona attraverso l'utilizzo di bancali impermeabilizzati o vasche con un bordo di 10-20 cm ed un'eventuale leggera pendenza per il recupero della soluzione per caduta.<sup>20</sup> Le vasche sono riempite d'acqua e sopra la superficie viene posato un pannello di polistirolo con fori e solchi dove vengono coltivate le piante. La soluzione nutritiva viene spinta da una pompa, controllata da una centralina che ne gestisce il flusso, attraverso un tubo forato posato sul fondo.<sup>21</sup>

### Acquaponico

L'impianto acquaponico consiste in un sistema ibrido che combina la tecnica dell'acquacoltura, ossia l'allevamento ittico in apposite vasche, e la coltivazione idroponica.

In questa tipologia tramite delle pompe l'acqua delle vasche utilizzate per l'acquacoltura viene spinta all'interno di quelle

18. C. Castiglioni, T. Rocca, *Vertical (and urban) farming. Nuove opportunità professionali*, Ordine degli architetti di Torino, Torino, 2017, p. 20.

19. Istituto Nazionale Documentazione Innovazione Ricerca Innovativa (INDIRE), *Cosa è una serra idroponica*, Firenze, 2017, p. 26.

20. C. Maucieri, C. Nicoletto, E. van Os, D. Anseeuw, R. van Havermaet, R. Junge, *Hydroponic Technologies*, in "Aquaponics Food Production Systems", Springer International Publishing, 2019, p. 90.

21. Istituto Nazionale Documentazione Innovazione Ricerca Innovativa (INDIRE), *Cosa è una serra idroponica*, Firenze, 2017, p. 28.

idroponiche, in modo che le piante possano filtrarla assorbendo come nutrimento le diverse sostanze di scarto dei pesci.<sup>22</sup> L'acqua filtrata in uscita può essere reintrodotta nelle vasche di partenza, consentendo il ricircolo completo e un minore spreco. Un ruolo importante è svolto anche dai batteri che convertono l'ammoniaca prodotta dai pesci in nitrati che possono favorire la crescita delle piante.

Tra i vantaggi del sistema acquaponico troviamo:

- . Riduzione significativa dell'utilizzo dell'acqua rispetto ad un sistema tradizionale;
- . Crescita accelerata delle piante rispetto ad una coltivazione in piena terra;
- . Assenza di fertilizzanti;
- . Assenza di un sistema di filtraggio artificiale.

C'è però da sottolineare due svantaggi principali che sono la necessità di avere personale altamente specializzato per la gestione degli impianti e i costi iniziali elevati.<sup>23</sup>

## Aerponico

Il sistema aerponico (dal greco *aero*, aria + *pónos*, lavoro) si caratterizza per l'assenza totale del substrato a livello radicale e per un impiego minimo di soluzione nutritiva.

In questa tipologia le piante sono sostenute artificialmente, con le radici che crescono libere all'interno delle strutture e vengono coltivate attraverso un sistema di nebulizzazione di acqua e sostanze nutritive direttamente sulle radici. In questo modo, macro e micro elementi vengono assorbiti senza sprechi e evitando i rischi, presenti del sistema idroponico, di ristagno idrico e di mancata ossigenazione dell'apparato radicale, causati dalla circolazione della soluzione nutritiva.

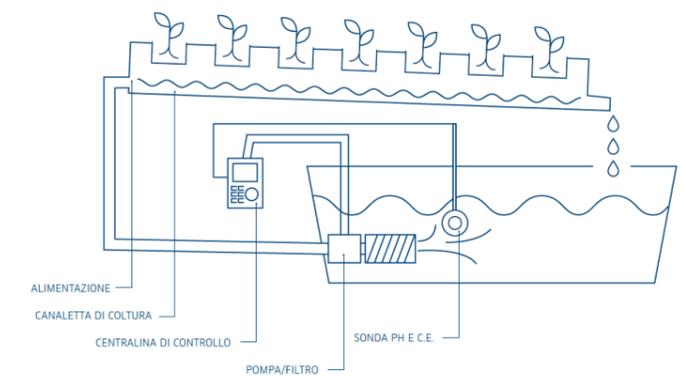
Si tratta di un sistema a ciclo chiuso perché la soluzione non assorbita viene recuperata e rimessa in circolazione, consentendo di utilizzare più del 90% in meno di acqua.

Tra i limiti di questo sistema bisogna ricordare la frequente otturazione dei nebulizzatori e la possibilità di coltivare solo piante di dimensioni ridotte.<sup>24</sup>

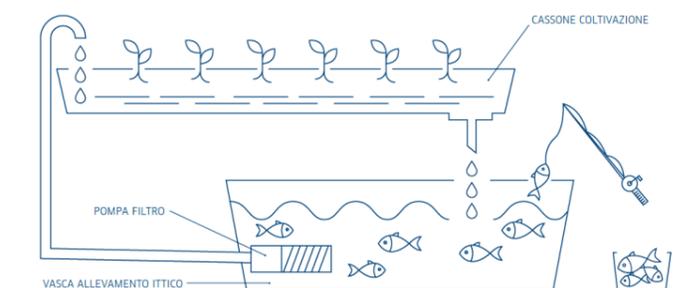
22. C. Somerville, *Small-scale aquaponic food production: Integrated fish and plant farming*, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, vol. 589, Roma, 2014, p. 4.

23. C. Castiglioni, T. Rocca, *Vertical (and urban) farming. Nuove opportunità professionali*, Ordine degli architetti di Torino, Torino, 2017, p. 21.

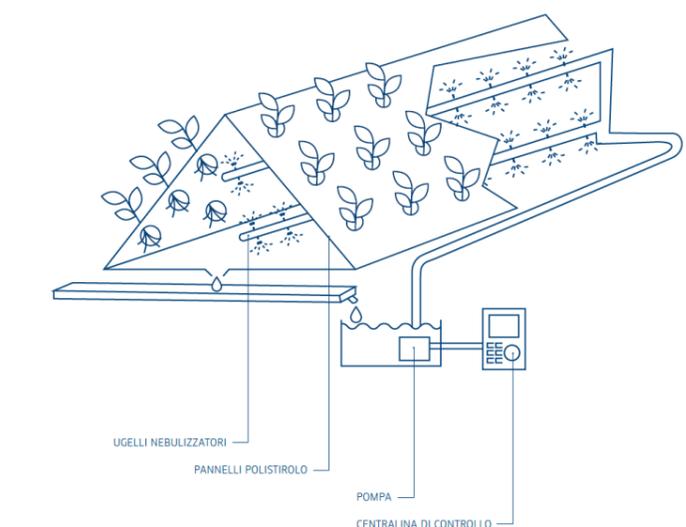
24. Ivi p. 22.



Sistema idroponico



Sistema acquaponico



Sistema aerponico

## Elementi spaziali di coltura

Il numero di vertical farms nel mondo è in continuo aumento e con esso crescono anche le soluzioni utilizzate per la produzione vegetale, in questo capitolo andremo ad analizzare gli elementi di coltura più diffusi.

### Scaffalature verticali

Il metodo sicuramente più diffuso, che sta anche alla base delle vertical farms, è quello di impilare diversi livelli di produzione uno sopra all'altro.

Il principale vantaggio di questa soluzione è, ovviamente, la possibilità di sfruttare molto di più lo spazio coltivando su piani diversi, andando di fatto a moltiplicare la superficie disponibile. Può essere utilizzato sia per gli impianti idroponici con sistema NFT, sia per quelli aeroponici, ma anche per i sistemi con substrato.

Nel caso di impianti idroponici solitamente gli ortaggi sono sistemati in canalette di larghezza 15-25 cm, disposte una a fianco all'altra, in leggera pendenza, per evitare spreco della sostanza nutritiva e favorire lo scorrimento della stessa.

Negli impianti aeroponici le piante coltivate possono anche essere disposte su canalette più larghe di circa 1-1,20 m, all'interno delle quali sono disposti più tubi forati che nebulizzano i nutrienti in direzione delle radici.

Se si ha un sistema di coltivazione con substrato, gli ortaggi vengono coltivati in contenitori singoli, posti uno vicino all'altro e l'irrigazione avviene solitamente a goccia, tramite uno o più tubi con terminazione in ogni vaso.

Gli scaffali sono composti da moduli, si possono quindi comporre in maniera personalizzata per ottenere il massimo risultato possibile, andando anche ad aumentare o diminuire lo spazio tra

i livelli a seconda della tipologia di prodotto coltivato.

Unico punto debole di questo sistema è il consumo di energia, essendo che i livelli si trovano uno sopra l'altro, c'è bisogno di un sistema di illuminazione a LED in grado di fornire la luce necessaria alle piante per crescere, poiché quella naturale potrebbe non raggiungere tutte le zone in egual misura.

## Scaffalature inclinate

Questi elementi nascono come variazione delle scaffalature appena viste, create in modo tale da poter sfruttare al massimo lo spazio verticale e allo stesso tempo risparmiare energia evitando di fare ricorso all'illuminazione artificiale.

Vengono utilizzate principalmente per gli impianti idroponici ed aeroponici.

Sono solitamente composte da canalette larghe 15-25 cm, con una profondità di 5-10 cm, di lunghezza variabile, è possibile arrivare anche a 40 m, ma come per le scaffalature viste in precedenza, essendo modulari possono essere composte della lunghezza desiderata per ottenere la massima produttività. Solitamente questo genere di scaffalatura non supera i 2 metri di altezza, in modo tale da poter essere gestita senza l'utilizzo di scale e anche perché, nel caso fosse più alto, la base d'appoggio dovrebbe essere eccessivamente larga per consentire alla luce naturale di raggiungere tutti i livelli in modo equo, perdendo efficacia in termini di superficie occupata. Esistono però sistemi simili che raggiungono un'altezza di nove metri, con una base stretta, che sfrutta però la rotazione continua dei livelli di produzione per assicurare una corretta e sufficiente illuminazione.

## Torri verticali

Questi elementi sono differenti dai precedenti, puntano maggiormente alla verticalità occupando il minor spazio possibile in termini di superficie. In questo caso viene sfruttato il sistema aeroponico per coltivare le piante, le quali crescono singolarmente

in appositi spazi ricavati su un tubo centrale, all'interno del quale la soluzione nutritiva viene nebulizzata sulle radici.

Anche in questo caso le dimensioni possono variare, non molto per quanto riguarda la base che mantiene quasi sempre un diametro intorno ai 70-80 cm, ma in altezza si può arrivare fino a 6 m di altezza a seconda delle necessità.

Questo sistema sfrutta la luce naturale per coltivare le piante e la base rotonda, permette di essere ruotato continuamente per garantire la stessa quantità di irraggiamento su tutta la superficie. Il punto di forza di questo elemento è sicuramente il minimo ingombro alla base che permette di assemblare il sistema di produzione in maniera più libera e di essere utilizzato anche in spazi ridotti.

## Zattere

Le zattere lavorano sfruttando il Deep Flow System, sono infatti dei pannelli di polistirolo o di materiali plastici che galleggiano sul livello dell'acqua, nei quali si trovano dei solchi che sorreggono le piante. Questi elementi si trovano all'interno di vasche alte 15-20 cm, che possono avere anche a 20 metri di lunghezza, dando la possibilità di creare delle lunghe distese di coltivazione. Anche le zattere possono variare come dimensioni, ma non superano mai i due metri di lunghezza per poter avere una maggiore manovrabilità dell'oggetto.

Questa tecnica viene utilizzata maggiormente nelle serre con illuminazione naturale, ricordando delle serre tradizionali, ma con diversi vantaggi rispetto ad esse:

- . Maggiore controllo sui prodotti, evitando di utilizzare pesticidi e diserbanti e monitorando la crescita
- . Maggiore produttività, sia in termini di tempi sia di spazi
- . Le zattere si possono posizionare anche ad un livello rialzato, rendendo il lavoro più comodo e meno stancante.

Unico lato negativo di questo sistema è il fatto che si possono coltivare solo ortaggi a foglia con un peso non eccessivo, altrimenti si comprometterebbe il funzionamento della zattera.



Scaffalature verticali



Scaffalature inclinate



Torri verticali

## Filari

Per la coltivazione di piante di maggiori dimensioni, come ad esempio pomodori, melanzane, peperoni ecc. si utilizza un sistema di crescita lineare, nel quale le piante possono crescere all'interno di lunghe canalette, oppure crescere all'interno di contenitori singoli con presenza di substrato. Non cambia molto in termini di ingombro, cambia solo per quanto riguarda l'apporto di soluzione nutritiva, nel primo caso viene fatta scorrere, o nebulizzata se si utilizza un sistema aeroponico, all'interno delle canaline a contatto diretto con le radici, nel secondo caso si avrà un'irrigazione a goccia.

Come per le zattere, anche con questo sistema si aumenta la produttività e il controllo sui prodotti e inoltre si possono creare i filari della lunghezza desiderata, senza limiti strutturali.

## Container

Sono sempre più sviluppati e utilizzati, sono veri e propri container che, opportunamente adattati vengono utilizzati per costruire all'interno delle serre idroponiche.

Le piante, principalmente ortaggi a foglia e fiori, vengono coltivate su delle scaffalature orizzontali oppure in canaline verticali, fornendosi in entrambi i casi di illuminazione artificiale tramite luci a LED.

Questa soluzione si sta sviluppando sempre di più e consente un controllo tecnologico costante, come tutte le serre idroponiche ma che, rispetto a queste ultime, può essere gestito da uno smartphone rendendolo utilizzabile da tutti e non solo dal personale qualificato. Un altro aspetto positivo è il fatto che, essendo un oggetto a sé stante, può essere posizionato in qualsiasi angolo della città o del mondo, rendendolo una soluzione potenziale di coltivazione anche nei luoghi più aridi o più freddi del mondo.

È un'idea innovativa che, grazie alla sua robustezza, versatilità, facilità di trasporto ed installazione, potrebbe essere una soluzione per risolvere i problemi di malnutrizione e denutrizione nei paesi più poveri del mondo.

## Scaffalature “domestiche”

Uscendo dalle vertical farm e dalla produzione in grandi quantità, oggi è possibile installare delle piccole serre in qualsiasi angolo o spazio inutilizzato di una casa, di un ristorante o di una scuola. Ciò permette agli chef di crescere sul posto gli ingredienti che utilizzerà in cucina, in sicurezza e in modo trasparente nei confronti del cliente, agli studenti di osservare e di cimentarsi con una nuova metodologia di produzione e ad ognuno di noi di coltivare i nostri prodotti anche senza disporre di un giardino o di una serra.

Le dimensioni ridotte, simili a quelle di un armadio, e il controllo costante della crescita gestibile tramite un'applicazione sul telefono sono sicuramente i punti su cui si basa questo elemento.

Il punto debole di questo sistema sono ancora i costi relativamente elevati, ma che magari in un futuro neanche troppo lontano potrebbero diminuire, trasformandolo in un elemento di arredo presente in tutte le abitazioni.



Zattere



Filari



Container



Scaffalature “domestiche”

## Automazione

“The only way to predict the future is to invent it today”

– Thomas Ambrosi (CEO di ONO Exponential Farming)

Il processo produttivo delle vertical farms sta puntando sempre di più all'automazione, la quale riguarda principalmente due tipologie: la prima di controllo e di gestione dell'ambiente e dei parametri vitali delle piante, la seconda legata alla meccanizzazione dei processi di coltivazione e logistica.

La prima categoria è automatizzata praticamente in ogni impianto realizzato, è quasi un requisito necessario che permette di avere un controllo preciso sulla crescita degli ortaggi e sui parametri ambientali della growing room, come temperatura, umidità, illuminazione ecc. Per consentire una crescita sana delle colture, è infatti necessario avere condizioni ottimali, le quali vengono misurate da appositi sensori e analizzati dalle centraline, che a loro volta azionano i dispositivi necessari per le regolazioni, come condizionatori, umidificatori, luci ecc. Anche l'irrigazione, come abbiamo visto in precedenza, è automatizzata e controllata da computer che ne gestiscono il flusso.

La seconda tipologia è, per il momento, presente solamente nelle strutture con dimensioni e produzioni molto grandi. Richiede software e macchine in grado di gestire, oltre al controllo dell'ambiente e della crescita delle specie, anche tutti i passaggi di piantumazione, raccolta e spostamento e rappresenta un investimento oneroso da cui non sempre se ne ricava un profitto. Le soluzioni tecnologiche più utilizzate vedono l'impiego di bracci robotici per la piantumazione dei germogli e la raccolta dei prodotti finiti, rotaie e piccoli robot dotati di ruote per spostare moduli di coltivazione, il tutto azionato senza, o con un minimo, contributo da parte dell'uomo.

Uno dei progetti tecnologici più avanzati è proposto da una start-up che ha sede in provincia di Verona, la ONO Exponential Farming, e consiste in un ambiente completamente chiuso, al cui interno avviene il processo di produzione completo. Prevede un'automazione totale del ciclo di coltivazione, comprendendo anche logistica e manutenzione, l'unico intervento umano è necessario per definire l'output desiderato.<sup>25</sup>

25. <<https://onoexponentialfarming.com>>

## Aspetti positivi dell'agricoltura indoor

Rispetto all'agricoltura tradizionale, i sistemi di coltivazione indoor presentano diversi vantaggi, in termini di produttività, ma soprattutto a livello ambientale, rappresentando una valida alternativa per il presente e il futuro prossimo, in grado di mettere un freno ai danni causati dall'uomo e lasciare che il pianeta si rigeneri autonomamente.

### Eliminazione del ciclo di produzione annuale

Nell'agricoltura tradizionale si è obbligati a rispettare il ciclo delle stagioni che determina il rendimento di una specifica coltura, grazie ai sistemi di coltivazione indoor è invece possibile pianificare la crescita degli ortaggi, indipendentemente dal periodo dell'anno in cui ci si trova.<sup>26</sup> Si assicura quindi una produzione annuale, garantendo una produzione continuativa di qualsiasi prodotto.

### Sicurezza e tracciabilità dei prodotti

Nell'agricoltura indoor la coltivazione avviene in ambienti tecnologicamente controllati, fuori suolo e l'irrigazione viene effettuata con soluzioni nutritive anch'esse controllate, tutto ciò elimina ogni rischio possibile di intossicazione alimentare legato alle condizioni climatiche, ambientali o alla presenza di animali. Inoltre, l'automazione dei controlli permette di tracciare ogni singolo passaggio della produzione, offrendo una sicurezza in più al consumatore che ne potrà conoscere l'esatta provenienza.<sup>27</sup>

26. D. Despommier, *The vertical farm: Feeding the World in the 21st century*, St Martin's Press, New York 2020, p. 146

27. Ivi pp. 169-170

## Risparmio di acqua

Abbiamo già visto che l'agricoltura tradizionale utilizza il 70% dell'acqua dolce disponibile sulla Terra per l'irrigazione, la maggior parte di essa va sprecata e il deflusso agricolo è inutilizzabile come acqua potabile a causa della contaminazione di fertilizzanti, pesticidi e rifiuti animali.

Nell'agricoltura indoor vengono utilizzati sistemi a ciclo chiuso, che permettono il riciclo e un risparmio di acqua fino al 95%.<sup>28</sup>

## Eliminazione di pesticidi e diserbanti

Gli ambienti delle vertical farms sono chiusi e controllati, l'aria all'interno è filtrata e purificata, la coltivazione avviene fuori suolo, tutto ciò permette di ridurre del 99% l'uso di pesticidi e diserbanti che rischiano di causare intossicazioni e avvelenamenti da cibo. Inoltre, in questi ambienti, con una programmazione elaborata per massimizzare l'efficienza, le piante crescono ancora più sane e forti di quanto non farebbero all'esterno dove le condizioni sono altamente variabili.<sup>29</sup>

## Aumento della produttività

Negli ambienti controllati dell'agricoltura indoor, grazie alle condizioni migliori possibili, i metodi di coltivazione alternativi e le soluzioni nutritive studiate appositamente è possibile accelerare la crescita delle piante, accorciando il ciclo produttivo e aumentare la produttività rispetto ai metodi tradizionali.<sup>30</sup>

## Risparmio di suolo

I metodi di coltivazione innovativi utilizzati nell'agricoltura indoor possono produrre la stessa quantità di cibo della coltivazione outdoor in uno spazio fino a dieci volte più piccolo. Questo è possibile grazie alla distanza minore tra le specie coltivate e soprattutto grazie all'utilizzo della dimensione verticale, come

28. D. Despommier, *The vertical farm: Feeding the World in the 21st century*, St Martin's Press, New York 2020, p. 162.

29. F. Kalantari, O.M. Tahir, R.A. Joni, E. Fatemi, *Opportunities and challenges in sustainability of vertical farming: A review*, Journal of Landscape Ecology, 2018, vol. 11, n. 1, pp. 18-19.

