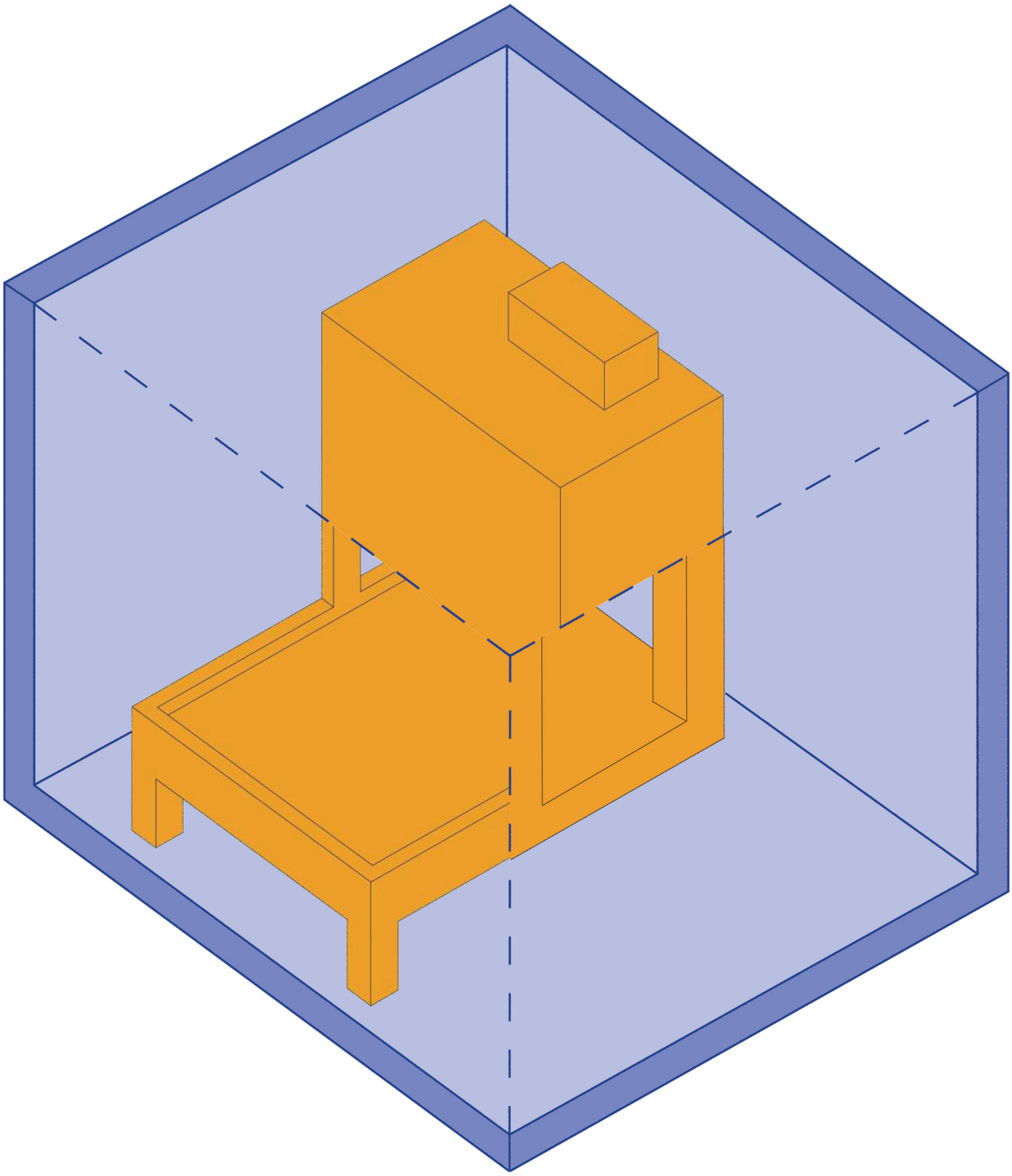


Architetture per la formazione:

Dai Maker space ai laboratori digitali per apprendimento learning by doing

Politecnico di Torino

Corso di Laurea Magistrale in “Architettura Costruzione Città”

A.A. 2021/2022

Architetture per la formazione:

Dai Maker space ai laboratori digitali per apprendimento learning by doing

Relatore:

Guido Callegari

Corelatore:

Paolo Simeone

Candidato:

Luca Battisti

I n d i c e

Abstract (italiano) 2

Abstract (inglese) 3

Introduzione 4

Maker space ed il fenomeno FabLab

1 8

1.1 I FabLabs ed il Fab Charter 10

1.1.1 Fab Academy 14

1.2 FabLab Barcelona, Barcellona 20

1.3 Fabrication Lab, Londra 28

1.4 OpenDot, Milano 34

1.5 Polifactory, Milano 42

Spazi per le esperienze learning by doing nel contesto universitario

2 50

2.1 Architectural Association School, Londra (GB) 56

2.1.1 Hooke Park Campus 60

2.1.2 Big Shed 63

2.2 ETH, Zurigo (CH) 68

2.2.1 Sequential Roof 72

2.3 EPFL, Losanna (CH) 80

2.3.1 Padiglione legno Vidy-Lousanne 85

2.4 Università di Stoccarda, Stoccarda (DE) 90

2.4.1 Buga Wood Pavillion 95

2.5 University of Technology di Delft, Delft (NL) 102

2.6 University of Northern British Columbia, Prince George (CA) 112

2.7 Aalto University, Espoo (FI) 118

2.8 Libera Università di Bolzano, Bolzano (IT) 128

2.8.1 NOI Techpark 132

2.9 Politecnico di Torino, Torino (IT) 136

2.10 Politecnico di Milano, Milano (IT) 142

2.11 Università politecnica delle Marche, Ancona (IT) 148

2.12 Università degli studi di Catania, Catania (IT) 152

2.13 Università degli studi di Firenze, Firenze (IT) 158

La realtà della formazione professionale

3 166

3.1 LegnoLab 4.0, Tolmezzo (IT) 168

3.2 Polo Legno Arredo ITS Messina Lentate sul Seveso (IT) 170

3.3 Ecole Supérieure Sciences e Technologies Bois, Nantes (FR) 174

Progetto Polo Led

4 178

4.1 Inquadramento e analisi dell'area di progetto 180

4.2 Il Lab e il metaprogetto 188

Bibliografia 202

Abstract

Italiano

L’innovazione del settore della fabbricazione ha introdotto il fattore digitale come elemento di controllo e gestione dei processi e della manifattura stessa. Questa evoluzione prende il nome di Industria 4.0 e si pone come una soluzione di continuità tra concept e oggetto fisico. Un cambiamento radicale che necessita nuove figure in grado di integrarlo e gestirlo nelle filiere industriali, un ruolo che possa supportare le aziende nell’avviare la transizione digitale. Nasce così la figura dell’Artigiano digitale 2.0, una nuova versione di questa professione caratterizzata dalla conoscenza di entrambe le realtà, tradizione e digitale.
L’analisi proposta dalla tesi inizia con la selezione e l’approfondimento dei laboratori come maker space e FabLab dove la struttura del laboratorio si pone a supporto della forma di apprendimento learning by doing, caratteristica di questi ambienti. Successivamente si sposta l’attenzione sul contesto universitario europeo e italiano dove molti enti, riconoscendo le potenzialità di questa tipologia di ambienti, hanno realizzato spazi per la sperimentazione e prototipazione modificando le linee guida per la composizione di un maker space adattandole al contesto e agli obiettivi formativi universitari.
L’obiettivo che l’elaborato si pone è quindi quello di analizzare tramite l’approfondimento di casi studio le dinamiche con cui questi ambienti per la fabbricazione digitale vengono realizzati sia a livello formale che a livello organizzativo per lo sviluppo di un progetto di laboratorio con le caratteristiche di flessibilità ed efficienza necessarie per il supporto alla formazione.
In questo contesto la dimensione del laboratorio, i diversi layout pensati per una attività formativa e progettuale in grado di integrare le diverse figure professionali e tecniche hanno al centro una nuova interpretazione della tecnologia quale supporto non solo per il fare ma anche per l’imparare a fare.
La tesi in oggetto individua nel progetto del Polo formativo per l’edilizia e design a Boves per l’associazione Scuole Tecniche San Carlo una per esplorare i modelli di laboratorio per la formazione con l’obiettivo di avviare le dinamiche di inserimento dell’innovazione tecnologica nella formazione professionale, creando una vetrina delle possibilità che le nuove tecnologie possono implicare e investendo su una generazione di professionisti che una volta inseriti nel settore industriale potrà apportare la transizione digitale dall’interno.

Abstract

Inglese

Innovation in the manufacturing sector has introduced the digital factor as an element of control and management of processes and of manufacturing itself. This evolution goes by the name of Industry 4.0 and stands as a solution of continuity between concept and physical object. A radical change that requires new figures capable of integrating and managing it in industrial supply chains, a role that can support companies in initiating the digital transition.
Thus the figure of the Digital Craftsman 2.0 is born, a new version of this profession characterized by knowledge of both realities, traditional and digital.
The analysis proposed by the thesis begins with the selection and in-depth analysis of workshops such as maker spaces and FabLabs where the structure of the laboratory stands to support the learning by doing form of learning characteristic of these environments.
It then shifts the focus to the European and Italian university context where many institutions, recognizing the potential of these types of environments, have created spaces for experimentation and prototyping by modifying the guidelines for the composition of a maker space by adapting them to the university context and educational objectives.
The objective of the paper is therefore to analyze through in-depth case studies the dynamics by which these digital fabrication environments are realized both at the formal and organizational levels for the development of a laboratory project with the characteristics of flexibility and efficiency necessary for training support.
In this context, the size of the laboratory, the different layouts designed for a training and design activity capable of integrating different professional and technical figures have at their core a new interpretation of technology as a support not only for making but also for learning to make.
This thesis identifies the Construction and Design Training Pole project in Boves for the San Carlo Technical Schools Association as one to explore laboratory models for training with the goal of initiating the dynamics of incorporating technological innovation into vocational training, creating a showcase of the possibilities that new technologies can imply and investing in a generation of professionals who once placed in the industrial sector will be able to bring the digital transition from within.

Introduzione

L’architettura si aggiorna tramite i suoi modi di rappresentazione e costruzione, in contemporanea con l’avanzamento tecnologico che rapidamente espande ciò che viene formalmente, spazialmente e materialmente considerato possibile. Alla generazione precedente di architetti durante la formazione veniva insegnata la geometria descrittiva come mezzo di visualizzazione tridimensionale, materia ampiamente ed a volte faticosamente insegnata tramite metodi teorici tradizionali

Ad oggi viene però soppiantata dal *Computer Aided Design* (CAD), il quale si arricchisce oltre alla semplice comunicazione visiva e diventa un mezzo generativo che ha portato con sé limitazioni e possibilità stimolando il pensiero tridimensionale sulla forma. Basti pensare alle superfici CAD-NURB, una forma di modellazione scultorea non manipolata esplicitamente dalla matematica, che sta venendo sempre più utilizzata nella progettazione per via della maggiore libertà di espressione delle forme che offre.

Ma affinché la si possa usare utilizzare appieno è necessaria una padronanza che proviene da un’interiorizzazione dello strumento nei processi cognitivi del progettista, processo che si attiva solo se integrato sin dalla formazione.

Contestualmente anche le tecnologie di fabbricazione si sono evolute per tenere il passo con le modalità di rappresentazione sviluppando il potenziale delle macchine a controllo numerico (CNC), ovvero utensili che lavorano principalmente in tre modalità: Addizione, sottrazione e formazione; definito *Computer Aided Manufacturing* (CAM).

Nonostante le potenzialità del processo di fabbricazione digitale si fondano sulla quantità di dati e informazioni, i quali vengono inseriti nella fase iniziale di design, la digitalizzazione viene spesso affrontata nelle fasi finali del progetto, sacrificando le potenzialità che il metodo *file-to-factory* comporta per superare il limite della standardizzazione che la prefabbricazione impone. Questa accezione più oggettiva e scientifica non è un limite al processo creativo in favore di uno più asettico ma impone al progettista di cambiare il suo ruolo di creatore di forme a regolatore di un processo generativo complesso dove la creatività non è l’unico fattore agente sul risultato finale, in cambio però di una connessione diretta tra disegnato e realizzato non ottenibile tramite i metodi tradizionali.

Un approccio che si presenta come soluzione di continuità tra disegno e oggetto fisico, in cui i dati grafici estratti vengono tradotti in un linguaggio comprensibile dai macchinari CNC, un linguaggio sotto forma di codice, che, abbinato ad una conoscenza delle possibilità e dei punti di forza del macchinario diventano essenziali per la formazione di un professionista.

In molte occasioni questa interazione è mediata tramite software appositi, talvolta anche specializzati, i quali però non esentano il progettista dal conoscere le possibilità di lavorazione offerte dai macchinari e più in generale della filiera, così da poter regolare il grado di complessità tecnologico delle soluzioni. L’odierna vasta gamma di macchinari sviluppatesi con l’innovazione fa si che questo tipo di conoscenza sia molto difficile da ottenere a ancora di più da mantenere aggiornato, ed è da qui che nasce la necessità di un tecnico che possa essere inserito nell’ecosistema di progetto con l’obiettivo di affiancare e gestire la fase di materializzazione dell’oggetto. Si parla di un a figura formata appositamente per operare o fornire consulenza nell’ambito dell’integrazione di tecnologie innovative nelle filiere industriali sia in parallelo, per un aumento delle funzionalità , che a sostituzione di segmenti, per un miglioramento delle prestazioni o dell’efficienza. Nasce da quest’ottica di innovazione una forte richiesta da parte delle aziende di artigiani 2.0, ovvero personale preparato su queste nuove tematiche, che così come per l’architetto, necessita di esservi introdotto sin dalla prima formazione, sia per un discorso di profondità delle conoscenze che di tempistiche di preparazione.

Trattandosi di una materia estremamente pratica nasce l’esigenza di luoghi a supporto delle nozioni che vengono impartite, ambienti pensati appositamente per lo svolgersi di queste formazione incentrata sul *learning by doing*, dotati di spazi flessibili e di strumentazione avanzata per permettere ai futuri professionisti di iniziare ad interfacciarsi con questa realtà.

Nel contesto accademico professionale nazionale sono stati avviati diversi corsi professionalizzanti per figure legate all’innovazione di questo settore come tecnici o operatori, alcuni casi isolati anche all’interno di enti univeritari. Un processo formativo che però non è in grado di tenere il passo con la domanda in costante aumento di personale altamente formato su tecnologie innovative economicamente difficili da reperire.

L’elemento comune a tutti i corsi è l’importanza dell’esperienza pratica all’interno del piano formativo come principale forma di apprendimento, il quale porta in primo piano l’attenzione posta nello spazio adibito come laboratorio traformandolo da uno spazio di supporto all’area principale di svolgimento delle attività didattiche.

Questa diversa concezione del laboratorio porta con sé la responsabilità di realizzare uno spazio flessibile in grado di riprodurre le dinamiche di una filiera industriale ospitando e organizzando tecnologie che spaziano dalla tipologia a controllo numerico, utilizzate per interventi minori e puntuali, a quelle pesanti, per lavorazioni più vicine alla serializzazione di grandi elementi. Questa tipologia di laboratorio digitale gestita dal learning by doing è già esistente ma focalizzata su obiettivi differenti, si tratta di ambienti che grazie alla normalizzazione del livello tecnologico dato dal continuo ciclo di innovazione sono dotati di strumenti *desktop* per la prototipazione rapida e fabbricazione digitale che prendono il nome di *maker space*.

Sono la materializzazione di una cultura caratterizzata da elementi di creatività e sperimentazione basati sull'apprendimento tramite la pratica, che affonda le radici nel movimento *hacker* sviluppatosi alla fine degli anni Ottanta da cui ha ripreso i concetti di distribuzione open source ed i modelli di produzione, subendo influssi anche dalla cultura DIY, considerabile come un fenomeno sociale che implica attività di creazione, modifica o riparazione di manufatti senza assistenza professionale o esperta già presente dalla metà del secolo scorso.
Le potenzialità di un modello formativo basato sul *tinkering* accorpato alle modalità di un percorso educativo professionale ha generato interesse a livello globale da parte di enti formativi con la conseguente dotazione da parte di questi di laboratori ispirati al modello *maker* ma adattati agli obiettivi formativi dei diversi enti.
L'elaborato di tesi si basa sull'analisi di casi studio per approfondire le conoscenze necessarie per generare un'ipotesi di layout per un laboratorio di formazione per l'artigianato 2.0 per il progetto del Polo formativo LED che prende luogo a Boves, in provincia di Cuneo.
La ricerca parte con lo studio della la storia e la cultura dei maker space, presi in considerazione come esempi ideali di formazione tramite *learning by doing*, e di relativi casi studio nazionali ed europei.
La fase successiva si focalizza sulle varianti di questi spazi che si sono generate a seguito dei tentativi delle università di ricreare spazi simili ma adattati alle necessità di questi enti. La serie di casi studio riportati presenta casi sia nazionali che internazionali così da garantire un'ampia gamma di esperienze provenienti da contesti con culture differenti.
Per omogeneizzare e rendere comparabili i casi studio è stato realizzato uno schema riassuntivo delle dinamiche repuate centrali per l'analisi operata. Queste cadono sotto i macrogruppi di: i requisiti di accesso, ad indicare l'inclusività dello spazio, la conformazione spaziale, che racchiude sia la quantità che la qualità degli spazi adibiti a laboratorio, la dotazione tecnologica, intesa come quantità e grado di innovazione delle tecnologie presenti, infine il focus, che riassume gli obiettivi e le volontà di questi ambienti. All'interno dello schema è presente anche un diagramma delle priorità che tenta di contestualizzare le variazioni dei valori tra i diversi casi studio per una comparazione più oggettiva.

MAKER SPACE ED IL FENOMENO FABLAB

“I maker space sono spazi fisici in cui le persone imparano ad usare strumenti, sperimentano le caratteristiche di materiali e applicazioni, intraprendono percorsi di progettazione, si misurano in attività manuali e partecipano a comunità, per dare luogo a soluzioni innovative e dare spazio alla propria creatività, realizzando artefatti unici in qualità di novelli artigiani.”[1]

L. Menichetti, S. Micheletta

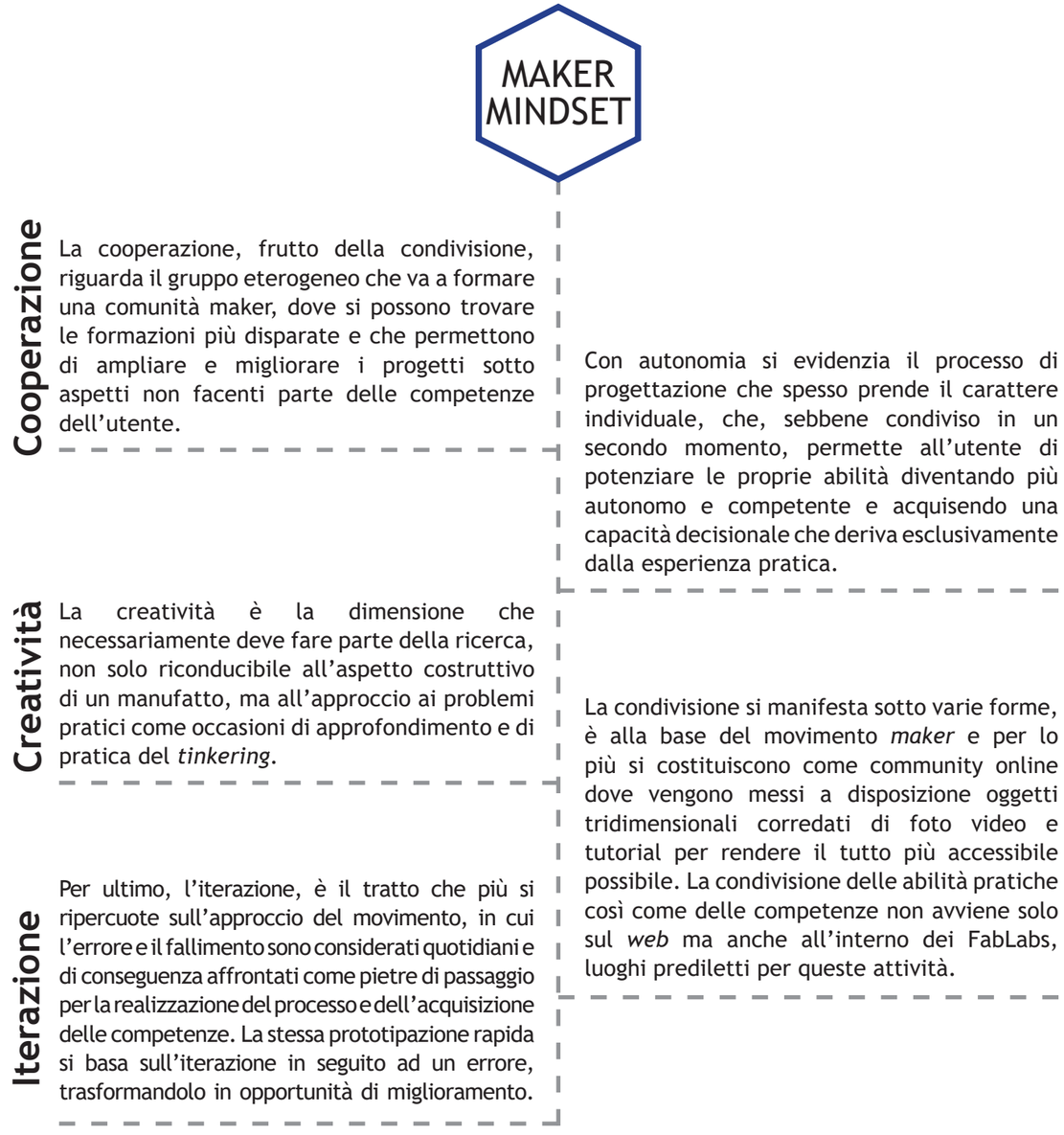
1.Maker space, ed il fenomeno FabLab

Lo sviluppo di nuove tecnologie nel campo della fabbricazione e della ricerca di materiali innovativi impone ai professionisti di modificare le loro metodologie grazie allo studio e comprensione di nuove possibilità offerte da strategie di design incentrate sul processo piuttosto che sul manufatto. Tale innovazione punta a organizzare un flusso di lavoro integrativo in grado di collegare in modo trasversale tutti gli stadi della progettazione attraverso il design auto-organizzativo ed il co-design.
Molte di queste abilità organizzative e comunicative mancano o sono scarsamente affrontate nella maggior parte dei corsi di studio tesi a formare i futuri professionisti, competenze che invece si trovano alla base della cultura *Maker*.
La dimensione sociale di questi gruppi infatti prende la forma di un a rete di comunità in comunicazione tra loro tramite un processo di democratizzazione delle conoscenze, che tramite l'accesso a tecnologie *open* vengono utilizzate per realizzare prodotti con l'intenzione di attivare e supportare comportamenti prosociali e di sensibilizzare sul tema del consumo consapevole.
Il titolo di *maker* viene comunemente inteso come artigiano digitale, anche se la traduzione più corretta è colui che progetta e realizza un progetto grazie al supporto delle tecnologie avanzate, per riassumere in breve le attività svolte dai *makers* viene usato il verbo inglese *To Hack*, che però assume due significati principali di cui uno positivo, ovvero incidere, farcela, riuscire, ed uno negativo ovvero, colpire, spaccare, fare a pezzi. La filosofia *maker* è un'unione delle due cose, la frase "*we could hack the world around us*"[1], motto dei *makers*, fa riferimento all'intento che si trova alla base di tutte le iniziative per rompere i processi che caratterizzano la quotidianità per sostituirli con una nuova versione più sostenibile ed efficace.
È corretto chiamarla una filosofia produttiva che non si risolve con la sola realizzazione di oggetti tramite strumenti tecnologici ma implica uno studio preliminare che punta a produrre beni di consumo, sfruttando macchinari complessi che richiedono esperienza resi accessibili dal continuo sviluppo dell'innovazione. Se si volesse scomporre il *maker mindset* si potrebbero estrarre 5 dimensioni differenti: autonomia, condivisione, cooperazione, creatività, iterazione.
Molte sfumature del movimento *Maker* sono inerenti alla formazione e allo scambio di conoscenze, tutte basate sul principio di *learning by doing*, costituendo una metodologia di apprendimento nuova e specifica per l'approccio alle tecnologie di fabbricazione digitale, ma per avviare quello che nell'articolo di Jonathan Cohen viene definita *makification*[2], ovvero l'integrazione delle modalità di apprendimento *learning by doing* nel sistema di formazione teorico tradizionale, è necessario inserire le tecnologie all'interno di classi e progetti curricolari in una versione ponderata e adattata all'ambito delle attività didattiche in corso.

[1] L. Menichetti, S. Micheletta; *Form@re - Open Journal per la formazione in rete, Makerspaces, flexible and inclusive learning environments. A scoping review*, 2021, pg, 78-92

[2] J.Cohen, W.M.Jones S.Smith, B.Calandra; *Journal of Educational Multimedia and Hypermedia;* Makification: Towards a Framework for Leveraging the Maker Movement in Formal Education, 2017, pg. 217-219
https://www.learntechlib.org/p/174191/.

Un processo molto difficile data la rigidità delle modalità dell'educazione formale che rischia di estrapolare esclusivamente il *making* senza il ragionamento e la mentalità che ci sono a monte, riducendosi ad un apprendimento strumento-centrico che non vede la tecnologia come mezzo ma come obiettivo perdendo in gran parte l'essenza della metodologia di apprendimento che ad oggi, dati i



risultati ottenuti dai *maker space,* ha attirato l'attentenzione di enti formativi da quelli universitari a quelli professionali.
I maker space presentano variabili che li diversificano, come la collocazione, le finalità e i prodotti realizzati o sul tipo di utenti che accoglie.
Ogni spazio contiene le sue unicità che lo caratterizzano sia nel tipo di comunità che nelle dotazioni rese disponibili, ma a prescindere da ciò tutti questi ambienti si pongono come motori dell'innovazione regionale, radicandosi nella realtà produttiva della zona geografica e interfacciandosi con gli enti locali pubblici e privati, con l'intento di creare una comunità attiva caratterizzata dal *phisical making*, la condivisione di idee e manufatti, l'iterazione di un approccio positivo al fallimento e dall'autonomia individuale.

1.1 I FabLabs ed il Fab Charter

Se si parla di maker space, la forma più diffusa a livello globale è il FabLab, spazio dove vengono messi a disposizione macchinari tecnologici per lo sviluppo di progetti personali, vere e proprie piattaforme di prototipazione di modelli fisici dove vengono stimolate la creatività tramite l'uso di tecnologie innovative.
La diffusione di questi laboratori inizia nel 2003 come progetto sperimentale di estensione del *Center for Bits and Atoms* (CBA) del MIT di Boston[3], il quale ad oggi si è sviluppato fino a diventare una rete globale collaborativa rappresentata da un manifesto che prende il nome di FabCharter.
Questo documento definisce il ruolo dei FabLabs ed il loro funzionamento, in particolare specifica come vengono trattati i progetti realizzati al loro interno e il tipo di rapporti che possono avvenire con aziende esterne.
L'inventario a cui si fa riferimento nel secondo punto della lista (Fig.1) è definito *"open Innovation"* (*open-software*, *-hardware*, *-design*, *-learning*), ovvero fornisce supporto didattico tramite seminari e una comunità di utenti iscritti con l'obiettivo di potenziare i progetti intrapresi, e le tecnologie necessarie per rendere possibile la realizzazione di oggetti sostenibili basati sulla comunità locale ed a basso costo.
La definizione che gli viene data è democratizzazione di tecnologie e tecnologie, in quanto si da la possibilità operare nel settore ingegneristico anche a utenti che partono da preparazioni differenti, come potrebbero essere quelle umanistiche, ed anche a chi ha abbandonato un percorso formativo ma cerca risorse per formarsi professionalmente ed inserirsi nel settore industriale.
Uno dei punti di forza di questi laboratori sta proprio nel riuscire a creare ponti tra le tecnologie avanzate dell'ingegneria e attori lontani da queste, di instaurare una relazione orizzontale tra studenti, professori, imprenditori o ricercatori dove ciò che conta non è lo status ma la competenza e l'obiettivo condiviso di apprendere e produrre.
L'attività di apprendimento è raramente teorico, la formaione viene prevalentemente svolta tramite l'osservazione di membri esperti o tramite una revisione del progetto dagli stessi durante le milestone di progetto.
Con l'avanzamento tecnologico il reperimento delle macchine necessarie per il funzionamento di un Lab è stato facilitato, rendendo la dotazione standard un requisito semplice da ottemperare, ciò che davvero eleva questi laboratori è la comunità che lo anima.
Una comunità attiva e variegata equivale ad un'ampia gamma di competenze che spaziano da quelle provenienti da un percorso accademico a quelle legate ad un approccio intelletuale alla tecnologia maturato tramite l'esperienza e la pratica.
Il Fab Charter affronta anche il futuro dei progetti prodotti specificando la possibilità di vendere i progetti, andando contro però le politiche della filosofia maker e il tema della condivisione in rete.

[3] https://www.media.mit.edu/

L'accessibilità ai progetti fa infatti parte della formazione, in quanto i progetti attivi costituiscono attività di risoluzione di problematiche rispetto al design e alla produzione, mentre i progetti conclusi diventano fonte di studio e ispirazione, parti di progetti più complessi o semplicemente la possibilità di implementarli da altri utenti.
Le informazioni condivise non si limitano ai progetti ma anche alle procedure che sono state applicate e macchinari, che in una diversa regione con un avanzamento tecnologico diametralmente opposto, potrebbe svilupparsi differentemente. n questo modo l'innovazione viene amplificata tramite la condivisione interna ed esterna di conoscenza, le idee vengono supportate tramite l'esperienza prodotta da progetti passati di altri maker incrementando la fattibilità del progetto corrente.

Fig.1 - Versione del Fab Charter presente sul sito del CBA http://fab.cba.mit.edu/about/charter/

The Fab Charter

What is a fab lab?

Fab labs are a global network of local labs, enabling invention by providing access to tools for digital fabrication

What's in a fab lab?

Fab labs share an evolving inventory of core capabilities to make (almost) anything, allowing people and projects to be shared

What does the fab lab network provide?

Operational, educational, technical, financial, and logistical assistance beyond what's available within one lab

Who can use a fab lab?

Fab labs are available as a community resource, offering open access for individuals as well as scheduled access for programs

What are your responsibilities?

safety: not hurting people or machines
operations: assisting with cleaning, maintaining, and improving the lab
knowledge: contributing to documentation and instruction

Who owns fab lab inventions?

Designs and processes developed in fab labs can be protected and sold however an inventor chooses, but should remain available for individuals to use and learn from

How can businesses use a fab lab?