30. M. Dogliani, *Feeding the city. A food hub for Lisbon: proposal of industrial reuse*, Politecnico di Torino, Torino, 2018, p. 28.

31. Ibidem

32. D. Despommier, *The vertical farm: Feeding the World in the 21st century*, St Martin's Press, New York 2020, p. 148

33. Ivi pp. 167-168

avviene nelle vertical farms, che moltiplica lo spazio orizzontale utilizzato generando altra superficie utile alla produzione.<sup>31</sup>

## Nessun rischio climatico

L'agricoltura indoor genera in ambienti chiusi le condizioni migliori possibili per la coltivazione di qualsiasi specie vegetale, indipendentemente dalle condizioni atmosferiche esterne. Questo genera un vantaggio enorme, in quanto nell'agricoltura tradizionale non si può controllare il clima, che spesso, specialmente negli ultimi anni, può dar vita a disastri naturali improvvisi, mettendo a repentaglio l'intero raccolto e i guadagni di un anno intero di lavoro.<sup>32</sup>

## Riduzione dell'inquinamento

L'agricoltura tradizionale è ancora fortemente legata all'utilizzo di carburanti fossili, sia per l'utilizzo dei mezzi motorizzati per la coltivazione, sia per il trasporto del prodotto raccolto. Grazie ai nuovi sistemi, la produzione avviene in spazi chiusi senza l'utilizzo di mezzi pesanti e inoltre il ciclo produttivo può svilupparsi direttamente in città, all'interno di edifici abbandonati o progettati appositamente, dando la possibilità di acquistare i prodotti direttamente dal produttore o comunque in zone poco distanti, a chilometro zero.<sup>33</sup>

## Coltivazione di prodotti non locali

Legato all'eliminazione del ciclo produttivo, si deve anche considerare la possibilità di creare le condizioni ambientali favorevoli alla produzione di qualsiasi specie. Questo significa che è possibile coltivare ogni genere di frutto o ortaggio indipendentemente dal luogo geografico in cui ci si trova, contribuendo notevolmente alla riduzione dell'inquinamento legato al trasporto dei prodotti da parti opposte del mondo.

## Aspetti critici

Nonostante il numero elevato di aspetti positivi, bisogna affrontare la realtà e scoprire che, purtroppo, è presente anche qualche punto che gioca a sfavore dell'agricoltura indoor e delle vertical farms.

### Investimento iniziale elevato

Un sistema di agricoltura indoor è composto, come abbiamo visto in precedenza, da diversi elementi necessari alla coltivazione delle specie e al controllo e all'automazione dell'ambiente, tutti questi elementi hanno un costo ancora elevato, a questo si va ad aggiungere il costo del recupero o della costruzione di un edificio che rispetti le norme necessarie. Infine, se si vuole realizzare un progetto di urban farming, per ridurre i costi di trasporto e portare l'agricoltura in città, bisogna considerare l'acquisto di un terreno edificabile all'interno del suolo cittadino.<sup>34</sup> Tutte queste variabili allungano il periodo necessario a pareggiare la somma dell'investimento iniziale, scoraggiando nuovi imprenditori.

### Difficoltà con l'impollinazione

L'ambiente controllato dell'agricoltura indoor impedisce, ovviamente, la presenza di insetti al suo interno. Di conseguenza il processo di impollinazione delle piante deve essere svolto manualmente o meccanicamente, il che richiede ulteriore lavoro e un aumento dei costi.<sup>35</sup>

34. K. Benke, B. Tomkins, *Future food-production systems: Vertical farming and controlled-environment agriculture*, in "Sustainability: Science, Practice and Policy", vol. 13, n. 1, 2017, p. 24.

35. <<https://www.thebalancesmb.com/what-you-should-know-about-vertical-farming-4144786>>

## Necessaria molta energia

L'automazione, il controllo computerizzato degli ambienti, l'utilizzo di illuminazione artificiale per la crescita delle piante sono tutte funzioni che sfruttano l'energia elettrica per lavorare. L'agricoltura indoor punta al rifornimento tramite fonti rinnovabili, ma non sempre queste riescono a soddisfare la grande quantità necessaria. Inoltre, le vertical farms sono quasi del tutto dipendenti della tecnologia e dall'energia elettrica, anche solo un giorno senza quest'ultima potrebbe provocare danni e perdite.<sup>36</sup>

## Agricoltore sostituito dai robot

La continua ricerca per una maggiore produttività ed una maggiore automazione, sta rendendo sempre meno necessario il lavoro svolto dall'uomo. Già in questo momento, una vertical farm può essere più facilmente gestita da esperti di informatica rispetto che da agricoltori. In un futuro neanche troppo lontano, grazie alla robotica, un imprenditore senza possedere competenze né in campo agrario né in quello informatico potrebbe gestirla senza problemi, gli basterà decidere i prodotti desiderati e le modalità di output.

Questo processo potrebbe generare un distacco dalla società, segregando l'agricoltura in luoghi chiusi in cui la presenza dell'uomo non è quasi più contemplata.

## Produzione limitata

Attraverso le metodologie di coltivazione viste in precedenza, al giorno d'oggi è possibile solo produrre certe specie vegetali, nello specifico ortaggi a foglia, legumi e piccole piante da frutto. La transizione completa dell'agricoltura outdoor non è quindi ancora possibile.<sup>37</sup>

36. F. Kalantari, O.M. Tahir, R.A. Joni, E. Fatemi, *Opportunities and challenges in sustainability of vertical farming: A review*, Journal of Landscape Ecology, vol. 11, n. 1, 2018, p. 12.

38. J.A. Koc, J.W. Bolderdijk, K. van Ittersum, *Disgusting? No, just deviating from internalized norms. Understanding consumer skepticism toward sustainable food alternatives*, Journal of Environmental Psychology, 2021, p. 7.

37. B.D. Coyle, B. Ellison, Will Consumers Find Vertically Farmed Produce "Out of Reach"? , Choices, vol. 32, n. 1, 2017, p. 1.

## Scetticismo del consumatore

L'ultimo punto critico dell'agricoltura indoor riguarda lo scetticismo dei clienti nei confronti della qualità dei prodotti, molti consumatori sono un po' restii nel fidarsi di soluzioni innovative e maggiormente sostenibili, considerando il raccolto meno naturale e quindi meno buono.<sup>38</sup> Abbiamo visto che in realtà, crescendo in un ambiente controllato, le piante crescono più forti, più sane e più sicure, ma non è semplice convincere chi ha interiorizzato il pensiero contrario.

## I casi studio

39

AeroFarms - Newark, New Jersey (USA)

Grow Up Box - Londra, Regno Unito

Lufa Farms - Montreal, Canada

Planet Farms - Cavenago, Italia

Plant Lab - 's-Hertogenbosch, Olanda

Sky Greens - Singapore, Singapore

Spread - Kyoto, Giappone

The Plant - Chicago, Illinois (USA)

Vertical Harvest - Jackson, Wyoming (USA)

# Aerofarms



**Nome:** Aerofarms

**Luogo:** Newark, New Jersey (USA)

**Anno:** 2016

**Dimensioni:** 6500 m<sup>2</sup> con 12 livelli di produzione

**Sistema di produzione utilizzato:** aeroponico

**Illuminazione:** artificiale

**Coltivazione:** diverse varietà di erbe aromatiche e micro-ortaggi (*microgreens*)















# Plant Lab



**Nome:** Plant Lab

**Luogo:** 's-Hertogenbosch, Olanda

**Anno:** 2011

**Dimensioni:** 372 m<sup>2</sup> di superficie di produzione + 1022 m<sup>2</sup> in costruzione

**Sistema di produzione utilizzato:** aeroponico ed idroponico

**Illuminazione:** artificiale

**Coltivazione:** verdure a foglia, pomodori, cetrioli, fagioli e fragole



# Spread



**Nome:** Spread Kameoka Plant

**Luogo:** Kyoto, Giappone

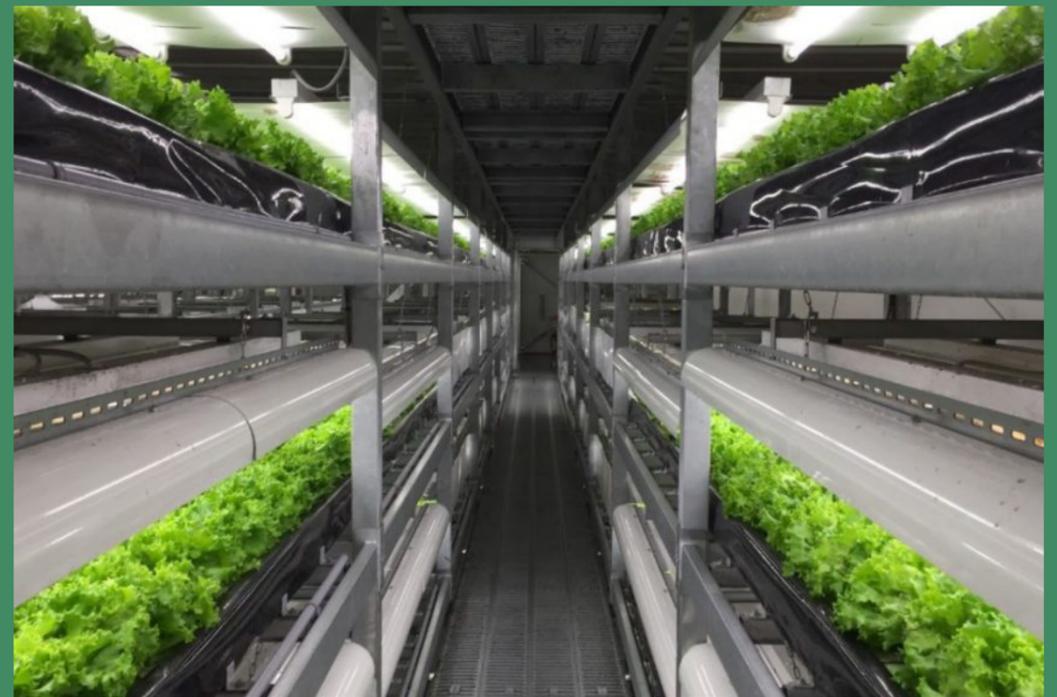
**Anno:** 2012

**Dimensioni:** 2800 m<sup>2</sup> di superficie orizzontale e 5300 m<sup>2</sup> di superficie di produzione

**Sistema di produzione utilizzato:** idroponico

**Illuminazione:** artificiale

**Coltivazione:** verdure a foglia



# Sky Greens



**Nome:** Sky Greens

**Luogo:** Singapore

**Anno:** 2012

**Dimensioni:** 1000 telai a forma di A, alti 9 m con 38 livelli di canalette rotanti

**Sistema di produzione utilizzato:** idroponico

**Illuminazione:** naturale

**Coltivazione:** spinaci, cavolo cinese, lattuga



# The Plant



**Nome:** The Plant

**Luogo:** Chicago, Illinois (USA)

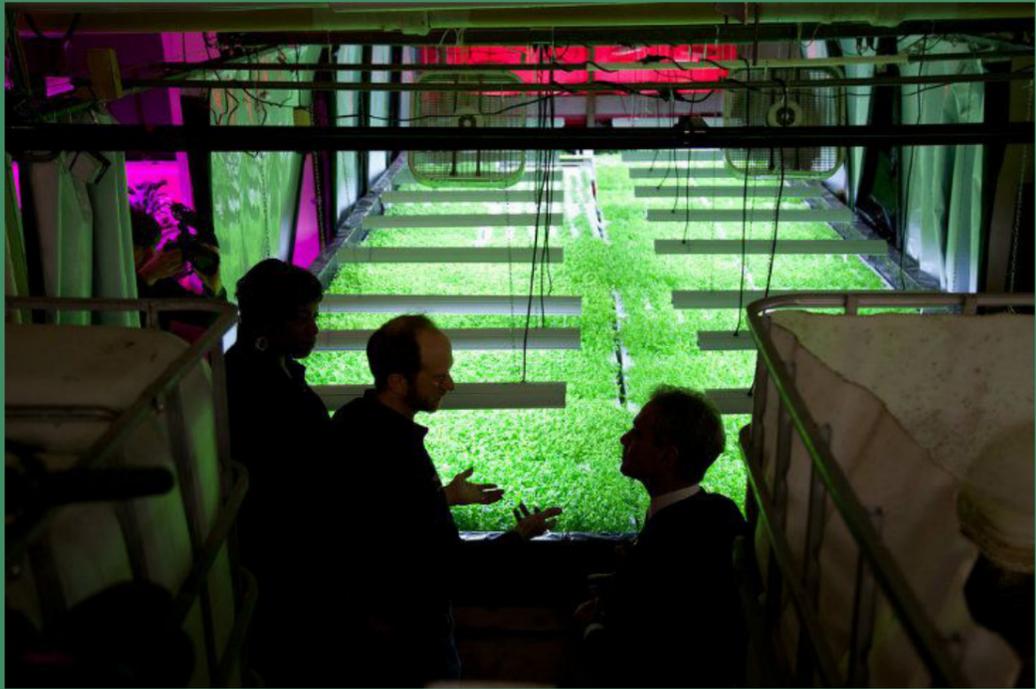
**Anno:** 2012

**Dimensioni:** 8700 m<sup>2</sup> di superficie di produzione

**Sistema di produzione utilizzato:** idroponico e acquaponico

**Illuminazione:** artificiale

**Coltivazione:** verdure a foglia, funghi, tilapia



# Vertical Harvest



**Nome:** Vertical Harvest

**Luogo:** Jackson, Wyoming (USA)

**Anno:** 2015

**Dimensioni:** 1800 m<sup>2</sup> distribuiti su tre piani

**Sistema di produzione utilizzato:** idroponico

**Illuminazione:** naturale ed artificiale

**Coltivazione:** erbe aromatiche, micro-ortaggi, pomodori e lattuga



**Il caso studio:  
la ex Filatura Lane Pettinate  
a Tollegno**



Visti ed approfonditi i casi studio più emblematici, risulta comunque complesso comprendere come sia possibile inserire uno degli esempi presentati all'interno di un contesto nuovo, mai veramente analizzato.

Come si instaura la relazione tra ciò che è prettamente tecnico in un nuovo insediamento? Come possiamo comprendere preventivamente che ripercussioni possa avere tale relazione?

Sicuramente la chiave di apertura a questi interrogativi è la conoscenza e l'analisi approfondita del territorio che si prende in considerazione: le sue peculiarità morfologiche, ambientali e sociali, comprendere se un contesto definito possa essere attrattore e, successivamente, ricettivo al tema.

Il progetto di questa tesi è situato all'interno del territorio Biellese, le cui caratteristiche storiche, antropologiche e morfologiche riescono a sviluppare un forte legame tra natura e manifattura. La disponibilità di spazi industriali abbandonati, situati in contesti interessanti anche dal punto di vista ambientale, rendono questo luogo un ottimo banco di prova in cui provare ad instaurare un modello replicabile anche in altri luoghi.

## Biella e il territorio

La provincia di Biella è situata nella parte nord-occidentale della Regione Piemonte, confina con le province di Vercelli e Torino e con la regione Valle d'Aosta.

Il territorio biellese, con un'altitudine che varia dai 180 ai 2600 metri sul livello del mare, è caratterizzato da un'elevata presenza di aree montuose, dalle quali sgorgano numerosi corsi d'acqua. Proprio queste caratteristiche hanno favorito la nascita e il fiorente sviluppo industriale. I torrenti, oltre a fornire energia idraulica per l'industria, presentano caratteristiche rilevanti per la produzione tessile, i bassi livelli di residuo fisso, sali minerali e sodio contribuiscono a conferire leggerezza e qualità ai filati.<sup>39</sup>

I principali corsi d'acqua definiscono anche il nome delle valli in cui scorrono e in cui è suddivisa la provincia di Biella: Valle Cervo (torrente Cervo), Valle Elvo (torrente Elvo), Valle Oropa (torrente Oropa), Valle Mosso (torrente Strona di Mosso), Valsessera (torrente Sessera).

Il territorio biellese è sempre stato uno dei poli più rilevanti per quanto riguarda il panorama industriale tessile-laniero. Fin dal Medioevo è presente la lavorazione della lana nella zona, ma soprattutto a partire dalla metà del XIX secolo, si sviluppa un significativo numero di fabbriche e opifici che, come vedremo, portano Biella ad essere addirittura soprannominata la "Manchester Italiana".

39. I. Rosso, *Le strade della lana. Il distretto tessile biellese tra crisi ed opportunità di sviluppo*, Politecnico di Torino, Torino, 2021, p. 44.



40. F. Ramella, *Terra e telai. Sistemi di parentela e manifattura del Biellese dell'Ottocento*, Einaudi, Torino, 1983.

41. M. Scanzio Bais, *"Dai acqua!" Storia dei pionieri dell'industria laniera nel Biellese*, Unione Biellese, Biella, 1960.

42. D. Presa, *Il biellese e l'arte della lana. Fattori competitivi e logiche del successo*, in "Studi e ricerche sull'industria biellese", Centro studi biellesi, Biella, 2008, p. 195

## Il passato industriale

Il territorio biellese, a causa della conformazione tipica delle zone prealpine, non è ottimale per l'agricoltura ma si presta maggiormente al pascolo del bestiame, il che ha sempre portato ad una maggiore concentrazione di allevamenti, in particolare di quelli ovini. Da qui risalgono le origini del distretto laniero di Biella. Infatti, già dal 1400 gli abitanti della zona lavoravano la lana delle proprie pecore per venderla ai mercanti lombardi, sin da quegli anni il nome della città veniva associato alla produzione della lana.<sup>40</sup>

Durante il XVII secolo Biella diventò il centro laniero più importante degli Stati Sabaudi, seguita da Nizza Marittima, Torino e Pinerolo. Miriadi di famiglie svolgevano un'attività complementare a quella agricola, in modo da poter scambiare i prodotti ricavati dalla lana delle proprie pecore con i beni alimentari necessari alla sopravvivenza.

Dalla seconda metà del 1700, con l'avvento della rivoluzione industriale, le lane biellesi subirono la concorrenza della produzione inglese, molto più efficiente, finché anche il territorio non iniziò ad industrializzarsi, accentrando in un unico stabile le lavorazioni più importanti, mentre la filatura continuava a svolgersi a domicilio. I commercianti-imprenditori svolgevano una funzione di coordinamento tra le fasi produttive, commissionavano alle piccole tessiture artigianali le produzioni desiderate, fornendo loro i materiali e la materia prima acquistata sul mercato locale e nazionale.<sup>41</sup>

L'impulso decisivo alla trasformazione delle vecchie strutture laniere venne dato da Pietro Sella nel 1816, quando fondò il primo lanificio meccanico. Egli diede vita ad una serie di scambi tra Biella e l'area di Verviers, in Belgio, con acquisti di macchinari, viaggi di operai per l'apprendimento di nuove competenze e "importazioni" di meccanici belgi specializzati.<sup>42</sup>

Solo dopo il 1840, con l'ammodernamento degli apparati di

produzione, si smise di utilizzare l'acqua solamente come elemento statico, ma si iniziò ad utilizzare soprattutto per produrre energia, puntando anche al risparmio dato l'elevato costo del carbone.

Nella seconda metà del 1800 Alfred Marshall, osservando lo sviluppo industriale di località inglesi come Sheffield ed il Lancashire, caratterizzate dalla concentrazione di molti piccoli e medi produttori, si riferì ad esse con il termine di "distretti industriali". Egli ne enunciò i punti di forza: le capacità ereditarie, la nascita di industrie sussidiarie nelle vicinanze, l'uso di macchine specializzate, la creazione di un mercato locale che favorisse anche la trasmissione di conoscenze tecniche e il processo culturale connesso alle necessità dell'industria.

Tra la Fine dell'Ottocento e l'inizio del Novecento il Biellese presentava la maggior parte degli aspetti presentati da Marshall, con un legame stretto tra territorio, cultura e produzione, tanto da giustificare per Biella l'appellativo di "Manchester d'Italia".<sup>43</sup>

L'utilizzo dell'acqua come fonte di energia consentiva una riduzione dei costi, ma presentava anche degli svantaggi: aumento delle spese per il trasporto del prodotto finito verso la città, irregolarità nell'utilizzo per l'impossibilità di impiego nei periodi di siccità e anche nei periodi di massima portata.<sup>44</sup> Nei primi del Novecento, l'introduzione dell'energia elettrica svincolò le imprese dalla necessità di concentrarsi lungo i corsi d'acqua, ma il modello relazionale non mutò. L'aumento della produttività e la crescita della domanda sostenevano l'economia e il benessere della zona.

Durante il periodo delle Guerre Mondiali la produzione cresceva, nonostante la scarsa competitività a livello internazionale, grazie alla domanda stabile di tessuti per applicazioni militari. Anche nel secondo Dopoguerra, spinto dalla ripresa economica e dal fatto che molte fabbriche straniere erano andate distrutte, il settore continuava a crescere ma il prodotto biellese restava di bassa qualità a causa dell'utilizzo di macchinari non tecnologicamente aggiornati.

Nei primi anni Ottanta sono nate diverse piccole imprese come spin-off delle più grandi, consolidando il modello distrettuale.

Dopo una decade di espansione, gli anni Novanta hanno però

portato una contrazione del giro d'affari e una riduzione del numero delle imprese. La produzione, posta all'interno del panorama industriale asiatico, è stata pressoché in grado di raggiungere buoni livelli qualitativi mantenendo i prezzi bassi e minacciando così anche le realtà produttive più solide. Solo le aziende più imprenditoriali, capaci di cogliere i cambiamenti nei fabbisogni degli acquirenti, sono riuscite a sopravvivere.<sup>45</sup>

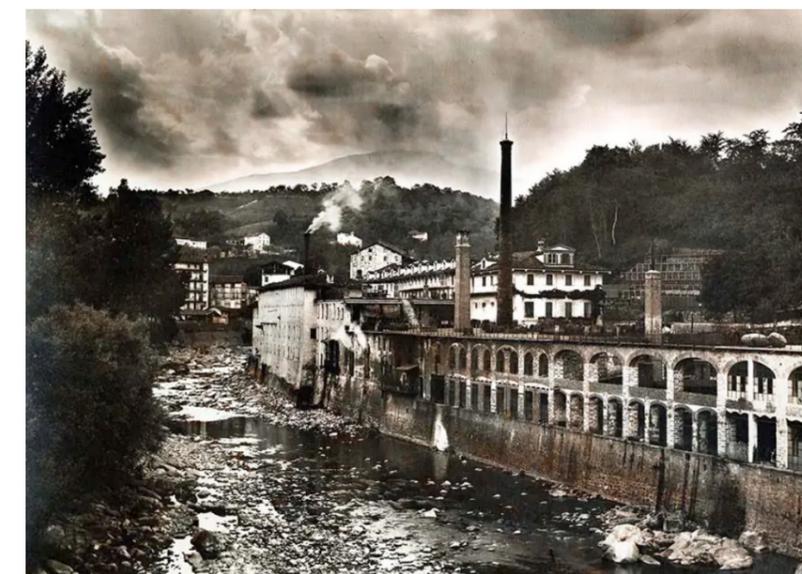
45. F. Alberti, S. Sciascia, *Le politiche di marchio per i distretti industriali: i casi di Como e Biella*, in "Liuc Papers", n. 147, 2004, p. 28.

43. Ivi p. 202

44. L. Spola, I. Trincario, *Progetto per il recupero funzionale di un antico lanificio nel territorio biellese: "La Fabbrica della Ruota"*, Politecnico di Torino, Torino, 2020, pp. 11-12.



Reparto per la smista delle lane della Filatura di Tollegno, 1935 ca.



Lanificio Maurizio Sella vista del ponte Cervo a Chiavazza



46. M. Cerruti But, *Oltre la crisi. Biella*, Politecnico di Torino, Torino, 2013, p. 55.

## La Valle Cervo

La Valle Cervo, la più lunga del territorio biellese, è stata teatro dello sviluppo industriale fin dalle origini, dando vita ad alcune eccellenze legate al mondo della lana quali il Lanificio Sella, il Lanificio Cerruti o Tollegno 1900 e anche ad alcune aziende come il Cappellificio Cervo.

Viene convenzionalmente divisa in due zone: la Bassa Valle Cervo, più ampia, caratterizzata da una natura più addomesticabile, che ha visto un largo sviluppo industriale e l'Alta Valle Cervo, più prettamente montana, molto stretta, con la vegetazione tipica delle alte quote, dove troviamo eccellenze produttive della pietra e attività più legate al turismo.<sup>46</sup>

Gli edifici industriali di maggiore interesse, anche se in gran parte ormai dismessi, si trovano lungo il percorso del torrente Cervo. A Miagliano, nella media valle, è presente una delle fabbriche più antiche del biellese, il Cottonificio Poma, con a fianco il villaggio operaio più antico d'Italia. Arrivando nel capoluogo, sulla sponda opposta del torrente, troviamo invece la fabbrica più antica di Biella, il lanificio Maurizio Sella.



-  Torrente Ceruo
-  Rio Stono
-  Torrente Oropa
-  Edifici industriali attivi
-  Edifici industriali recuperati
-  Edifici industriali dismessi
-  Sito di progetto

47. G. Vachino, *Quale futuro per il patrimonio industriale?*, in "Studi e ricerche dell'industria biellese", Centro studi biellese, Biella, 2012, p. 253.

## La dismissione

Nel territorio sono stati contati oltre un milione di metri quadri di superfici produttive, ex lanifici, filature, tintorie oggi dismesse, inutilizzate e vuote in attesa di una seconda vita.<sup>47</sup> I complessi industriali dismessi, per la loro locazione strategica, per le loro dimensioni rilevanti e le caratteristiche strutturali sono in grado di determinare il rilancio delle aree urbane attraverso la variazione delle destinazioni d'uso.

Due esempi riusciti di rifunzionalizzazione li troviamo nell'ex Lanificio Maurizio Sella e nell'ex Lanificio Trombetta. Il primo oggi ospita diverse attività: la Fondazione Sella con i suoi archivi storici, molte sezioni operative del Gruppo Banca Sella, tra cui Sella Lab e Università Aziendale, e Fab Lab, un innovativo centro di "artigianato informatico". Il secondo oggi rappresenta il nucleo di Cittadellarte, che punta ad essere un nuovo modello di istituzione artistica e culturale che pone l'arte in diretta interazione con i diversi settori della società, un luogo di produzione artistica e di mostra dell'arte.

## Tollegno

Il comune di Tollegno è situato alla base della Valle Cervo, sul versante destro orografico del torrente Cervo e si trova a nord della città di Biella, con la quale confina. Nonostante la piccola superficie occupata dal comune, 3.3 km<sup>2</sup>, l'altimetria varia dai 420 ai 1036 metri sul livello del mare.

La storia del paese è sempre stata legata all'ambito tessile-laniero, già prima dell'insediamento dell'industria furono molti i cittadini che possedevano un piccolo telaio in casa, utilizzato per la lavorazione della canapa.

Nel 1862 venne costruito il primo lanificio, il Rosazza Agostinetti e Ferrua, seguendo lo stile architettonico "a ferro di cavallo" tipico dell'industria inglese.

Solo cinque anni dopo, nel 1867, Quintino Sella e il fratello Venanzio impiantarono una filatura di lana, la "Maurizio Sella", sulle sponde del Cervo, alle pendici del pendio sormontato dalla chiesa antica, segnando l'inizio della svolta economica del paese.

Nel 1900, rilevando gli stabili della filatura Maurizio Sella, nacque la Filatura Pettinata di Tollegno, la prima ditta nel Biellese con specializzazione specifica in un determinato ciclo di lavorazione. La Filatura fu, inoltre, la prima ditta italiana a istituire per i filati di aguglieria un marchio di fabbrica: "Lana gatto", per garantire al cliente la qualità del prodotto. L'idea, mutuata da esperienze già realizzate da ditte straniere, si rivelò vincente e il caratteristico marchio contribuì non poco alla diffusione e all'immagine del prodotto.

Tra il 1920 e il 1925 si costruì il villaggio operaio legato alla fabbrica, pensato per dare alloggio e servizi ai numerosi operai che venivano da fuori Tollegno, in modo da avere manodopera stabile per progetti a lungo termine e fedele, in quanto vincolata all'azienda da legami più profondi del salario.<sup>48</sup> L'insieme di abitazioni sorge divisa in tre località distinte attorno alla Filatura: il primo nucleo, il più numeroso, è situato poco più a sud della

48. G. Cova, *Problematiche sociali nell'industrializzazione biellese. Il villaggio operaio della Filatura di Tollegno*, 1985, p. 43

fabbrica, il secondo si trova poco più a nord, al di sopra del pendio che costeggia la Filatura, nella zona della chiesa antica, il terzo infine si trova appena al di là del torrente, nella frazione di Pavignano.

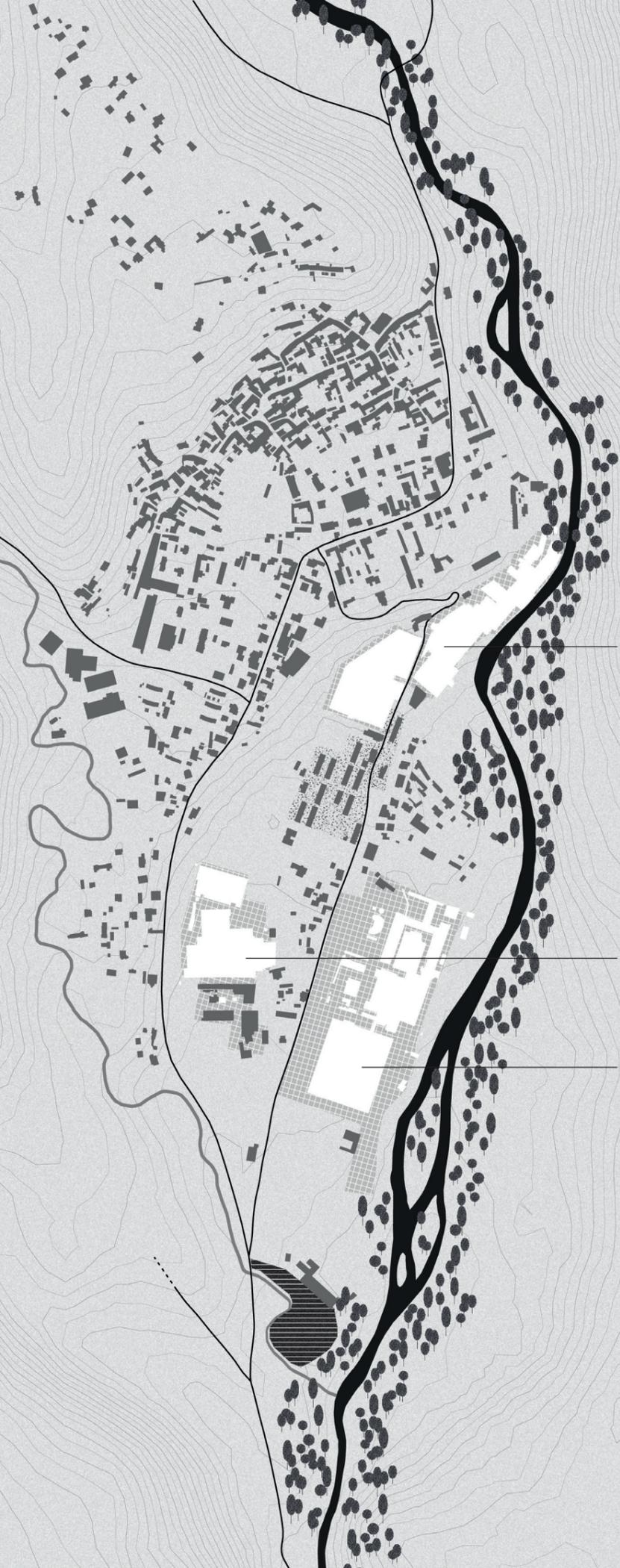
Nel 1946 la Filatura di Tollegno inglobò il lanificio Rosazza Agostinetti e Ferrua e diventò l'attuale Filatura e Tessitura di Tollegno. A pochi metri da quest'ultima, nello stesso anno, nacque la Cervinia, una filatura a ciclo completo attiva ancora oggi.

All'inizio degli anni '50 e '60 furono costruiti altri due edifici industriali a ridosso del confine sud del paese: la Filatura Lane Pettinate e la "Carbonizzazione".

Con l'arrivo degli anni '90, così come tutto il territorio biellese, la concorrenza dei paesi colpì anche Tollegno, portando alla chiusura totale o parziale di molti edifici industriali.



-  Torrente Cervo
-  Rio Stono
-  Strade principali
-  Strade secondarie
-  Industrie tessili
-  Villaggio operaio
-  Sito di progetto



Tollegno 1900

Filatura Cervinia

Tollegno 1900

## F.L.P.: Filatura Lane Pettinate

La Filatura Lane Pettinate è nata nel 1952, nella zona più a sud del paese di Tollegno, isolato rispetto al centro abitato, al confine con i comuni di Biella e Pralungo, in uno spazio delimitato naturalmente da due corsi d'acqua, il Torrente Cervo ed il Rio Stono. Si trova in una strada senza uscita che punta verso il torrente e che ha inizio sulla via principale di ingresso al paese, prima della biforcazione che porta al centro abitato, all'inizio del lungo viale alberato che conduce ai diversi edifici legati alla Filatura Tollegno 1900. Davanti ad esso troviamo un altro edificio industriale, la "Carbonizzazione", che ha avuto vita simile a quello preso in esame, costruito poco dopo, abbandonato negli stessi anni e che si trova anch'esso tutt'ora inutilizzato.

Come si evince dal nome, all'interno della fabbrica si svolgevano tutti i processi di lavorazione necessari per ottenere filamenti di lana pettinata. La materia prima veniva lavata ed oliata, passava poi al processo di pettinatura, che consiste nella pulizia e selezione delle fibre, togliendo le impurità e le fibre corte per produrre un nastro continuo raccolto in vasi. Dopo un doppio passaggio su stiratoi, per ottenere nastri regolari e più leggeri, vengono generati degli stoppini che vengono infine, attraverso filatoi ad anelli, trasformati in filati.

L'attività, come molte altre sul territorio biellese, viene purtroppo colpita dalla crisi e, a metà del 1990, la fabbrica è stata chiusa definitivamente.

Dopo la chiusura, l'immobile non è più stato utilizzato e oggi si presenta abbandonato e con segni di degrado causati sia da agenti atmosferici, sia da atti vandalici.

L'immobile è costituito da tre piani differenti, di cui uno seminterrato e uno sopraelevato, di dimensioni minori, leggermente separato dai primi due.

Il livello inferiore è suddiviso principalmente in due ambienti distinti, simili come caratteristiche, in quanto non presentano

divisioni interne e sono entrambi definiti da un ritmo regolare di pilastri, ma, mentre il primo, essendo quasi totalmente interrato, non ha aperture verso l'esterno, il secondo presenta diverse ampie finestrate.

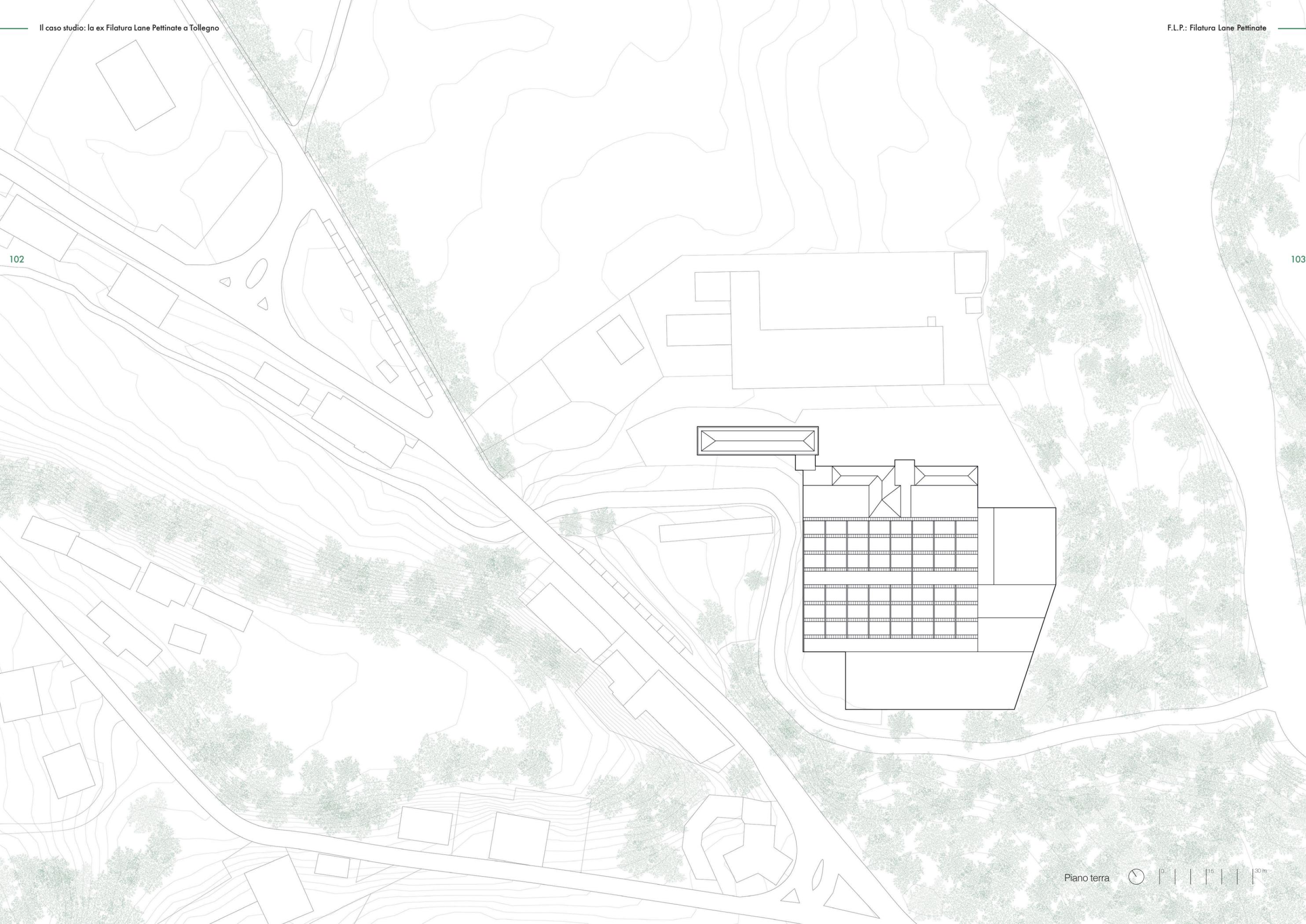
Al piano terreno troviamo un grande ambiente di circa 2300 m<sup>2</sup>, il cuore della fabbrica, interrotto in pianta solamente da una striscia centrale di pilastri, i quali sorreggono la copertura a shed, che caratterizza l'immagine contraddistinta all'edificio. Attorno ad esso sorgono altri spazi, con struttura simile a capannoni industriali, con copertura a volta, di dimensioni ed altezze differenti.

Nello spazio più a nord, verso l'ingresso della via di accesso, troviamo sette coppie di pilastri rastremati che sorreggono un blocco lungo 38 metri per 9 metri di larghezza, quasi completamente vetrato, dove si trovavano gli uffici della Filatura.

I punti di forza dell'edificio sono svariati:

- . I due piani, ampi e quasi privi di divisioni offrono una superficie ampia che può adattarsi a molti usi differenti
- . La copertura a shed, che funziona da simbolo, funge da reminiscenza del passato industriale dell'edificio e più in generale di tutto il paese
- . Il piano sopraelevato, con i suoi pilastri di sostegno rastremati, può essere un elemento che dona un'immagine caratteristica all'edificio, funzionando anch'esso come riferimento alla funzione precedente
- . La vicinanza con la città è un altro punto importante, ci troviamo infatti all'ingresso di Tollegno, a pochi chilometri dal centro di Biella e in un punto di passaggio per chi scende verso il capoluogo da altri paesi della Valle Cervo. Rappresenta sicuramente una posizione interessante e comoda da raggiungere.
- . Ultimo, ma non per importanza, è il contatto che questo edificio ha con la natura. Come abbiamo visto si trova infatti circondato da due corsi d'acqua, è protetto da una zona boschiva e offre un'ampia vista sui campi adiacenti e su tutte le principali alture della valle.