Commercial activities can be prototyped and incubated in a fab lab, but they must not conflict with other uses, they should grow beyond rather than within the lab, and they are expected to benefit the inventors, labs, and networks that contribute to their success

October 20, 2012

1.1.1 Fab Academy

È possibile verificare rapidamente la fattibilità, sfruttando le macchine e gli strumenti a disposizione, ed in caso negativo porterà alla ricerca di nuove soluzioni in collaborazione con la comunità per ottenere un prodotto accettabile dal mercato. Questo rende più facilmente affrontabile un possibile fallimento, spingendo alla produzione massiva di prototipi e contemporaneamente acquisendo maggiore conoscenza ed esperienza con le macchine. La disponibilità delle tecnologie presenti nel FabLab implica che ogni membro, anche alle prime armi, ha le possibilità di utilizzare qualsiasi macchinario, partecipando così alla generazione di nuove conoscenze, gli utenti non sono più quindi limitati a essere meri recettori ma diventano parte del processo di creazione di esperienza. Un'altro aspetto della condivisione sono i dati relativi alla gestione di questi ambienti, da cui è possibile definire le migliori pratiche eliminando la fase di banco di prova.

Come risultato della crescita dei FabLabs dal 2016 è stato avviato un programma di formazione a tema fabbricazione digitale basato sul corso di prototipazione "How To Make (almost) Anything" del MIT tenuto dal Prof. Neil Gershenfeld, i Labs che decidono di aderire prendono il nome di "nodi".
La filosofia alla base di questi insegnamenti è la conoscenza intesa come messa in pratica di informazioni ricevute dall'esterno, ovvero per interiorizzare un'informazione come conoscenza è necessario avvenga un'azione di analisi, riorganizzazione o conversazione. Questo rispecchia a pieno il metodo maker che vede nella materializzazione stessa il culmine dell'apprendimento e per questo motivo l'intero corso è basato sul *learning by doing*.
L'insegnamento avviene tramite gruppi seguiti da esperti del settore e può fare riferimento al materiale condiviso dalla comunità.
L'obiettivo è costruire un portfolio di competenze che raccoglie i progetti svolti durante le settimane di corso che viene poi analizzato per verificare che il candidato rispetti gli standard richiesti.
Al termine del corso viene rilasciato il Diploma Fab, un certificato ottenuto prettamente in base ai progressi piuttosto che al tempo investito, la sequenza istruttiva richiede sei mesi per essere coperta, anche se il tempo per finire può variare da quello fino a qualche anno.

Fig.2 - Mappa mondiale dei FabLabs iscritti al FabFoundation
https://www.fablabs.io/labs/map

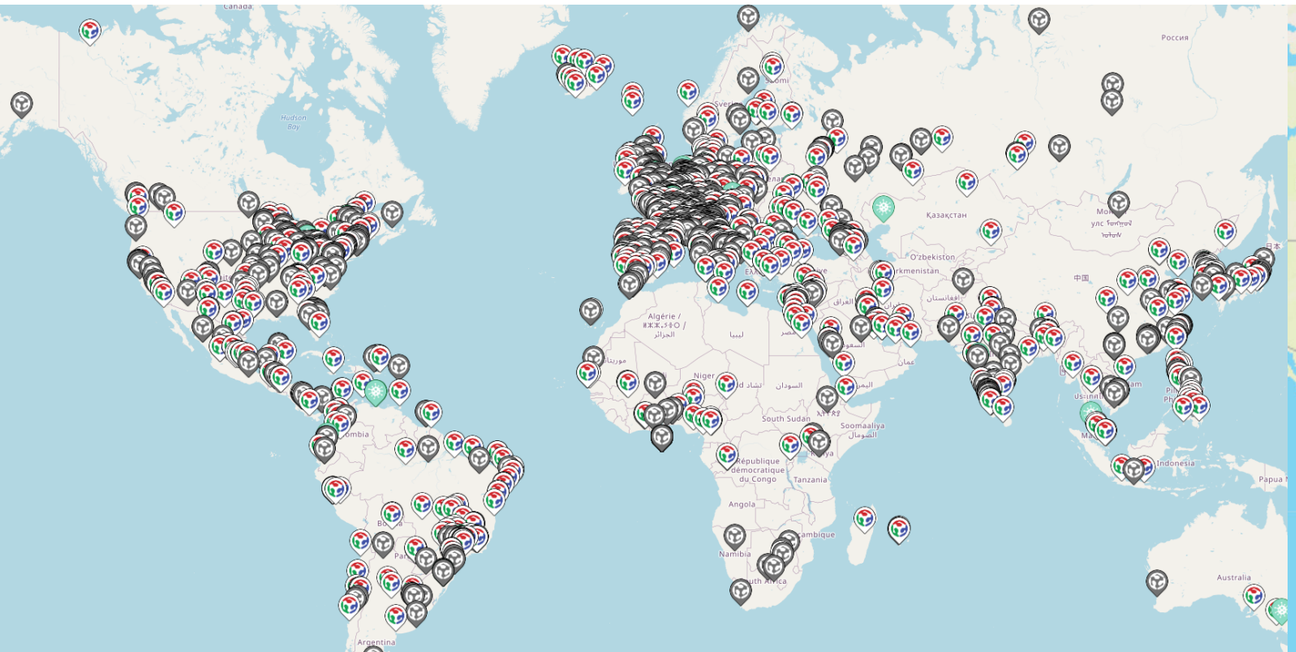
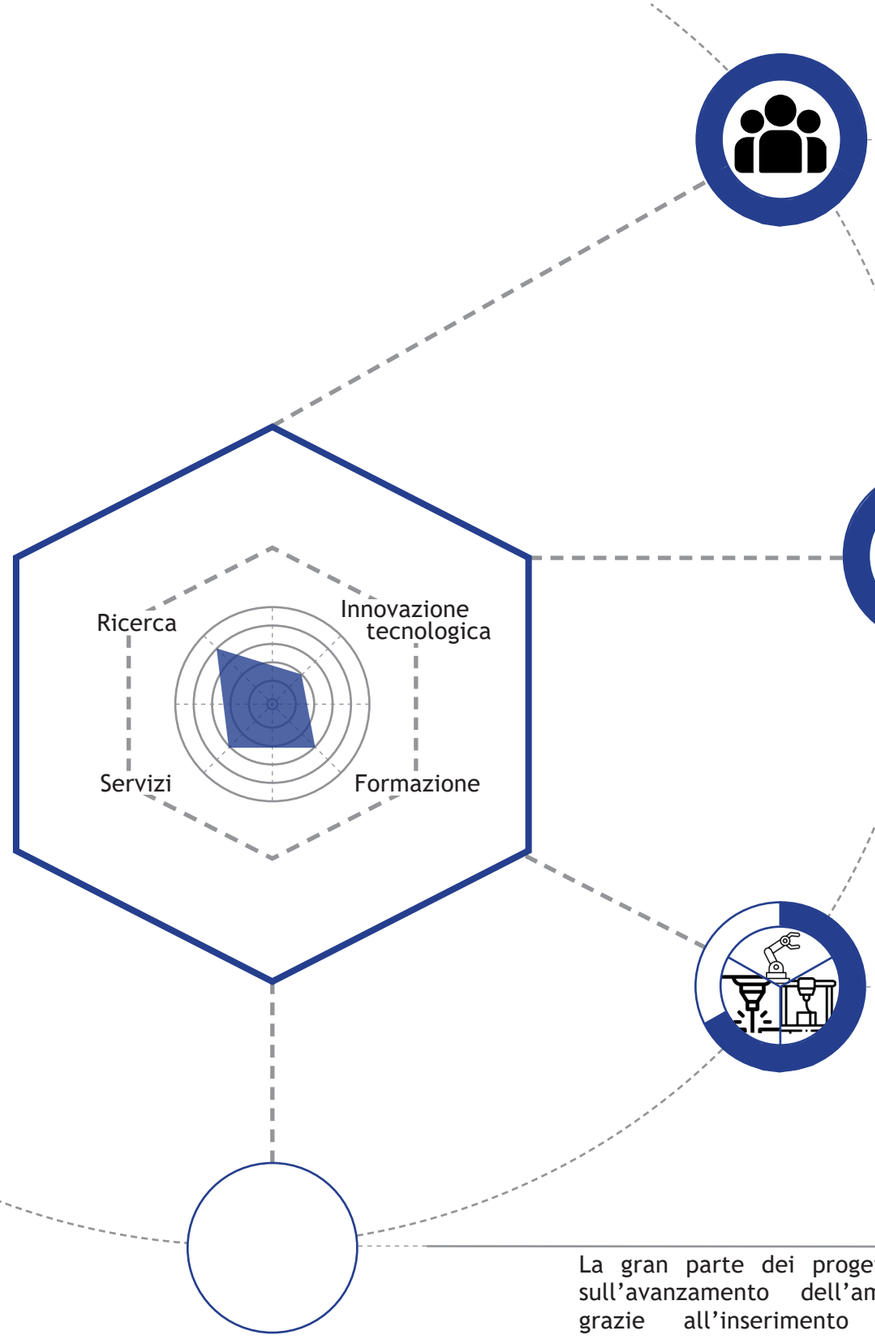


Fig.3 - Mappa mondiale dei nodi della Fab Academy
https://fabacademy.org/

CASI STUDIO

1.2 FabLab Barcelona,
Barcellona (ES)
1.3 Fabrication Lab,
Londra (GB)
1.4 OpenDot,
Milano (IT)
1.5 Polifactory,
Milano (IT)

FABLAB BARCELONA
Barcellona, Spagna



Requisiti di accesso

Il lab apre le porte a chiunque dimostri interesse, senza nessun tipo di restrizione sui membri

Configurazione spazi

Gli spazi predisposti per questo laboratorio coprono circa la metà degli ambienti del IAAC, garantendo spazi diversificati per tutte le attività

Dotazione tecnologica

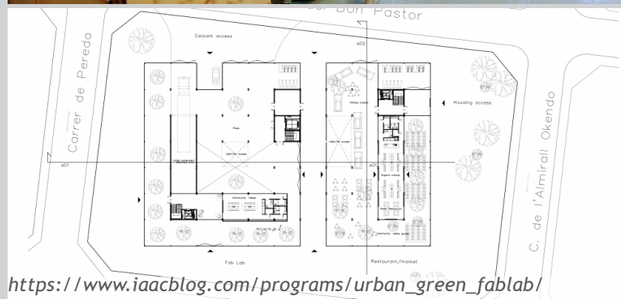
L'equipaggiamento del Lab è dotato di macchinari additivi e sottrattivi e di utensili manuali per la lavorazione di materiali e tessile

Focus

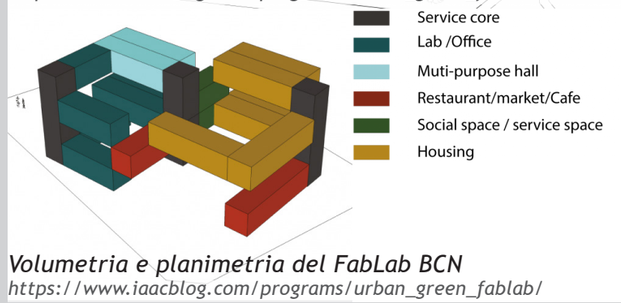
La gran parte dei progetti si concentra sull'avanzamento dell'ambiente urbano grazie all'inserimento di tecnologia intelligente

https://fablabbcn.org/about

https://fablabbcn.org/



https://www.iaacblog.com/programs/urban_green_fablab/



Volumetria e planimetria del FabLab BCN
https://www.iaacblog.com/programs/urban_green_fablab/

1.2 FabLab Barcelona

Un esempio di nodo della Fab Academy è il Fab Lab Barcellona, fondato nel 2007 e situato all'interno del Institute for Advanced Architecture of Catalonia (IAAC), ad oggi è un punto di riferimento per 65 sedi minori associate e collabora dal 2018 con IAAC per la gestione del Master in Design for Emergent Futures. Fab Lab Barcellona ha storicamente prodotto progetti eccezionali come Hyper habitat IAAC (selezione ufficiale per la XXI Biennale di Venezia) o la FabLab House (premio del pubblico nel primo Solar Decathlon Europe di Madrid del 2010). Ad oggi si definisce un centro di innovazione dove vengono pensati nuovi modi per vivere la città e la quotidianità tramite il supporto della fabbricazione digitale, della tecnologia intelligente e del monitoraggio tramite sensori. Il tutto si svolge in chiave di sostenibilità fondata sul riciclo e riuso i cui principali vettori di ricerca sono l'ecologia, le risorse alimentari e il settore tessile.

Le attività di innovazione svolte si pongono l'obiettivo di educare i principali fruitori di questi ambienti, ovvero i cittadini, veri protagonisti della vita urbana e di conseguenza i responsabili di essa, per questo molti dei progetti portati avanti sono episodi di riqualificazione o di inserimento a livello micro-urbano di tecnologie smart.

Ne è un chiaro esempio il FabCity Hub, un progetto che nasce sotto il filone del FabCity Global Initiative, iniziativa per rendere le città, una delle maggiori fonti inquinanti, auto-produttive dove possibile entro il 2054. Il progetto approccia questo cambiamento partendo dai cittadini agendo sulle loro prospettive della vita urbana, processo che avviene tramite il potenziamento delle conoscenze dei singoli individui e della condivisione di idee e conoscenze nei campi del cibo dell'energia e dei materiali.

Fig.4 - Sale interne del FabLab BCN
https://fablabbcn.org/

4

L'obiettivo finale è quello di creare un prototipo di quartiere tipo come quello descritto dal progetto Fab City.

Il progetto FabCity, più ambizioso del precedente, è un progetto che si compone di una rete di 34 città iniziato nel 2019 in cui si cerca di applicare la logica della fabbricazione digitale alla scala della città. Per fare ciò il progetto punta a portare gli ideali del FabLab di cultura, connettività e creatività all'intera rete cittadina con l'intento di aumentare la produzione locale insieme al riciclaggio dei materiali e alla soddisfazione dei bisogni locali attraverso l'inventiva locale. Il punto di arrivo di questo progetto è trasformare il nucleo urbano in una macchina autosufficiente, il cui modello di spostamento di risorse passa da importazione di prodotti ed esportazioni di scarti all'importazione ed esportazione di dati, conoscenze e design.

Le iniziative del Lab si interessano anche della rigenerazione di aree urbane dismesse, aree ideali per l'inserimento dei progetti di FabCity Hub, partecipando anche a bandi europei.

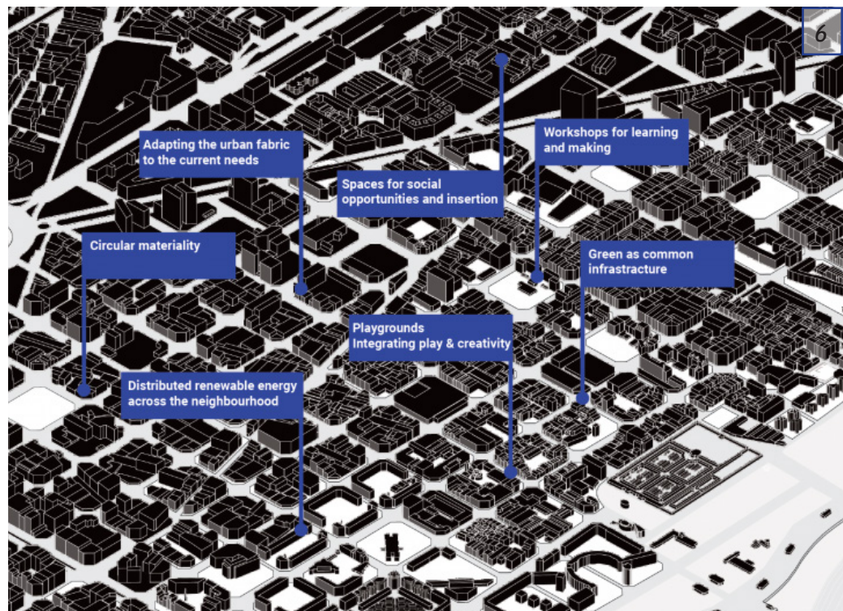
Il progetto Centrinno, per esempio, si focalizza sulla riqualificazione di grandi aree industriali abbandonate da rifunzionalizzare, coinvolgendo i cittadini come membri attivi del progetto, affidando al lab il ruolo di supporto mettendo a disposizione l'esperienza nella ricerca e nelle implementazioni tecnologiche per fornire gli strumenti per l'elaborazione di strategie di economia circolare.

Fig.5 - Applicazione delle tecnologie intelligenti ad attività agricole, FabCity Project
https://fablabbcn.org/projects/fab-city

Fig.6 - Planivolumetria del programma di interventi del Progetto Centrinno
https://fablabbcn.org/projects/centrinno

4

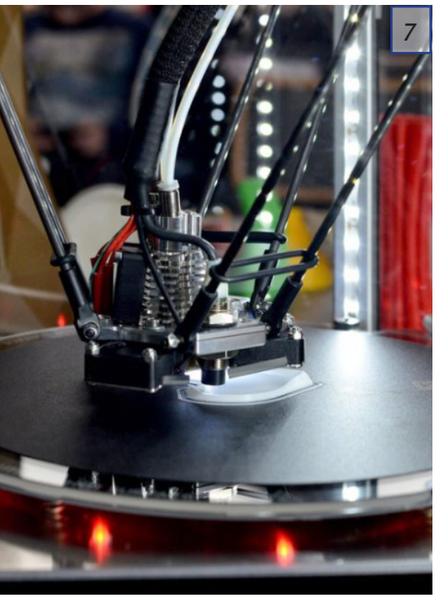
5



6

Fig.7 - Stampa tridimensionale in corso di uno dei dispositivi medici del progetto Reservist
https://fablabbcn.org/projects/reservist

Fig.8 - Esposizione dei progetti realizzati durante il Fabricademy
https://fablabbcn.org/education/postgraduates/fabricademy-barcelona


7

8

Il laboratorio spesso si cimenta in questo tipo di progetti dove chi abita la città è al centro del processo di rinnovamento, in occasione del progetto SISCODE, progetto europeo per l'educazione con supporto di grandi partner, in cui il Lab ha svolto la parte di formazione. A seguito dell'identificazione di possibili flussi di scarti alimentari da parte di mercati, ristoranti e cooperative, è stato mostrato come attivare processi di economia circolare per la creazione di biomateriali partendo da materiali di scarto come noccioli d'uva, gusci di caffè, verdure e frutta. Il progetto ha affrontato anche i temi di eco-design, collaborazione e inclusione.
Infine, il FabLab si è dimostrato presente anche nelle situazioni di emergenza con il progetto Reservist in cui si è mosso per rispondere alle problematiche inerenti alla realizzazione e rapida distribuzione di dispositivi medici in occasione della pandemia. Il progetto prevede la creazione di una rete di "cellule" in stand-by che in tempi di crisi possono attivarsi per produrre dispositivi medici che hanno un picco nella domanda, nel pratico il Lab realizzerà i progetti e relativi test di tali prodotti che
possano poi essere distribuiti nella rete di queste "cellule".
Riprendendo il settore formativo, oltre l'opportunità didattica offerta dalla Fab Academy di cui il lab è rappresentante, esistono altre offerte formative che prendono luogo in collaborazione con il laboratorio.
Fabricademy è un corso post-laurea della durata di sei mesi frutto dell'applicazione della fabbricazione digitale al settore tessile ed alla biologia, con l'obiettivo di approfondire il rapporto tra uomo, tecnologia e ambiente attraverso le nozioni di materialità, bio- e eco-design e tessuti intelligenti. Il programma incoraggia un uso più responsabile e sostenibile delle risorse tessili e delle loro lavorazioni tramite la creazione di un bagaglio conoscitivo sui materiali che spazia dall'energia consumata nella produzione al lavoro e ai rifiuti prodotti alla fine del ciclo.
Durante il percorso formativo si punta a ripensare i processi industriali della produzione tessile e del design, così da generare una nuova serie di competenze che vanno dalla fabbricazione digitale alla biologia sintetica, il tutto svolto con il supporto di esperti dei vari settori che aiutano a verificare il vantaggio che potrebbero trarre le aziende dalle tecnologie e dai processi presi in esame.
I pilastri alla base delle sperimentazioni sono il riciclaggio, l'hacking e il sensing, mentre la prototipazione rapida ha il compito di restituire in tempo reale gli sviluppi di progetto per verificare l'equilibrio tra materiale, estetica e sostenibilità. Il progetto finale, frutto delle conoscenze maturate durante le fasi di sviluppo, tenta di intersecare settori differenti dell'industria tessile e della moda, si parla di indumenti interamente stampati in 3D, o che accolgono al loro interno tecnologia intelligente per il monitoraggio o per la raccolta di energia.

Il corso non punta solo a formare gli studenti sulla prototipazione ma anche a sviluppare un pensiero critico utile ad analizzare i processi produttivi industriali ed individuarne le debolezze, specializzandosi in tre aree di ricerca principali.

Fig.9 - Stampa tridimensionale in corso su base tessile
https://fablabbcn.org/education/postgraduates/fabricademy-barcelona

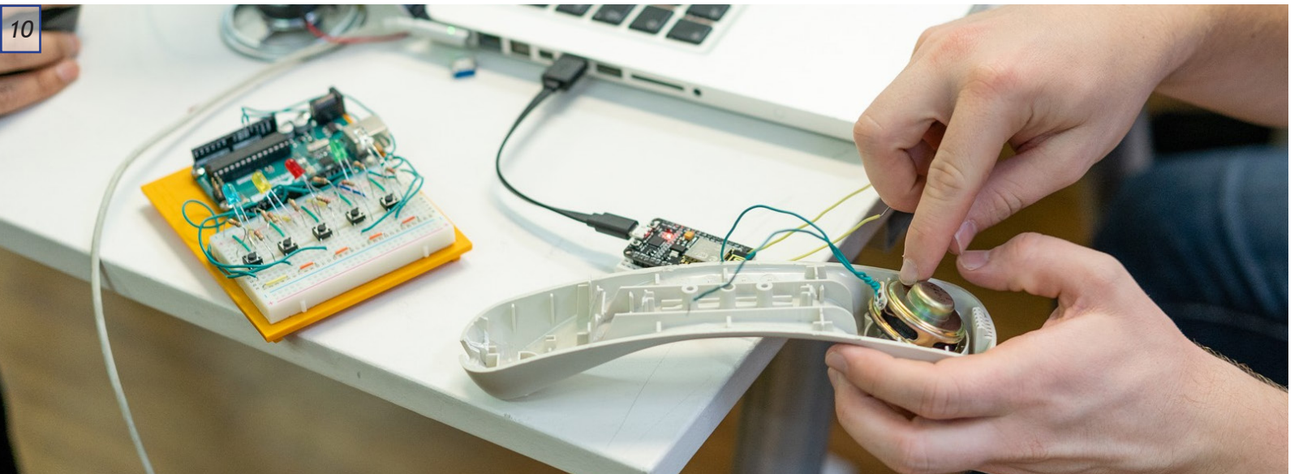
9

La prima, la sostenibilità, affrontata tramite lo studio delle tecniche artigianali del passato e delle possibilità delle tecnologie moderne, più nello specifico quest'area di ricerca raggruppa la conoscenza dei biomateriali, la fabbricazione dipigmenti e coloranti naturali, di design modulari riconfigurabili con taglio laser e la solidificazione di tessuti morbidi in strutture rigide per applicazioni tessili tecniche.
La seconda, l'industria 4.0, dove con numerosi workshop si sviluppa una conoscenza approfondita delle sfumature del processo di produzione non solo della fase finale di prototipazione ma anche di disegno digitale e di parametrizzazione.
Infine la terza, la "tecnologia indossabile", ovvero l'inserimento di tecnologia intelligente all'interno dei capi d'abbigliamento come micro sensori atti a migliorarne la prestazione o l'estetica. Per questo viene insegnato agli studenti la programmazione hardware e la creazione di circuiti per la realizzazione di prodotti che coprono una vasta gamma di applicazioni dalle arti performative alle soluzioni sanitarie.
Il programma collabora con Eurecat, centro tecnologico della Catalonia per le tecnologie innovative che collabora come partner d'industria per le iniziative esterne al laboratorio in cui gli studenti completano il bagaglio culturale con esperienze sul campo all'interno di infrastrutture tessili.
Altra occasione formativa in cui partecipa il FabLab come membro attivo è il Master in Design for Emergent Futures (MDEF), corso organizzato da IAAC in collaborazione con Fab Academy e FabLab Barcellona, a cui hanno accesso solo laureati nel campo del design digitale, ingegneria meccanica e del prodotto e curricula inerenti all'economia.
Il programma multidisciplinare si focalizza sulla coniugazione di idee in soluzioni operative, fisiche o concettuali, sullo stato attuale della società a valle di analisi sulle evoluzioni sociali e globali in cui gli studenti sono spronati a produrre delle implementazioni che vadano a supportare i futuri emergenti.
La filosofia di base è quella di realizzare micro-interventi con l'intenzione di risolvere sfide su larga scala invece di tentare con soluzioni drastiche, strategia molto simile a quella impiegata nel progetto FabCity Hub.
All'atto pratico il master si compone di quattro fasi differenti: Esplorazione, Strumentazione, Riflessione e Applicazione.
Si approfondiscono sia l'aspetto teorico che pratico coinvolgendo le esperienze di learning by doing del FabLab che le conoscenze teoriche di base accademica del IAAC, offrendo gli strumenti per analizzare ed indagare problemi sistemici e per strutturare interventi su scala cittadina per intaccare sfide a scale più ampie.
La componente analitica del programma del master è composta da studi nel campo della speculazione e degli studi previsionali, impegnandosi nella valutazione critica delle tecnologie innovative come la fabbricazione digitale, la blockchain e le intelligenze artificiali, le quali hanno un ruolo attivo nella trasformazione della attuale società.
Per quanto riguarda la componente pratica, gli studenti hanno accesso al programma Fab Academy con il quale prendono possesso delle discipline maker del FabLab come la codificazione e la prototipazione rapida con le quali andranno a realizzare il progetto finale.
Il progetto finale si basa su una condizione reale spesso situata nella città di Barcellona per comodità d'analisi e consiste nella realizzazione di un intervento di design che può prendere varie forme, da piattaforme attive nel sistema urbano a implementazioni di sistema del processo della moda.
Per quanto il programma del MDEF sia di stampo prettamente accademico ha sviluppato una piattaforma digitale di condivisione di contenuti dove gli studenti possono attingere ai materiali della comunità Emergent Futures, molto simile alla rete mondiale di condivisione tenuta dai FabLabs.

Fig.10-11-12-13 - Esempi di attività e progetti svolti durante la formazione offertà dal Lab per il Master https://fablabbcn.org/education/master/master-in-design-for-emergent-futures

11

10



12

13

FABRICATION LAB
Londra, Regno Unito

Requisiti di accesso

Il laboratorio è aperto agli studenti dell'Università di Westminster, ma è possibile accedervi anche come membro riconosciuto

Configurazione spazi

Project space: 100 mq
Woodshop: 60 mq
Metalshop: 50 mq
Altre attività: 315 mq

Laser Lab: 80 mq
CAM Lab: 20 mq
CNC Lab: 80 mq
Area totale: 705 mq

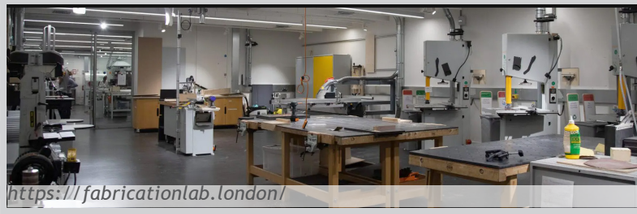
Dotazione tecnologica

Il laboratorio è dotato di tutte le tecnologie innovative nel campo della produzione additiva, sottrattiva e robotizzata, inoltre offra la possibilità di lavorare manualmente altri materiali come le ceramiche

Focus

La maggior parte delle attività sono incentrate sulla ricerca e sull'insegnamento, ma c'è anche un forte interesse riguardo alla sostenibilità dei prodotti e dei processi

https://fabricationlab.london/


https://fabricationlab.london/

https://fabricationlab.london/

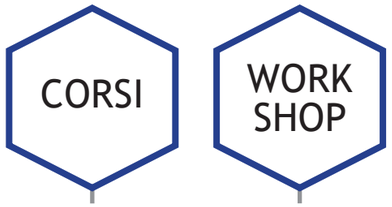
Planimetria del Fabrication Lab
https://fabricationlab.london/

1.3 Fabrication Lab

A differenza del FabLab Barcelona, il Fabrication Lab di Londra non svolge il ruolo di nodo della Fab Academy, nonostante ciò riveste un ruolo importante come motore di innovazione regionale e come punto di formazione. Nasce nel 2013 come *digital workshop*, una piattaforma sperimentale per stabilire un contatto con le nuove tecnologie per l'architettura e l'ambiente costruito per l'insegnamento, la ricerca e la condivisione di conoscenze, collocandosi all'interno del campus Marylebone dell'università di Westminster, per la fruizione del laboratorio infatti bisogna essere studenti regolarmente iscritti o un membro del Lab che ha completato i corsi essenziali, ovvero episodi di formazione su strumenti o materiali che si possono trovare all'interno delle aree del laboratorio, che combinano la componente di salute e sicurezza con quella nozionistica sulla strumentazione in dotazione.
Il corso si divide in apprendimento *on line*, quiz conoscitivo, pratica supervisionata e la realizzazione di un oggetto.
Il laboratorio dispone di aree per ogni sfaccettatura della modellazione digitale ed analogica, per l'insegnamento e per lo scambio di conoscenze, ma principalmente si specializza nelle nuove tecnologie per l'architettura e il costruito.
Dato il peso delle città sull'inquinamento globale il Lab pone alla base di tutte le attività, modellazione, insegnamento e ricerca, la sostenibilità del processo e dell'utilizzo di materiali, impegno che si riflette anche sul bilanciamento dell'uso di energia e materiali usati per il raggiungimento degli obiettivi.
Lo spazio di 1500 mq del laboratorio fornisce aree diversificate per ogni tipologia di modellazione e fase del processo progettuale.
Tra le aree di produzione è presente anche un rivenditore di materiali utili per la prototipazione che vanno dal cemento all'elettronica, è possibile trovare anche dei manuali e libri su temi inerenti all'attività del laboratorio ed affittare attrezzature per test ambientali. Questa funzione però è offerta solo agli studenti dell'Università di Westminster.
Oltre ai corsi essenziali forniti per avere accesso alle varie aree, lo staff del laboratorio fornisce supporto per la realizzazione di progetti e modelli per la *School of Architecture + Cities* e della *School for Applied Management*, ovvero due programmi di studio offerti dalla *University of Westminster*. L'attività di formazione che il laboratorio svolge in autonomia prende la forma di *workshop* di breve durata e corsi.
Come nel campo della formazione, anche nel campo della ricerca il Lab si divide in due parti fondamentali, una costituita dal supporto ai progetti di ricerca dei colleghi della *School of Architecture + Cities*, e l'altra, gestita in proprio, composta da sei aree di interesse in cui si sviluppano una serie di progetti che approfondiscono ognuna una sfaccettatura dell'evoluzione delle tecnologie emergenti nell'architettura e nell'ambiente costruito.
Prima area di ricerca è il laboratorio stesso, che indaga cosa e come potrebbe essere un laboratorio specializzato, ad esempio quali sono le migliori pratiche per l'insegnamento e per lo scambio di conoscenze che più si addicono ad un laboratorio all'avanguardia. Al centro di questo approccio c'è l'idea di pensare ad un nuovo modello di laboratorio come veicolo di ricerca, che si evolve tramite la ricerca iterativa. La forma stessa di insegnamento diventa argomento di ricerca, in cui si analizza nuove possibilità di introduzione alle innovazioni tecnologiche e che spesso usano i workshop di breve durata e i corsi essenziali per la frequentazione del lab come banco di prova.