102

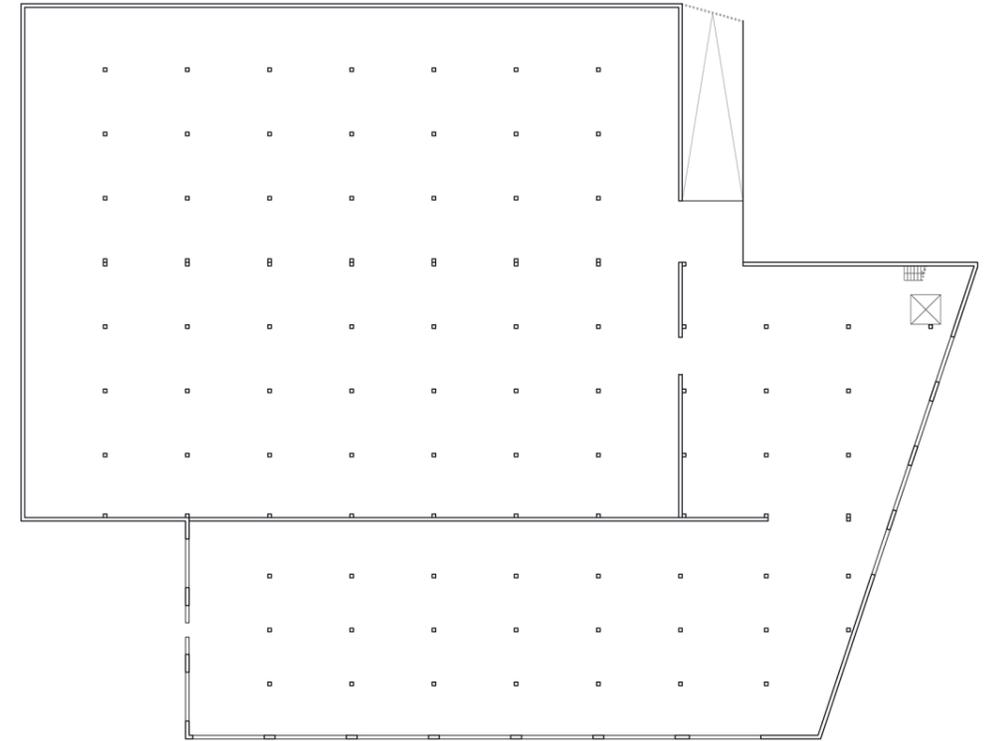
103

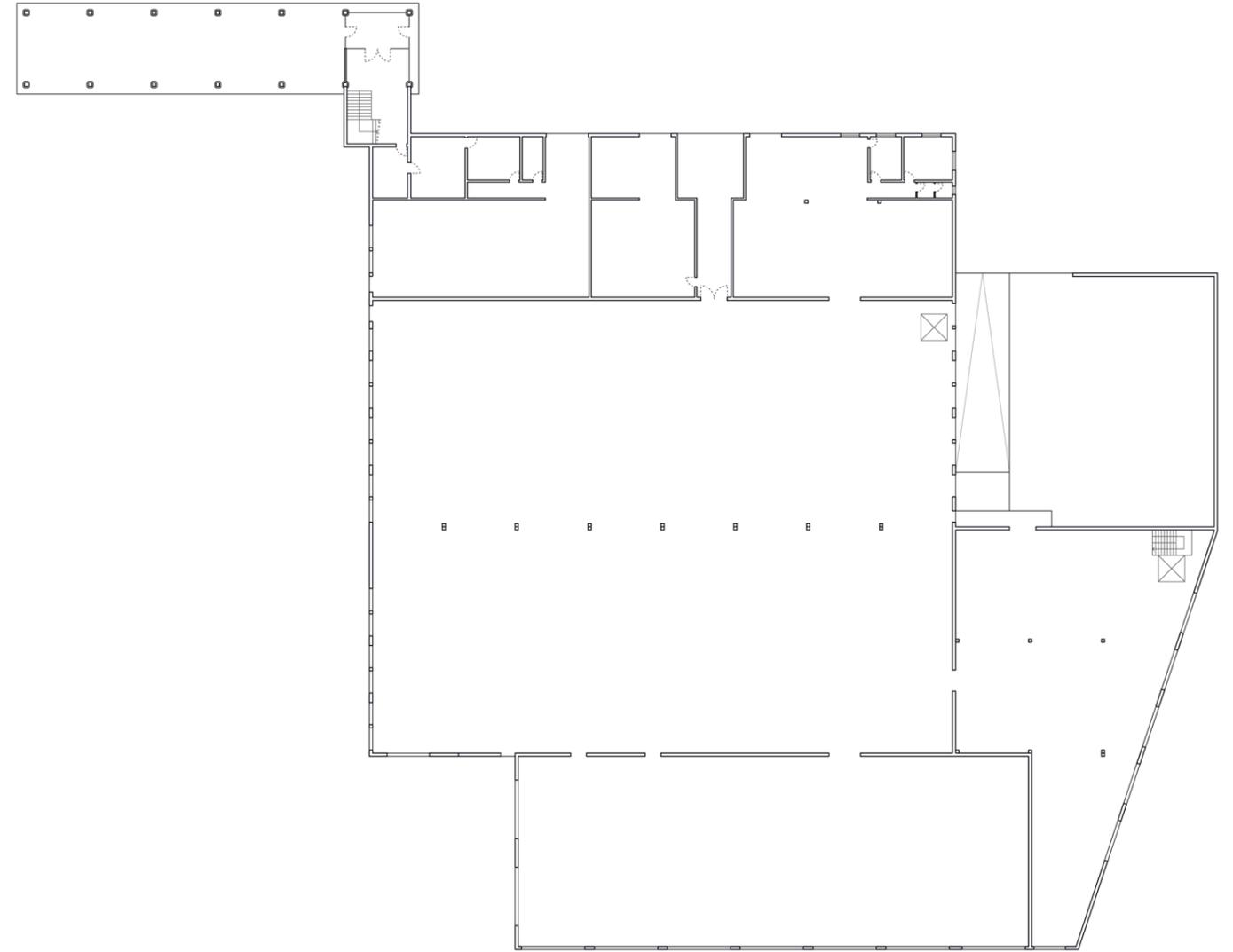
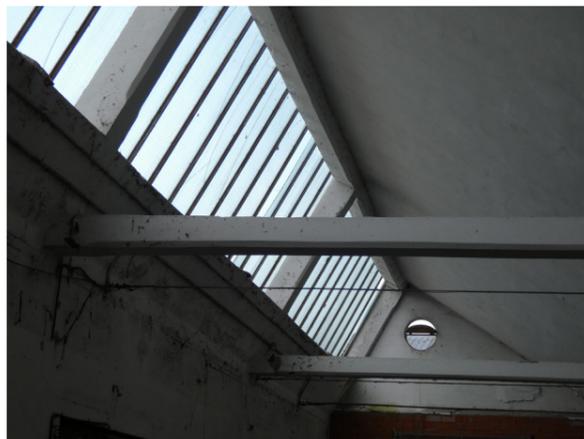


104

105



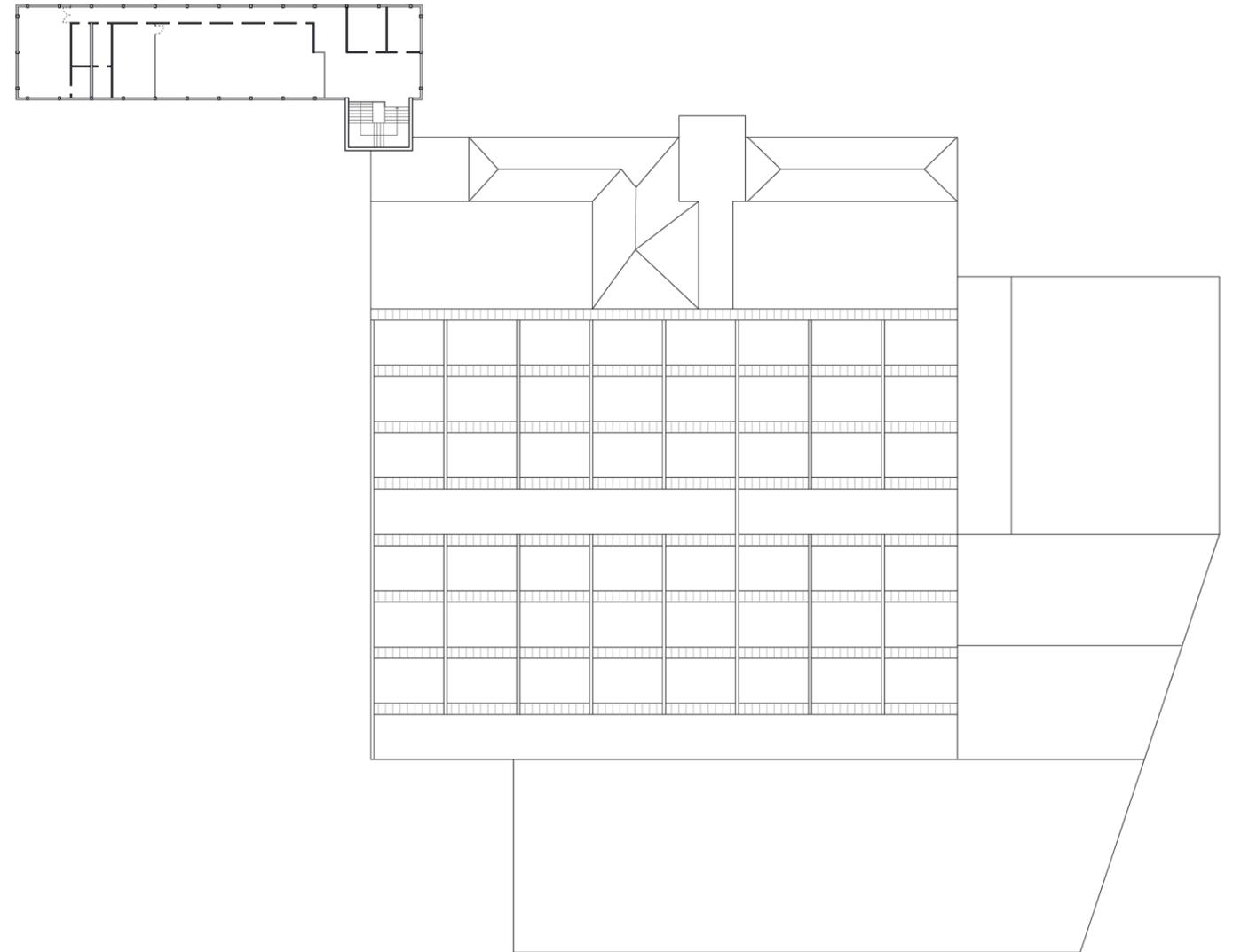




110



111



## F.L.P. Vertical Farm: il progetto

L'ipotesi progettuale, intrapresa durante la tesi, ha visto la presa in considerazione di tutti quei fattori precedentemente descritti, frutto di una ricerca e di un'analisi attenta di un territorio poco esplorato, ma di grandissimo potenziale. Risulta essere forte la necessità di esplorare nuove strategie per intraprendere una riconversione spaziale e territoriale, volta a ridare nuova linfa vitale a ciò che, ad oggi, risulta essere un vuoto all'interno di un sistema più complesso e non valorizzato.

L'espedito dato dall'inserimento di una serra idroponica non solo vuole rivalutare un nodo potenzialmente importante posto all'interno di un contesto urbano; soprattutto desidera proporsi come un nuovo modello e metodo insediativo, capace di adattarsi ed essere replicato, nell'ottica di creare un sistema più complesso in grado di instaurare nuove politiche spaziali e sociali sul territorio biellese.

## I punti chiave

pianta libera  
richiami al passato  
trasparenza  
distacco dalla città  
interazione

## Pianta libera

La prima caratteristica che si nota osservando l'edificio è sicuramente l'ampia superficie piana centrale, interrotta solamente da sette pilastri. Questa crea lo spazio perfetto per la creazione di una vertical farm, così che si possano disporre gli elementi di coltura desiderati, secondo lo schema più produttivo possibile.

L'idea successiva è poi quella di sfruttare al massimo il piano terra, liberando la pianta da tutte le partizioni interne, in modo da sviluppare tutta la produzione ed essere il più efficienti possibile.

## Richiami al passato

Come abbiamo visto prima, l'edificio presenta due elementi particolari, la copertura a shed e il piano sopraelevato sorretto da pilastri rastremati, che, preservandoli, possono donare un'immagine caratteristica al progetto, richiamando il passato industriale del paese.

Per enfatizzare questo richiamo, ho pensato di replicare la stessa copertura, creando una nuova struttura in acciaio, più moderna e leggera, che potesse aiutare a soddisfare le esigenze della pianta libera vista in precedenza.

## Trasparenza

Un punto importante del progetto si basa sulla trasparenza tra l'interno e l'esterno dell'edificio.

Da un lato abbiamo la necessità di sfruttare al massimo l'ingresso di luce naturale, per utilizzare il meno possibile l'illuminazione a LED e puntare al risparmio energetico. Dall'altro, considerando il contesto in cui ci troviamo, c'è la volontà di creare un contatto diretto tra la natura controllata all'interno e quella più libera all'esterno, dagli alberi e il torrente confinanti, alle montagne più in lontananza.

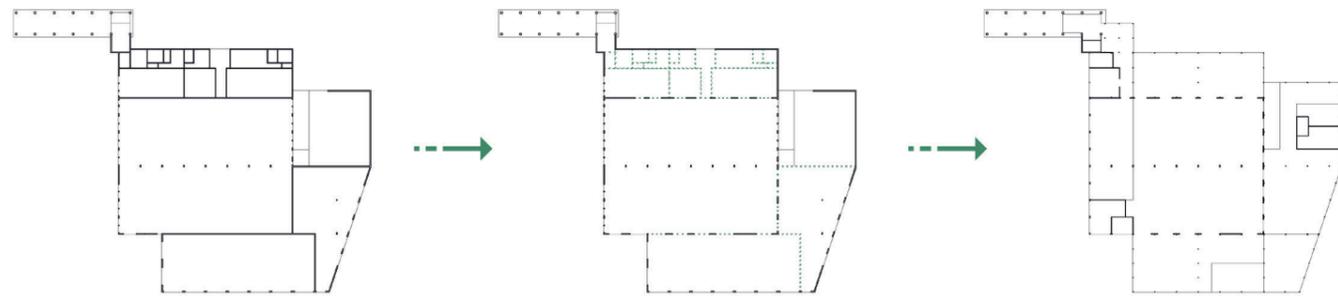
Grazie alla struttura in acciaio, è possibile realizzare sia le pareti esterne, sia la copertura, interamente vetrate così da soddisfare questi requisiti. La copertura è realizzata con vetri autopulenti, in modo tale che mantengano sempre le condizioni ottimali per permettere alla luce solare di entrare. Il lato corto degli shed, ossia quelli più verticale ed orientato a Nord, è composto da finestre apribili che consentono di controllare la temperatura dell'ambiente interno, per consentire di avere sempre la condizione ambientale migliore per la coltivazione.

## Distacco dalla città

Anche se molto vicino alla strada principale del paese, ci troviamo in una zona abbastanza separata da esso, quasi immersi nella natura, per questo motivo l'idea è quella di creare una separazione con la città, rimanendo all'interno di essa. Per fare ciò la zona dedicata al pubblico è posizionata negli spazi più lontani dal percorso di accesso e l'intera facciata sul lato ovest, quella rivolta verso il paese, presenta una schermatura che divide simbolicamente le due zone. Per un ulteriore richiamo al passato laniero dell'edificio, questa copertura semi-trasparente è realizzata da una membrana in tessuto microforato che permette comunque di intravedere la sagoma del fabbricato retrostante.

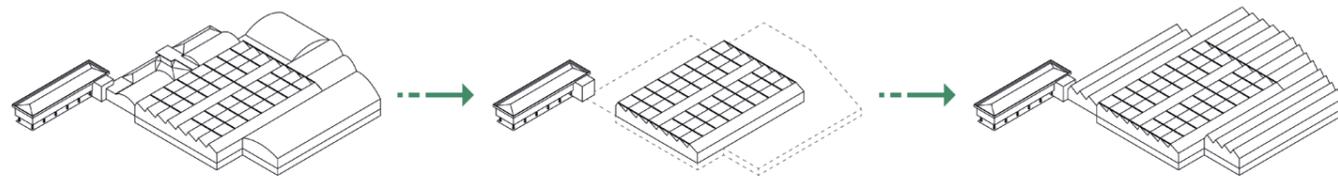
## Interazione

Al contrario delle vertical farm che puntano sempre di più all'automazione, allontanando l'uomo dal luogo di produzione, questo progetto si concentra maggiormente su una interazione tra le due parti, creando un legame stretto e reciproco. Il visitatore, infatti, entra fisicamente all'interno della serra, è separato dalla zona di produzione solamente da una parete vetrata e trova al suo interno diversi spazi ad esso dedicati, culinari e educativi, strettamente legati alla coltivazione acquaponica.

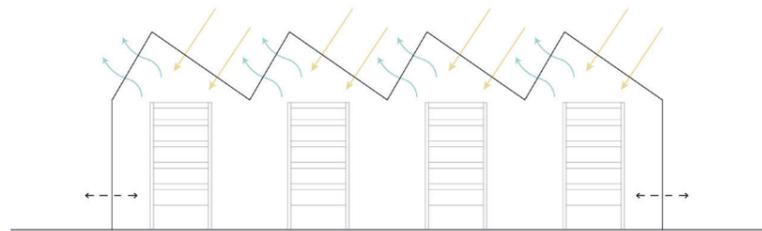


pianta libera

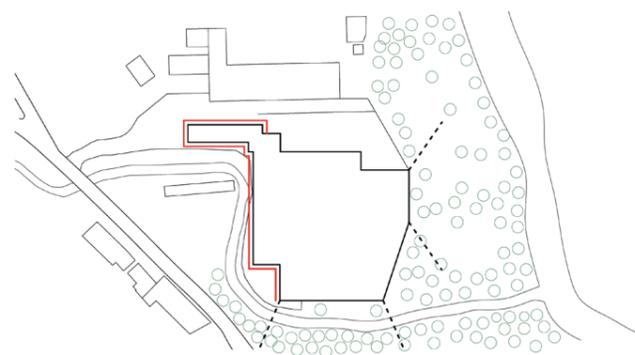
118



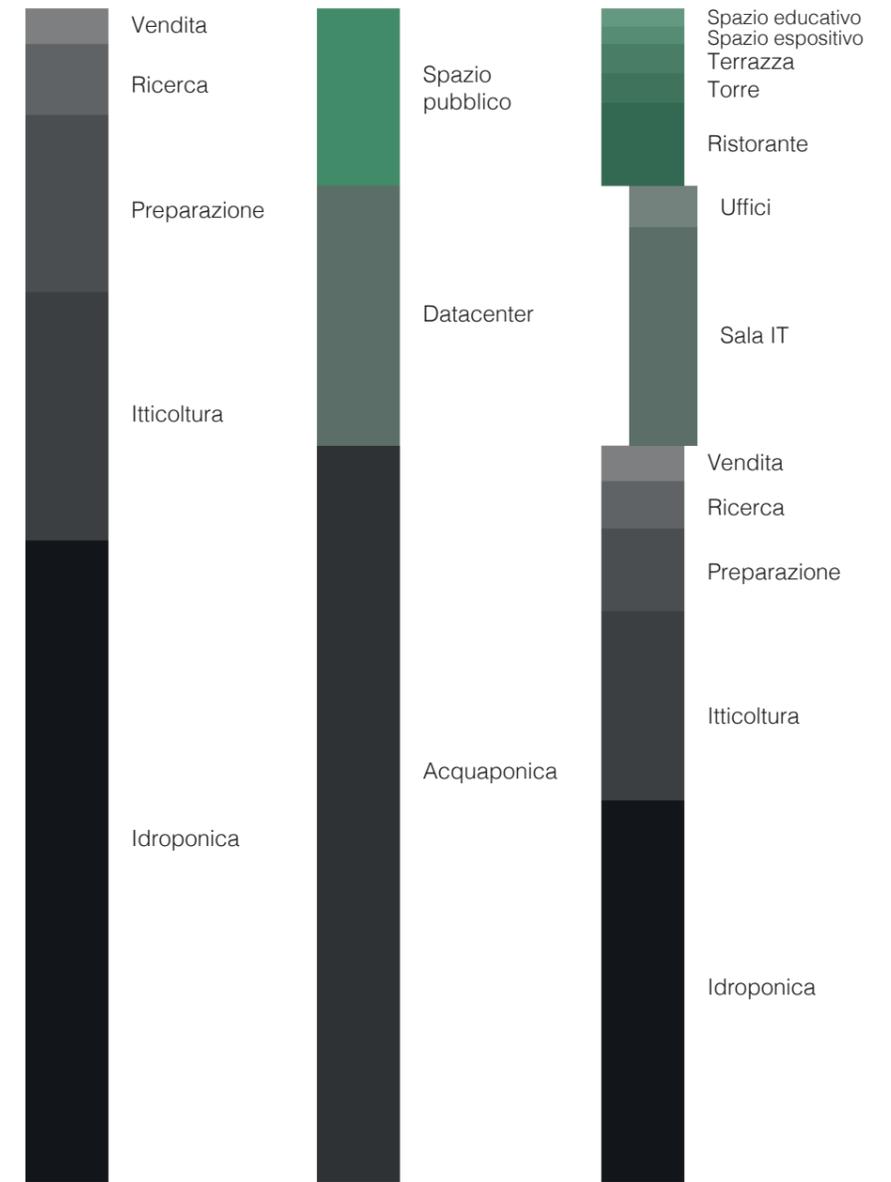
richiami al passato



trasparenza



distacco dalla città



119

Sistema di produzione acquaponico tradizionale

Sistema acquaponico integrato con datacenter

F.L.P.

interazione

## Le funzioni

coltivazione idroponica  
itticoltura  
datacenter  
uffici  
vendita al dettaglio  
torre  
spazio pubblico  
spazio educativo  
ristorante  
giardino d'inverno

## Coltivazione idroponica

Sicuramente la funzione principale attorno alla quale ruota l'intero edificio è la coltivazione idroponica. Si trova esattamente al centro, occupa lo spazio maggiore e si sviluppa da sud a nord, suddividendosi in aree di coltivazione di specie vegetali differenti.