Fig.14 - Poject Space del Fabrication Lab
https://fabricationlab.london/project-space-2/

Fig.15 - CAM Lab del Fabrication Lab
https://fabricationlab.london/cam-lab-2/



Corsi brevi della durata di una settimana il cui programma, fortemente condizionati dalla formazione del partner esterno che viene chiamato a tenere le lezioni in cui si avrà modo di ascoltare la sua esperienza e condividere le sue conoscenze su temi riguardanti l'architettura, come le nuove forme del processo edilizio e le nuove tecnologie nel campo delle costruzioni.

Il **Maker Mews** è un corso della durata di tre settimane in cui vengono introdotte le varie fasi di design di un progetto su piccola scala in un edificio esistente, nel quale vengono applicate e studiate le strategie fondate sull'analisi del contesto ma anche dei requisiti umani, estetici, ambientali e tecnici. È un lavoro di gruppo che ha come risultato quello di realizzare un modello in scala del sito di progetto.

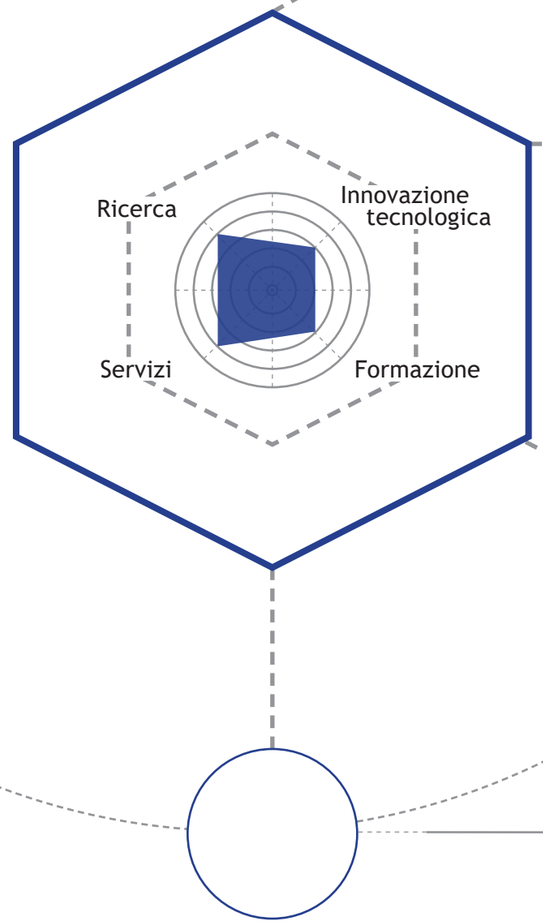
Il **100 meters** invece si focalizza sulla fabbricazione digitale in legno esplorando le possibilità di lavorazione con frese a controllo numerico con l'obiettivo di creare un'architettura che susciti l'interesse del pubblico e che lo possa abitare che verrà poi installata nella sede universitaria di Marylebone. Il progetto è uno sprint di sette giorni in cui verranno messi a disposizione delle cinque squadre 100 metri di legno dolce in formato 100 x 50 mm, da qui il nome del workshop.

Kinetic Architecture Workshop, della durata di dieci giorni, si basa sullo studio di alcuni sviluppi dell'architettura contemporanea tramite l'approfondimento di quattro temi, quali la fruizione, la luce, l'estetica e il dinamismo. il lavoro svolto in coppie è supportato da una componente teorica composta da tutorial e presentazioni e comprende anche una componente di lavoro pratico composto da lavorazioni fisiche e digitali. L'obiettivo finale è la realizzazione di una presentazione ed un modello tridimensionale del progetto.

L'**Architectural media workshop** è un'occasione di approfondimento di progetti realizzati da uno studio di architettura internazionale tramite l'utilizzo di tutti i media rappresentativi e creativi disponibili nel Fabrication Lab, gli studenti verranno introdotti alla manifattura additiva e sottrattiva tramite laser, frese manuali, CNC e robotizzate, stampa 3D e altre tecnologie all'avanguardia come realtà virtuale ed aumentata. L'obiettivo del lavoro svolto è quello di affinare le competenze con strumenti specifici e contemporaneamente capire le possibilità del binomio tra tecnologie e determinati materiali nel contesto di nuovi processi creativi per la realizzazione di architetture innovative.

Molti strumenti presenti nel laboratorio si trovano alla base dello sviluppo delle innovazioni nel campo della produzione *off-site*, questo ha portato a avviare un progetto di ricerca che esplora i legami tra le attività che si svolgono all'interno del Fabrication Lab e i cambiamenti che sta subendo il design del settore delle costruzioni. La ricerca non si limita al processo ma guarda anche al materiale ricercando nuove possibilità più sostenibili e funzionali e rielaborando gli usi dei materiali già esistenti.
Le ricerche del laboratorio prendono anche una nota virtuale con l'area XR Lab, risultato degli sforzi del del Fabrication Lab e della *School of Computer Science and Engineering*, filone che approfondisce le possibilità del supporto fornito dalla realtà virtuale in campo di produzione ed insegnamento. Per ultima una sezione dedicata all'IoT e le intelligenze artificiali che stanno guidando la rivoluzione dell'industria 4.0 e della comunicazione inter-macchina, con l'obiettivo di semplificare l'accesso a questo tipo di tecnologie rendendole applicabili alle pratiche quotidiane. In questo modo il laboratorio si pone come punto di connessione e di semplificazione tra le alte tecnologie per l'ambiente costruito e gli utenti che abitano il *maker space*, per un possibile incremento degli usi delle prime da parte degli ultimi.
Il laboratorio si afferma come motore dell'innovazione regionale mirando alla condivisione di conoscenze con chiunque sia interessato, diversificando su più livelli il grado di difficoltà sia per aumentare il numero di persone raggiunte sia per incrementare la gamma di informazioni rese disponibili.
Il forte legame con l'Università di Westminster ne limita alcune funzioni e la fruibilità, nonostante ciò il lab approfitta di questa connessione per organizzare corsi brevi sostenuti da esperti esterni che vengono dalla rete professionale della *School of Architecture + Cities* o contattati tramite essa aggiungendo ai temi del corso il bagaglio esperienziale di chi opera nella realtà professionale.

OPENDOT
Milano, Italia



Requisiti di accesso

Il laboratorio è aperto sia membri ufficiali che ad aziende interessae alla transizione digitale

Configurazione spazi

Il laboratorio è suddiviso in tre aree definite in base alle attività che si svolgono all'interno tra falegnameria, elettronica e manodopera

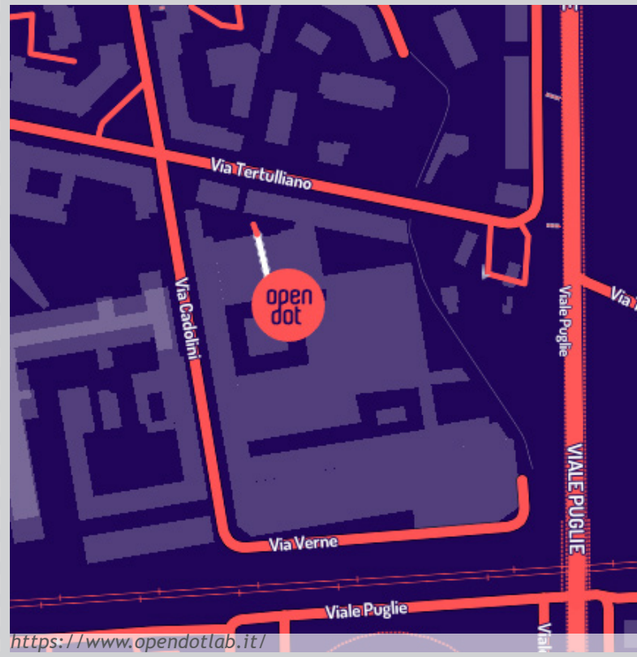
Dotazione tecnologica

All'interno sono presenti strumenti sottrattivi come frese e taglio laser ma anche additivi come stampanti 3D, sono presenti anche utensili analogici e portatili

Focus

Il Lab si specializza nella diffusione dell'innovazione tecnologica sia come veicolo diretto tramite progetti interni, sia tramite formazione ad aziende esterne e partner

https://www.opendotlab.it/fablab/



https://www.opendotlab.it/

1.4 Opendot

Nasce nel 2014 come hub di ricerca e open innovation da DotDotDot, uno studio di progettazione multidisciplinare milanese fondato nel 2004, per rispondere alla necessità di creare uno spazio per la prototipazione rapida di supporto alla ricerca e approfondimento non solo per lo studio ma anche aperto a collaboratori esterni.
Il lab si pone la sfida di parlare e praticare la manifattura in un contesto che tende sempre di più a digitalizzarsi, sfruttando l'open source e il know-how tecnologico per sviluppare opportunità di crescità da distribuire tramite consulenza ad aziende, fondazioni, università, enti pubblici e privati.
Un chiaro esempio di queste intenzioni è la partecipazione alla Rete Nuova Manifatture (NeMa), iniziativa istituita a Milano composta da una rete di imprese che si pongono l'obiettivo di guidare le aziende nella transizione verso le innovazioni tecnologiche e un uso cosciente dei macchinari e riconoscimento delle vere potenzialità di questi.
A testimonianza dell'efficacia del lavoro svolto, il FabLab OpenDot è stato selezionata tra le realtà imprenditoriali e associative di carattere fortemente innovativo che sono state chiamate a partecipare agli incontri, in ambito di sostenibilità, transizione verde e cultura.
L'obiettivo è stilare un manifesto contenete le priorità da seguire per organizzare un piano programmatico per l'attuazione del Piano Nazionale di Ripresa e Resilienza Under 40 (Fig.16).
La sfida sulla manifattura del Lab, sull'unicità e qualità del prodotto assume anche una sfumatura dettata dalla necessità, con questo si fa riferimento al lavoro svolto da OpenDot sulla disabilità che si pone con l'approccio più personale e incentrato sull'utilizzatore degli oggetti. Negli anni il Lab ha collaborato con molte realtà, in particolare Fondazione TOG - Together To Go, una Onlus con cui grazie ad un processo di co-design sono state realizzate molte soluzioni su misura che sono state poi riunite sotto il nome di UNICO-The Other Design, manufatti realizzati tramite fabbricazione digitale con l'obiettivo di accorpare la funzione riabilitativa a quella estetica dell'utente finale.
Partendo da queste esperienze è stato progettato il nuovo Centro TOG, un progetto di riqualificazione delle docce comunali in cui nascerà nel dicembre del 2022 un nuovo centro per le attività della fondazione non solo per l'utenza del centro sanitario ma anche per i cittadini e il territorio.
OpenDot parteciperà al progetto offrendo la sua esperienza per organizzare il laboratorio di fabbricazione digitale dedicato al settore healtcare sia nella progettazione fisica che nella redazione dei piani formativi e le attività per il coinvolgimento del pubblico.
Ad oggi, i pilastri su cui si specializza il lab sono l'healtcare, circular economy e il wate recycle, scomponendo le fasi e i processi che caratterizzano questi temi per rivisistarli in chiave innovativa applicando gli strumenti della digital fabrication e del know-how tecnologico.
Tra i progetti più rappresentativi di queste tematiche vi è il progetto Centrinno, già affrontato durante lo studio del FabLab BCN, che in questa sede si dedica al mondo del design e della moda sperimentando nuovi processi innovativi per la rigenarazione urbana che prende la forma di Fab CIty Hub, in questo caso, nella sede dell'Ex-Ansaldo usando come base l'esperienza di Manifattura Milano, ovvero una piattaforma digitale dedicata all'artigianato nel contesto urbano che si fonda su principi di economia circolare.
La materia prima per queste attività sono i siti storici industriale che

Fig.16 - Manifesto del piano nazionale di ripresa e resilienza
https://www.opendotlab.it/opendot-tra-le-eccellenze-italiane-under-40-per-linnovazione-convocate-per-stilare-il-manifesto-di-priorita-del-piano-nazionale-di-ripresa-e-resilienza-pnrr/2021-07-20/

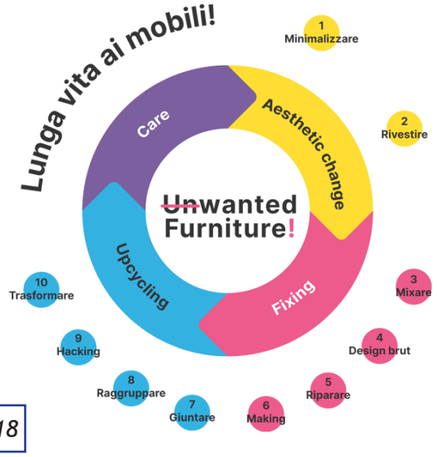
Fig.17 - Vista render del nuovo Centro TOG
https://www.opendotlab.it/un-fab-lab-per-la-nuova-sede-di-fondazione-tog/2021-12-14/

costituiscono potenziali sperimentazioni ddi trasformazione sostenibile di aree sottoutilizzate per la promozione di un'economia inclusiva e diversificata tesa a ripensare come le città gesticono le proprie risorse.
Sempre in tema di economia circolare e riduzione degli scarti nasce il progetto Unwanted Forniture! che si compone di un catalogo di strategie per estendere il ciclo di vita di oggetti di arredo. In collaborazione con AMSA - Gruppo A2A, l'iniziativa mira a sensibilizzare i cittadini sullo scarto di mobilio che potrebbe essere aggiustati rinnovati o trasformati con uno sforzo minimo. Il progetto è stato presentato presso BASE Milano in occasione del Fuorisalone con una mostra di dieci oggetti processati.
All'atto pratico il FabLab è un ampio open space che si suddivide in aree dedicate alla falegnameria, ai macchinari CNC ed all'elettronica. Nello specifico sono presenti una grande fresa CNC ShopBot e due frese più piccole pe la lavorazione di ingranaggi e sculture digitali che permettono di lavorare il legno e materiali compositi.
Una LaserCutter per la lavorazione di supporti per elettronica e incastri che permette di tagliare materiali organici e polimerici. Infine due stampanti 3D che offrono la possibilità di stampare sia in filamento che in resina.
Oltre i macchinari CNC sono presenti attrezzature e utensili per la falegnameria e l'elettronica per rifinre o completare i manutìfatti realizzati con la prototipazione rapida, tra questi sono presenti sega circolare, levigatrice orbitale e trapano a colonna.
L'accesso a questi spazi è possibile solo attraverso tesseramento alla community, necessario per poter utilizzare i macchinari disponibili assieme alla formazione di base specifica che viene offerta non solo per imparare ad utilizzare i macchinari al massimo delle possibilità ma anche per farlo in sicurezza.
Questi corsi sono solo una piccola parte della formazione che viene organizzata da OpenDot, la formaazione infatti, uno dei pilastri su cui si fonda il lab, si diversifica in varie sfumature.
I workshop sono occasioni di apprendimento informale per la diffusione di modalità progettuali e *know-how*, per esempio il corso Architettura Sostenibile di Legno dove viene affrontato il tema dell'architettura sostenibile in legno tramite la comprensione delle caratteristiche e potenzialità di questo materiale e la realizzazione di dettagli costruttivi reali in scala 1:1. Vengono organizzati incontri di *User Group*, ovvero incontri appositi per condividere e sperimentare tra membri uniti dall'interesse e conoscenza su un determinato tema che può variare dal web e programmazione al *food design*.

Fig.18 - Flusso di lavoro del progetto Unwanted Forniture

Fig.19 - Prima e seconda fase dell'attuazione dell'iniziativa

https://www.opendotlab.it/unwanted-furniture-mostra-catalogo-di-strategie-circolari-per-ridurre-lo-scarto-ed-estendere-il-ciclo-di-vita-degli-oggetti-darredo/2022-06-07/

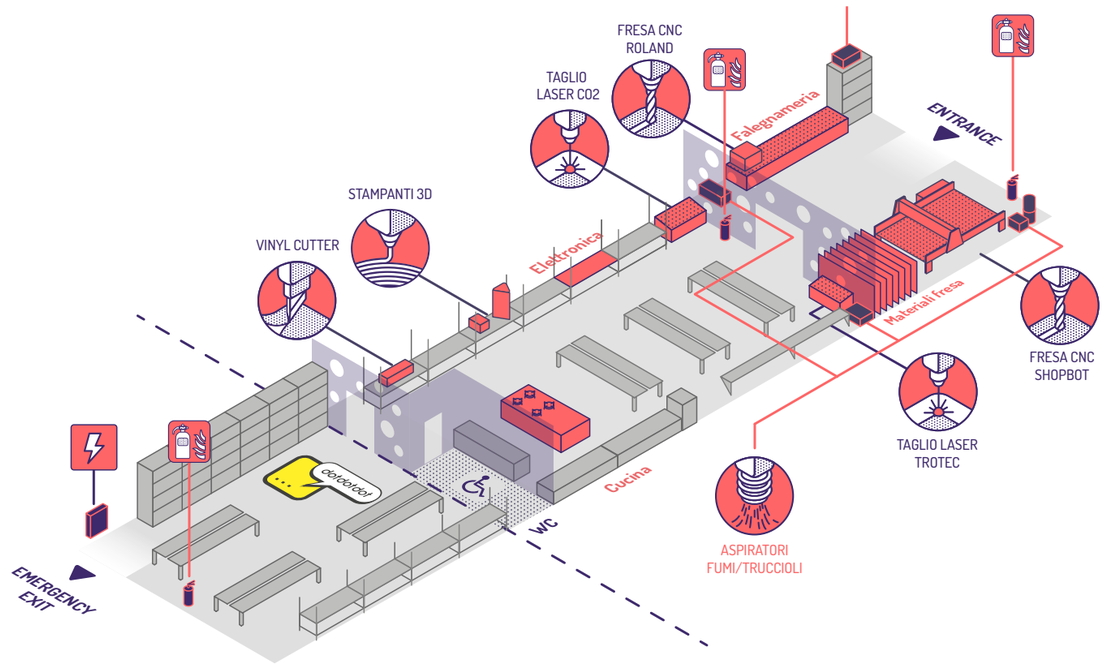


18

19

Fig.20 - Planimetria di OpenDot

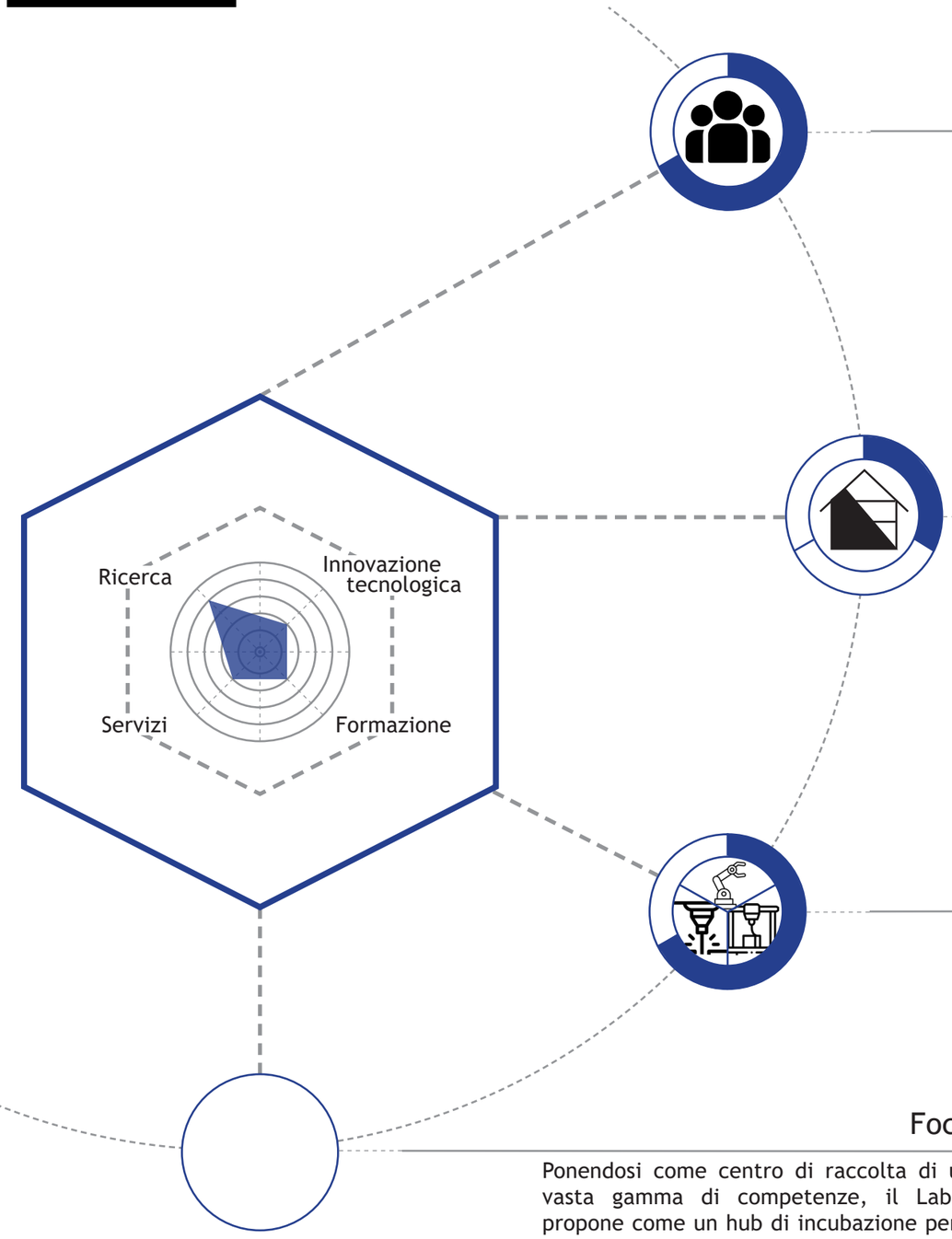
https://www.opendotlab.it/wp-content/uploads/2017/05/planimetria_opendot.pdf



Oltre l'*open design*, l'*open innovation* e l'*open source*, il Lab adotta anche l'*open Talk*, ovvero tavole rotonde a cui partecipano esperti con l'intento di condividere principi della cultura maker e tutto ciò che vi è correlato.
Infine OpenDot si presenta anche come supernodo della rete di FabLab che offre la possibilità di frequentare i corsi della Fab Academy e di coordinare i nodi sparsi sul territorio lombardo.
OpenDot lavora principalmente tramite co-design sviluppando appieno le potenzialità del rapporto tra FabLab e enti esterni, occupandosi sia dell'integrazione dell'innovazione tecnologica nel *brainstorming* di progetto che della produzione effettiva dal manufatto, un supporto che va dal concetto all'oggetto finito.

Fig.21 - Sala elettronica di OpenDot
https://www.opendotlab.it/fablab/

POLIFACTORY
Milano, Italia



Requisiti di accesso

La frequentazione viene limitata ai membri del Politecnico di Milano

Configurazione spazi

Con un area totale di 300 mq che viene ripartita tra: Coworking, Machine Shop, Workshop ed un ambiente polifunzionale aggregativo

Dotazione tecnologica

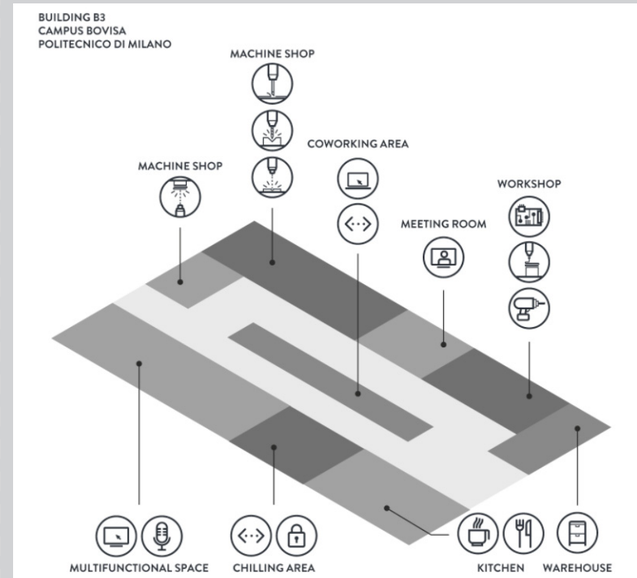
All'interno del laboratorio sono presenti macchinari digitali sottrattivi ed additivi per la modellazione digitale e dispositivi analogici per le lavorazioni manuali

Focus

Ponendosi come centro di raccolta di una vasta gamma di competenze, il Lab si propone come un hub di incubazione per la ricerca interdipartimentale e nuovi modelli di produzione

https://www.polifactory.polimi.it/chi-siamo/

https://www.polifactory.polimi.it/chi-siamo/



https://www.polifactory.polimi.it/fablab/https://www.polifactory.polimi.it/fablab/

1.5 Polifactory

Guardando al contesto italiano, sono presenti molte realtà maker avanzate, ne è un esempio il Polifactory, FabLab del Politecnico di Milano contenitore di servizi e di attività che hanno lo scopo di valorizzare le attività multidisciplinari e le capacità di materializzazione di soluzioni innovative risultato di design e tecnologia integrata. Nasce come un esperimento di formazione sperimentale del politecnico nei temi di insegnamento, ricerca e consulenza alle imprese; sviluppato e ideato dai Dipartimenti di Design, Meccanica e di Elettronica, Informazione e Bioingegneria con l'intenzione di unire le varie culture progettuali nei campi organizzativi, tecnici e scientifici per creare un centro che raccoglie una vasta gamma di competenze dedicato ai nuovi modelli di progettazione e produzione di prodotti e servizi a cui hanno accesso docenti dottorandi ricercatori studenti del politecnico di Milano ed anche imprese ed enti che operano al livello reginale ed estero.
All'atto pratico il laboratorio di 300 mq collocato nel campus Bovisa del politecnico che si divide in tre aree principali: un'area di Coworking, una Machine Shop e un Workshop, è presente anche un ambiente multifunzione che può essere riconfigurato per ospitare eventi, workshop e presentazioni.
L'interno è attrezzato con macchinari digitali sottrattivi, come frese e laser cutter, additive, come stampanti 3D in plastica e resina, e strumenti analogici che completano l'equipaggiamento standard di un FabLab inclusi i dispositivi elettronici programmabili. Il laboratorio lavora per mantenere l'officina al passo con l'innovazione e, per completare i servizi formativi offerti, è connesso con il Sistema di Design Lab del Dipartimento di Design del Politecnico di Milano, ovvero il laboratorio di riferimento della Scuola di Design, 10'000 mq collocati nel campus Bovisa dal 2002 che offre servizi di formazione, ricerca e supporto ad enti esterni come imprese e organizzazione professionali negli ambiti della comunicazione al prodotto, interni, edilizia, settore tessile e moda.
Dal 2016 il Polifactory fa parte della rete globale di FabLab figurando anche sulla piattaforma collaborativa FabLabs.io ed è anche un membro del collettivo Fab City Global Initiative di cui fa parte anche il FabLab Barcelona. Al livello locale invece è impegnato nel programma Manifattura Milano e nell'iniziativa Manifatture Aperte, un'iniziativa che prevede l'apertura dei laboratori a cittadini ed esterni in generale per visitare gli ambienti e le aree di produzione rendendoli partecipi dei progetti all'attivo, una forma di campagna di sensibilizzazione sui temi trattati dal Polifactory.
La vocazione principale dell'officina è la ricerca interdipartimentale, pur non facendo parte dei laboratori didattici però è aperto agli studenti che desiderano partecipare attivamente alla community tramite programmi di incubazione di talenti.
Il Talents in Residence (TiR) è programma promosso da Polifactory per la pre-incubazione delle idee sviluppate da giovani progettisti del politecnico di Milano facenti parte dei corsi magistrali o dottorati in design, Ingegneria Meccanica, Elettronica, Information Technology e Bioingegneria. L'offerta gratuita è tesa a sostenere gli sviluppi di tesi o di iniziative sperimentali per le ricerche di dottorato che vengono portati avanti tramite un modello peer to peer learning che comprende: prototipare una soluzione di prodotto o alcune sue parti e componenti, sperimentazioni IoT attraverso il phisical computing, sperimentare tecnologie o processi per la fabbricazione digitale. Il TiR è un'esperienza che riprende alcune sfaccettature dell'ambiente di lavoro del FabLab, accedendo al programma si acquisiscono conoscenze sulle pratiche del making e della fabbricazione digitale imparando a relazionarsi con le logiche di funzionamento del maker space e le dinamiche sociali che lo caratterizzano come la comunicazione orizzontale tra tutti gli utenti provenienti da varie discipline. Chi si applica a questo programma può scegliere tra quattro linee di ricerca attive nel Polifactory, ovvero:
1) Design and empowerment fabrication, in cui vengono approfondite le relazioni tra design, fabbricazione digitale, bio-fabbricazione e materiali naturali;
2) Impactful healtcare, dove si ricerca un legame tra design e healtcare a supporto dell'inclusione sociale e dispositivi smart per la prevenzione;

Fig.22 - Fabbricato del Polifactory nel Campus Bovisa
https://www.polifactory.polimi.it/