In questo percorso immaginario, troviamo un'area dedicata alla germinazione delle piante, una seconda zona destinata alla crescita degli ortaggi in foglia e infine, gli ortaggi di dimensioni maggiore, come pomodori e melanzane, che sfruttano la nuova struttura completamente vetrata per svilupparsi senza l'utilizzo di luce artificiale.

All'interno della serra troviamo delle scaffalature verticali modulari, larghe 2 metri, alte 4 metri e di lunghezza variabile, tra i 4 e i 15 metri, all'interno delle quali vengono coltivati ortaggi a foglia, come lattuga, radicchio, spinaci, erbe aromatiche ecc. Gli ortaggi in pianta vengono invece coltivati in filari di 13-15 metri di lunghezza, nella parte di edificio rivolta verso l'ingresso, sfruttando la trasparenza della copertura vetrata.

Nello spazio dedicato alla germinazione troviamo moduli di coltura di dimensioni ridotte, larghi 1 metro e lunghi 13 metri, nelle quali vengono piantate e fatte crescere le piante fino a che non sono troppo grandi per essere trapiantate nelle scaffalature o nei filari.

Una volta che le piante e gli ortaggi vengono raccolti, vengono spostati nella zona dedicata all'imballaggio, dove vengono lavati e confezionati. Da qui, le confezioni vengono immagazzinate all'interno di celle frigorifere, per poi essere vendute all'ingrosso o portate nel negozio per la vendita diretta al dettaglio. Gli spazi dedicati a queste operazioni si succedono l'uno all'altro e formano un processo lineare che punta direttamente verso l'esterno dell'edificio, verso la strada di accesso, in modo tale da facilitare e velocizzare i lavori.

Le ultime due aree delimitate che troviamo all'interno dello spazio dedicato alla coltivazione, sono legate al funzionamento tecnico: la sala controllo e la sala macchine. La prima gestisce tutte le centraline, i sensori collegati ad esse ed assicura il mantenimento delle condizioni ambientali migliori, mentre nella seconda troviamo le pompe che gestiscono la distribuzione e il riciclo della soluzione nutritiva a tutte le scaffalature ed ai filari.

## Itticoltura

Al piano interrato, nella parte superiore della pianta troviamo il punto di partenza del sistema di coltura acquaponico. Sono presenti vasche dedicate all'itticoltura, dove possono essere allevate diverse specie di pesci, i più comuni sono: tilapia, carpa, pesce gatto, trota e gambero.

L'acqua dal rio Stono viene prelevata, purificata ed utilizzata per riempire le vasche, dalle quali viene poi nuovamente presa e spinta al piano superiore dove, una volta filtrata e controllati i valori, viene utilizzata per la coltivazione idroponica; dopo che le sostanze nutritive sono state assorbite dalle piante, viene riciclata e ritorna all'interno delle vasche utilizzate per l'itticoltura.

Il sistema acquaponico oltre a risparmiare l'acqua che viene riciclata, offre la possibilità di utilizzare meno nutrienti chimici perché vengono utilizzate le sostanze di scarto dei pesci presenti nell'acqua che viene prelevata, aggiungendo un numero molto minore di elementi chimici se necessario per offrire la migliore soluzione nutritiva alle piante.<sup>49</sup>

49. H.Y. Yildiz, L. Robaina, J. Pirhonen, E. Mente, D. Domínguez, G. Parisi, *Fish Welfare in Aquaponic Systems: Its Relation to Water Quality with an Emphasis on Feed and Faeces*, in "Water", vol 9, n. 13, 2017, p. 7.

## Datacenter

Nella seconda metà del piano seminterrato troviamo un datacenter, funzione che difficilmente si pensa di trovare all'interno di una città, specialmente in collegamento con una vertical farm. Si tratta di un impianto informatico per l'elaborazione e l'archiviazione dei dati, composto da numerosi server di calcolo e spazi di archiviazione e viene utilizzato generalmente dalle aziende per conservare, gestire e distribuire grandi quantità di dati. Con la crescente diffusione del web e dei servizi informatici offerti, è aumentato sempre di più la sua necessità ed il suo utilizzo.<sup>50</sup> Il funzionamento di tutti gli apparati elettronici, oltre a necessitare di molta energia elettrica, genera anche una grande quantità di calore che deve essere controllata per permettere di operare in maniera corretta e funzionale. Per sopperire al primo problema, si sfruttano le parti opache della copertura a shed per installare un impianto fotovoltaico il cui utilizzo viene in parte condiviso

50. A. Pulice, *Il problema del risparmio energetico nei datacenter*, Università di Bologna, Bologna, 2010, p. 1.

con la vertical farm. Per raffreddare l'ambiente si sfrutta invece l'acqua del rio Stono, che scorre a fianco dell'edificio sempre a basse temperature anche nei mesi più caldi, viene pompata nel datacenter e fatta circolare all'interno dei circuiti di raffreddamento. Per ottenere un ulteriore risparmio energetico, il calore eccessivo generato in questo piano viene incanalato e utilizzato per riscaldare la serra idroponica e gli ambienti legati ad essa nei mesi più freddi. Inoltre, se per l'itticoltura si ha la necessità di utilizzare acqua più calda rispetto a quella prelevata dal torrente, si può riciclare quella utilizzata per raffreddare i componenti informatici, trasferendola nei serbatoi e nelle vasche per l'allevamento.

I datacenter si trovano spesso in luoghi isolati, all'interno di edifici blindati e chiusi al pubblico, la sua creazione all'interno di questo edificio permette ai visitatori di vedere e conoscere il mondo che c'è dietro ai servizi informatici, che spesso non si conosce e si dà per scontato.

## Uffici

Il primo piano, nella parte di edificio separata dal resto, recupera la funzione che aveva originariamente perché viene adibito nuovamente a spazio per uffici. Questi sono legati alla produzione acquaponica e, oltre alla parte burocratica, si occupano soprattutto di ricerca e sperimentazione di tecniche per la coltivazione. Oltre ad essi, ci sono anche spazi liberi che possono essere occupati da studiosi e ricercatori del settore, che vogliono collaborare e studiare a contatto diretto con la vertical farm.

Come abbiamo visto questa parte di edificio sopraelevata viene mantenuta con i pilastri di sostegno originali, ma vengono sostituite la struttura e le pareti esterne. Quest'ultime sono, come tutto l'involucro del piano terreno, completamente vetrate, ma attorno al perimetro è presente una seconda pelle semitrasparente in tessuto, che copre anche il lato ovest della vertical farm, che funziona da schermatura visiva e riduce l'ingresso diretto della luce solare.

## Vendita al dettaglio

Al di sotto degli uffici, si genera un porticato caratterizzato dai pilastri originali, in questa zona ha luogo il punto vendita al dettaglio dei prodotti della vertical farm. Questo avviene in uno spazio chiuso, collocato alla fine del processo lineare di preparazione ed imballaggio dei prodotti raccolti.

Il porticato genera inoltre altro spazio coperto, nel quale trovano luogo diverse bancarelle, che possono ospitare produttori locali, in giorni diversi della settimana, creando un mercato con prodotti del territorio. Quest'idea potrebbe legarsi al progetto Let Eat Bi, che si pone lo stesso obiettivo ed è già in atto da anni presso Cittàdellarte a Biella, creando una rete di piccoli mercati locali che si estende in diversi punti della zona.

## Torre

Tra il piano terreno e la "palazzina uffici" troviamo un nuovo elemento a torre nuovo, costituisce un prolungamento della pianta nella striscia legata allo stoccaggio dei prodotti e che funziona come collegamento verticale e tra interno-esterno. In questa zona di passaggio transitano le merci, sia in entrata, per i rifornimenti di materiali, sia in uscita, per la vendita all'ingrosso o per quella al dettaglio. L'elemento verticale agisce anche da collegamento per il piano degli uffici ed inoltre accompagna ad un livello superiore nel quale si trova una terrazza panoramica, in cui è possibile fare una pausa dal lavoro, oppure semplicemente visitarla per poter ammirare una vista a 360 gradi sulla Valle Cervo.

La struttura in acciaio e le pareti esterne semitrasparenti in vetro u-glass rendono la torre più leggera e slanciata, mentre l'altezza differente rispetto al resto dell'edificio lo rende un elemento caratteristico ed un landmark capace di richiamare l'attenzione dei passanti.

## Spazio pubblico

Nella porzione di edificio posizionata in prossimità del torrente Cervo, troviamo lo spazio dedicato al pubblico. Si tratta di una striscia che si allunga verso il rio Stono, in cui il visitatore viene immerso all'interno della vertical farm: la struttura è la stessa e il muro divisorio trasparente crea un collegamento diretto tra pubblico e produzione. La presenza di scaffalature di coltura di misura ridotta rispetto alla serra, nello spazio espositivo collocato all'ingresso e sparse nel resto dell'ambiente, vuole creare una dissolvenza tra la natura coltivata e regolata verso la natura libera ed incontaminata all'esterno, permettendo al visitatore di osservarne il funzionamento da vicino.

## Spazio educativo

Una volta entrati nell'area pubblica, troviamo di fronte a noi lo spazio educativo. Si tratta di una stanza in cui possono avvenire lezioni, presentazioni e dimostrazioni pratiche e da cui partono le visite alla scoperta del sistema di coltura acquaponico. Si possono infatti organizzare tour guidati della vertical farm e dell'itticoltura, sia per gli alunni che per gli adulti, al fine di promuovere l'agricoltura indoor e farne conoscere le varie modalità di coltura ed i relativi processi produttivi.

## Ristorante

Il ristorante è collocato subito dopo lo spazio espositivo, in quella che sembra una grande piazza coperta all'interno di una serra, dove si alternano tavoli, sedie e scaffalature verticali e dalla quale si può ammirare, da un lato la vertical farm al lavoro e dall'altro il torrente e la natura che lo circonda. La cucina è ovviamente basata

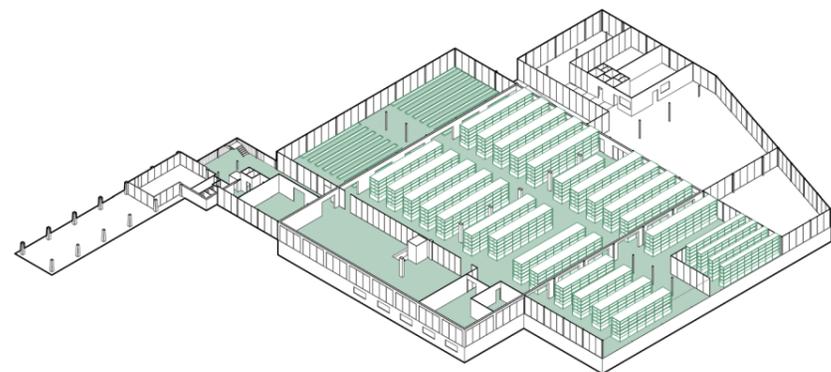
sugli ortaggi e i pesci allevati grazie al sistema acquaponico. All'interno della sala del ristorante sono presenti diversi moduli di coltura, all'interno dei quali non vengono coltivati prodotti per essere venduti, ma possono essere piante decorative, erbe aromatiche o addirittura ortaggi che i cuochi potrebbero usare per cucinare i loro piatti.

È possibile anche realizzare delle lezioni di cucina, nelle quali si potrà conoscere a fondo le specie vegetali coltivate nella serra, apprezzandone le qualità ed imparando a farle emergere in maniera innovativa.

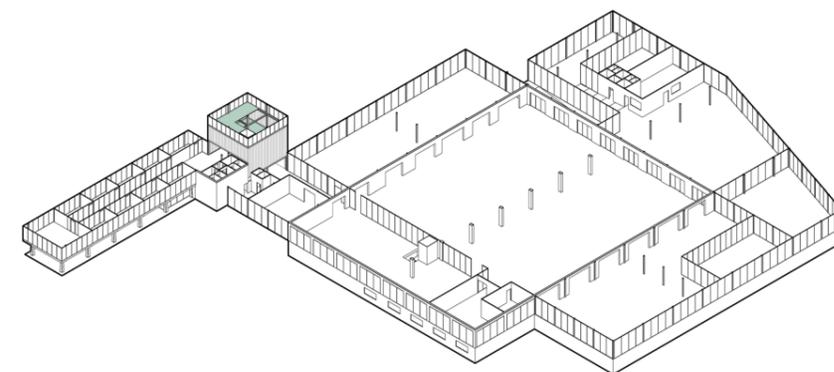
## Giardino d'inverno

Percorrendo il corridoio che costeggia il ristorante, si arriva all'ultimo spazio dedicato al pubblico, dove potersi incontrare o semplicemente rilassare, in un angolo a stretto contatto con la natura, che può cambiare funzione a seconda dei diversi periodi dell'anno. Le pareti perimetrali sono composte da finestre apribili, le quali nei mesi più freddi rimangono chiuse creando un giardino d'inverno, mentre in quelli più caldi si aprono dando vita ad una terrazza aperta e coperta.

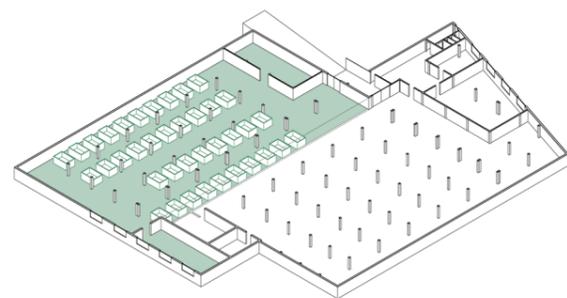
All'interno di questo spazio troviamo delle scaffalature "domestiche", che possono dare vita ad una sorta di orto urbano di dimensioni ridotte, dove, chi vuole, può cimentarsi nel coltivare le sue piante con sistemi idroponici. Essendo che questo tipo di scaffalature è poco diffuso in quanto il costo è ancora elevato, potrebbe essere un'ottima occasione per chi vuole provare e, magari un giorno, investire per comprare un suo modello personale.



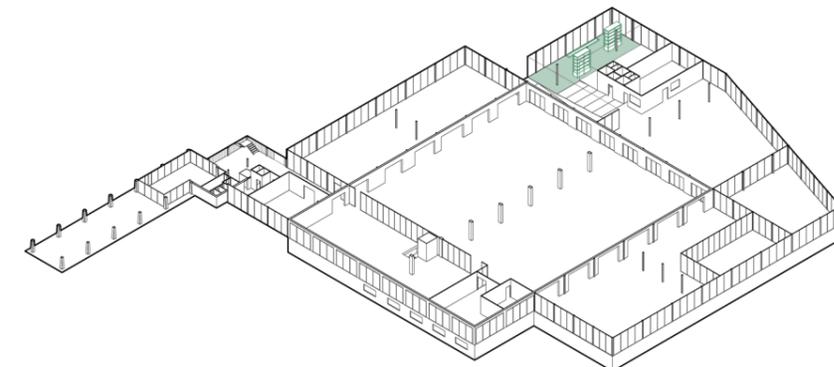
coltivazione idroponica



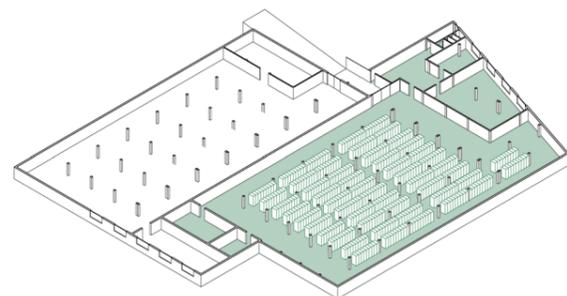
torre



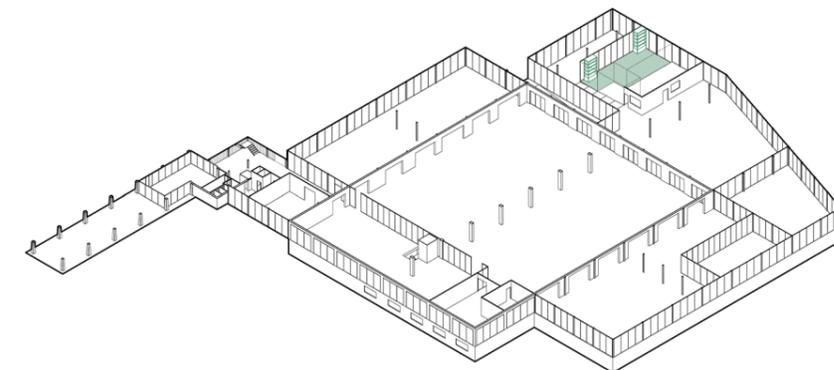
itticoltura



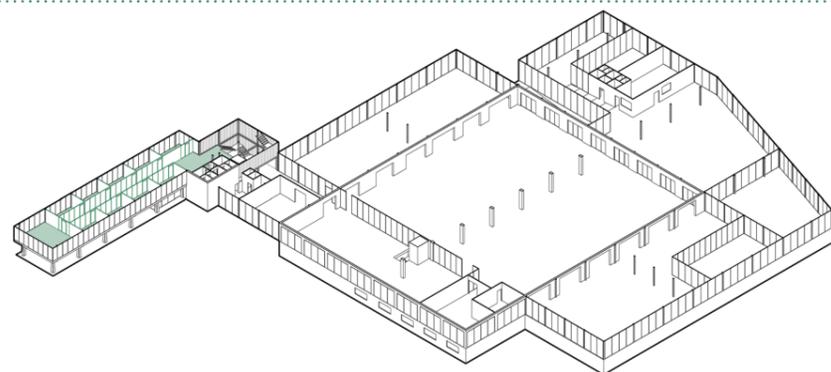
spazio pubblico



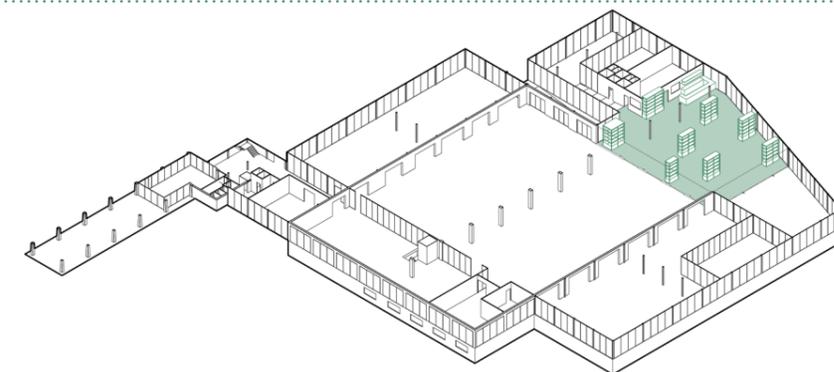
datacenter



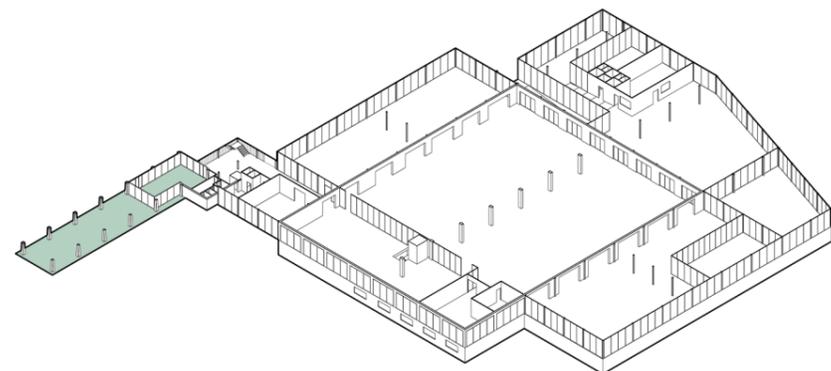
spazio educativo



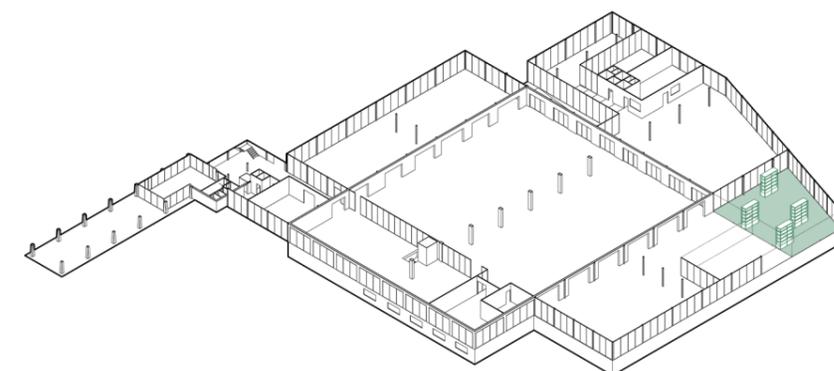
uffici



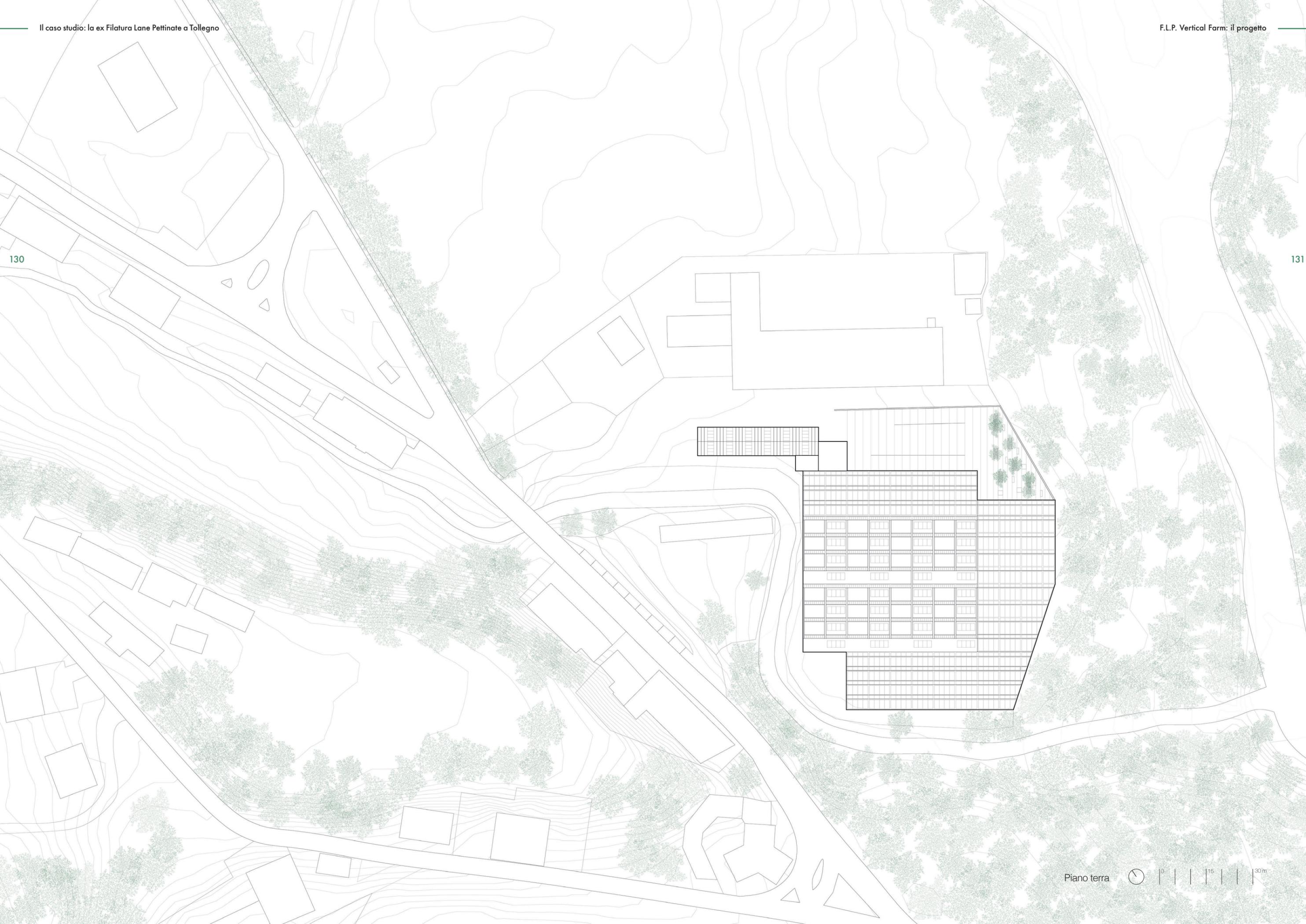
ristorante

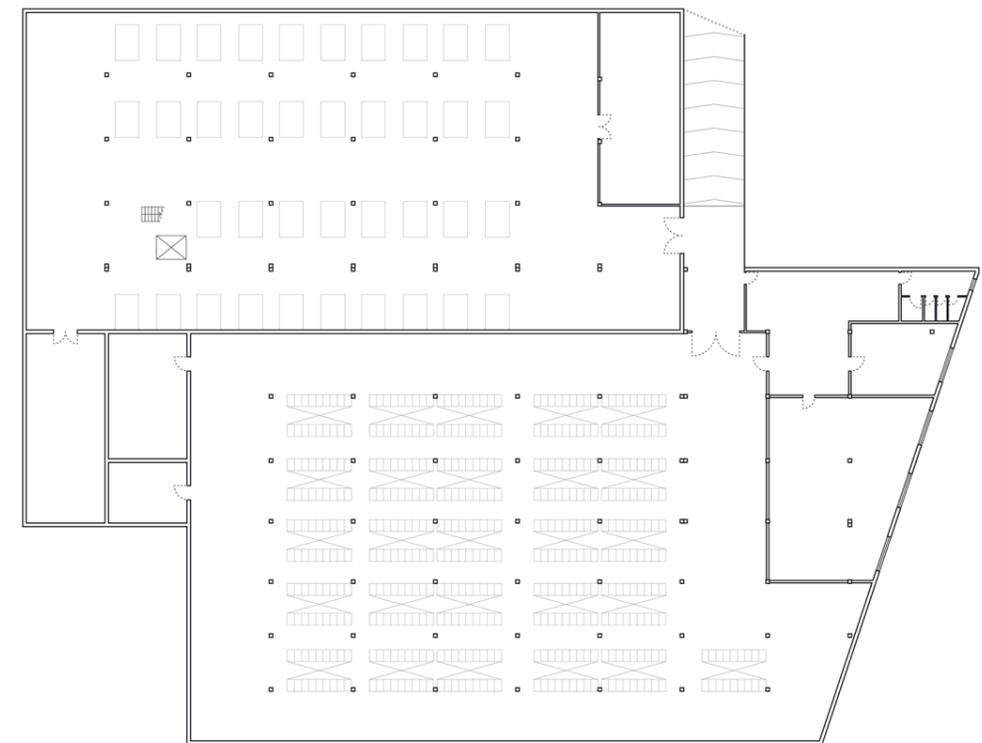
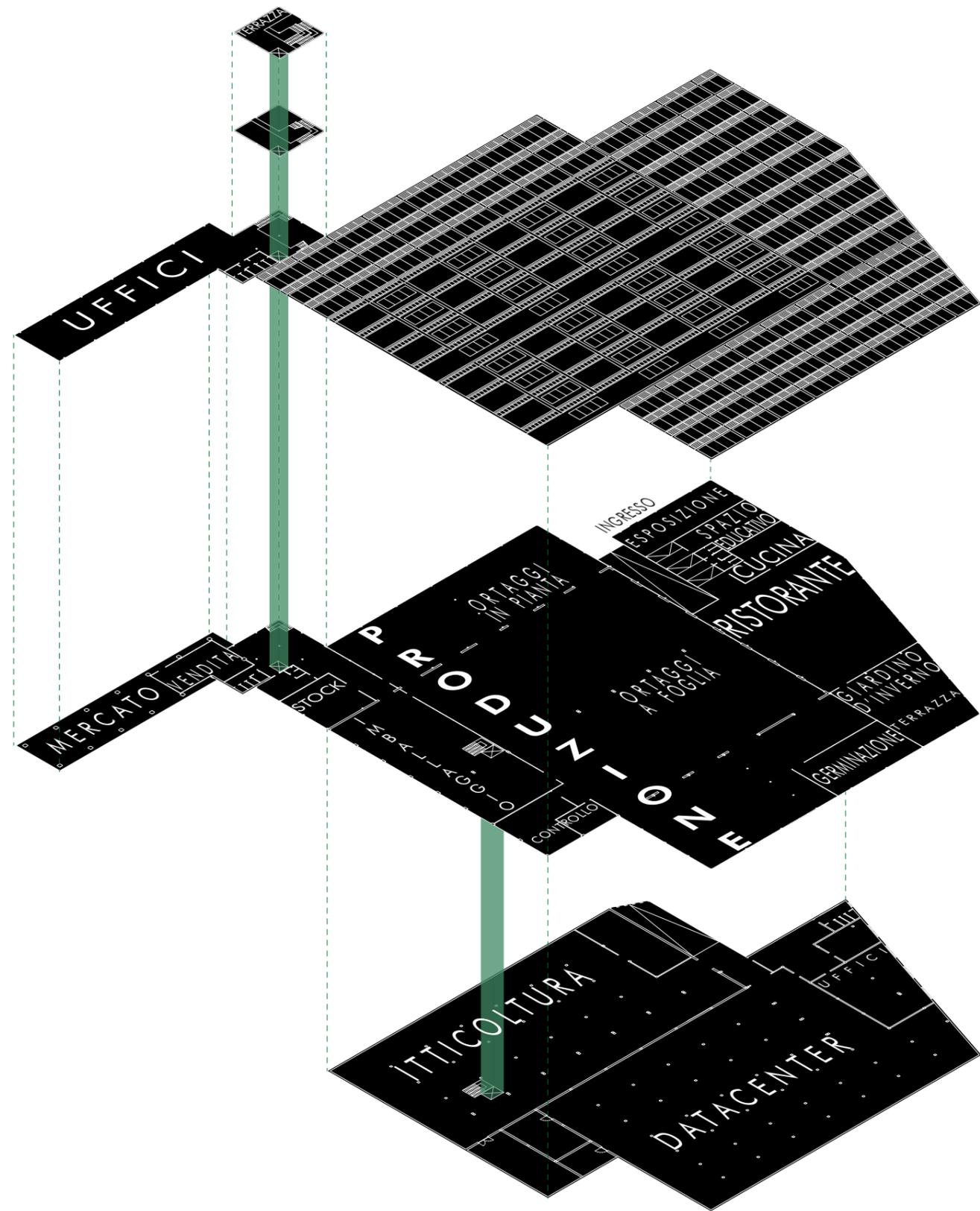