3) Augmented fabrication for augmented citizens, dove il making viene applicato a nuove aree di sviluppo d prodotti o servizi tramite tecnologie opensource di medio-bassa complessità;
4) Circular metabolism, il cui focus è sui metabolismi del sistema urbano puntando sul cambiamento dei comportamenti di individui e aziende.
Altra occasione di formazione al Polifactory è il Club 64k, fondato nel 2016, diventa un punto di ritrovo per appassionati di informati ed elettronica, programmatori e makers del Politecnico di Milano dove possono collaborare liberamente per sperimentare progetti nati dalle combinazioni delle varie formazioni. Questa iniziativa si pone l'obiettivo di connettere più comunità di progettisti differenti per crearne una multidisciplinare e metterla in contatto con il mondo della fabbricazione digitale.
Il Club 64k nasce dalla collaborazione di tre enti differenti: il Polifactory, che mette a disposizione spazi e strumentazione, l'associazione POuL (Politecnico Open unix Labs) ovvero un'associazione non-profit fondata da studenti del politecnico che punta alla diffusione e creazione di software opensource all'interno del mondo accademico, e il NESLab (Networked Embedded Software laboratory) ovvero il laboratorio del dipartimento di elettronica, informazione e bioingegneria che concentra le sue ricerca sul IoT nell'ambito della sensoristica e dei droni programmabili, che ha visto nel Club 64k la possibilità di aggiungere alla ricerca sperimentale una contaminazione nel campo dell'informatica grazie alla sua expertise e background complementari.
Il Polifactory entra nel mondo accademico anche nella fase finale del percorso degli studenti dando la possibilità ai laureandi della Scuola di Design di proporre un progetto di tesi che sia legato ai temi in cui si specializza il laboratorio che possono variare dall'innovazione in se come digital fabrication and manufacturing e IoT a applicazione ed effetti dell'innovazione come New (maker) space o small urban manufacturing, fino ad arrivare anche alla produzione di beni di consumo come food and agricolture. Il polifactory svolge sia un ruolo attivo che di supporto nelle attività di ricerca, può operare come gestore o partner di progetti tecnologico scientifici dedicati allo sviluppo competitivo e precompetitivo, ma anche come fornitore di servizi per pubblici e privati che necessitano di tecnologie, spazi o competenze a fini di ricerca. Come ruolo attivo sviluppa progetti di ricerca a livello locale, nazionale ed internazionale anche in collaborazione con enti pubblici e istituzionali.
Inoltre, realizza studi e indagini di ricerca applicata al design e i nuovi modelli di produzione per imprese trattando i temi dell'utilizzo di tecnologie per la fabbricazione digitale e nuovi modelli di distribuzione.
Il Design Healthcare Innovation è progetto che punta a innovare processi di tipo bottom up nell'ambito della cura contemporanea, soprattutto concentrandosi su quelli di natura collaborativa indipendenti e sperimentali che con l'avanzamento dello studio si è progressivamente affiancata un'attività di progettazione pratica used-centered per la realizzazione di prodotti/servizi che ha visto applicato il metodo di co-design tra ricercatori, pazienti, medici e progettisti in chiave di prototipazione e fabbricazione digitale.
L'iniziativa MakeToCare è l'ecosistema in cui nasce design healthcare innovation, un'area di convergenza tra attività di ricerca, pratiche progettuali e co-progettuali che culminano in processi di materializzazione degli artefatti tramite il prevalente impiego di tecnologie digitali.
La peculiarità di questo ecosistema è la capacità di fa dialogare l'innovazione bottom up e la ricerca scientifica del settore biomedicale, creando una piattaforma abilitante per la democratizzazione e diffusione delle soluzioni di prodotto-servizio che si fonda sulle tecnologie e sugli spazi di fabbricazione condivisa. La prima fase si è svolta nel 2017, la seconda nel 2019 ed ha portato a sottolineare quali ambiti potessero potenziare l'azione dell'ecosistema generando un'area esterna chiamata Enabling System dove si collocano tre nuovi sistemi di soggetti che lo integrano a livello normativo, economico e commerciale.
L'obiettivo finale di questa iniziativa è quello di mappare sistematicamente le sperimentazioni innovative su prodotti o servizi che restituiscano una visione integrale della trasformazione del settore sanitario.
La mappa generata si presenta come un reticolo di soluzioni e attori che si riconfigura in funzione delle interazioni che questi svolgono nel settore, alcuni in maniera più autonoma e isolata altri in sinergia come coalizioni. Le professionalità riunite sono volontariamente differenti per ampliare la gamma di approcci all'innovazione e metodologia di product, service e interaction design, che vengono poi raccolti stilati in forma di articoli consultabili in apposite sezioni della piattaforma.
Il progetto vede come collaboratori Sanofi, un'azienda sanitaria che agisce a livello mondiale sulla produzione e distribuzione di dispositivi medici, Fondazione Politecnico di Milano, ente che supporta la ricerca all'interno dell'università e la diffonde con le realtà produttive ed il territorio, in occasione del Progetto MakeToCare.
Infine il Designing Everyday Life in the Covid-19 Era (DELiCE) è un'iniziativa sperimentale sviluppata da Polifactory (marzo-ottobre 2020) stimolando la nuova generazione di designer a co-progettare soluzioni opensource incentrate su esigenze quotidiane emerse nella cosiddetta era covid 19, soluzioni che possono essere distribuite digitalmente e materializzate in qualsiasi FabLab, una linea di sviluppo simile a quella del progetto Reservist del FabLab Barcelona.
Si articola in quattro fasi, la prima prevede lo sviluppo delle idee dove i designer della Scuola di Design sono coinvolti nello sviluppo di 22 concetti relativi a soluzioni innovative per la vita quotidiana,

nella seconda vengono selezionate 4 di questi per essere implementati a livello digitale per poi essere rilasciati sulla piattaforma partner Distributed Design. La terza fase vede un’ulteriore implementazione dei progetti rilasciati preparando tutti i file e documenti necessari per rendere i progetti delle soluzioni open source a tutti gli effetti, che verranno poi, nella quarta fase di promozione delle idee, rilasciati e materializzati.

SPAZI PER ESPERIENZE LEARNING BY DOING NEL CONTESTO UNIVERSITARIO

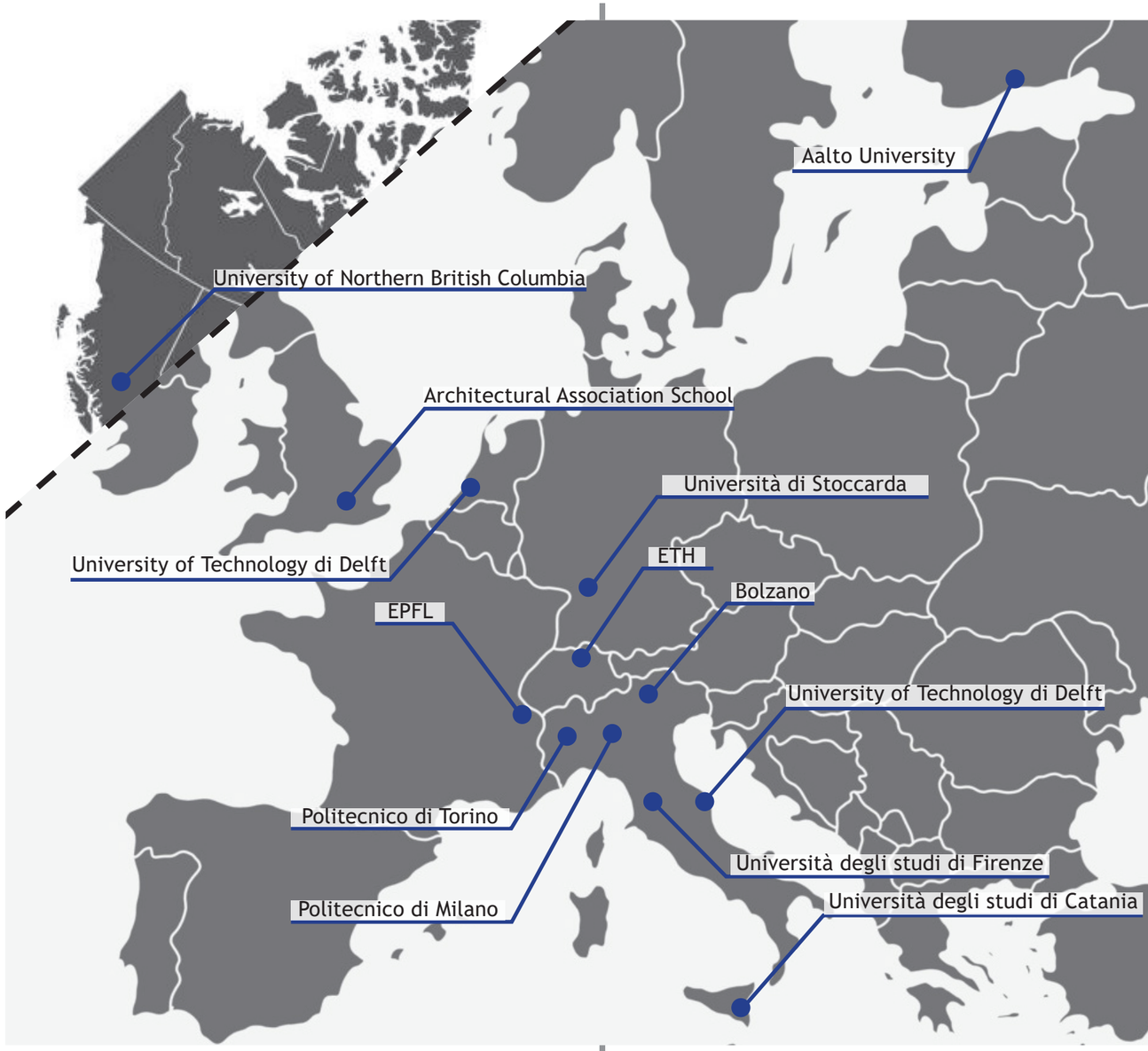
Lo sviluppo esponenziale dei FabLab a livello globale unito ai progetti innovativi promossi oltre ad attirare l'attenzione delle comunità urbane ha anche attirato l'interesse di enti universitari che hanno deciso di investire risorse per avviare laboratori di prototipazione rapida utilizzando come base per il disegno di *layout* e per la dotazione gli *standard* dei FabLabs.

2. Spazi per esperienze learning by doing nel contesto universitario

I casi studio raccolti rappresentano una serie di ambienti per la fabbricazione digitale che sono stati ottenuti tramite l'estrapolazione del *maker space* dal contesto filosofico-culturale che lo ha generato per inserirlo all'interno delle dinamiche di enti universitari adattandolo alle funzioni richieste da essi.
La decontestualizzazione di questi ambienti porta ad una facile distorsione delle ragioni per cui sono stati inizialmente pensati, infatti le varianti spesso finiscono per diventare semplici laboratori di prototipazione rapida messi al supporto della didattica che non viene minimamente alterata in funzione delle nuove possibilità.
Sono anche presenti però occasioni in cui questi Labs sviluppano una individualità sufficientemente forte da ottenere un ruolo attivo all'interno della didattica che va oltre il supporto all'apprendimento e si inserisce come parte integrante della formazione.
L'obiettivo dell'approfondimento è quindi quello di valutare le esperienze raccolte così da distinguere quelle che hanno portato ad una innovazione da quelle inefficaci.
La valutazione tramite il raccogliemnto di dati in tre ambiti principali ovvero: le offerte formative proposte che affrontano direttamente il tema dell'innovazione nei processi produttivi o che lo integrano come strumento principale per lo svolgimento delle attività di apprendimento, gli ambienti di laboratori presenti dedicati alla fabbricazione digitale sia come processo di creazione che come ambito di ricerca, e infine la presenza di progetti di architettura frutto dell'applicazione di tecnologie innovative o composti da soluzioni rese possibili dall'utilizzo di queste.
La prima metà dei casi studio sono internazionali e principalmente europei, rappresentano le realtà che hanno conseguito risultati tali da elevarli al di sopra della media diventando un punto di riferimento per una o più delle caratteristiche che sono state scelte per discretizzare i casi studio.
La seconda metà dei cai studio si concentra invece in Italia, una scelta che è stata operata con l'intento di restituire un quadro generale non solo per determinare lo stato di fatto delle varianti italiane di questi spazi ma per determinare l'approccio che viene messo in opera a livello nazionale e paragonarlo a quelli esteri nell'intento di determinare il peso che l'influenza della cultura ha in queste scelte.
In questo capitolo lo schema comparativo si arricchisce di dinamiche non presenti nei casi studio dei maker space come la presenza di più strutture nell'ambito delle configurazioni spaziali che si completano nel quadro della dotazione tecnologica, o la varietà di competenze presenti nel laboratorio dovuta ad un utenza proveniente da più dipartimenti.

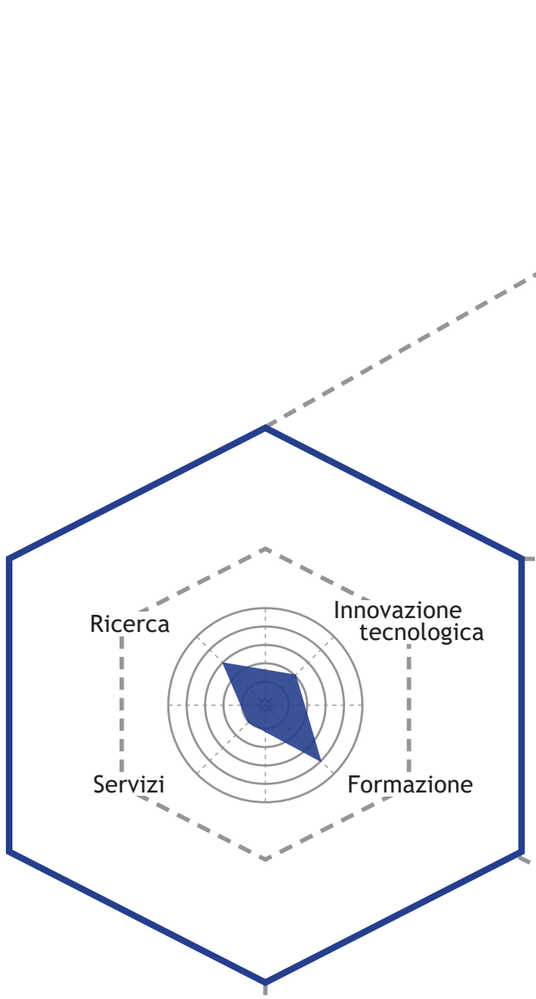
CASI STUDIO

2.1 Architectural Association School, Londra (GB)
2.2 ETH, Zurigo (CH)
2.3 EPFL, Losanna (CH)
2.4 Università di Stoccarda, Stoccarda (DE)
2.5 University of Technology di Delft, Delft (NL)
2.6 University of Northern British Columbia, Prince George (CA)
2.7 Aalto University, Espoo (FI)
2.8 Libera Università di Bolzano, Bolzano (IT)
2.9 Politecnico di Torino, Torino (IT)
2.10 Politecnico di Milano, Milano (IT)
2.11 Università politecnica delle Marche, Ancona (IT)
2.12 Università degli studi di Catania, Catania (IT)
2.13 Università degli studi di Firenze, Firenze (IT)



ARCHITECTURAL ASSOCIATION SCHOOL OF ARCHITECTURE

Londra, Regno Unito



Requisiti di accesso

La frequentazione del laboratorio è limitata ai soli studenti della facoltà

Configurazione spazi

Il laboratorio dispone di un’area totale di 620 mq divisi nelle aree del DPL, del Model Workshop e del Wood and Metal Workshop e funzioni accessorie

Dotazione tecnologica

Nell’insieme, gli spazi del laboratorio dispongono di tutte le tecnologie di modellazione nei settori della produzione additiva, sottrattiva e robotica.

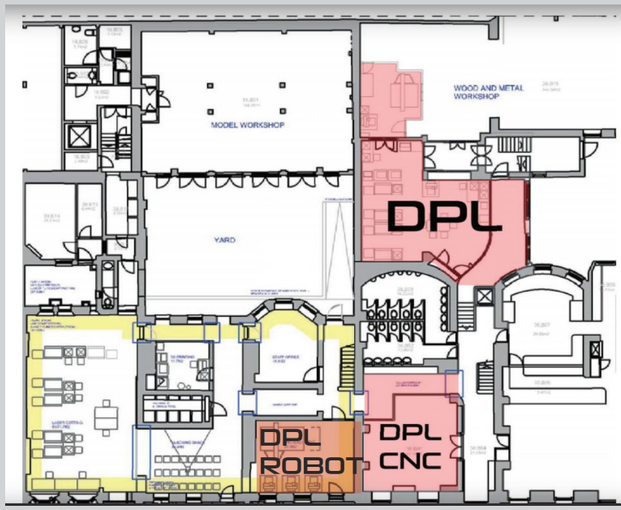
Focus

Tutti i laboratori sono resi disponibili agli studenti per portare avanti i loro progetti accademici e le ricerche di dottorato, più in generale al campo dell’architettura

https://issuu.com/aaschool/docs/dpl_laser_induction_booklet_2017

https://life.aaschool.ac.uk/?p=1630

https://www.aaschool.ac.uk/resources/wood-and-metal-workshop



Planimetria del piano terra della AA School

https://issuu.com/aaschool/docs/dpl_laser_induction_booklet_2017

2.1 Architectural Association School

Situata in Inghilterra con sede a Londra e nel sito forestale del Hooke Park, nel Dorset, è una scuola che conta circa ottocento studenti ripartiti tra i vari programmi tutti focalizzati sulla consapevolezza riguardo sfide sociali, tecnologiche e culturali di oggi. Consapevolezza che si dimostra nell'attenzione sull'innovazione digitale e nella conoscenza di strumentazioni all'avanguardia.
A livello formativo è particolarmente rappresentativo il Master Course Design+Make, dove viene approfondito lo studio architettonico tramite la realizzazione di prototipi lignei in scala reale. Nei dodici mesi di percorso gli studenti apprendono e intrecciano conoscenze di artigianato, materiali naturali e innovazione tecnologica con l'intento di sviluppare una metodologia di design.
All'atto pratico il corso si divide in due specializzazioni differenti, M_sc e M_arch, diversificate in base al prodotto finale della ricerca, ma entrambe affrontano inizialmente una fase di preparazione necessaria a gettare le basi per padroneggiare il processo creativo: fabbricazione analogica, modellazione digitale, CAD/CAM, scansione 3D, fabbricazione robotica e documentazione.
Gli studenti del M_sc completano il percorso realizzando un prototipo in legno in scala reale di una soluzione con inerente elaborato scritto, mentre per il filone M_Arch, che ha una durata maggiore, viene richiesta la progettazione e realizzazione di un edificio del campus con annessa tesi e presentazione. Con l'avanzare delle fasi del percorso gli studenti lavorano inizialmente in singolo, testando speculativamente varie tecniche di fabbricazione a diversi materiali, per poi passare a lavori di gruppo dove si andranno a interfacciare con la realtà del co-design. In entrambe le sedi è molto presente la componente tecnologica, nella sede londinese se ne contano tre, ognuno con uno specifico equipaggiamento: il Digital Prototyping Lab (DPL), per la creazione rapida di modelli, il Model Workshop, uno spazio di lavoro per la realizzazione di manufatti di vari materiali, ed il Wood and Metal Workshop con utensili fissi e manuali per la lavorazione di metallo e legno.
Il DPL presenta la dotazione tipica di un maker space, ovvero stampanti 3D, frese laser, apparecchiature di scansione 3D e fresatrici CNC; eccezion fatta per i bracci meccanici tipo KUKA per la progettazione robotizzata.
I macchinari del laboratorio sono utilizzabili solo dopo aver completato un'introduzione alla sicurezza ed è presente uno staff di esperti a garantire il corretto utilizzo delle strumentazioni. Su specifica richiesta al direttore del Lab anche gli studenti possono diventare parte dello staff per offrire supporto alla progettazione ed alla realizzazione.
Il model workshop si compone di un ambiente interno ed uno esterno in modo da adattarsi a tutte le lavorazioni che avvengono nei suoi spazi e che variano dalla creazione di stampi, alla fusione e alla formatura sottovuoto applicabili ad un'ampia gamma di materiali, tra cui il vetro e la ceramica. Il laboratorio è equipaggiato con utensili manuali ed elettrici che possono anche essere presi in prestito dopo aver dimostrato di saperli utilizzare correttamente ed in sicurezza. Simile al precedente, il Wood and Metal Workshop si focalizza sulla lavorazione dell'acciaio, come taglio, saldatura e modellazione, e sulla lavorazione di legni duri, dolci e pannellature anche ad elevato livello di precisione. Sono predisposti al suo interno utensili manuali ed elettrici ed anche macchine fisse che gli studenti possono utilizzare sotto la supervisione dello staff composto da esperti del settore.
Per quanto l'assetto fisico di questi laboratori sia molto simile a quelle di un FabLab, persistono differenze su molti punti fondamentali, a partire dalla frequentazione che viene limitata agli utenti della facoltà, limitazione che si legge anche nella mancanza di condivisione dei progetti, fino ad arrivare alla mancanza della socialità che si riduce alla collaborazione del singolo con lo staff del laboratorio. Infine l'obiettivo dei progetti stessi è limitata alle richieste dei corsi frequentati e più in generale al campo dell'architettura.

Fig.23 - Immagine di copertina del Master Course Design+Make
https://www.aaschool.ac.uk/academicprogrammes/postgraduate/design-and-make

Fig.24 - Braccio robotizzato in dotazione al DPL
https://www.aaschool.ac.uk/resources/digital-prototyping-lab

Fig.25 - Interno del model Workshop
https://www.aaschool.ac.uk/resources/model-workshop

Fig.26 - Interno del Wood and Metal Workshop
https://www.aaschool.ac.uk/resources/wood-and-metal-workshop

2.1.1 Hooke Park Campus

La seconda sede della AA School è situata nel sito boschivo di Hooke nel Dorset, la struttura educativa e focalizza tutte le attività di progettazione e costruzione sul contesto forestale e sulla silvicoltura. Dal 2002 ad oggi il campus si è evoluto seguendo un masterplan preciso che ogni anno si arricchisce di un edificio frutto dei corsi che si svolgono al suo interno.
Oltre a corsi minori come il Laboratorio Maeda, aperto agli studenti durante le pause accademiche e finanziato dalla società di costruzione giapponese Maeda Corporation, ha luogo nel campus il Master Design+Make di cui si è parlato precedentemente ed in cui vengono realizzati i progetti degli edifici che arricchiscono il campus.
Anche Hooke Park come la sede londinese è dotato di laboratori per la realizzazione di prototipi ma in questo caso tutti incentrati sulla lavorazione del legno e sull'assemblaggio di componenti a scala reale. L'edificio che nel masterplan viene nominato "Workshop" è costituito da tre gusci di legno, per un totale di 600 mq, in cui sono posti uno studio ed un ufficio soppalcato (una campata), e l'officina principale (due campate).
L'officina principale di fabbricazione è uno spazio che si compone di una fila di banchi da lavoro attrezzati con utensili per la lavorazione del legno sia manuali che elettrici portatili, ed a fianco un'altra fila un po' meno tradizionale composta da macchinari a controllo numerico come router a 3 assi, seghe ad arco e levigatrici a nastro. L'accostamento di queste due realtà non è casuale e dimostra l'interesse della scuola nell'avvicinare gli studenti a padroneggiare sia le tecniche innovative che tradizionali imparando ad utilizzarle in connubio.
Il campus porta avanti un progetto di autosufficienza materiale incorporando al suo interno tutte le funzioni necessarie per la lavorazione del legno grezzo in qualsiasi forma necessaria richiesta per i progetti.
Nella formazione della AA School viene inclusa anche l'importanza della vita del materiale e dell'uso sostenibile di questo, e per farlo il campus si fa esempio di sostenibilità utilizzando solo legno proveniente dalla foresta ed utilizzando il materiale alla sua massima estensione fino agli scarti di lavorazione, inoltre l'associazione è entrata a far parte del "Grown in Britain Scheme", sostenendo l'uso di materiali coltivati localmente in applicazioni architettoniche locali.

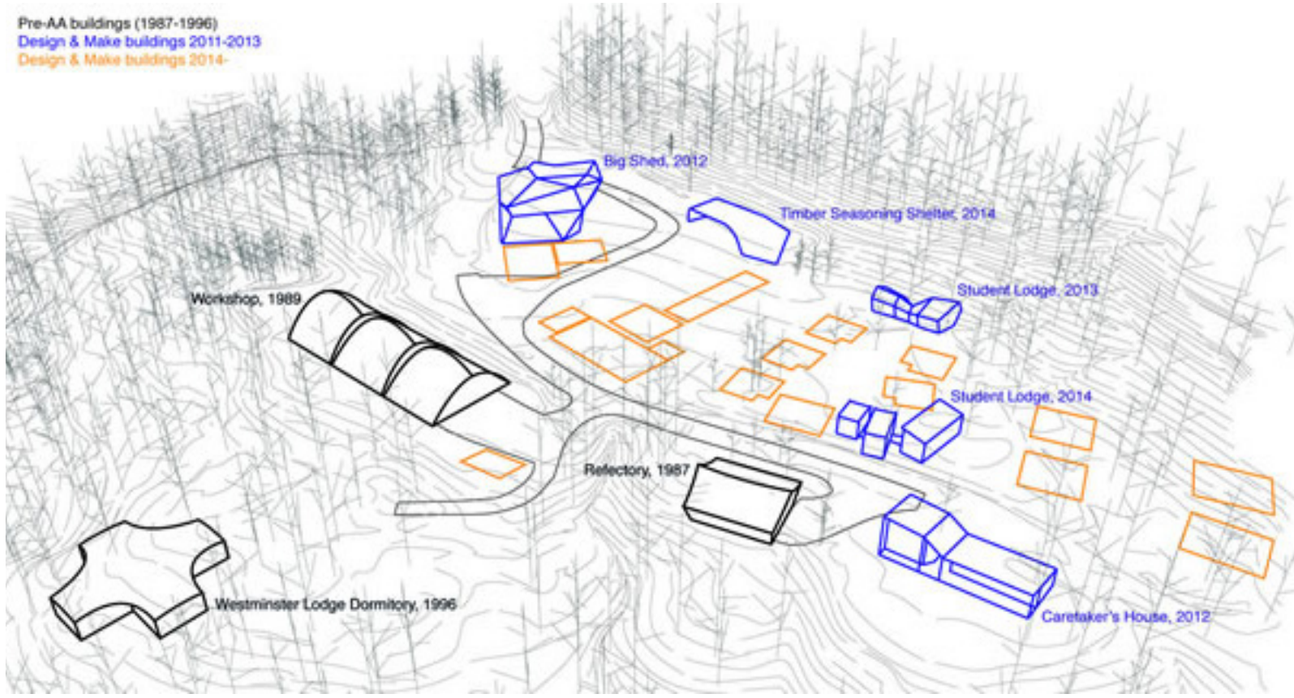


Fig.27 - Planimetria con scansione temporale dello sviluppo del Hooke Park Campus
https://hookepark.aaschool.ac.uk/

Fig.28 - Officina principale del fabbricato Workshop
https://hookepark.aaschool.ac.uk/facilities/

Fig.29 - Facciata Est del Big Shed

http://hookepark.aaschool.ac.uk/Buildings-Big%20Shed/

2.1.2 Big Shed

Architetti: AA Design & Make

Area: 500 mq

Localizzazione: Hooke Park, Dorset, Inghilterra

Anno di realizzazione: 2012

Frutto del Design+Make, questo padiglione svolge la funzione di laboratorio per l'assemblaggio di prototipi realizzati nei Master, realizzato interamente con risorse locali diventando un'esperienza completa per gli studenti che hanno partecipato non solo alla progettazione ma anche al cantiere.Tutto il fabbricato poggia su una base di calcestruzzo armato ideale come base per le attività di laboratorio per cui è predisposto lo spazio, i prospetti sono caratterizzati da una forte dinamicità della forma ottenuta tramite l'utilizzo di grandi pannelli triangolari di rivestimento, i quali sono formati da un'alternanza di legno e policarbonato nelle chiusure verticali per coprire buona parte del fabbisogno di illuminazione naturale. Su una delle facciate è presente una porta di grandi dimensioni per facilitare la movimentazione di grandi assemblaggi, aumentando la flessibilità dello spazio rendendolo in grado di ospitare ogni tipo di attività. Nella parte di copertura invece presenta delle lastre di acciaio ondulato pensate per il drenaggio delle acque meteoriche, con una richiesta minima di manutenzione.

Infine, al centro un lucernario triangolare completa l'illuminazione interna. Lo scheletro dell'edificio è fondamentalmente un sistema di capriate e colonne composti da tronchi d'albero non raffinati.

A valle di una collaborazione con l'università di Bath per i test sperimentali su strutture complesse è stato sviluppato questo approccio che permette di impiegare gli alberi a tutto tondo, riducendo all'osso il processo di ingegnerizzazione. Il punto focale di questa metodologia è la massimizzazione dell'utilizzo di risorse locali sfruttandole nella forma più grezza, così da ridurre sostanzialmente la dipendenza dal processo industriale per la produzione di componenti.
L'utilizzo di legno non ingegnerizzato ha posto la necessità di utilizzare un sistema di computazione digitale che riuscisse a definire con certezza l'angolazione e la quantità di viti necessarie alla giunzione non solo in funzione delle risposte strutturali ma anche a seguito di una mappatura accurata delle venature, delle variazioni di diametro, della conicità, della rettilinearità e qualità di ogni singolo pezzo.

Il progetto del padiglione è stato realizzato anche grazie alla collaborazione degli studenti con gli esperti di Atelier One trasformando l'esercizio di progettazione e costruzione in un'esperienza guidata attraverso il flusso di lavoro di un manufatto. Big Shed, così come le altre grandi strutture del campus satellite di Hooke Park, svolge il ruolo di campo di prova per lo sviluppo pratico della formazione a cui gli studenti sono sottoposti durante il corso di studio, a partire dalle conoscenze di comprensione del materiale naturale e delle tecniche artigianali al processo costruttivo. Per quanto in questa occasione sia ancora più accentuato il learning throught design promosso dalla AA School, anche le distanze dal contesto maker dai cui si ispirano vengono incrementate. In questo caso l'accesso ai laboratori viene limitato ulteriormente ai solo frequentatori del master e tutte le tecnologie innovative utilizzate sono esclusivamente per la lavorazione del legno ed infine limitando l'apprendimento alla tipologia accademica del corso di progettazione.

Fig.30 - Spazio unitario interno

http://hookepark.aaschool.ac.uk/Buildings-Big%20Shed/

31 32

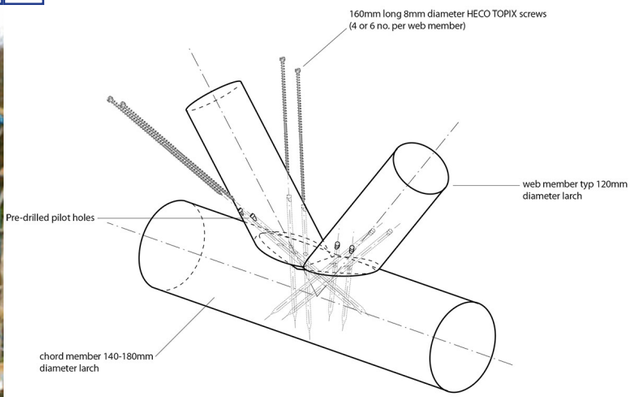
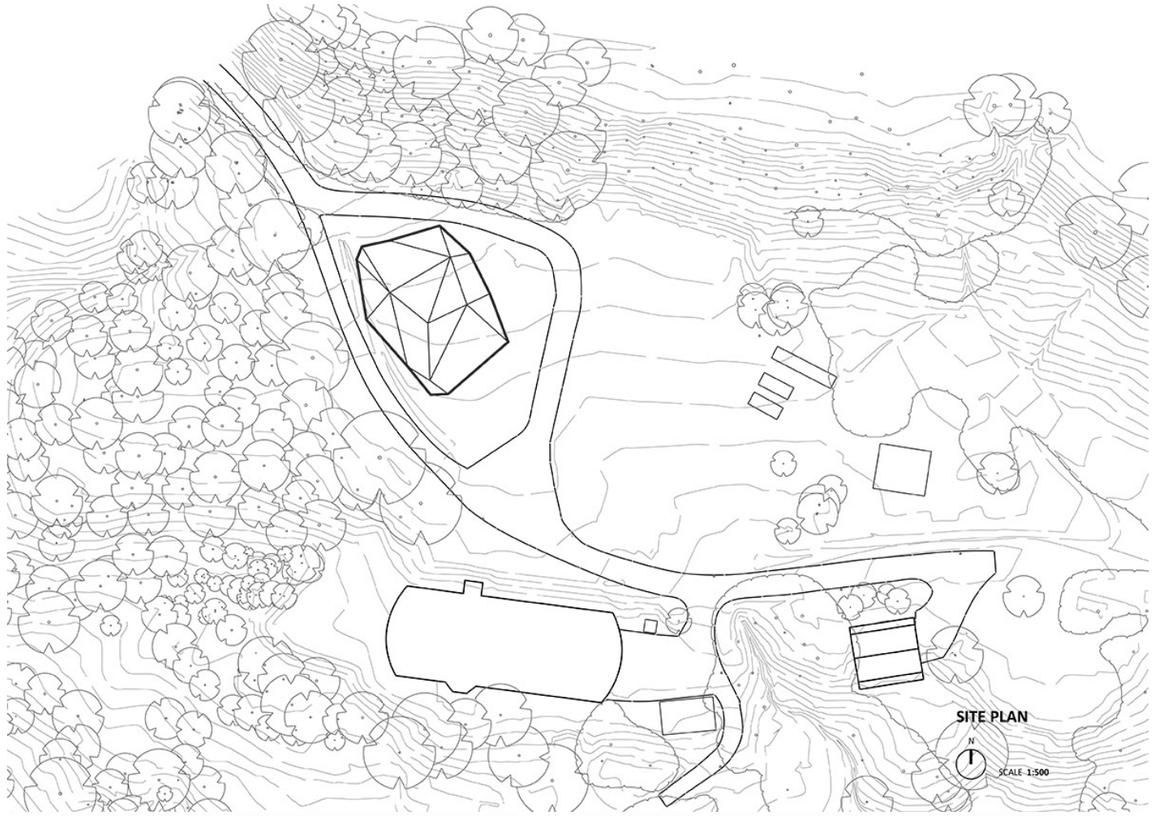


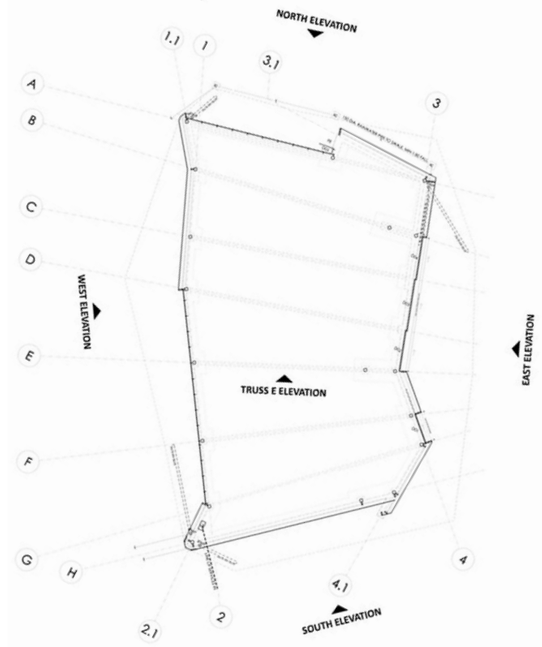
Fig.31 - Fase di cantiere della struttura lignea non ingegnerizzata

http://life.aaschool.ac.uk/

Fig.32 - Studio del dettaglio della connessione tra tre elementi strutturali non ingegnerizzati

https://www.designboom.com/architecture/invisible-studio-hooke-park-big-shed-workshop-uk-05-06-2017/





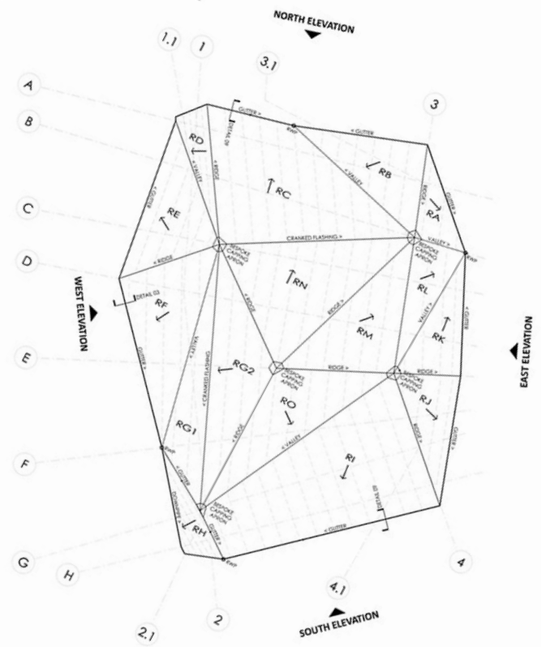
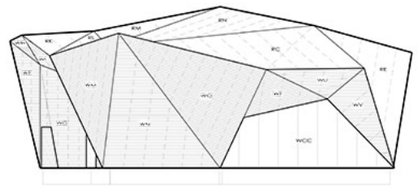
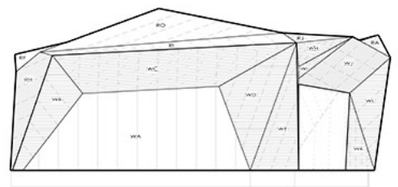


Fig.33 - Planimetria del sito di progetto scala 1:500
Fig.34 - Pianta del piano terra scala 1:200
Fig.35 - Pianta della coprtura scala 1:200

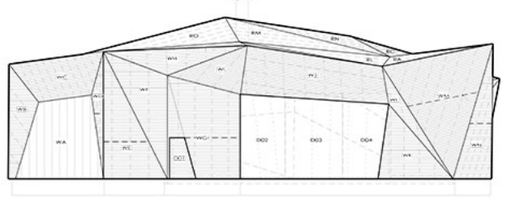
https://www.designboom.com/architecture/invisible-studio-hooke-park-big-shed-workshop-uk-05-06-2017/



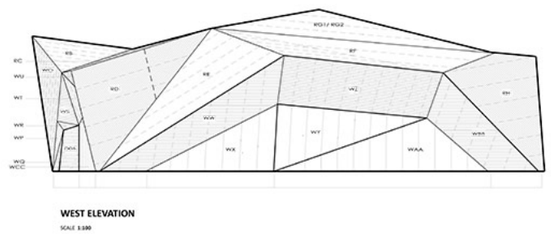
NORTH ELEVATION
SCALE 1:100



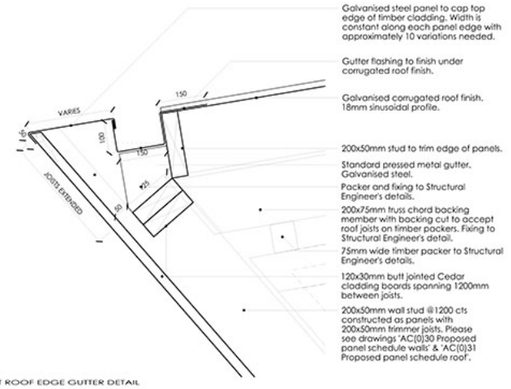
SOUTH ELEVATION
SCALE 1:100



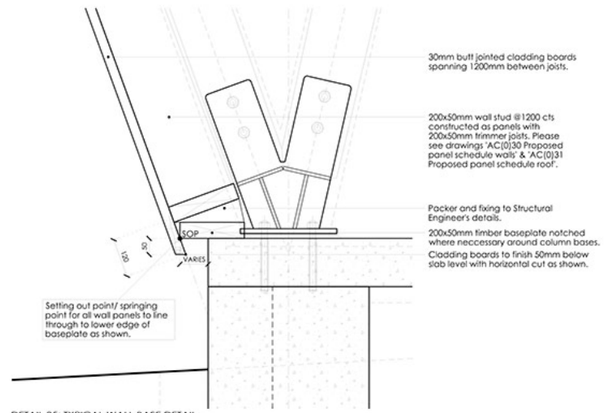
EAST ELEVATION
SCALE 1:100



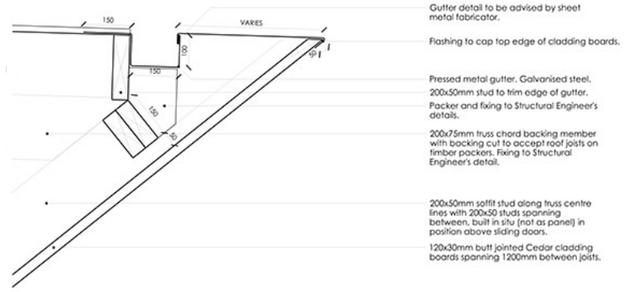
WEST ELEVATION
SCALE 1:100



DETAIL 03: WEST ROOF EDGE GUTTER DETAIL
1:10 SCALE



DETAIL 05: TYPICAL WALL BASE DETAIL
1:10 SCALE



DETAIL 04: CANOPY GUTTER DETAIL
1:10 SCALE

Fig.31 Prospetto lato Nord Scala 1:200
Fig.32 Prospetto lato Ovest Scala 1:200
Fig.33 Prospetto lato Est Scala 1:200
Fig.34 Prospetto lato Sud Scala 1:200

Fig.35 Dettaglio della connessione copertura-parete Est
Fig.36 Dettaglio dell'attacco a terra
Fig.37 Dettaglio della connessione copertura- parete ovest

https://www.designboom.com/architecture/invisible-studio-hooke-park-big-shed-workshop-uk-05-06-2017/

ETH, DIPARTIMENTO DI ARCHITETTURA

ETH zürich

Zurigo, Svizzera

Requisiti di accesso

Gli spazi del laboratorio sono pensati per gli studenti della facoltà del DARCH, e più in generale anche agli studenti delle altre facoltà del ETH

Configurazione spazi

Ognuno dei laboratori dispone di una sede differente, a partire dal 3D Lab il più piccolo, fino al RFL che vanta un edificio a se stante

Dotazione tecnologica

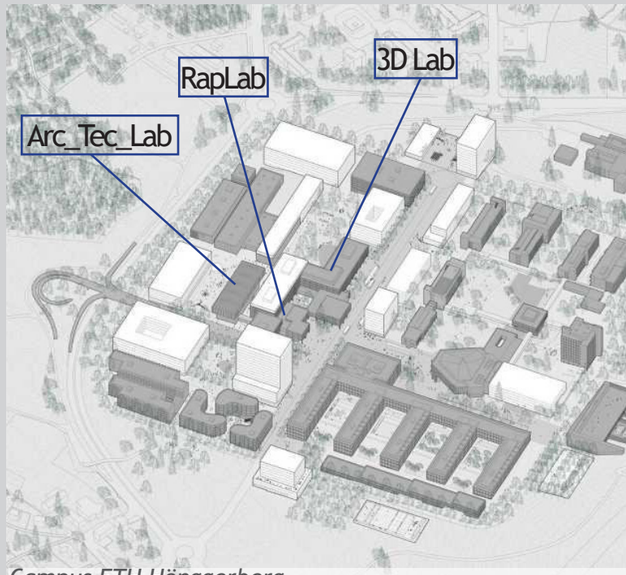
Sommando tutte le tecnologie presenti nei tre laboratori è possibile approcciarsi alla modellazione sotto tutti gli aspetti, inclusa la possibilità d'interaione uomo-macchina grazie al robot GANTRY

Focus

La ricerca, anche se di stampo interdipartimentale è strettamente legato all'architettura e più in generale al settore edile

https://3dlab.arch.ethz.ch/

https://ethz.ch/en/news-and-events/media-information/background-information/research-on-construction.html



Campus ETH Hönggerberg
https://ethz.ch/en/campus/access/hoenggerberg.html

2.2 ETH

Il dipartimento di Architettura (D_ARCH) dell'ETH di Zurigo da sempre tiene molto in considerazione l'esperienza pratica intrecciata all'istruzione accademica, una tipologia di esperienza che può essere ottenuto grazie alla prototipazione e alla realizzazione di modelli fisici in scala. Trovando quindi nei maker space una valida soluzione per introdurre all'interno della facoltà uno spazio apposito che facilmente conquistasse l'interesse degli studenti grazie all'utilizzo di strumentazioni innovative.

L'impegno dell'ETH si dimostra anche nella grande quantità di fondi che investe nel settore laboratori, tutti a disposizione non solo degli studenti del D_ARCH ma di tutto l'ETH.

Il più recente tra i laboratori è il 3D LAB composto da moduli prefabbricati installati sul tetto dell'edificio del dipartimento d'Architettura, dopo quindici mesi di incubazione è diventato operativo con le sue cento stampanti tridimensionali donate dalla Adrien Weiss Foundation.

Questo ambiente nasce principalmente con lo scopo di iniziare gli studenti all'utilizzo di tecnologie di fabbricazione digitale di prototipi in scala, ma pensato simile ad un maker space dove la condivisione delle conoscenze teoriche e delle migliori pratiche avviene tra studenti neofiti e quelli

che possiedono il know-how, non solo sul processo di realizzazione ma anche di impostazione digitale.

Il principale centro di competenze per la creazione di modelli e prototipi del dipartimento è il RAPLab (Rapid Architecture Prototyping Laboratory), il cui personale si è occupato dell'impostazione del 3D LAB e che ad oggi continua a gestirne la manutenzione. Il pilastro alla base del laboratorio è l'artigianato, attraverso il quale si cerca di creare un dialogo tra il fare e il fatto, il quale viene inteso come un concetto più ampio che include connessioni concrete con l'oggetto, come preoccupazioni tecniche, costruttive e materiali, e connessioni astratte, come percezione, espressione e forma. In questo modo il concetto, la metodologia e il design sono connessi della pratica che può avvenire tramite le macchine tradizionali o quelle a controllo numerico tutte messe a disposizione dall'officina. Questo ambiente diventa il punto di contatto tra studenti, ricercatori e cattedre del D-ARCH per la trasmissione delle conoscenze delle varie tecniche di fabbricazione e lavorazione di modelli e prototipi.

Il RAPLab diventa parte della formazione a più livelli, dalla più superficiale sull'utilizzo efficace ed in sicurezza dei macchinari, al livello seminariale su questioni di artigianato e design dove è possibile approfondire nuovi approcci intorno al modello architettonico sfruttando materiali che vanno dall'alluminio fino al legno dalla scala di prototipo a quella reale, con l'approccio del learning by doing; fino al livello didattico, si parla di un corso inseribile nel piano di studi che pone come fulcro il tema della modellistica, dove le abilità artigianali vengono insegnate e testate tramite vari esercizi in un costante connubio tra teoria e pratica. Vengono affrontate le questioni dell'astrazione, della riduzione, della materialità, della costruzione e della realizzazione tecnica e simultaneamente vengono applicate nel modello costruito per un riscontro pratico, oggetto fisico a cui, alla fine corso, viene richiesto di prendere una chiara intenzione di design per rispecchiare la qualità del percorso svolto.

Il terzo laboratorio del dipartimento è il Robotic Fabrication Laboratory (RFL), il più avanzato a livello tecnologico progettato dallo Studio Gramazio Kolher Research e posto alla base del nuovo edificio del Arch_Tec_Lab.

Uno spazio interamente dedicato alla prototipazione ed a esperimenti, equipaggiato con strumentazioni che permettono vari tipi di lavorazioni sia

Fig.43 - Stampanti 3D all'interno del 3D Lab
https://3dlab.arch.ethz.ch/about/
Fig.44 - Sala delle Laser Cutter del RapLab
https://raplab.arch.ethz.ch/dws/

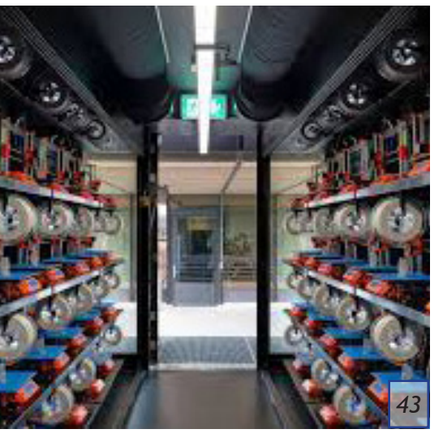

43

Fig.45 - Sala per le lavorazioni analogiche del RapLab
https://raplab.arch.ethz.ch/gws/

Fig.46 - Sala delle frese CNC del RapLab
https://raplab.arch.ethz.ch/cnc/

45

44

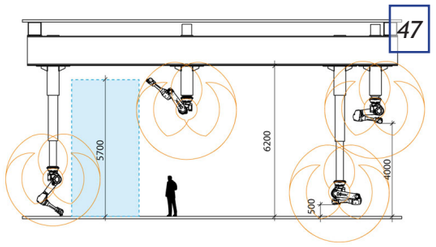
46

Fig.47 - Edificio dell'Arch_Tec_Lab

htFig.48 - Schema delle interazioni del robot GANTRY

Fig.49 - Stanza del robot GANTRY

tps://ita.arch.ethz.ch/archteclab.html



47

48

49

analogiche che a controllo numerico.
Fa parte di questo equipaggiamento un robot Gantry a soffitto dotato di quattro braccia robot industriali cooperanti a sei assi, il quale permette la lavorazione di componenti su larga scala. Il sistema a portale copre l'intero spazio dell'officina per un totale di 48x16x8m di area di lavorazione e permette di simulare oltre la fabbricazione completamente robotizzata anche la cooperazione uomo-macchina in loco. Questo ambiente nasce come rafforzamento del concetto di condivisione e interrelazione tra le differenti formazioni accademiche svolte all'ETH sul tema edilizio. In questa sede il concetto di maker space viene di nuovo limitato ad un'officina per la prototipazione rapida, rispetto al caso precedente ci sono dei miglioramenti dati dalla possibilità data agli studenti di interagire tra loro per la condivisione di informazioni, ma comunque si tratta di luoghi frequentati da utenti strettamente legati all'ambito universitario i cui progetti sono interamente legati al settore edile e non condivisi all'esterno.

Fig.50 - Interno dell'Arch_Tec_Lab
https://ethz.ch/en/news-and-events/media-information/background-information/research-on-construction.html

2.2.1 Sequential Roof

Architetti: Gramazio e kohler

Area: 2300 mq

Localizzazione: Zurigo, Svizzera

Anno di realizzazione: 2016 (durata cantiere: 6 anni)

Costo: 38 milioni (progettazione e realizzazione)

Questo progetto nasce come concretizzazione della direzione di ricerca intrapresa dal 2008 dall'ETH di Zurigo sul Robotic Timber Construction (RTC), un componente strutturale di copertura interamente in legno per la nuova sede di ricerca Arch-Tec-Lab situata nel campus Hönggerberg di Zurigo. È stato definito dimostratore in scala reale degli approcci innovativi di progettazione parametrica, fabbricazione digitale, sostenibilità, HVAC, MEP e strutturale in architettura e costruzione edile. A differenza di altre strutture temporanee assemblate roboticamente, come padiglioni espositivi, questa ha dovuto sostenere una serie di controlli di carattere strutturale e tecnico-normativo per verificare la sua effettiva sicurezza all'interno degli standard normativi svizzeri. Sono stati svolti test empirici con prove di carico meccanico su campioni in scala reale prodotti tramite RTC, i cui dati sono stati inseriti nel modello di calcolo definitivo.
Inoltre, a produzione conclusa sono state scelte a campione 16 capriate e sono state sottoposte nuovamente alle prove di carico. Il tetto ha una forma piuttosto semplice di grandezza 28mx80m per una superficie di

2'300mq. La struttura primaria è un telaio di dodici colonne in acciaio, mentre i tralicci assemblati roboticamente svolgono la funzione di struttura secondaria a travi con una luce regolare di 14.7m e 1.15m.
Ogni capriata che compone il tetto è formata da 23 strati di 50mm l'uno, la stratificazione consiste in corde continue in alto e diagonali in basso, un elemento di rete separa gli elementi di corda in blocchi da tre, modularità necessaria affinché le corde siano continue sia nel filone superiore che in quello inferiore, a differenza delle ragnatele che invece hanno un solo strato.
La flessibilità raggiunta grazie a questo approccio strutturale porta ad una ridondanza di materiale; infatti, si parla di 168 capriate per un totale di 48,624 segmenti in legno, e concede occasionalmente di tralasciare dei singoli elementi nell'oggetto complessivo, un vantaggio che la rende facilmente adattabile ad una qualsiasi curvatura della copertura imposta dalle necessità compositive.
Data la complessità della stratificazione delle capriate è stato impiegato un metodo sperimentale di fabbricazione robotica interamente automatizzato per la produzione a scala reale.
A monte della produzione automatizzata si trova un altrettanto complesso flusso di lavoro di ottimizzazione del design digitale dove ogni elemento è definito come entità logica che include tutta una serie di informazioni non solo sulla sua natura ma anche sulle relazioni che detiene con gli elementi vicini, da cui derivano altre informazioni e specifiche sul taglio e posizionamento.
Lo strumento di progettazione, frutto di un codice di programmazione Python incorporato nella piattaforma CAD Rhinoceros in collaborazione con l'analisi strutturale RSTAB ha fornito valutazioni sull'integrità strutturale e prestazioni di progetto, il tutto riprende molto il sistema delle identità e dell'interoperabilità del metodo BIM.
l macchinario robot incaricato della produzione è stato un robot Gantry a sei assi con uno spazio di lavoro di 48x6.1x1.9m, che gli permette di elaborare prodotti di lunghezza tra i 500mm e i 10'000mm per un oggetto complessivo di 48m totali, installato presso ERNE AG Holzbau, azienda Svizzera che si occupa sia di produzione innovativa di sistemi e componenti in legno che di consulenza sul tema.
In questo caso l'equipaggiamento predisposto nel set-up è stato un polso meccanico attaccato all'asse Z con tre assi di rotazione che gli permettono di raggiungere i 6 DOF di orientamento con: terminali intercambiabili, una rastrelliera per il cambio utensili, un tavolo da taglio, e un deposito di stecche lungo 10m di tre diverse dimensioni. In questo modo il Gantry inizia la produzione prendendo e tagliando la stecca secondo il modello digitale prodotto in fase di design, e lo posiziona secondo il rispettivo livello della stratificazione. Infine, una telecamera posta sul portale controlla possibili deviazioni o errori avvenuti nel montaggio prima di passare al layer successivo. Il metodo di progettazione rimane prettamente analogico, ma la possibilità di accorpare la fase di produzione e di assemblaggio, eliminando il ri-assemblaggio in cantiere mediante etichettamento, implica un continuum tra lo schema strutturale e il processo di fabbricazione che viene preso in considerazione già nella fase di design come in su sistema integrativo. Il ruolo di dimostratore di questo progetto viene svolto nel momento che l'uso della tecnologia robotica automatizzata non è più abbinata alla "classica" lavorazione CNC ma viene esplorata la vera potenzialità di questo sistema, ad esempio eliminando l'incertezza umana dal processo di montaggio.
Procedure di fabbricazione laboriose che si pongono l'obiettivo di tradurre letteralmente i processi manuali sono un significativo spreco di risorse umane e materiali, che, in ultima analisi, impediscono alla RTC di diffondersi nel settore edile.Questo progetto è frutto della trasposizione tecnologica di ricerche tenute da professori dell'ETH sulla possibilità di progettare e realizzare tramite fabbricazione digitale strutture lignee complesse. Il ruolo di dimostratore di questo progetto prende anche un'altra sfumatura all'interno del dipartimento, infatti, la riuscita

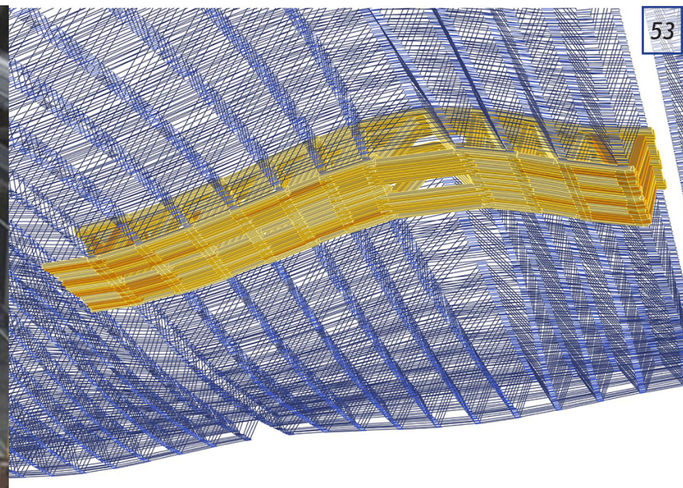
Fig.51 - Campata presa a campione per la verifica strutturale

Fig.52 - Modello digitale della copertura realizzato per la progettazione e gestione della produzione robotizzata

https://ita.arch.ethz.ch/de/archteclab/sequential-roof-.html

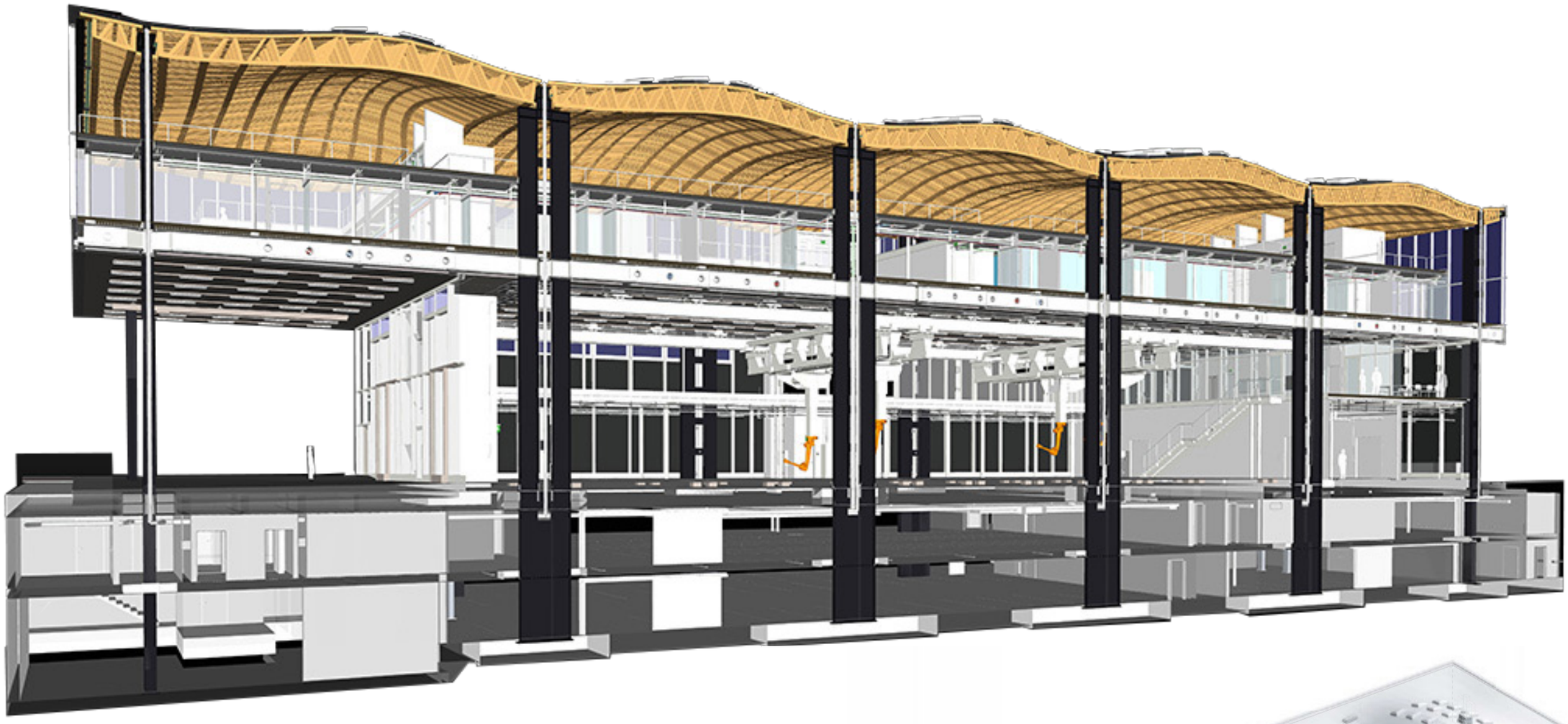
Fig.53 - Fase di produzione del componente campata

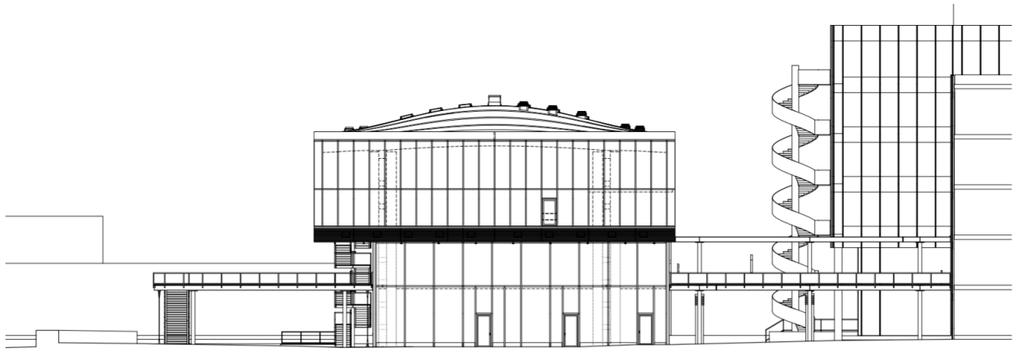
https://www.luechingermeyer.ch/en/project/hib-gebaeude-eth-hoenggerberg-zuerich/



del progetto avvalora l'attendibilità delle strategie di co- design tra discipline differenti, un concetto fondamentale della formazione dell'ETH e che si legge anche nella scelta del posizionamento del RFL all'interno dell'Arch_Tec_Lab come laboratorio poli disciplinare.
Torna il tema dell'integrazione nella preparazione accademica di nuove tecnologie che richiedono molta esperienza pratica prima di riuscirle ad integrare nel processo produttivo e creativo con efficacia, questo diventa particolarmente evidente quando l'obiettivo ultimo di questa nuova ontologia di design non è un'architettura definita prettamente da una forma geometrica ma da un processo generativo di materializzazione digitale dove sono contenuti tutti i dati rilevanti sulla forma ma anche sulla fabbricazione con cui ottenerla.
Le cattedre del D-ARCH dell'ETH sono molto coinvolte nei temi della fabbricazione digitale soprattutto quella legata all'utilizzo di sistemi robotizzati su cui si sono focalizzati molti progetti di ricerca ma che hanno influenzato anche la struttura dei corsi offerti, ne è un esempio il MAS ETH DFAB, un master che partendo dalle ricerche condotte dallo studio Gramazio Kolher Research stabilisce un quadro generale delle possibilità del digitale in architettura con particolare attenzione per fabbricazione automatizzata e robotica ed alla stampa 3D; e di come queste possono essere impiegate in un'ottica di costruzione avanzata e sostenibile.