vendita al dettaglio



giardino d'inverno





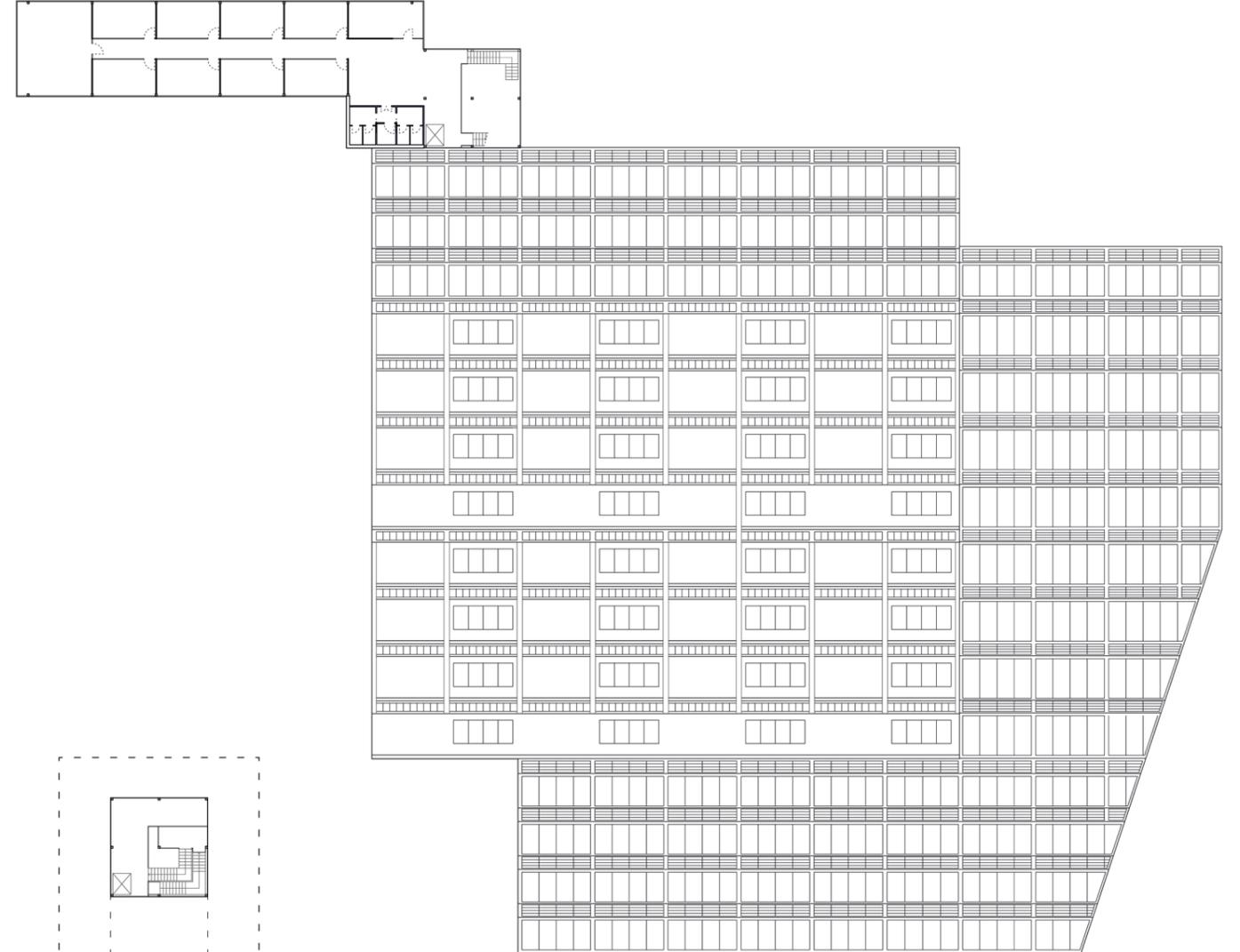
134



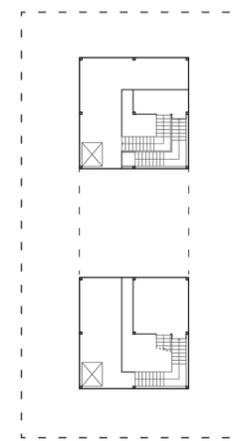
Piano terra



135



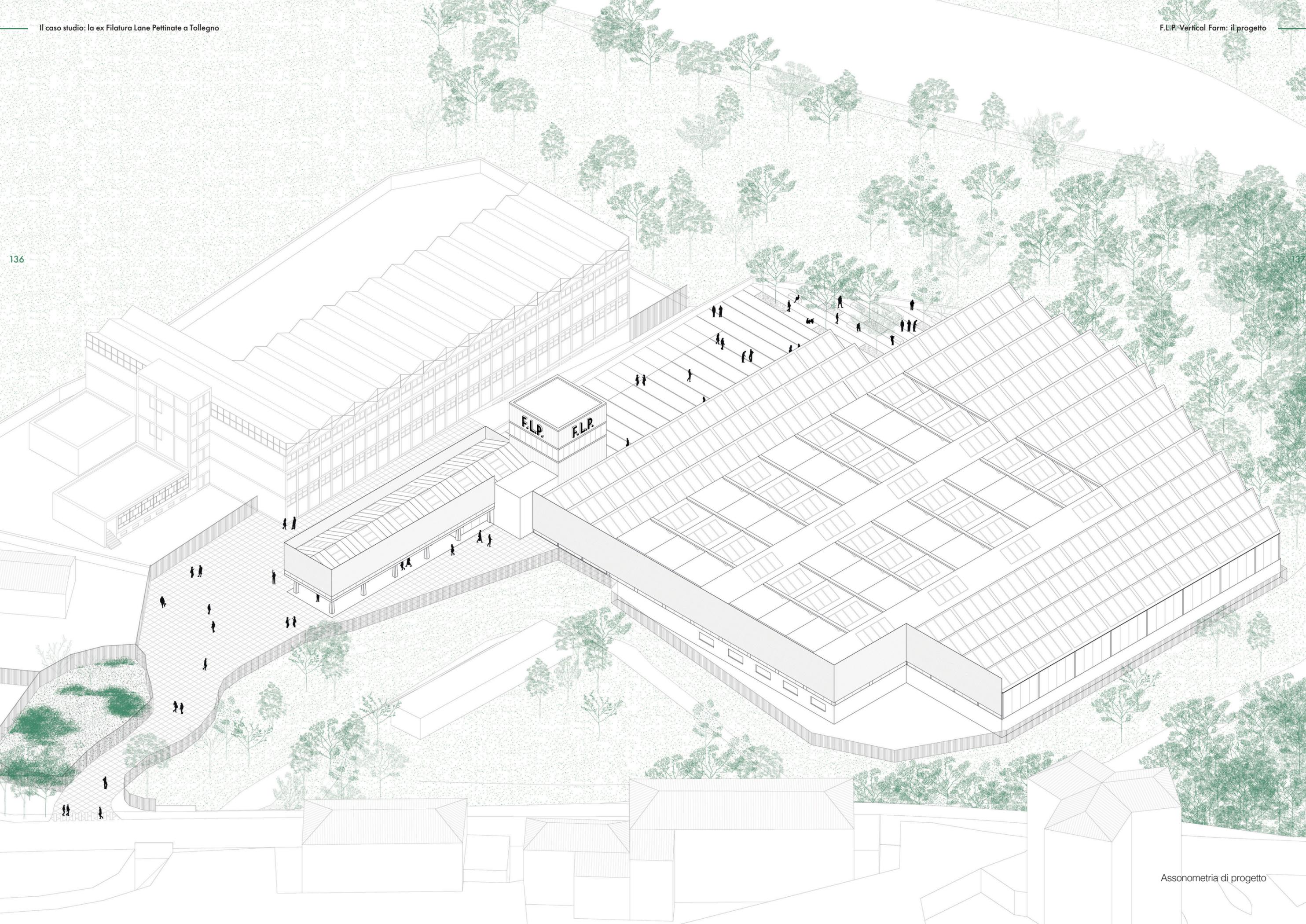
Piano primo

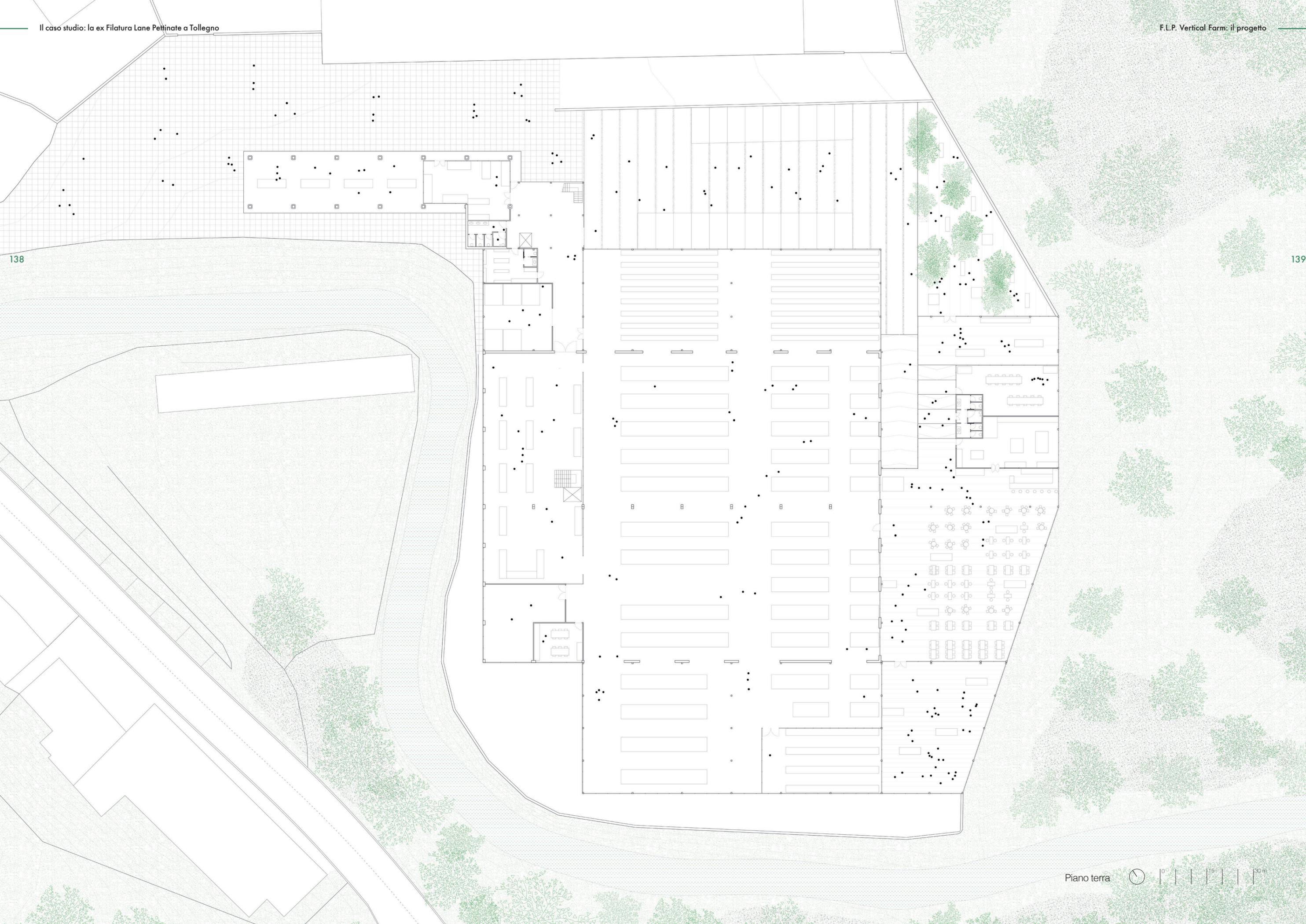


Piani torre

Piani superiori





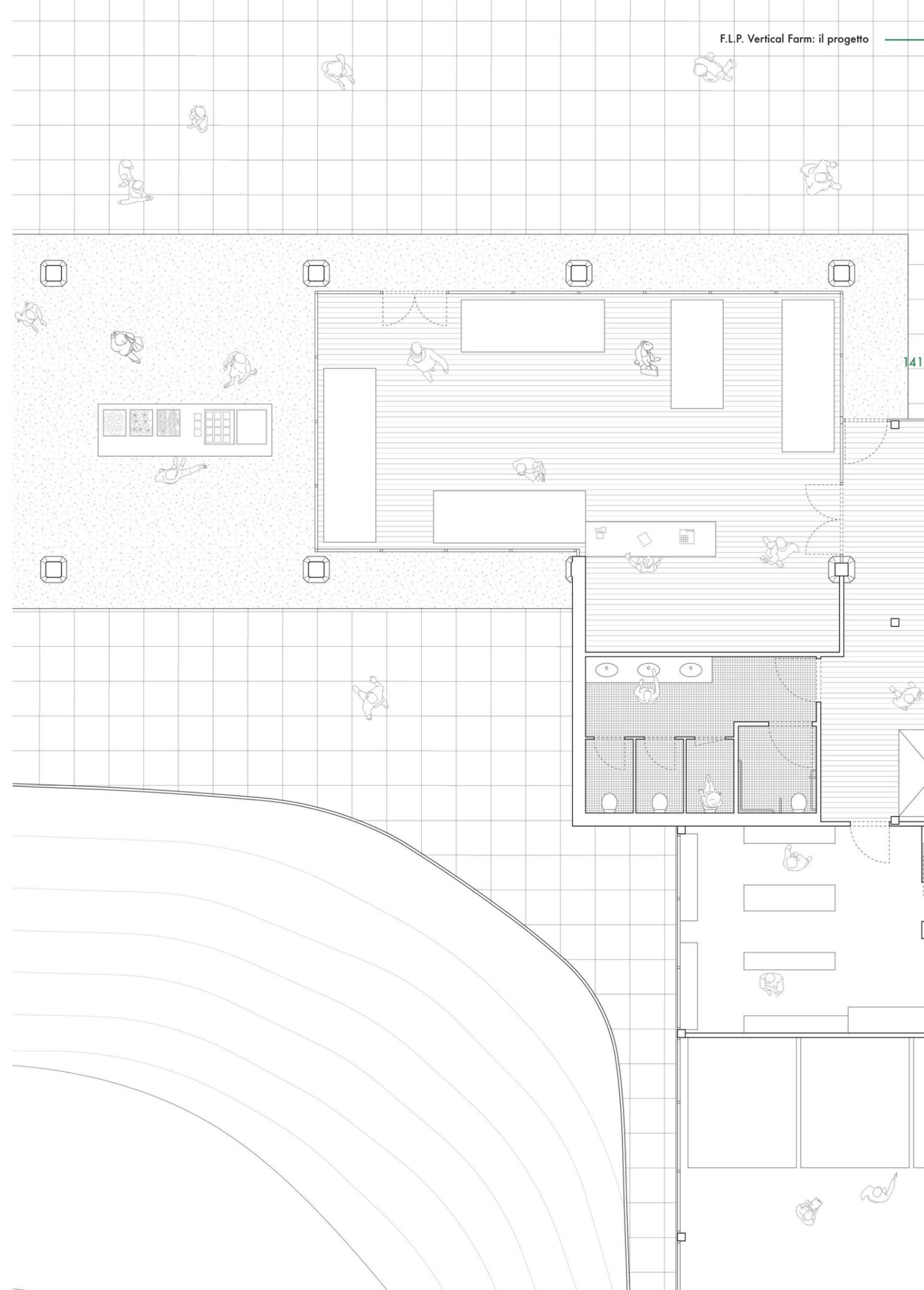


138

139

140 Dettaglio piano terra: spazio vendita - mercato

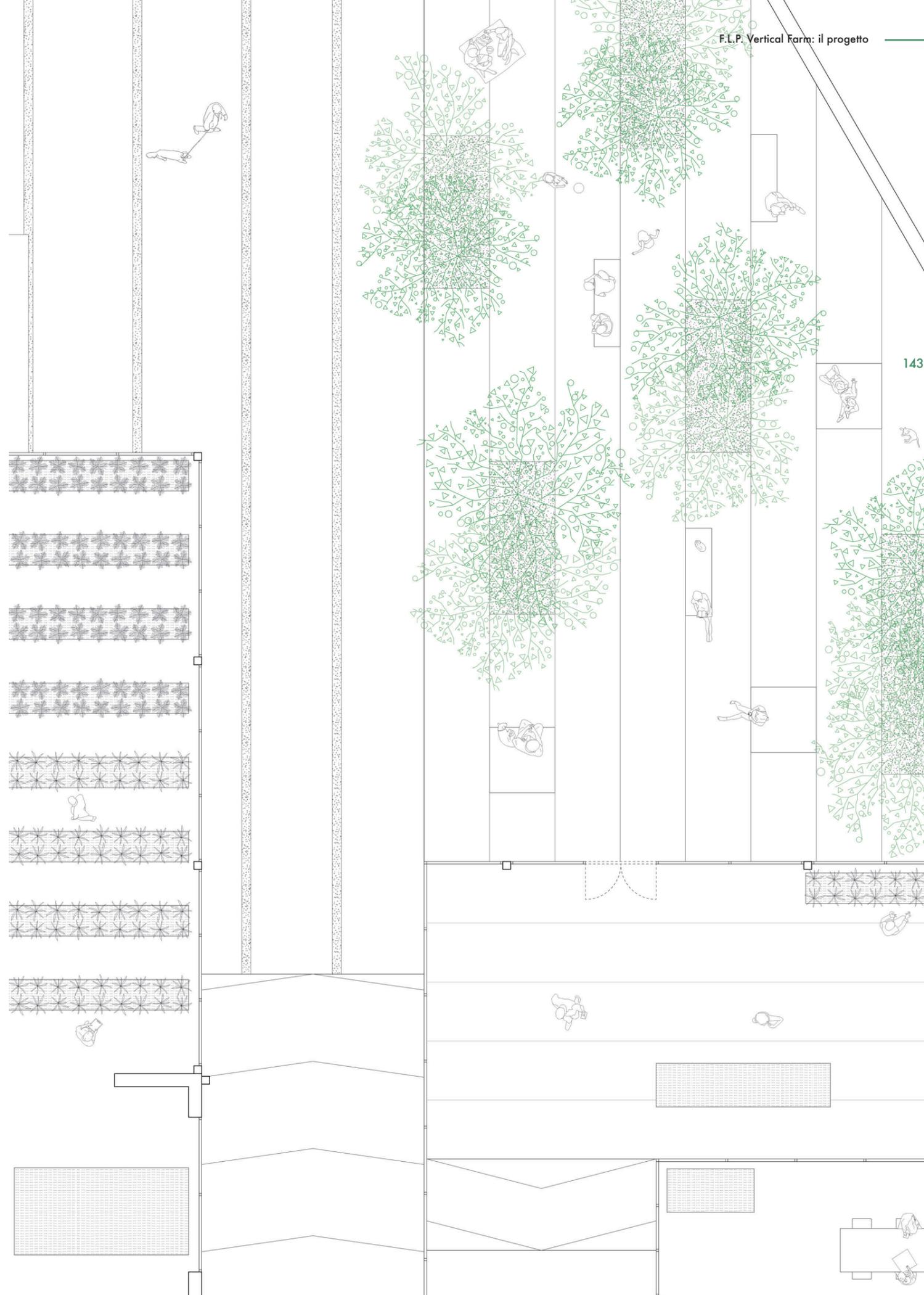
Nel porticato sotto agli uffici troviamo due zone distinte dedicate alla vendita: una parte delimitata da pareti vetrate dove vengono venduti i prodotti freschi della vertical farm; all'aperto si trova invece uno spazio dedicato al mercato, dove produttori locali possono esporre la propria merce.



142 Dettaglio piano terra: spazio pubblico - ingresso

Lo spazio pubblico è disegnato dal prolungamento dell'edificio verso l'esterno, che va a creare una zona di incontro accogliente, con comode sedute che permettono di riposarsi ammirando il paesaggio naturale circostante. La presenza di alberi, che interrompono la linearità della pavimentazione, crea una barriera naturale che separa ulteriormente dalla città e suscita interesse nel visitatore, il quale viene visivamente richiamato verso quella zona che porta all'ingresso nell'edificio.

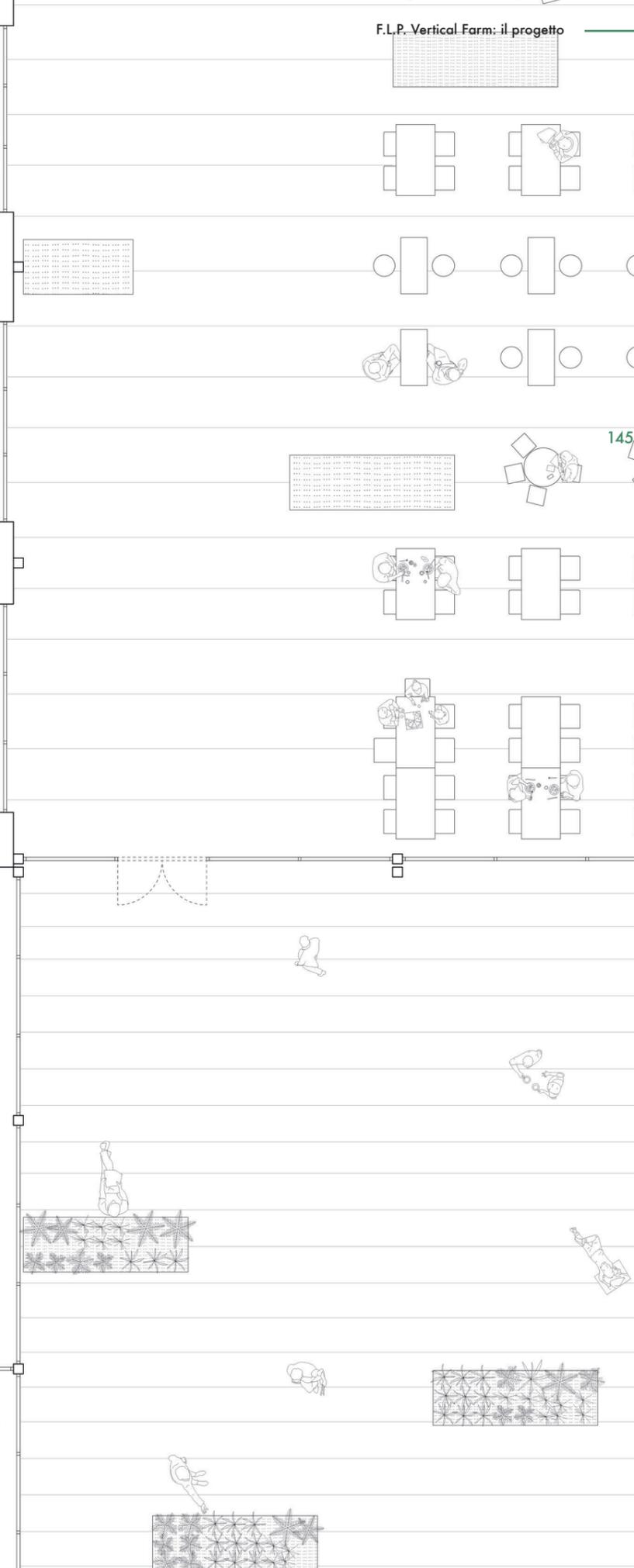
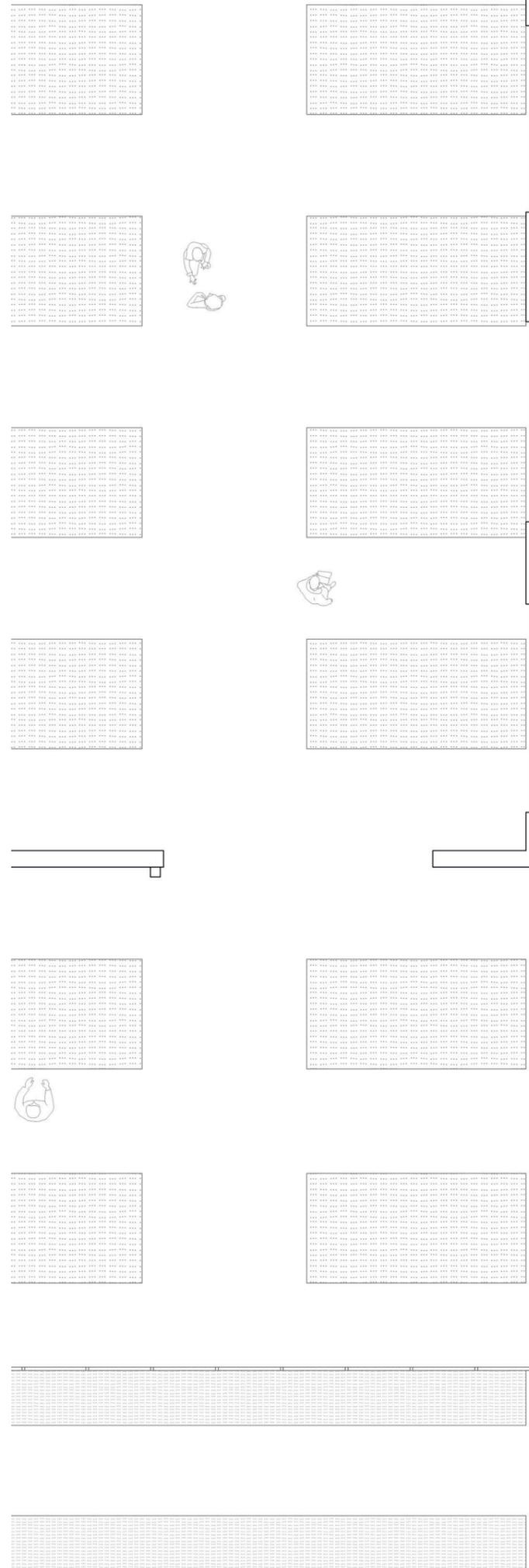
Una volta all'interno, si viene accolti da uno spazio espositivo nel quale sono presenti i vari elementi utilizzati per la coltivazione all'interno della vertical farm.