Fig.54 - Particolare del polso meccanico del robot GANTRY
https://www.luechingermeyer.ch/en/project/hib-gebaeude-eth-hoenggerberg-zuerich/





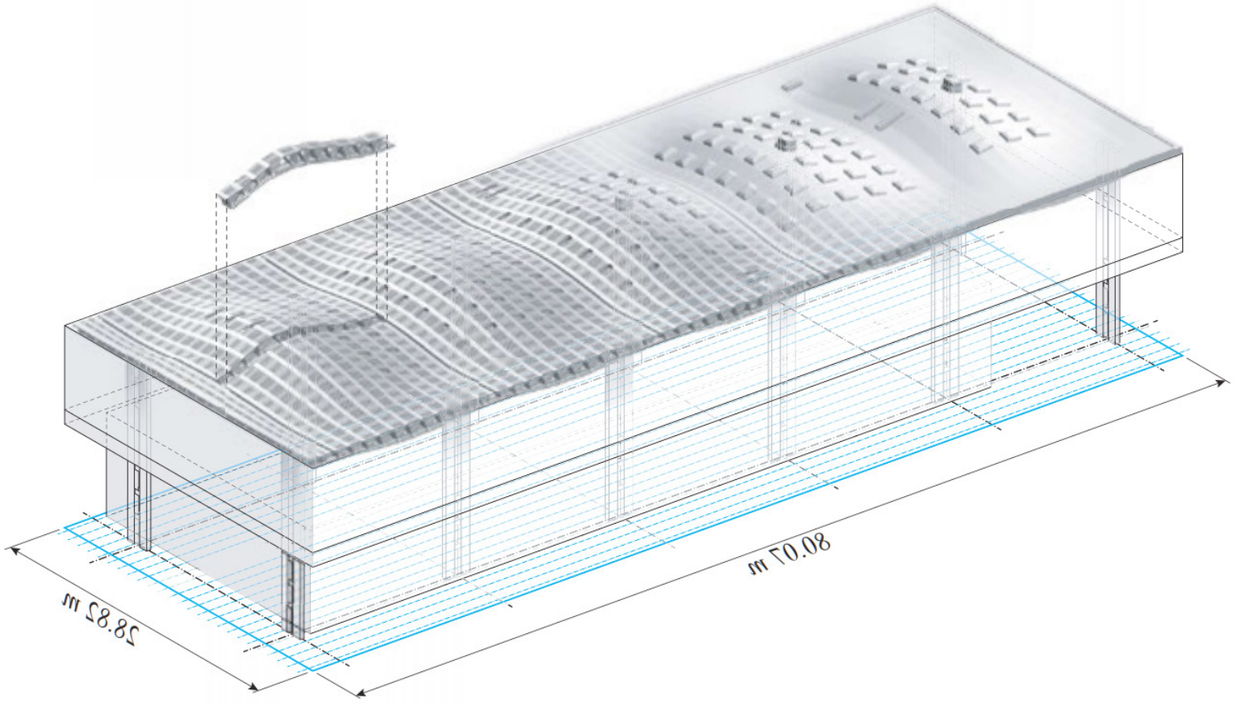


Fig.55 - Volumetria della copertura completa
https://www.luechingermeyer.ch/en/project/hib-gebaeude-eth-hoenggerberg-zuerich/

Fig.56 - Sezione prospettica della copertura e degli spazi di laboratorio
https://www.luechingermeyer.ch/en/project/hib-gebaeude-eth-hoenggerberg-zuerich/

Fig.57 - Prospetto Lato Sud Scala 1:200
https://prixlignum.ch/3/279/projektarchiv/projektarchiv-prixlignum/1699/das-sequenzielle-dach/

55	
56	57

EPFL, FACOLTÀ DI ARCHITETTURA E INGEGNERIA CIVILE E AMBIENTALE

Losanna, Ecublens 1015

Requisiti di accesso

Il laboratorio può essere utilizzato solo da una parte degli studenti del EPFL che accede ai corsi della facoltà di Architettura e Ingegneria Civile

Configurazione spazi

Un interno edificio prefabbricato è dedicato al Lab, in cui ognuno dei suoi tre piani ospita una funzione diversa tra lo sviluppo e la materializzazione dell'idea

Dotazione tecnologica

Sono disponibili strumenti per la prototipazione rapida di tipo additivo e sottrattivo, insieme a una ampia gamma di utensili analogici o elettrici per la lavorazione manuale

Focus

Interamente dedicato al supporto per gli studenti, specialemnte per progetti accaemici o curricolari

https://www.epfl.ch/labs/skil/

https://www.epfl.ch/labs/skil/

https://www.epfl.ch/campus/services/website/web-services/plan-geoportail-help/

2.3 EPFL

La Facoltà di Architettura e Ingegneria Civile e Ambientale (ENAC) concentra la formazione offerta sul rispondere alle tre grandi sfide sociali dei nostri tempi, il cambiamento climatico, la digitalizzazione e l'urbanizzazione. L'ENAC si fonda come un dipartimento interdisciplinare tra diverse comunità scientifiche e questo si riflette sui programmi educativi, ne è un esempio il Design Together, e sulle tipologie di laboratorio come Student Kreativity and Innovation Lab o SKIL
Il Design Together è un programma di rilevante importanza nella facoltà in cui gli studenti vengono messi alla prova con un a prima esperienza di progetto a seguito del primo anno di studio. Durante questo progetto i gruppi di lavoro composti da elementi di tutte e tre le sezioni dell'ENAC affrontano sfide molteplici con l'obiettivo di stimolare la linea di pensiero oltre i limiti della propria disciplina tramite l'esperienza pratica. Uno dei vincoli posti durante questo progetto è il costruire di seconda mano, la creatività degli studenti viene messa alla prova nel costruire qualcosa partendo da elementi ottenuti dalla decostruzione come elementi di recupero di cantieri ed officine, avviando un procedimento di riuso che, diversamente dal riciclaggio che prevede una trasformazione, valorizza le proprietà meccaniche e funzionali intrinseche.
L'enfasi del progetto, il cui tema è frequentemente di attualità, è sulla prototipazione di oggetti nuovi con dispendio economico ed ecologico minimo ponendo l'attenzione sulla necessità di risparmiare sulle risorse limitate del pianeta mantenendo un'alta qualità del design. Sia per l'assetto che per l'obiettivo finale questo programma di studio riprende molte delle caratteristiche della Fab Academy fornita dalla Fab Foundation.
Con il Semester project inizia la parte di preparazione magistrale e si compone di un esercizio sempre di carattere interdisciplinare per consolidare le conoscenze acquisite, in quest'ambito gli studenti posso anche scegliere di partecipar ad un progetto MAKE. Questa soluzione permette di partecipare ad un progetto di ricerca attivo all'EPFL fortificando le esperienze di lavoro di squadra e di pratica sul campo, creando un vantaggio nello sviluppo delle competenze necessarie nel futuro professionale, purtroppo dato il ristretto numero di progetti attivi i posti disponibili per quest'attività sono limitati.
Tutti gli studenti che affrontano il Semester Project hanno l'accesso allo SKIL uno spazio inaugurato ufficialmente nel 2018 su iniziativa dell'ENAC che mira a incoraggiare l'iniziativa e la creatività degli studenti nella creazione di progetti pratici. L'iniziativa nasce con l'intenzione di rompere il metodo sistemico e teorico che caratterizza il modello di studio universitario, uno spazio dove gli studenti possono applicare le conoscenze ottenute con il metodo tradizionale di studio alle loro idee innovative.
A livello pratico il laboratorio si divide in tre aree principali: l' Ideation space, un luogo pensato per il dialogo dove gli studenti posso fare piccoli briefing e presentare le proprie idee; il Maker space, definizione data solo per la somiglianza con la dotazione tipica di un FabLab, uno spazio fornito di un'ampia varietà di utensili elettrici e manuali portatili e di stampanti tridimensionali in plastica o resina e banchi da lavoro per l'assemblaggio degli oggetti prodotti; infine il Machine Workshop, un ambiente fornito di fresatrici CNC ed altri strumenti fissi come seghe a disco e levigatrici a fascia, in breve tutti i strumenti che dal piano di sicurezza del laboratorio vengono identificati con il livello più alto. All'interno del lab anche una squadra di esperti a supporto degli studenti ed i loro progetti, possono far parte di questa squadra anche degli studenti con un significativo bagaglio di know-how sui processi di lavorazione e sull'utilizzo dei macchinari.
All'interno dell'ENAC, specificatamente nel settore di ingegneria civile, è presente dal 2004 anche un altro laboratorio chiamato IBOIS gestito dal Professor Weinand e da una squadra di ingegneri civili, architetti, matematici e informatici con la quale vengono portati avanti progetti di ricerca su assemblaggi e configurazioni digitali, dell'ottimizzazione meccanica delle costruzioni e delle connessioni legno-legno, che, ad oggi, lo certificano come uno dei maggiori i centri di innovazione in Europa. Questo laboratorio però non rientra in quella categoria di imitazioni di maker space ma conserva il suo assetto di laboratorio edile con macchinari di collaudo appositi per elementi architettonici. La formazione dell'EPFL è fortemente caratterizzata dalla messa in pratica delle conoscenze trasmesse offrendo molte occasioni agli studenti di mettere le mani su progetti universitari, nella forma di esercizi progettuali, e su progetti di ricerca, occasioni in cui ci si confronta con le vere sfide del mondo professionale. In questa sede in particolare si riprende il concetto della varietà di formazioni è dell'interazione tra queste.
Al livello formativo il Design Together riprende la socialità con cui vengono affrontati i progetti nei maker space mentre il laboratorio SKIL tenta di ricreare gli ambienti di questi includendo anche uno spazio dedicato al dialogo tra gli utenti. Le differenze fondamentali restano però sempre legate all'utenza limitata ai soli frequentatori dell'università a cui, per quanto venga lasciata la libertà di sviluppare i propri progetti, difficilmente si allontaneranno dal settore edile ed architettonico.

Fig.58 - Area dell'Ideation Space

Fig.59 - Pazione del Maker Space

https://www.epfl.ch/labs/skil/en/about/description-2/

Fig.58 - Laboratorio IBOIS

https://www.epfl.ch/labs/ibois/

2.3.1 Padiglione Legno Vidy-Lousanne Theatre

Architetti: Atelier Cube; Yves Weinand Architectes sàrl

Ingegnerizzazione del legno: Bureau d'Etudes Weinand, Liege

Area: 540 mq

Localizzazione: Losanna, Svizzera

Anno di realizzazione:2017 (durata cantiere:12 mesi)

Costo:2.8 milioni di franchi (il budget include la costruzione della sala, le attrezzature sceniche e tecniche ma non gli studi e il trasferimento tecnologico).

Fig.59 - Ingresso principale del padiglione

https://www.lehmann-gruppe.ch/fr/construction-en-bois/reference/pavillon-en-bois-theatre-de-vidy.html

Frutto di un trasferimento tecnologico del laboratorio IBOIS, il progetto sfrutta le connessioni a tenone e mortasa in legno senza elementi aggiuntivi integra le sfide di controllo dei costi, rapidità di esecuzione e inserimento nel sito di progetto sfruttando le possibilità e la precisione fornite dalla fabbricazione digitale.

Situato a pochi passi dall'edificio storico del teatro, vicino alla riva del lago di Ginevra, la struttura si sviluppa come una successione di undici archi realizzati ispirandosi ad uno dei metodi più antichi delle costruzioni in legno, la giunzione a coda di rondine. La caratteristica forma della copertura che ricorda le forme di un origami, da un

Fig.60 - Dettaglio della giunzione a coda di rondine

Fig.61 - Componente di campata durante la posa in cantiere

Fig.62 - Dettaglio del soffitto piegato e del giunto a coda di rondine installato

Fig.63 - Fase avanzata di cantiere

https://www.triplewood.eu/it/progetti/padiglione-del-theatre-vidy_it

60

61

punto di vista compositivo ricorda i progetti dello studio FOA, come il terminal dei traghetti di Yokohama, dove la piega esprime dinamismo architettonico degli spazi, inoltre, permette di avere una luce che oscilla dai 16 ai 20 metri senza il bisogno di pilastri in mezzeria. Lo schema dei pannelli piegati ha un significato multiplo, che include l'esaltazione della tettonica e la corrispondenza tra spazio architettonico, tecnica artigianale e digitale e prestazioni dei materiali.

Al suo interno ospita 250 sedute ed un palco retrattile di 350 mq (19m x 11m) che permette di modificare la definizione dello spazio rendendolo adatto sia per spettacoli che mostre.

I pannelli che lo compongono sono formati da una doppia pelle che svolge la funzione sia di struttura che di rivestimento, ulteriormente evidenziato dalle connessioni lasciate a vista all'interno, al cui interno è posto l'isolante necessario per il comfort acustico e termico, inoltre, la progettazione digitale delle pareti laterali ha permesso di gestire uniformemente le forze agenti sugli elementi.

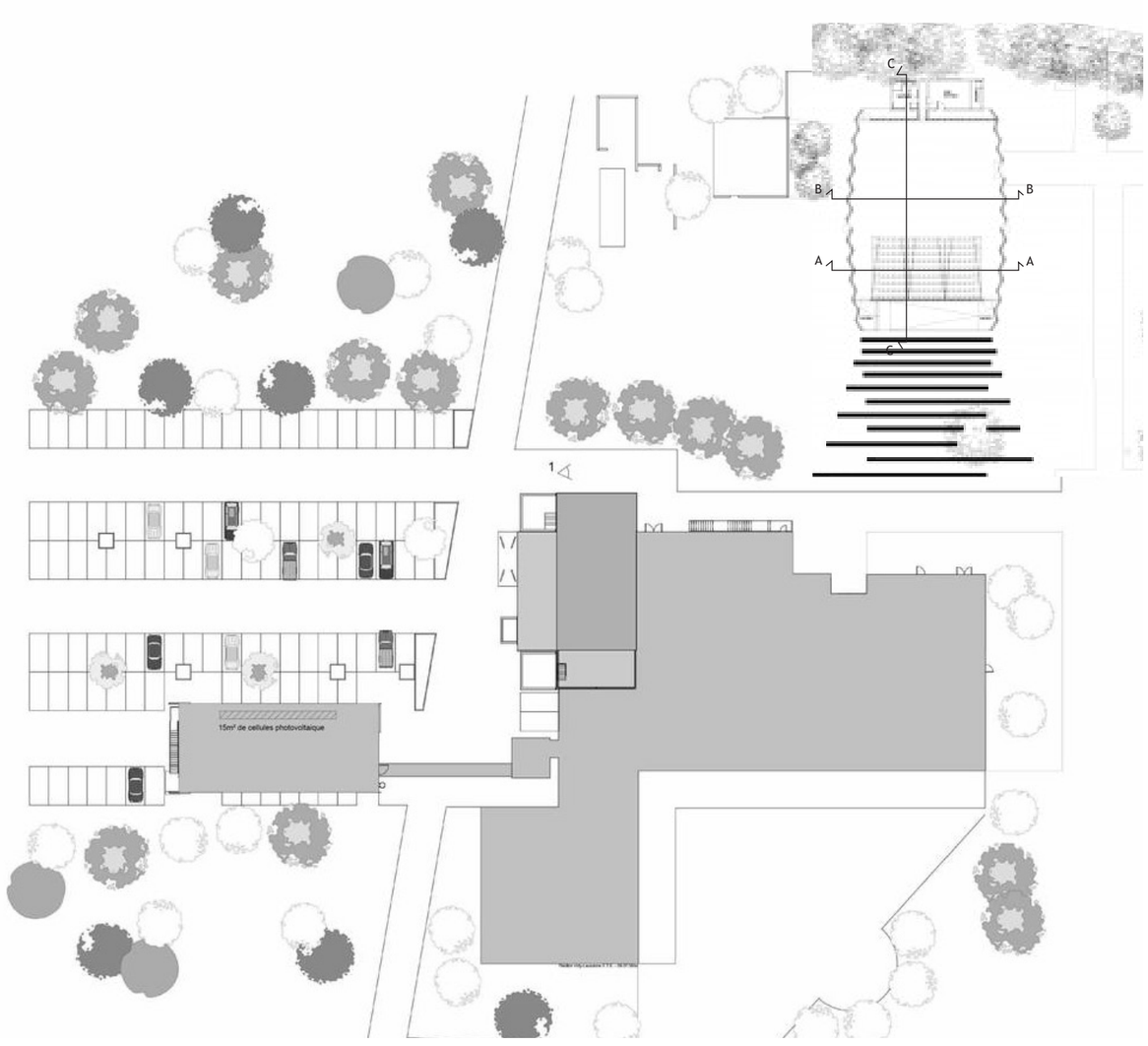
Le giunzioni tra i pannelli avvengono senza l'uso di componenti metallici, l'utilizzo di macchinari CNC di questi elementi si è dimostrata fondamentale per la realizzazione degli incastri richiedenti un taglio preciso e specifico.

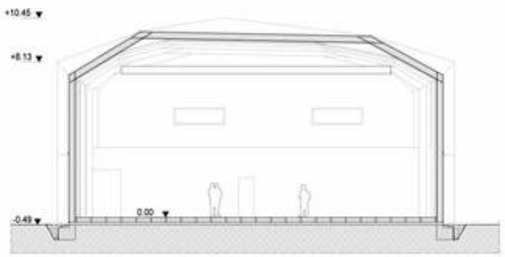
Tecnologia necessaria anche per vincere la sfida di controllo dei costi e delle scadenze, le iniziali prove di formatura sono state eseguite sfruttando uno strumento di design digitale unito ad un sistema di gestione parametrico (Grasshopper e Rhinocheros), mentre il dimensionamento delle geometrie è stato effettuato con Robot Structural Analysis.

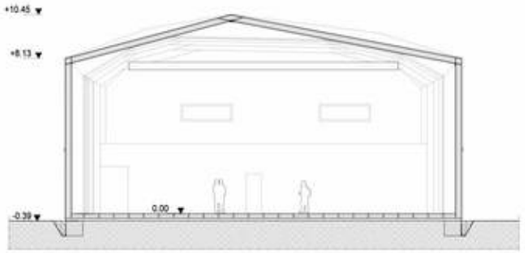
Il dettaglio dei giunti a integrati, a coda di rondine 9 a tenone passante, riflette la tecnica utilizzata, supportata da strumenti digitali, e il suo relativo scopo strutturale, definendo il carattere tettonico della costruzione, anche se molte questioni architettoniche rimangono irrisolte per via della natura temporanea del progetto.

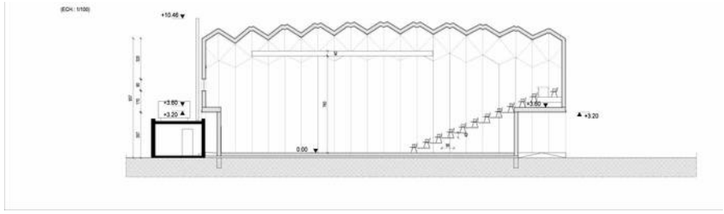
In occasione del progetto del padiglione esterno per il teatro Vidy-lausanne è stata data la possibilità di sviluppare e implementare le ricerche iniziate nel laboratorio IBOIS dell'EPFL, dove il lavoro condotto dal gruppo di ricerca viene applicato ad una struttura a scala reale. La tecnologia delle lastre ad incastro, così come i due strumenti di calcolo costruiti su misura per la produzione dei giunti "integrali" necessitano l'utilizzo di un macchinario CNC a 5 assi, ampiamente disponibile in una qualsiasi industria edile in legno, il che rende questa giunzione innovativa non solo performante ma anche semplice da integrare nei processi già presenti in una qualsiasi filiera.

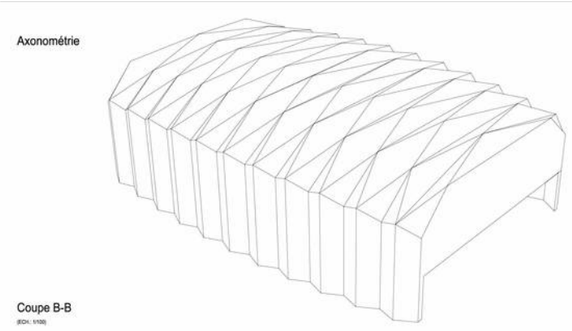
62











Coupe B-B
(ECH.: 1/100)

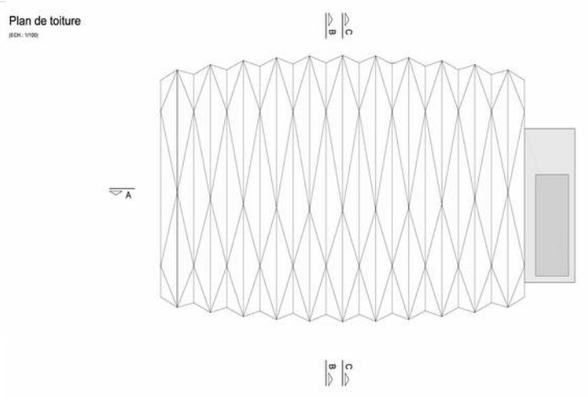


Fig.64 - Planimetria del sito di progetto
Fig.65 - Sezione trasversale AA Scala 1:200
Fig.66 - Sezione trasversale BB Scala 1:200
Fig.67 - Sezione longitudinale CC Scala 1:200
Fig.68 - Assonometria del fabricato Scala 1:200
Fig.69 - Pianta della copertura Scala 1:200

https://www.triplewood.eu/it/progetti/padiglione-del-theatre-vidy_it
https://www.archdaily.com/925521/timber-pavilion-of-the-vidy-lausanne-theatre-yves-weinand-architectes-sarl-plus-atelier-cube

64
65 66
67
68 69

UNIVERSITÀ DI STOCCARDA
ICD e ITKE

University of Stuttgart

Stoccarda, Germania

Requisiti di accesso

Tutti gli studenti dell'università hanno acccesso a questi laboratori e spesso sono frequentati da aziende collaboratrici

Configurazione spazi

Il CCL si sviluppa per una superficie di 500 mq con uno spazio unico che può essere quadripartito, stesso area per il RFL ma con uno spazio interno meno flessibile

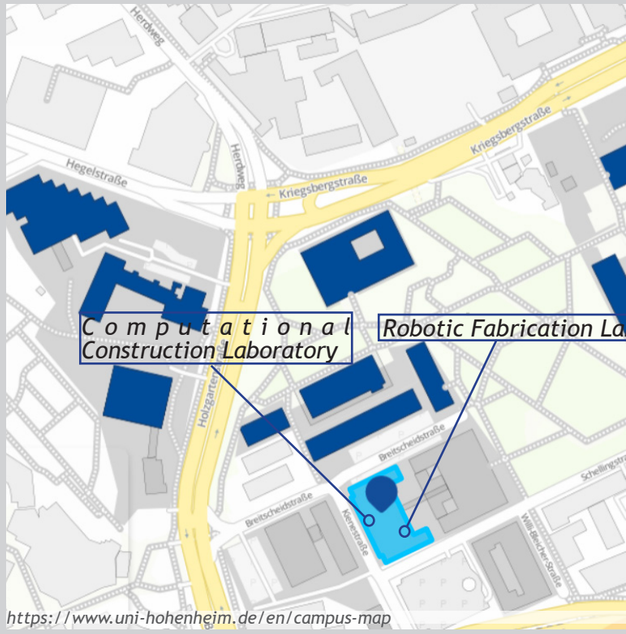
Dotazione tecnologica

L'università dedica una buona fetta di fondi per la manutenzione ed il continuo aggiornamento dei macchinari disponibili nei laboratori

Focus

Viene posta molta attenzione all'esperieza fornita dal laboratorio includendo gli studenti non solo nei progetti universitari ma anche nella realizzazione di modelli dimostratori per aziende collaboratrici

https://www.icd.uni-stuttgart.de/research/research-infrastructure/computational-construction-lab/



https://www.uni-hohenheim.de/en/campus-map

2.4 Università di Stoccarda

L'istituto per la progettazione computazionale (ICD) e l'istituto di edilizia e design strutturale (ITKE) sono parte dell'università d Stoccarda ed entrambi affrontano i temi della realizzazione dell'architettura e dei materiali del quale si compone tramite l'innovazione tecnologica. L'ICD è focalizzato sullo sviluppo di processi di progettazione generativa digitale teorici e pratici, e delle relative tecnologie applicative; con l'obiettivo di integrare le interdipendenze di forma, materiale, struttura e ambiente del design computazionale nei progetti di architettura includendo anche la bio-mimetica. L'ITKE invece prevede invece l'approfondimento e la ricerca di nuovi materiali e strutture di supporto per l'architettura. Viene posta particolare attenzione nei materiali compositi in fibra e allo sviluppo di tecniche di simulazione e produzione di quelli che coprono maggiormente le esigenze di caratteristica dell'ambito industriale edilizio. L'università è molto coinvolta in collaborazioni con aziende del settore in particolare nella produzione di prototipi e dimostratori, per questo sono attivi molti progetti di ricerca, e la facoltà di Architettura dispone di strutture e laboratori di prova.
Il Computational Construction Laboratory, nella sede dell'ICD, è una struttura interamente dedicata alla ricerca con più di 500 mq a disposizione come spazio di lavoro flessibile. L'equipaggiamento del laboratorio permette di allestire sistemi robotizzati fino a 36 assi, la configurazione standard prevede un braccio robotico KUKA a 6 assi su una pista di scorrimento di 12 metri, un braccio robotico a portata elevata KUKA Quantec a 6 assi e due tavole rotanti a 2 assi.
Il Robotic Fabrication Laboratory, sempre presente nella sede dell'ICD, è il laboratorio di fabbricazione robotica della facoltà di Architettura, il suo equipaggiamento prevede un robot industriale KUKA a 6 assi su una piattaforma di rotazione verticale che diventa il settimo asse esterno. Il settaggio del macchinario permette la prefabbricazione di componenti edili, stampi per la laminazione di compositi in fibra e mock-up per mobili, design industriale e auto.
I laboratori, dotati di macchinari all'avanguardia sono principalmente dedicati alla ricerca ma aperti a tutto il personale dell'istituto, l'utilizzo pratico dei macchinari viene però gestito da del personale esperto e non dagli utenti.
L'ITKE invece dispone di un laboratorio incentrato sulle prove di carico e stress degli elementi sia di piccola che di grande scala e sulla corrispondente acquisizione e successiva gestione di dati.
Le tecnologie in dotazione permettono di effettuare le prove da elementi architettonici semplici come facciate a elementi più complessi come sezioni di ponti, servizi che vengono poi offerti come consulenze dall'istituto ad aziende esterne. Tutte le tipologie di laboratorio presenti nei due istituti vantano un alto livello di innovazione tecnologico, nel caso dell'ITKE svolge anche servizi per la comunità aziendale circostante, questi però lasciamo molto in disparte gli studenti che non hanno la possibilità di interfacciarsi con

Fig.70 - Braccio robotizzato in dotazione al Computational Constraction Lab
https://www.icd.uni-stuttgart.de/research/research-infrastructure/computational-construction-lab/

Fig.71 - Ambiente di lavoro del Robotic Fabrication Laboratory
https://www.itke.uni-stuttgart.de/

queste realtà se tramite la commissione di manufatti e continuando a conoscerle solo tramite teoria, senza uscire dal vincolo accademico della mancanza di applicazione.

Fig.72 - Vista esterna del padiglione arredato

https://www.archdaily.com/916758/buga-wood-pavilion-icd-itke-university-of-stuttgart?ad_medium=gallery

2.4.1 Buga Wood Pavillion

Architetti: Università di Stoccarda ICD/ITKE

Ingegnerizzazione del legno: Bureau d'Etudes Weinand, Liege

Area: 500 mq

Localizzazione: Heilbronn, Germany

Anno di realizzazione: 2019 (durata cantiere: 13 mesi)

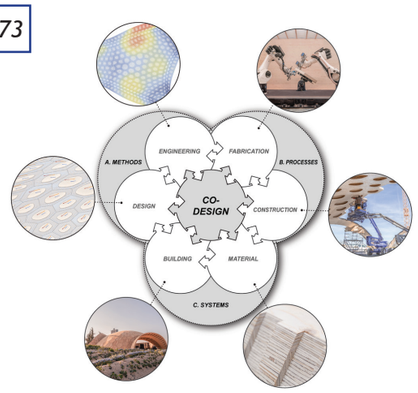
Il progetto nasce come frutto della collaborazione tra l'istituto per la progettazione e la costruzione computazionale (ICD) e dell'istituto per le strutture edilizie e la progettazione strutturale (ITKE). Partendo dallo studio anatomico di esoscheletri di creature marine nasce il sistema costruttivo a piastre che caratterizza la morfologia del padiglione. Lo spazio per eventi si estende per circa 30 metri, sfruttando il principio biomimetico "meno materiale – più forma", infatti non supera i 38 kg/mq di legno strutturale. Il guscio riesce a creare uno spazio unitario utilizzando la quantità minima di materiale, sia a livello di elementi singoli che di calotta complessiva, le prestazioni strutturali risultano triplicate rispetto ad un sistema a piastra piena con la stessa quantità di materiale al metro quadro.
In un'ottica di risparmio sia di materiale che di peso, ogni segmento, realizzato in legno lamellare, è composto da due lastre sottili ancorate tramite collante ad un anello di travi di bordo formando poligoni cavi. La cavità, esposta da un foro su una delle due lastre di chiusura, fornisce l'accesso necessario ai sistemi di connessione durante il montaggio ma

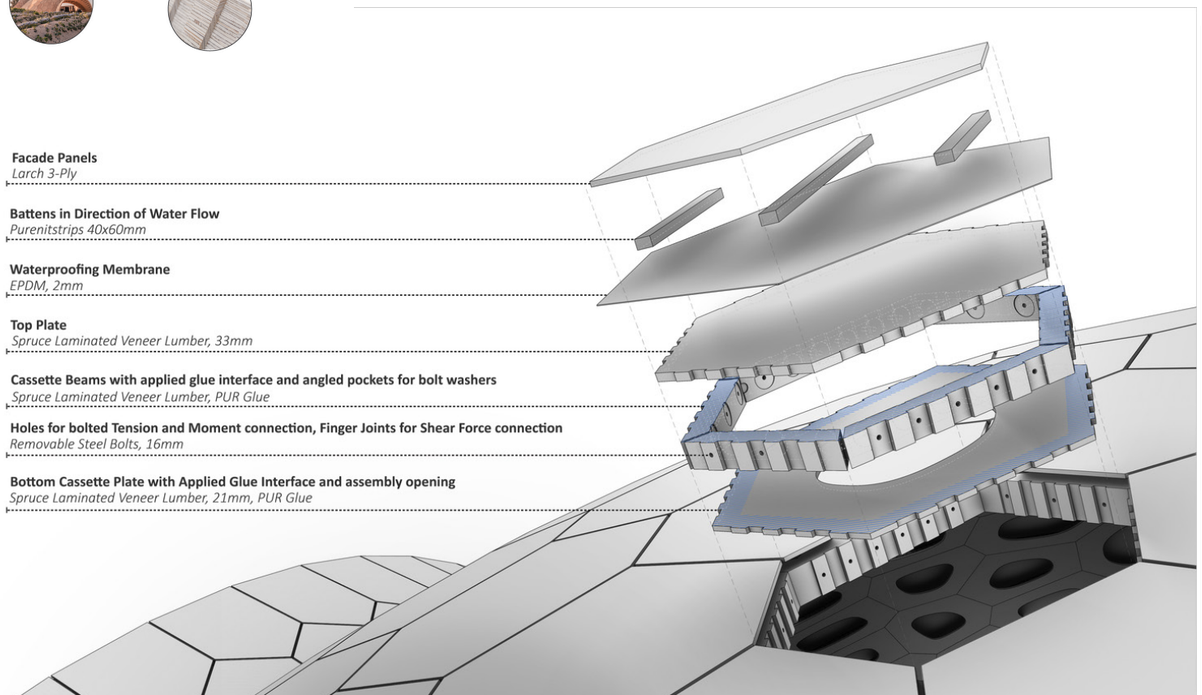
si dimostra poi una caratteristica architettonica distintiva del progetto in quanto le cassette che lo compongono variano di dimensioni da 1m fino a 2.6m.
Data la complessità tettonica del sistema è necessario ipotizzare un nuovo approccio alla realizzazione in quanto le tecniche di produzione convenzionali porterebbero ad una evidente perdita economica e di sostenibilità.
Questo nuovo approccio all'edilizia prevede anche un nuovo modo di progettare e pensare l'architettura; infatti, i vari team di progetto sono stati organizzati tramite il paradigma di co- design, dove una ripartizione e delegazione delle responsabilità ha aperto nuove possibilità di progettazione, Ingegnerizzazione e fabbricazione regolate da un continuo feedback computazionale interdisciplinare.
L'incorporazione diretta degli input di composizione architettonica introdotti dalla squadra di design viene gestita dagli algoritmi di co-design design in concomitanza con i requisiti strutturali, una sorta di compromesso tra composizione e struttura che a termine del processo si traduce in un feedback contenente il set-up di produzione robotica.
Come parte integrante del progetto è stata realizzata una piattaforma di produzione costituita da due apparati robotizzati per automatizzare l'assemblaggio e la fresatura dei segmenti di legno cavo.
Il processo altamente integrativo gestisce, in risposta alle sfaccettature dei criteri progettuali, le 17.000 giunzioni a dita disposti sui 376

Fig.73 - Diagramma di flusso del sistema di co-design

Fig.74 - Esploso tecnologico della stratificazione dei componenti esagonali

https://www.archdaily.com/916758/buga-wood-pavilion-icd-itke-university-of-stuttgart?ad_medium=gallery





elementi che compongono la struttura complessiva fino ai dettagli sub-millimetrici. La piattaforma di produzione robotica prende il nome di TIM, e ricalca in pieno la filosofia del filone di ricerca sulla prefabbricazione *near-* e *in-site*.
La sua capacità di movimentazione la rende adatta sia a integrarsi in fabbriche locali o impianti di produzione temporanei, sia direttamente in cantiere.
Il basamento della piattaforma è principalmente quella di un container che è stata stabilizzata con del cemento, tre piastre di adattamento in acciaio sono saldate sulla superficie superiore dotati di fori filettati per eventuali possibilità di installazione di robot, profili o altri hardware.
La configurazione di base ha due bracci industriali KUKA KR 500 Fortec ad alto carico con 2830mm di portata montati sulle pietre esterne, al centro si trova un posizionatore KUKA DKP-400 a due assi. La piattaforma è stata pensata per essere riutilizzata per progetti futuri, per questo è fortemente adattabile, una versitlità che si diversifica su due livelli: 1) modifica del set-up per elaborare nuovi processi (software e file) 2) modifica dell'assetto dei robot e profili utilizzati sulla piattaforma (Hardware).
In fase di cantiere del padiglione la stazione è stata posizionata centralmente con la configurazione standard dei macchinari robotizzati, ovvero un PinP Bot (Pick and Place Robot), un GNM Bot (Glue-Nail-Mill Robot) e un posizionatore dotato di morsetti a vuoto

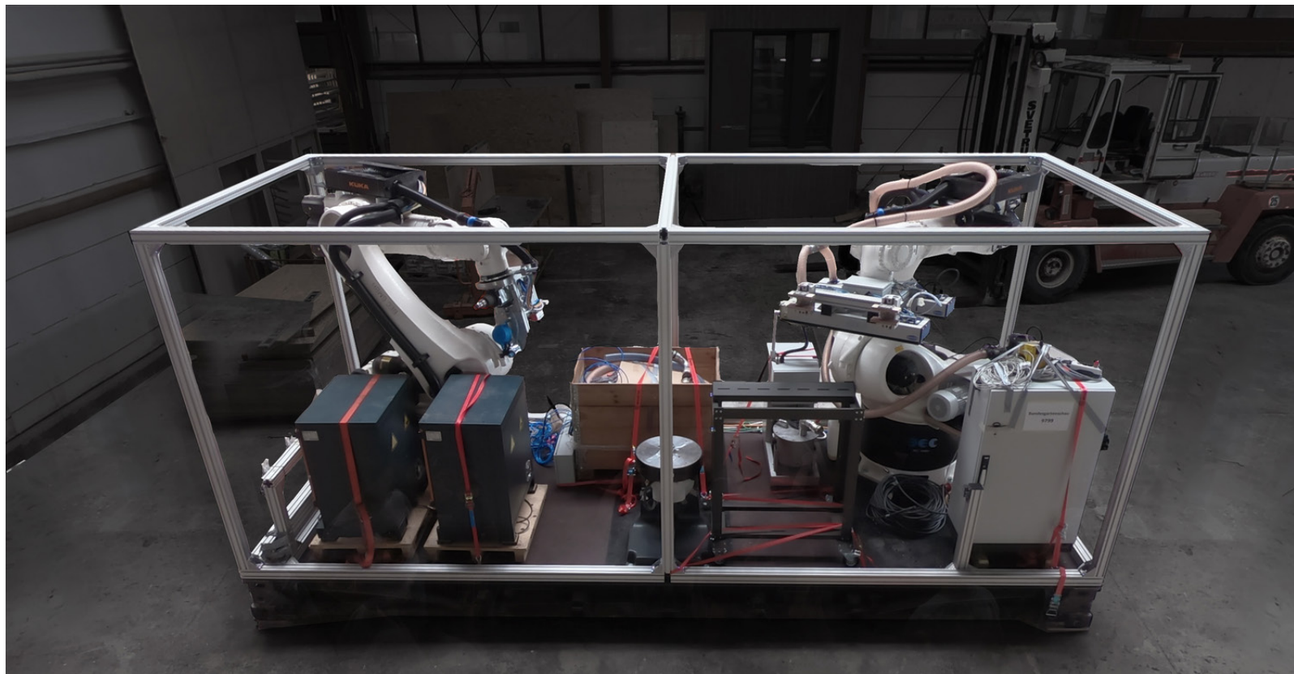


Fig.75 - Assetto di trasporto della piattaforma TIM

elettronici. In questo modo vengono soddisfatte tutte le lavorazioni per la produzione di un componente finito nella stessa stazione, inoltre le telecamere smart installate provvedono alla lettura e riconoscimento dei tag e per il controllo delle geometrie degli elementi finiti. L'assemblaggio dei componenti nella forma finale del padiglione rimane però competenza del fattore umano oltre alla necessaria supervisione delle lavorazioni del macchinario.
Nonostante il carattere pionieristico di questo tipo di approccio sono stati estratti dei risultati concreti sullo sfruttamento di processi computazionali integrativi piuttosto che sostitutivi dell'artigianato esistente nell'estetica locali. Le capacità additive e sottrattive dimostrate nel cantiere del Buga Pavillion, in grado di affrontare contemporaneamente considerazioni architettoniche e strutturali.
Il progetto nasce come tema di ricerca dell'università di Stoccarda a cui hanno partecipato due professori rappresentanti dell'ICD e ITKE, rispettivamente Achim Menges e Jan Knippers e le loro squadre di studenti che hanno potuto partecipare alla fase di realizzazione del software e del set- up delle macchine.

Fig.77 - Fase del processo di assemblaggio dell'elemento esagonale

Fig.76 - Gamma di funzione svolte dalla configurazione di progetto

https://www.researchgate.net/publication/345308591_Towards_digital_automation_flexibility_in_large-scale_timber_construction_integrative_robotic_prefabrication_and_co-design_of_the_BUGA_Wood_Pavilion/figures?lo=1

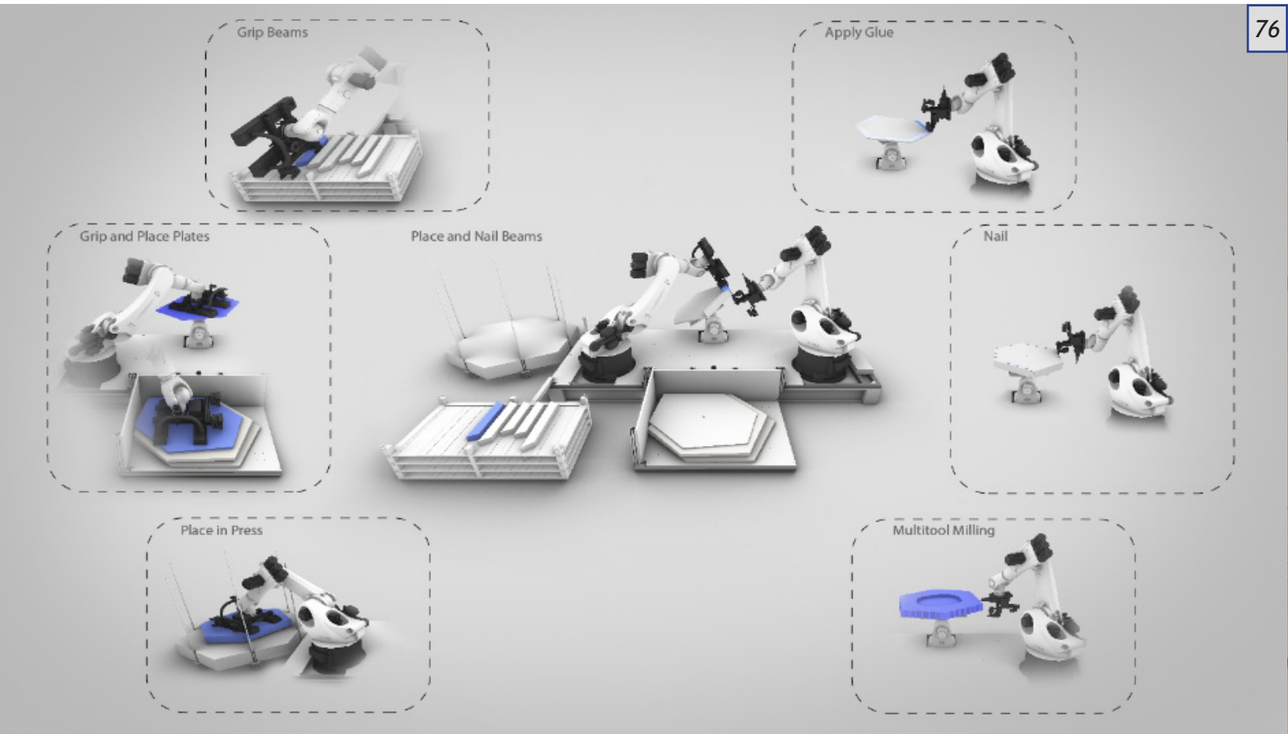
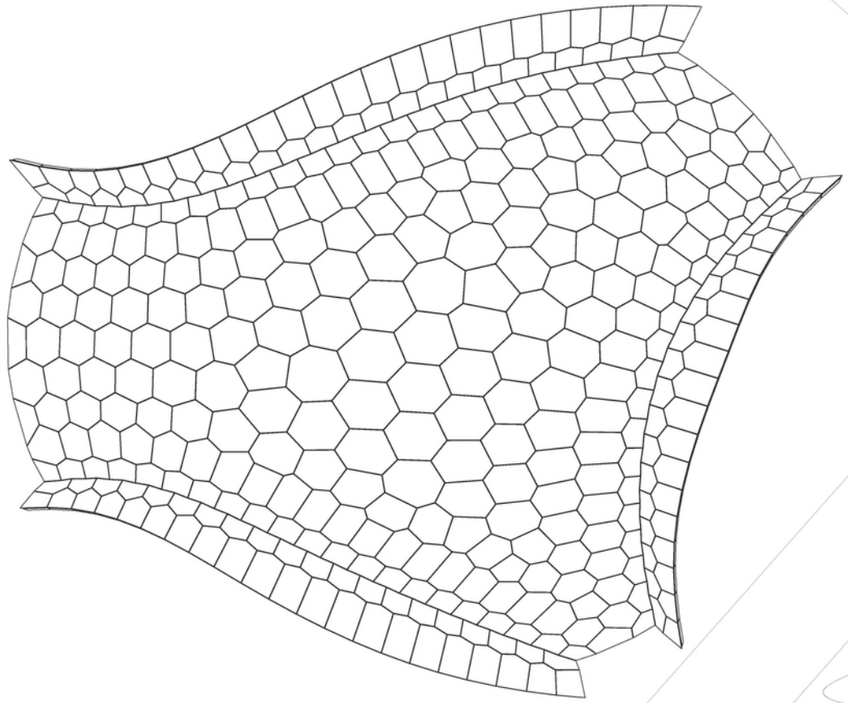
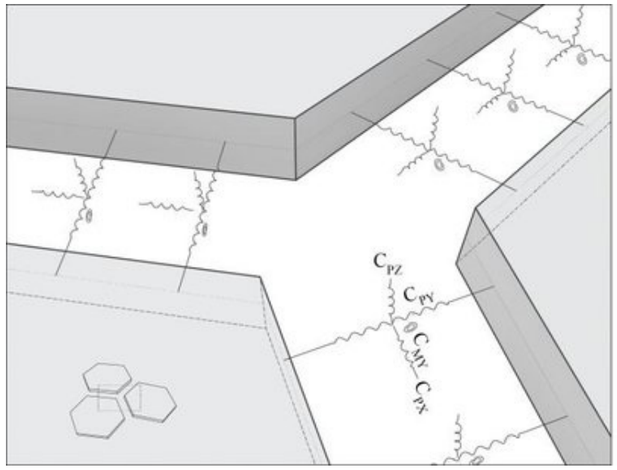
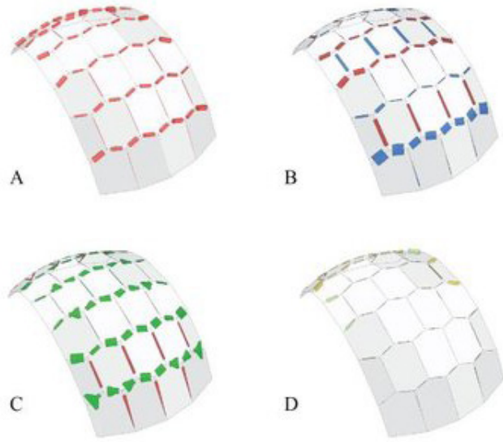


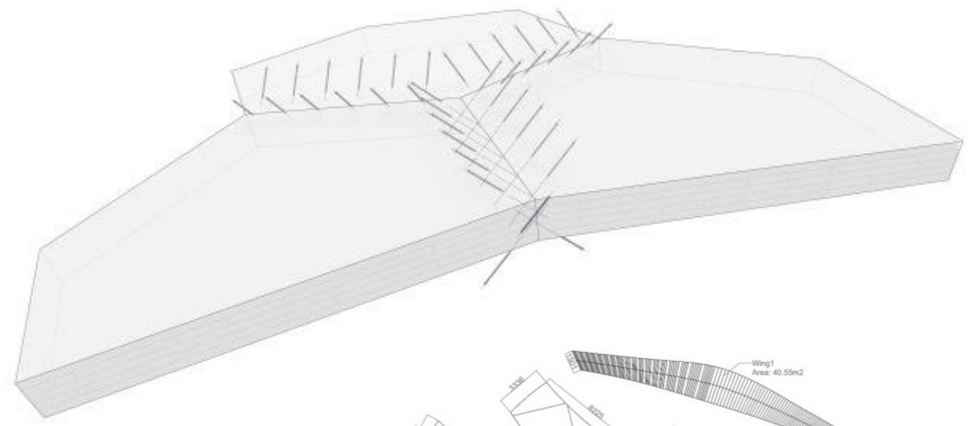
Fig.78 - Posa in opera delegata alla componente umana

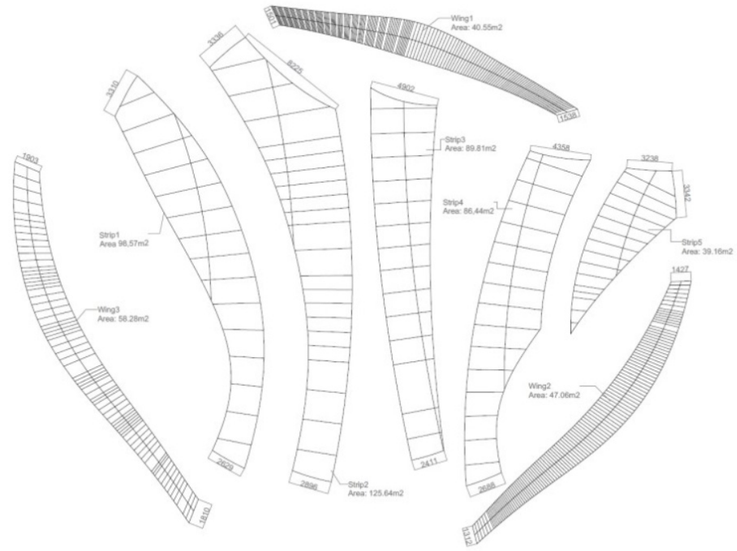
https://www.archdaily.com/916758/buga-wood-pavilion-icd-itke-university-of-stuttgart?ad_medium=gallery











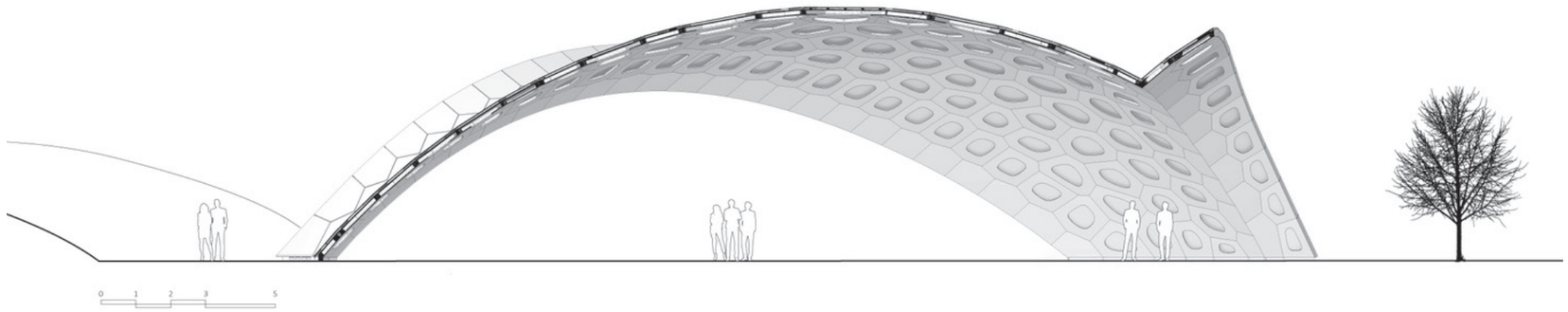


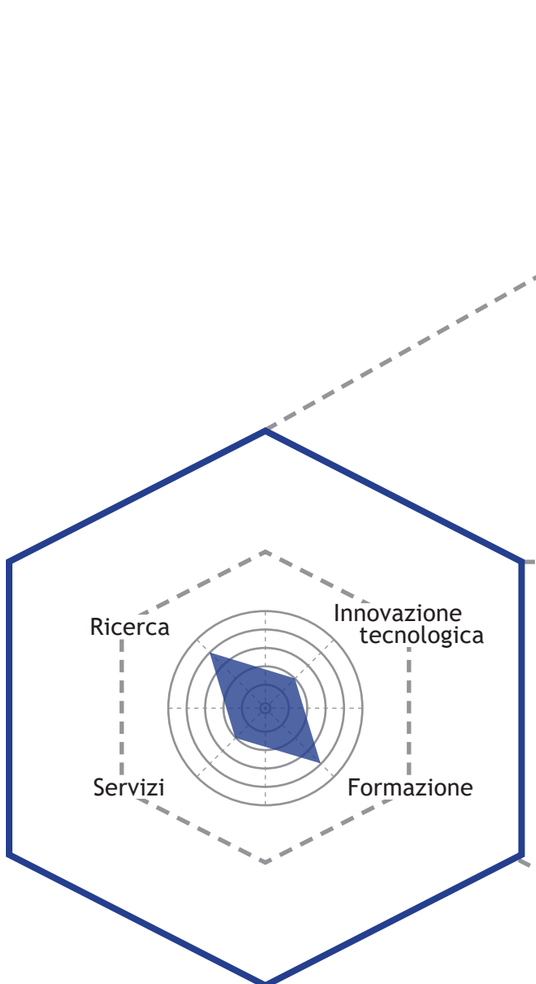
Fig.79 - Pianta della copertura Scala 1:200
Fig.80 - Sezione AA Scala 1:200
Fig.81 - Studio della ripartizione delle forze agenti
Fig.82 - Studio della ripartizione delle forse sulla volta
Fig.83 - Chiodatura dei giunti
Fig.84 - Sviluppo in piano della superficie della volta

76 78 79 80 77 81

https://www.archdaily.com/916758/buga-wood-pavilion-icd-itke-university-of-stuttgart?ad_medium=gallery

UNIVERSITY OF TECHNOLOGY DI DELFT

Losanna, Svizzera



Requisiti di accesso

L’ingresso è dedicato a tutti gli studenti dell’università

Configurazione spazi

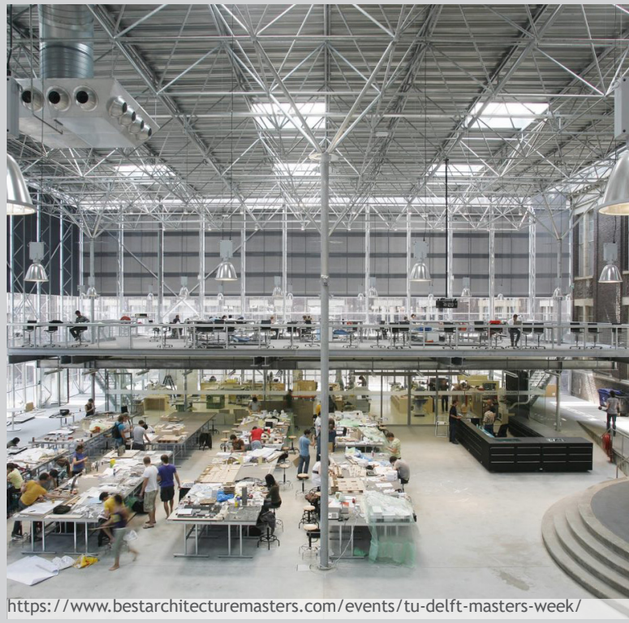
I laboratori occupano tutto il piano atrio ed un piano mezzanino di uno degli edifici della TU Delft raggiungendo una superficie totale di 1500 mq

Dotazione tecnologica

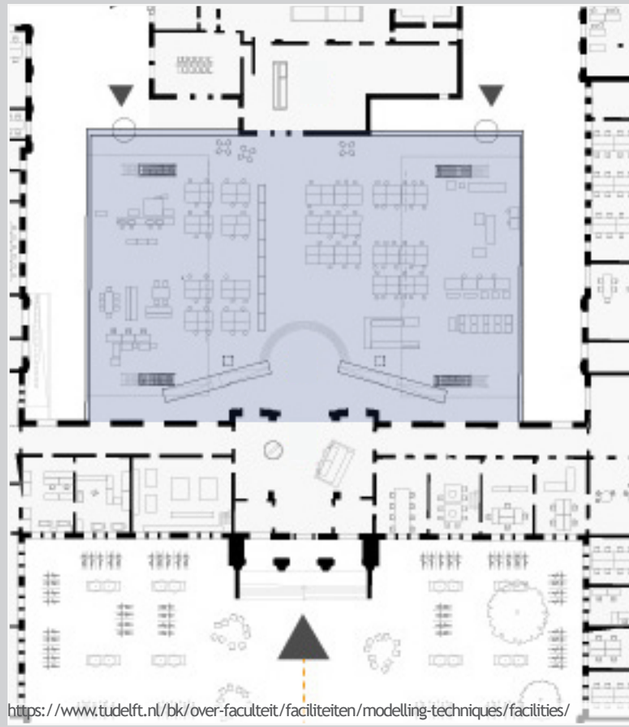
Suddivise tra i tre spazi, sono disponibili tutte le forme di tecnologie per la modellazione, mantenendo la possibilità di incrociarne i processi per la realizzazione dei prototipi

Focus

La ricerca nel campo architettonico e in quello didattico sono i principali temi affrontati, tutto tramite processi in cui lo studento ha un ruolo centrale



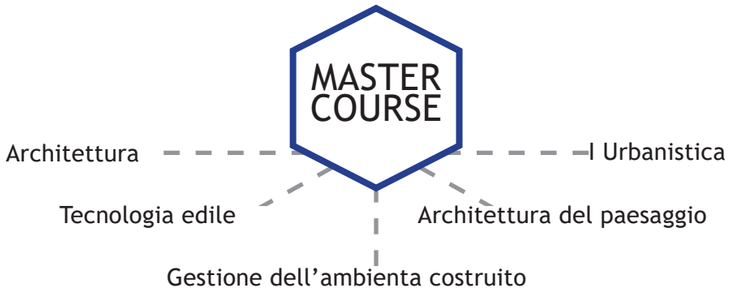
https://www.bestarchitecturemasters.com/events/tu-delft-masters-week/



https://www.tudelft.nl/bk/over-faculteit/faciliteiten/modelling-techniques/facilities/

2.5 Università della tecnologia di Delft

La facoltà di Architettura e l'Ambiente Costruito alla TU Delft conduce molte ricerche scientifiche nel campo dell'innovazione edilizia ma soprattutto porta avanti una ricerca sulla propria formazione con l'obiettivo di combinare contenuti specialistici alla didattica di base per integrare nozioni di scienze dell'educazione innovativa. Basata su raccolte di dati e la condivisione di esperienze e conoscenze con altri corsi di laurea del settore, la ricerca è tesa ad apportare i cambiamenti curricolari necessari per dare gli strumenti adatti per affrontare le nuove sfide della digitalizzazione, dell'economia globalizzata e degli sviluppi vorticosi della tecnologia.
L'intento è di modificare i corsi di ingegneria e design con costanti aggiornamenti rendendo il sistema di formazione più dinamico per stare al passo con l'evoluzione dei temi che sono stati selezionati, incentrati principalmente sulle relazioni che vengono instaurate durante lo sviluppo progettuale spingendo su progetti inter-, multi- e transdisciplinari così da abituare gli studenti a comunicare con figure professionali con una diversa preparazione accademica.
Inoltre, si punta molto anche sulle capacità di sapersi relazionare con situazioni progettuali complesse o mal organizzate, e con la storia dell'area di progetto, sviluppando delle capacità progettuali flessibili in grado di adattarsi al contesto mantenendo la sua volontà.
Si tratta di un bagaglio di conoscenze che prende le distanze da quella che è la classica preparazione accademica e che si avvicina di più a quella richiesta in campo professionale.
Un esempio di queste nuove politiche sulla didattica è il Master Course Architettura, urbanistica e scienze dell'edilizia (Msc), un corso che si dirama in cinque percorsi differenziati dai temi affrontati e dalle abilità che vengono sviluppate, scelte che infine si riflettono sul progetto finale di laurea.
L'insegnamento dell'Architettura incoraggia la creatività degli studenti nel realizzare progetti di costruzione innovativi che utilizzano il design come mezzo per affrontare le sfide tecniche, sociali e spaziali riscontrabili nell'ambiente costruito.



Un esempio di questi studi applicativi è "*Form Studies*", un corso incentrato sugli aspetti di estetica, percezione e materializzazione delle composizioni architettoniche. L'apprendimento è teso ad acquisire una visione del processo creativo e di come questo possa aiutare a giungere a soluzioni progettuali innovative, questo permette di acquisire conoscenza e comprensione dei vari risultati estetici.
Particolare attenzione va fatta sul *Bucky Lab*, primo corso di Master Semestrale all'interno del programma di formazione Tecnologia Edile, il corso stesso è diviso in diverse sottocategorie incentrate sul disegno digitale e sulla natura dei materiali, componendosi di lezioni e seminari con l'intento di approfondire il tema della combinazione tra architettura e tecnologia edilizia portandolo ad un livello superiore a quello accademico.
L'obiettivo è quello di progettare un concept di edificio sostenibile che può prendere la forma di un edificio per uffici, un piccolo edificio a sé stante oppure un ampliamento di un edificio esistente. Il semestre inizia con la progettazione del concept architettonico, che sarà materializzato e sviluppato al livello di un progetto finale.
Il metodo "*Design by technological research*" integra il *Computer Aided Design and Modelling* (CAD e CAM), l'analisi strutturale, le scienze dei materiali e la ricerca tecnologica nel processo di design. La ricerca viene fatta testando virtualmente e fisicamente i materiali e le prestazioni strutturali del progetto.
I risultati sono usati come feedback per ottimizzare il design in uno stato che può essere costruito finalmente come prototipo. La prova finale è la realizzazione di un prototipo in scala reale o di una parte dell'edificio secondo il progetto scelto. Questo significa che il progetto sarà tradotto in disegni di lavoro, quantità di materiale e una strategia di produzione come preparazione per la costruzione vera e propria. Gli studenti costruiranno e assembleranno il loro prototipo da soli in gruppi da 2 a 10 elementi.