Piano terra

Scala 1:100



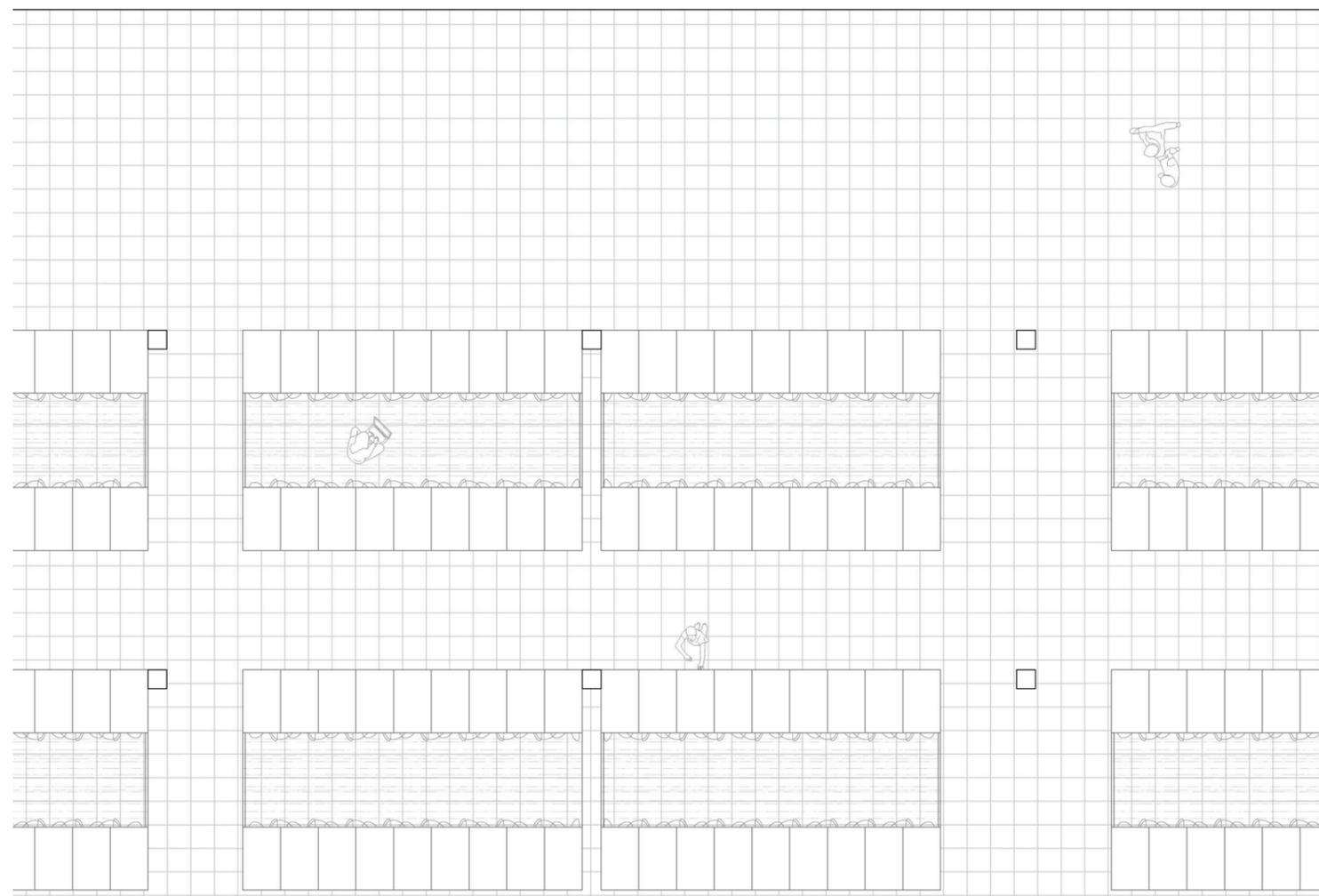
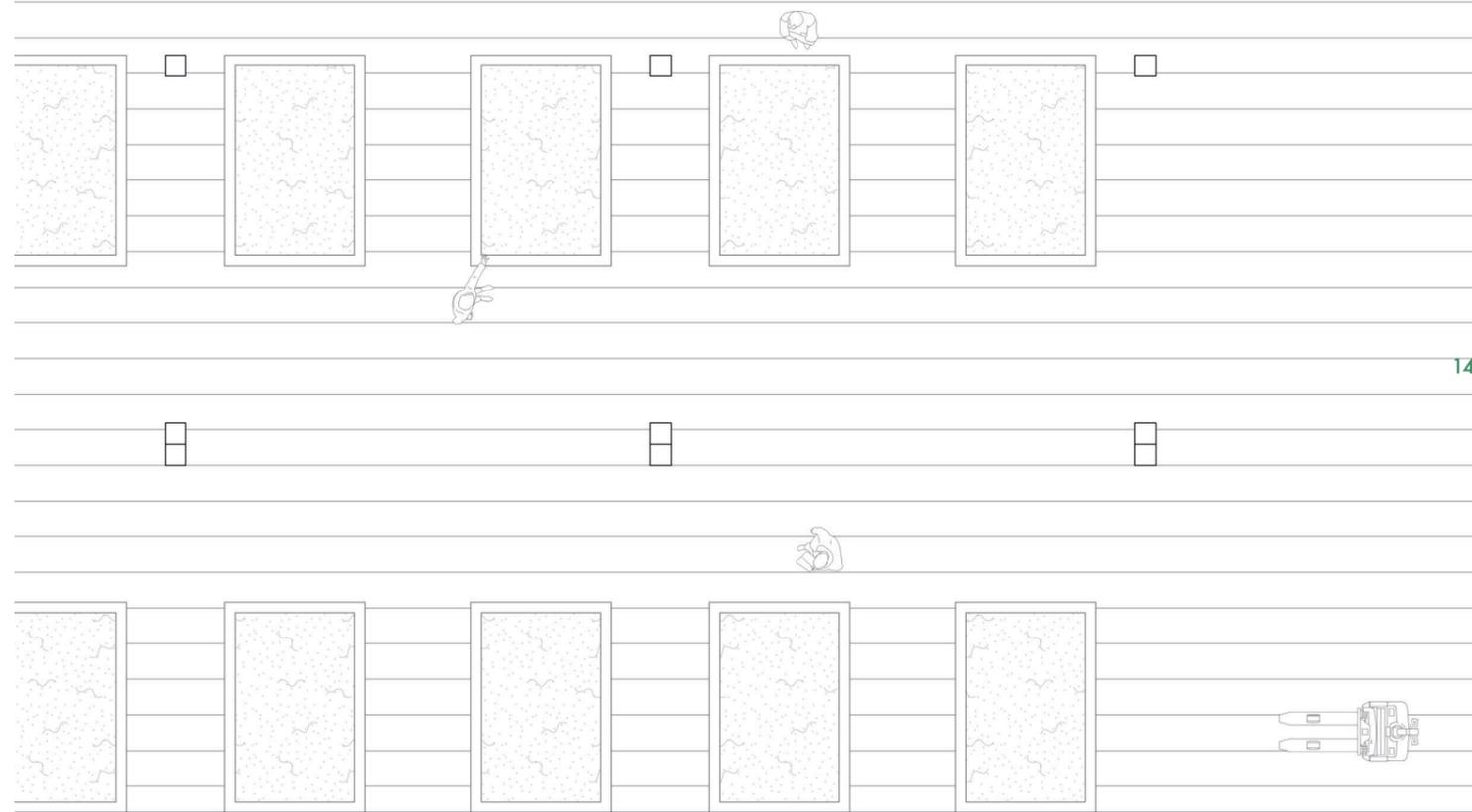


144 *Dettaglio piano terra: produzione - ristorante - giardino d'inverno*

*Le grandi finestre ricavate dal muro dell'edificio originale, permettono una diretta relazione visiva tra la zona di produzione e l'area pubblica, generando spazi dalle caratteristiche uniche.*

*I moduli di produzione sparsi nella zona del ristorante, oltre ad interrompere la linearità degli spazi, mostrano al cliente la provenienza degli ingredienti utilizzati per la preparazione dei piatti.*

*Il giardino d'inverno, che funziona anche da terrazza nei mesi estivi, funziona come spazio di ritrovo e i moduli di produzione possono essere utilizzati come decorativi oppure da chi vuole cimentarsi nella coltivazione con una metodologia innovativa.*



146 Dettaglio piano seminterrato: itticultura - datacenter

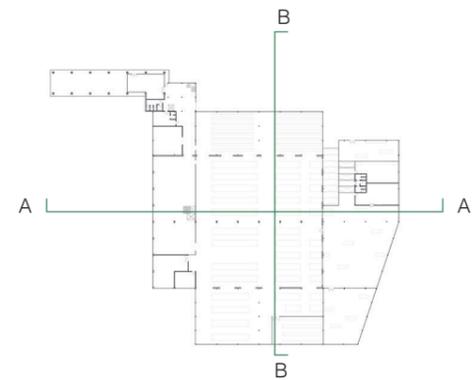
Il piano seminterrato accoglie gli spazi dedicati all'itticoltura e al datacenter, con gli uffici di quest'ultimo ed i rispettivi locali tecnici. Queste due funzioni, quasi opposte tra di loro, sono accomunate da un unico elemento: l'acqua. Questa, infatti, è l'elemento fondamentale per la coltivazione dei pesci e viene anche utilizzata per raffreddare i server di calcolo e di memoria.



Sezione A



Sezione B











“Retrofitting is the replacement of building components with new components that were not available at the time of the original construction”<sup>51</sup>

– Ashworth, 1997

51. W. Liliane, *Adaptive REUSE. Extending the Lives of Buildings*, Birkhäuser, Basel, 2017, p. 27

## Conclusioni

Questa tesi si è posta come obiettivo lo studio di metodi alternativi per l'agricoltura e il loro adattamento all'interno di un edificio industriale dismesso, al fine di dare ad esso una seconda vita, lontana dalla classica funzione museale come spesso avviene.

Abbiamo visto come la coltura acquaponica offre la possibilità di avere ortaggi di alta qualità e pesci sani, in maniera più sostenibile rispetto alle tecniche tradizionali. Questo sistema di coltivazione, come l'idroponico e l'aerponico, è modulare, regolabile e può essere creato all'interno di quasi tutti gli edifici, generando un modello replicabile ed utilizzabile per la rifunzionalizzazione degli edifici industriali dismessi all'interno delle città.

Il progetto, inoltre, punta a riportare in vita un angolo trascurato del paese e che, richiamando a sé i visitatori, può diventare uno spazio frequentato da persone di tutte le età. Così come accade a Tollegno, anche in molte altre zone del territorio biellese è presente questo tipo di situazione, una ricerca ed un investimento generale nel recupero delle aree industriali abbandonate potrebbe portare alla creazione di diversi spazi di qualità.

La visione futura per il recupero e lo sviluppo turistico-educativo della zona è quella di creare un percorso, fisico o ideale, tra i diversi edifici con un passato industriale, che condividono il collegamento naturale del torrente Cervo. L'idea è di risalire il corso idrografico, partendo dagli ex lanifici Sella e Trombetta, che si trovano più a valle, fino ad arrivare all'ex Cotonificio Poma, situato a Miagliano. I primi due, già oggetto di rifunzionalizzazione, offrono il punto di partenza ideale per questo percorso: il primo, è riutilizzato, oltre che come archivio storico, anche come piattaforma di innovazione, generando spazi di co-working

destinati ad imprese e start-up; il secondo è diventato sede della Fondazione Pistoletto, polo di produzione artistica e di mostra dell'arte, che punta ad ispirare un cambiamento attraverso idee e progetti creativi.

L'insediamento in edifici appartenenti al passato, di soluzioni che ricercano uno sviluppo tecnologico e sostenibile dal punto di vista ambientale, vuole suscitare l'interesse dei visitatori attraverso il rapporto opposto che si crea tra contenuto e contenitore.

L'obiettivo è quello di far conoscere al pubblico metodologie di produzione, creazione e lavoro innovative, che puntano al futuro, attraverso la creazione di spazi socio-educativi, promuovendo il recupero di vuoti urbani non sfruttati.



Lanificio Maurizio Sella



Lanificio Trombetta



Filatura Lane Pettinate



Carbonizzatura Italiana



Filatura Agostinetti e Ferrua



Cottonificio Poma



Cottonificio Poma

Filatura Agostinetti e Ferrua

Carbonizzatura Italiana  
Filatura Lane Pettinate

Lanificio Trombetta

Lanificio Sella

# bibliografia

## Prima parte

Benke K., Tomkins B., *Future food-production systems: Vertical farming and controlled-environment agriculture*, in *Sustainability: Science, Practice, and Policy*, vol. 13, n. 1, 2017, pp. 13–26.

Castiglioni C., Rocca T., *Vertical (and urban) farming. Nuove opportunità professionali*, Ordine degli architetti di Torino, Torino, 2017.

Coyle B.D., Ellison B., *Will Consumers Find Vertically Farmed Produce “Out of Reach”?*, in “Choices”, vol. 32, n.1, 2017.

Despommier D., *The rise of vertical farms*, *Scientific American*, vol. 301, n. 5, 2009, pp. 80–87.

Despommier D., *The vertical farm: Feeding the World in the 21st century*, St Martin's Press, New York, 2020.

Dogliani M., *Feeding the city. A food hub for Lisbon: proposal of industrial reuse*, Politecnico di Torino, Torino, 2018.

Graber A., Junge R., *Aquaponic Systems: Nutrient recycling from fish wastewater by vegetable production*, *Desalination*, vol. 246, 2009, pp. 147–156.

Halgamuge M.N., Bojovschi A., Fisher P.M.J., Le T.C., Adeloju S., Murphy S., *Internet of Things and autonomous control for vertical cultivation walls towards smart food growing: A review*, *Urban Forestry and Urban Greening*, Elsevier GmbH, 2021.

Istituto Nazionale Documentazione Innovazione Ricerca Innovativa (INDIRE), *Cosa è una serra idroponica*, Firenze, 2017.

Kalantari F., Tahir O.M., Joni R.A., Fatemi E., *Opportunities and challenges in sustainability of vertical farming: A review*, *Journal of Landscape Ecology*, vol 11, n. 1, 2018, pp. 5-30.

Koc J.A., Bolderdijk J.W., *Disgusting? No, just deviating from internalized norms. Understanding consumer skepticism toward sustainable food alternatives*, *Journal of Environmental Psychology*, 2021, pp. 1-10.

Maucieri C., Nicoletto C., van Os E., Anseeuw D., van Havermaet R., Junge R., *Hydroponic Technologies*, in *Aquaponics Food Production Systems*, Springer International Publishing, 2019, pp. 77–110.

Möller Voss P., *Vertical farming: An agricultural revolution on the rise*, Höögskolan Halmstad, Halmstad, 2013.

Morabito V., *Ecologia, paesaggio e agricoltura urbana. Un involucro innovativo per serre verticali*, in “TECHNE”, vol. 22, 2021, pp. 149–158.

# sitografia

Peretti M.C., *Vertical Farm: una nuova funzione per il recupero delle aree urbane dismesse*, in "Iconemi. Alla scoperta dei paesaggi bergamaschi", 2014, pp. 19-24.

Stein E.W., *The Transformative Environmental Effects Large-Scale Indoor Farming May Have On Air, Water, and Soil*, Air, Soil and Water Research, SAGE Publications Ltd, 2021.

Somerville C., Cohen M., Pantanella E., Stankus A., Lovatelli A., *Small-scale aquaponic food production. Integrated fish and plant farming*, FAO Fisheries and Aquaculture Technical Paper, vol. 589, Roma, 2014.

## Seconda parte

Alberti F., *Sciascia S., Le politiche di marchio per i distretti industriali: i casi di Como e Biella*, in "Liuc Papers", n. 147, Serie Piccola e Media Impresa 11, 2004.

Cerruti But M., *Oltre la crisi. Biella*, Politecnico di Torino, Torino, 2014.

Cova G., *Problematiche sociali nell'industrializzazione biellese. Il villaggio operaio della Filatura di Tollegno*, 1985.

Di Girolamo P., *La filatura della lana*, Associazione ex-allievi dell'Istituto Nazionale di Setificio, Como, 2018

Liliane W., *Adaptive REUSE. Extending the Lives of Buildings*, Birkhäuser, Basel, 2017.

Presa D., *Il biellese e l'arte della lana. Fattori competitivi e logiche del successo*, in "Studi e ricerche sull'industria biellese", Centro studi biellesi, Biella, vol. 2, 2008, pp. 189–205.

Pulice A., *Il problema del risparmio energetico nei datacenter*, Università di Bologna, Bologna, 2010.

Ramella F., *Terra e telai – Sistemi di parentela e manifattura nel Biellese dell'Ottocento*, Einaudi, Torino, 1983.

Robiglio M., *RE-USA: 20 American Stories of Adaptive reuse*, Jovis Verlag GmbH, Berlin, 2017.

Rosso I., *Le strade della lana. Il distretto tessile biellese tra crisi e opportunità di sviluppo*, Politecnico di Torino, Torino, 2021.

Scanzio Bais M., *"Dai acqua!" Storia dei pionieri dell'industria laniera nel Biellese*, Unione Biellese, Biella, 1960.

Spola L., I. Tricarico, *Progetto per il recupero funzionale di un antico lanificio nel territorio biellese: "La Fabbrica della Ruota"*, Politecnico di Torino, Torino, 2020

Triscioglio M., *I paesaggi dell'industria*, in "Studi e ricerche sull'industria biellese", Centro studi biellese, Biella, vol. 2, 2008, pp. 299–309.

Vachino G., *Quale futuro per il patrimonio industriale?*, in "Studi e ricerche sull'industria biellese", Centro studi biellese, Biella, vol. 3, 2012, pp. 253–269.

Yildiz H.Y., Robaina L., Pirhonen J., Mente E., Domínguez, D., Parisi, G., *Fish welfare in aquaponic systems: Its relation to water quality with an emphasis on feed and faeces-A review*, Water, vol. 9, n. 13, 2017.

<https://www.thebalancesmb.com/what-you-should-know-about-vertical-farming-4144786>

<https://www.ft.com/content/0e3aafca-2170-4552-9ade-68177784446e>

[http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk\\_news/england/devon/8282288.stm](http://news.bbc.co.uk/2/hi/uk_news/england/devon/8282288.stm)

[https://www.senato.it/application/xmanager/projects/leg18/attachments/documento\\_evento\\_procedura\\_commissione/files/000/210/201/PLANET\\_FARMS\\_audizione\\_21\\_ottobre.pdf](https://www.senato.it/application/xmanager/projects/leg18/attachments/documento_evento_procedura_commissione/files/000/210/201/PLANET_FARMS_audizione_21_ottobre.pdf)

## Elementi spaziali di coltura

<https://www.alescalife.com/our-tools/>

<https://www.farmshelf.com>

<https://www.freightfarms.com>

<https://www.lyinegroup.com/vertical-hydroponic-tower/>

<https://www.overgrower.ru/en/cityfarmer/>

<https://www.plantagon.com>

<http://www.cittadellarte.it/il-progetto>

<https://www.fondazionebella.org/lanificio-maurizio-sella/>

<https://www.archivitessili.biella.it/eventi-e-bibliografia/768-filatura-di-tollegno-architettura/>

<https://www.archivitessili.biella.it/eventi-e-bibliografia/799-villaggio-filatura/>

<https://www.zerounoweb.it/techtarget/searchdatacenter/data-center-definizione-si-dice-anche-da-ta-centre-datacenter-o-datacentre/>

# crediti

- p. 16 a. Pasona H.Q. @Luca Viginelli  
b. <https://www.mobili.it/fai-da-te/casa-fai-da-te/giardino-verticale-fai-da-te.asp>  
c. Superortopiù @Lorenza Daverio
- p. 19 a. C. Castiglioni, T. Rocca, *Vertical (and urban) farming. Nuove opportunità professionali*, Ordine degli architetti di Torino, 2017, p. 19  
b. C. Castiglioni, T. Rocca, *Vertical (and urban) farming. Nuove opportunità professionali*, Ordine degli architetti di Torino, 2017, p. 20  
c. C. Castiglioni, T. Rocca, *Vertical (and urban) farming. Nuove opportunità professionali*, Ordine degli architetti di Torino, 2017, p. 23
- p. 24 a. <https://www.verticalroots.com>  
b. <https://www.freshcutnews.it/2020/01/24/vertical-farm-padova-capitale-innovativa-delle-coltivazioni-indoor/>  
c. <https://www.selfgarden.it/news/nuove-geometrie-dellagricoltura-le-fattorie-verticali/>
- p. 26 <http://aquaponicmanual.blogspot.com/2019/03/hydroponic-aquaponic-indoor-grow-system.html>
- p. 27 a. <https://www.sferaagricola.it>  
b. <https://www.freightfarms.com>  
c. <https://www.aescalife.com>
- pp.42 - 43 AeroFarms @AeroFarms
- p. 46 GrowUp Box @GrowUp Farms
- p. 47 a. GrowUp Box @Mandy Zammit for GrowUp Urban Farms  
b. GrowUp Box @Nicky Spear (semble.org)
- pp. 50 - 51 Lufa Farms @Lufa Farms
- p. 54 Plant Farms @Fruitbook Magazine  
Plant Farms @Planet Farms
- p. 55 a. Plant Farms @Fruitbook Magazine  
b. Plant Farms @Planet Farms
- p. 58 a. PlantLab @PlantLab  
b. PlantLab @Remko de Waal
- p. 59 PlantLab @PlantLab
- pp. 62 - 63 Spread @Spread
- pp. 66 - 67 SkyGreens @SkyGreens
- pp. 70 - 71 The Plant @Plant Chicago
- pp. 74 - 75 Vertical Harvest @Vertical Harvest
- p. 85 a. Reparto per la smista delle lane della Filatura di Tollegno @ Fondazione Sella onlus, Biella | Studio Rossetti  
b. Lanificio Maurizio Sella @Vittorio Sella, gigantografia

Alla mia famiglia, che mi ha dato l'opportunità di affrontare questo percorso, offrendomi sempre l'appoggio ed il conforto necessario.

A Vanessa, che mi ha accompagnato in questi anni, con la quale ho condiviso i momenti felici e che mi ha supportato in quelli più difficili, credendo in me in ogni istante.

Agli amici di Torino, compagni di avventura e di notti insonni, che mi hanno aiutato ad andare avanti, insegnato molto ed incoraggiato a non mollare mai.

Agli amici di sempre, presenza costante da anni e valvola di sfogo nei periodi difficili.

Un ringraziamento al professore Giovanni Corbellini e all'architetto Gian Luca Bazzan, che mi hanno guidato durante la realizzazione di questo lavoro, suggerendomi nuovi spunti di riflessione e di investigazione.