Fig.85 - Ambienti di lavorazione analogica e computerizzata del Bucky Lab

https://buckylab.blogspot.com/

Al termine alcuni progetti verranno scelti per la costruzione in base al rispettivo livello di approfondimento dei temi del corso quali: pianificazione, immaginazione, design, calcolo, materializzazione, scelta tecnologica adatta per la produzione e la costruzione del prototipo stesso. È un approccio basato fortemente sul learning by doing che si prefigge come obiettivo non di illustrare la soluzione finale ma di avviare una auto-riflessione sulla realizzazione guidata dal prodotto finale e sulle potenzialità nel campo architettonico reale. I risultati dei corsi che si traducono in un prototipo 1:1 a volte sfociano in una ricerca più dettagliata per lo sviluppo del prodotto, a volte anche un punto di partenza per le aziende che collaborano per portare i concetti al livello successivo.Negli studi viene insegnato un approccio alla progettazione integrata al fine di giungere a soluzioni spaziali e strutturali ottimizzate, utilizzando il modello fisico come principale strumento di ricerca, gli studenti sviluppano abilità di ricerca tramite lo studio del design e la modellazione della materia.

Questo metodo di apprendimento che potrebbe essere definito un intreccio tra la teoria accademica ed il *learning by doing* è supportato da una fitta rete di laboratori dedicati a varie sfaccettature della prototipazione.

Queste strutture sono ampiamente utilizzate dalla popolazione studentesca della facoltà e specialmente dagli studenti del diploma MSc, partendo dai laboratori più o meno tradizionali fino a quelli di modellazione computerizzata.

Alla facoltà di architettura i laboratori sono divisi tematicamente, il primo di questi è il LAMA o *Laboratory for Additive Manufacturing in Architecture* un laboratorio di produzione additiva che si concentra sulle sue possibili applicazioni nell'architettura.

Il laboratorio è guidato dalla ricerca e combina tecniche e metodi di progettazione integrata multidisciplinare, di ottimizzazione e razionalizzazione con il processo di produzione additiva a sostegno della costruzione degli oggetti formali complessi ottimizzati e razionalizzati, un'integrazione quindi tra metodi e tecniche di progettazione con le tecniche di produzione additiva nel tentativo di affrontare efficacemente la complessità formale risultante. Con una forte enfasi su questi obiettivi, l'approccio del laboratorio è quello di trovare processi all'interno della fase di produzione additiva per minimizzare l'uso di materiale e migliorare sostanzialmente la riciclabilità dei progetti prodotti. Ci si concentra molto sulla produzione a controllo numerico e robotizzata di oggetti su larga scala tramite l'uso di materiali sostenibili o di base biologica, su cui vengono effettuati test relativi alla rispettiva funzione per convalidare il design ed il processo ottenuto. Insieme a all'oggetto ed al processo vengono studiate e modificate anche le macchine utilizzate, adattandole ai bisogni dei progetti di ricerca in atto e talvolta diventando parte del progetto stesso, si potrebbe dire che non ci si limita ad utilizzare l'innovazione ma ci si applica per implementarla.

Il secondo laboratorio è il CAMLab o *Computer Aided Manufacturing Laboratory*, il quale ospita una collezione di macchine come lasercutter, stampanti 3D e fresatrici CNC, per la fabbricazione digitale di modelli in scala e parti per prototipi tecnici. Le frese laser possono tagliare lastre di legno, carta e alcune plastiche, seguendo un modello di taglio e incisione diretto dal disegno 2D-CAD editato dallo studente realizzato seguendo il manuale di disegno predisposto dal personale di laboratorio. Le stampanti 3D, impiegate per le parti difficili da realizzare a mano, impiegano due tipi di materiale diversi, una a base di plastica estrusa (PLA) per produrre modelli resistenti ma che necessitano di successive fasi di finitura, una a base di polvere di gesso che produce oggetti più precisi ma più fragili che difficilmente

Fig.86 - Presentazione dei manufatti realizzati durante le attività del Bucky Lab

https://buckylab.blogspot.com/

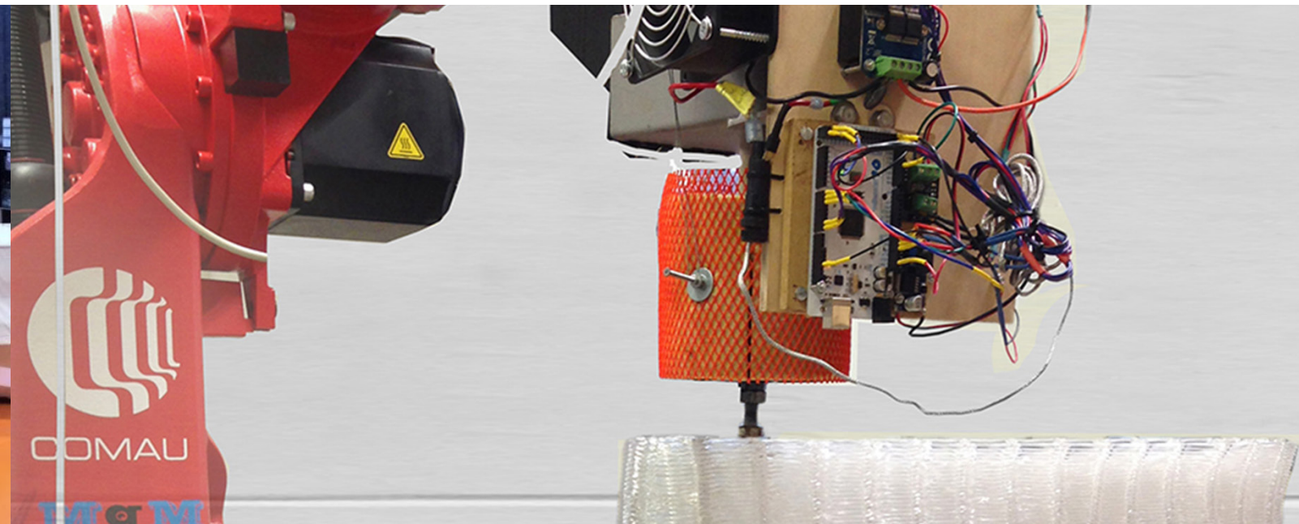


Fig.87 - Braccio robotizzato con stampante additiva installata in dotazione del LAMA

https://www.tudelft.nl/bk/onderzoek/onderzoeksfaciliteiten/lama

possono essere lavorati ulteriormente.
La fresatura CNC è una macchina che richiede una preparazione particolare già in fase di progettazione, per questo viene richiesto agli studenti di contattare il laboratorio già nelle fasi iniziali di progetto per iniziare a delineare in maniera dettagliata come affrontare la produzione finale tenendo conto dei materiali, del grado di dettaglio e della forma degli elaborati da consegnare.
A seguire troviamo il Robotic Building Laboratory o RBLab in cui vengono svolte attività di ricerca e didattiche, come progetti di laurea, con l'obiettivo di implementarle e sviluppare metodi di Design-to-Robotic-Production and -Operation (D2RPeO).
La robotizzazione viene esplorata come risultato di interazioni uomo-computer e uomo-robot in cui l'impianto di produzione, il cantiere e gli edifici stessi esistono come sistemi fisico-digitali cooperanti tramite Internet of Things and People. Le attività di ricerca hanno anche un risvolto formativo che prende la forma di workshop in cui, sfruttando i processi additivi, sottrattivi e trasformativi, si mira ad integrare diversi metodi di produzione e funzionamento robotico nei processi di progettazione computazionale, un modo per esplorare sistemi multi-performativi nel campo architettonico, sviluppando sistemi materiali ibridi, dal micro al macro-livello come configurazioni spaziali, strutturali e architettoniche.
In questo contesto, il design diventa orientato al processo invece che all'oggetto, l'uso dello spazio diventa basato sul tempo invece che sul programma o sulla funzione, il che implica che gli architetti progettano sempre più processi, mentre gli utenti operano configurazioni architettoniche multiple basate sul tempo che emergono dallo stesso spazio fisico che può riconfigurarsi fisicamente o sensorialmente in accordo con le necessità ambientali e specifiche degli utenti.
L'equipaggiamento del laboratorio non si limita a macchinari per la manifattura CNC e software per la progettazione ma dispone anche di sensori per la programmazione dell'interazione tra uomo e prodotto finale.
Infine, il Genesis Lab, ovvero il laboratorio di sistemi generativi e scienze dell'architettura e dell'ambiente costruito, un ambiente che approfondisce la ricerca e sviluppo di moduli fisici, matematici e computazionali per sistemi generativi di design-build e giochi di design.
Il laboratorio si concentra su applicazioni di design digitale che vanno dall'ottimizzazione del design alla personalizzazione della produzione industriale di massa in occasioni come l'edilizia di qualità a prezzi accessibili, basandosi sulla progettazione digitale di edifici modulari e di processi produttivi basati sulla logica di assemblaggio, aggregazione o impilamento a secco di elementi preconfezionati in fase di cantiere off-site sfruttando il potenziale dei gemelli digitali realizzati con il metodo BIM Nel pratico, l'obiettivo del laboratorio è quello di sviluppare strumenti di calcolo per il design topologico e combinatorio, per l'ottimizzazione matematica del design e per il supporto alla forma delle decisioni spaziali, con l'intenzione di rendere questi strumenti interamente opensource.

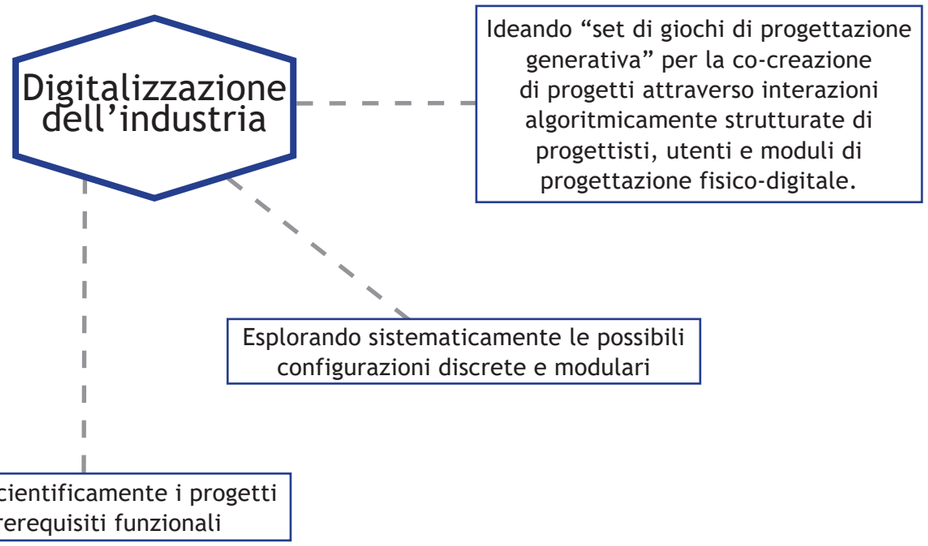
Fig.88 - Ambienti per la lavorazione analogica e digitale del CAMLAB

https://www.tudelft.nl/bk/over-faculteit/faciliteiten/modelling-techniques

Fig.89 - Tecnologia di modellazione additiva e sottrattiva per diversi materiali in dotazione al CAMLAB

https://www.tudelft.nl/bk/over-faculteit/faciliteiten/modelling-techniques/camlab

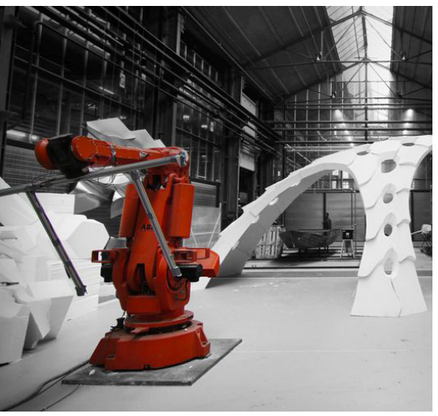
Genesis Lab promuove tre tipi di design generativo per la digitalizzazione dell'industria dell'architettura, dell'ingegneria e della costruzione:



In pratica, il laboratorio fornisce le competenze e i macchinari per la prototipazione di moduli e modelli fisici per la progettazione e la costruzione generativa, o per condurre simulazioni computazionali, in uno spazio che favorisce la collaborazione interdisciplinare.
Il laboratorio inoltre fornisce consulenza industriale e formazione sulla creazione di strumenti digitali su misura per l'architettura e l'ambiente costruito a partner e aziende esterni.
L'elemento comune tra questi laboratori è la forte presenza dello studente, come elemento attivo del processo di produzione di modelli e prototipi, con la conseguente forte presa di coscienza della fase di esecuzione di progetto, anche se in scala, che avviene dopo la fase di design. I laboratori inoltre sono fortemente legati alla didattica, in maniera diretta con corsi e workshop su temi legati all'innovazione, ma anche lavorando sulla didattica stessa, come nel caso del Genesis Lab, per renderla più vicina alla realtà lavorativa.

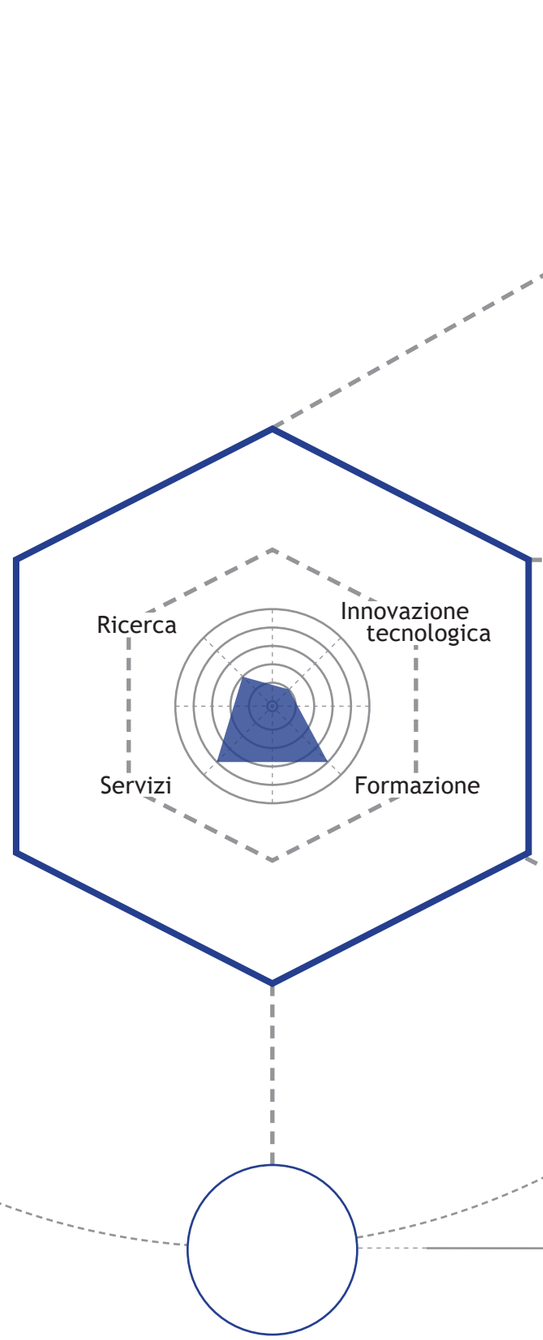
Fig.90 - Ambiente principale del RB Lab

https://www.tudelft.nl/bk/onderzoek/onderzoeksfaciliteiten/robotic-building-lab



UNIVERSITY OF NORTHERN BRITISH COLUMBIA

Prince George, Canada



Requisiti di accesso

L’edificio è dedicato al solo svolgimento del master e delle sue attività

Configurazione spazi

Mentre il WIRL è un fabbricato interamente dedicato alla funzione di laboratorio, il WIRL presenta solo alcuni ambienti per questa funzione

Dotazione tecnologica

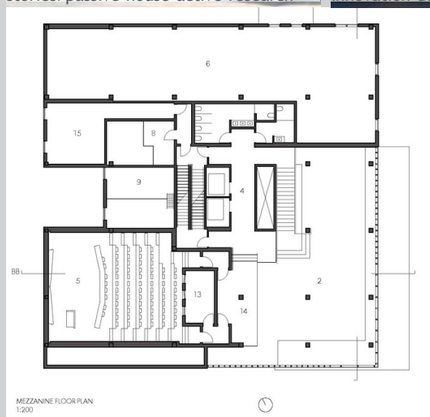
Sono presenti in grandi quantità macchinari sia analogici che a controllo numerico principalmente specializzati per la lavorazione del legno, manca però la componente robotizzata

Focus

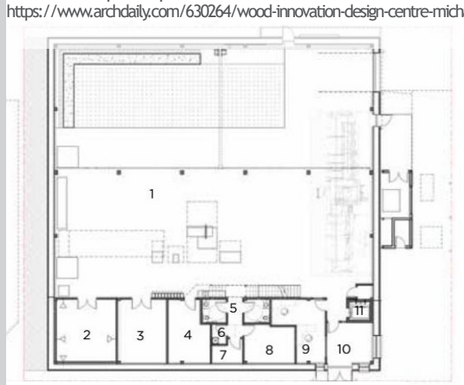
Le strutture così come le attività svolte assumono il ruolo di generareesperienze utili nell’ambito lavorativo per gli studenti che vi parteciano prendendo in carico progetti da aziende esterne

https://www2.unbc.ca/newsroom/unbc-stories/passive-house-active-research

https://mg-architecture.ca/work/wood-innovation-design-centre/



Planimetria primo piano WIDC Scala1:200
https://www.archdaily.com/630264/wood-innovation-design-centre-michael-green-architecture



Planimetria WIRL Scala1:200
https://issuu.com/sabmagazine/docs/bcfocusdigital/14

2.6 University of Northern British Columbia

Fig.91 - Elenco delle fasi della costruzione del WIDC

https://mg-architecture.ca/work/wood-innovation-design-centre/

Anche all'estero viene posta particolare attenzione a queste nuove sfumature dell'innovazione e dei risvolti sulla formazione che hanno interessato le università citate finora, la University of Northern British Columbia o UNBC in Canada ne è la dimostrazione. Nello specifico sono stati instituiti programmi di studio specializzati sulla silvicoltura e sull'architettura in legno.
Il programma Master of Engineering in Integrated Wood Design che prende luogo nel Wood Innovation Design Centre, un edificio di otto piani in legno lamellare, della durata di un anno dove gli studenti portano avanti ricerche su legno e più generale su prodotti forestali, con l'obiettivo di ottenere una generazione di laureati con una con una forte preparazione sulle strutture in legno e con un particolare accento sulle possibilità sostenibili relative.
Il MEng Integrated Wood Design invece pone l'attenzione sulle capacità strutturali delle moderne strutture in legno, con particolare attenzione alla progettazione sismica ed alle strutture miste. La preparazione parte da una profonda conoscenza del materiale, che spazia dalla catena di approvvigionamento alle caratteristiche naturali e meccaniche del materiale singolo e relazionati ad altri comunemente utilizzati nel settore edile.
Successivamente si passa allo studio di esercizi progettuali dove viene considerato non solo il concept e l'inserimento nel contesto urbano ma anche gli aspetti normativi come fuoco, acustica ed efficienza energetica inclusa la sostenibilità che sta recentemente prendendo più importanza.
Tutta la didattica è caratterizzata da un binomio di teoria e pratica, dove tutti i progetti vengono poi restituiti in prototipi di studio in scala necessari per approfondire sia la funzionalità del concept che la versatilità e la complessità delle strutture in legno.
Questi modelli vengono realizzati in gruppi di lavoro interdisciplinari tesi a affinare le capacità di comunicazione efficace e di integrazione tra preparazioni e punti di vista differenti. Infine, sono inclusi stage nella comunità o nell'industria dove lo studente può mettere in pratica e solidificare tutta l'esperienza didattica acquisita.
Il Wood Innovation Design Centre o WIDC è la sede principale dei master della UNBC dal 2014, l'edificio si presenta come una vetrina di usi innovativi del legno che rispettano i canoni di sostenibilità e resilienza dettati dalle normative, aggiungendo vantaggi come la velocità e la precisione del montaggio che sfrutta la tecnologia a secco, eliminando virtualmente la presenza di cemento fuori terra.
Viene anche aggiunto un valore extra a fine vita della struttura che si presta facilmente al dis- assemblamento e al riutilizzo. Il valore estetico del legno gioca a favore dell'efficienza dell'edificio permettendo di lasciare a vista la struttura, massimizzando la funzione di raccolta di carbonio dell'edificio.
Con la recente espansione dei programmi formativi dell'università, è stato necessario aumentare le capacità di laboratorio con una nuova sede dedicata. Nasce così il WIRL o Wood Innovation Research Lab nuova struttura di ricerca e di insegnamento completato nell'aprile del 2018.
Il WIRL è un edificio a un piano alto 10 metri, ad uso misto, con un grande laboratorio di lavorazione per il legno, un'aula ed uno spazio adibito ad ufficio, per un totale di circa 960 mq calpestabili.
I componenti in legno massiccio, materiale usato per tutta la struttura per le sue prestazioni strutturali e acustiche, sono stati interamente prefabbricati evitando la lavorazione in cantiere, sfavorita per via del clima rigido, con aumento della precisione e del controllo igrometrico degli elementi.
Per la sovrastruttura invece è stata utilizzata un'intelaiatura di legno lamellare a supporto del rivestimento esterno, tetto incluso, di tavole OSB. La finitura delle aree uffici e didattiche è composta da un

92

Fig.92 - Scansione planare del WIDC

https://www2.unbc.ca/engineering/wood-innovation-and-design-centre

Fig.93 - Hall d'ingresso del WIDC

https://mg-architecture.ca/work/wood-innovation-design-centre/

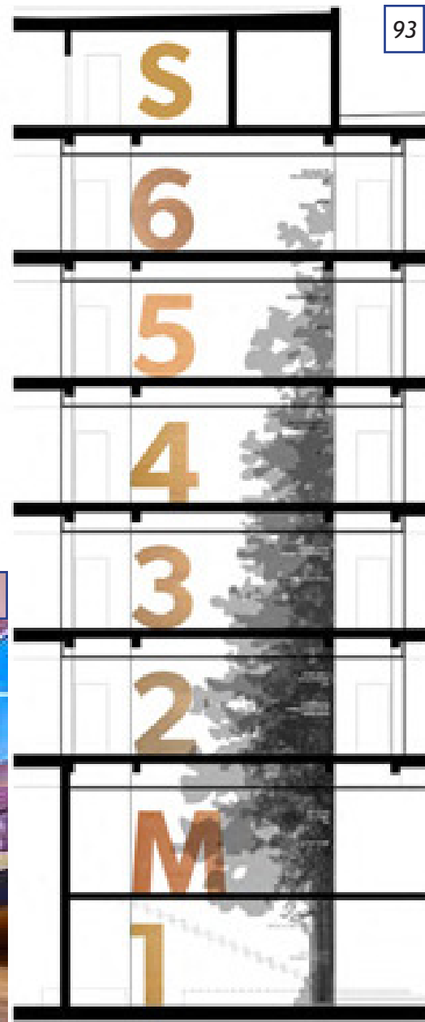


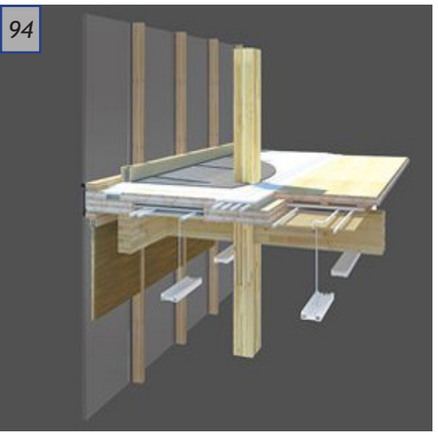
Fig.94 - Soluzione tecnologica del piano intermedio

Fg.95 - Sezione prospettica dei piani intermedi

https://www.archdaily.com/630264/wood-innovation-design-centre-michael-green-architecture/5552153be58ece92c700026f-wood-innovation-design-centre-michael-green-architecture-detail-?next_project=yes

Fig.96 - Nuovo edificio del WIRL

https://www2.unbc.ca/engineering/wood-innovation-research-laboratory



rivestimento di compensato, mentre nella porzione di laboratorio l'OSB viene lasciato a vista interna come espressione dell'uso industriale dello spazio.
L'UNBC ha voluto un edificio che potesse ottenere la certificazione Passive House, un programma di prestazioni edilizie indipendente e riconosciuto a livello internazionale, sfida particolarmente complessa dato il clima rigido della regione, ma che tramite uno studio di fattibilità si è riuscito a ottenere nel luglio del 2018.
Il laboratorio fornisce alla facoltà e più in generale agli studenti dell'UNBC la possibilità di progettare e testare costruzioni in legno massiccio tramite l'equipaggiamento di calibro industriale disponibile.
Il laboratorio dispone di macchinari per il supporto alla movimentazione di grandi prototipi come il carroponte che percorre l'intera lunghezza di una delle due baie del laboratorio, è presente una sezione dello spazio distaccato dalla struttura principale realizzato in calcestruzzo armato rinforzato dove sono poste delle macchine a potenza idraulica per le prove di carico e rottura.
Oltre alle macchine di lavorazione CNC e robotizzate è presente anche una sala di condizionamento dei prodotti lignei.
La realizzazione stessa di questo laboratorio è stata fonte di esperienza per gli studenti, che sono stati chiamati a partecipare attivamente in tutte le fasi che hanno caratterizzato il progetto.
È stato richiesto di sviluppare delle soluzioni innovative per alcune delle sfide affrontate dall'edificio. Gli studenti del programma Master of Engineering in Integrated Wood Design hanno utilizzato la struttura come caso studio di soluzioni architettoniche, mentre i ricercatori del programma di Computer Science hanno sviluppato un sistema di sensori per il monitoraggio a lungo termine delle prestazioni. Il progetto ha interessato più generazioni, la prima ha verificato la fattibilità con annesse relazioni e layout principale, il secondo ha analizzato la componente strutturale e risolto i nodi specifici mentre la terza ha risolto le problematiche inerenti alle prestazioni termo-acustiche.
In ognuna di queste occasioni gli studenti hanno dovuto riflettere al di fuori delle linee guida accademiche ed interagire con aziende per ottenere soluzioni innovative e funzionali.
A differenza degli esercizi progettuali proposti gli studenti hanno dovuto confrontarsi con la realtà e quindi fornire delle prove concrete a valle di studi specifici della funzionalità delle soluzioni proposte, un'esperienza pratica di realtà lavorativa che ha arricchito oltre che le loro competenze anche i curriculum.
A coronamento dell'esperienza i professori e gli studenti hanno lavorato ad un documento accademico sulle soluzioni sviluppate ed i sistemi di sensoristica che verrà reso *opensource*.

Fig.97 - Ambiente principale delle attività laboratoriali del WIRL

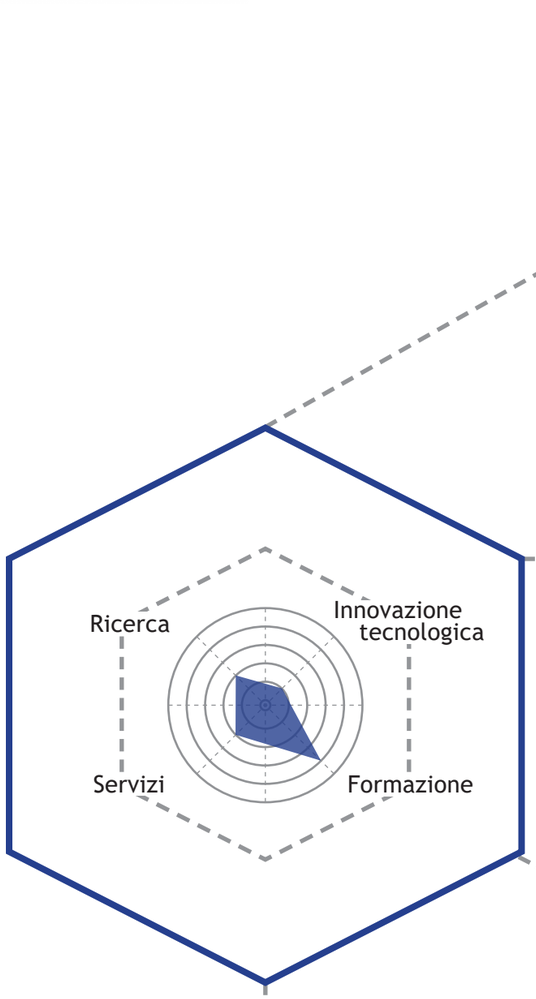
Fig.98 - Particolare della muratura di sostegno per i macchinari per i test di carico

https://www.canadianarchitect.com/bringing-passive-house-into-the-cold/

AALTO UNIVERSITY

Espoo, Finlandia

Aalto University



Requisiti di accesso

Principalmente frequentato da studenti, ricercatori e professori, ma apre le porte anche a membri ufficiali esterni

Configurazione spazi

L'università mette a disposizione un interno edificio per la realizzazione di questi ambienti.

Dotazione tecnologica

I laboratori sono dotati di tutte le tecnologie disponibili per la lavorazione di materiali edili necessari a rispondere alla forte domanda

Focus

Quasi la totalità dei progetti portati avanti riguardano l'architettura ed il design sia di ricerca che per la didattica

https://www.artandeducation.net/announcements/476197/assistant-or-ass
professor-arts-based-research-and-pedagogy

https://www.geniuslociarchitettura.it/2018/10/30/finlandia-la-nuova-ala-dell
university-e-pensata-come-un-hub-per-sviluppare-start-up-aziende-e-futuri-tale

Planimetria degli ambienti di laboratorio
https://www.aalto.fi/en/campus

2.7 Aalto University

La Aalto University si pone lo scopo di educare le nuove generazioni per plasmare un futuro più sostenibile tramite quattro capisaldi che guidano la ricerca quali la scienza, l'arte la tecnologia e l'economia.
Questi definiscono i quattro principali dipartimenti dell'università.
Nello specifico la Scuola di Arti, Design e Architettura, entrata in funzione dal primo gennaio 2012, riunisce nella sua sfera di influenza tutta la ricerca inerente alle aree delle arti e del design, più in generale alla cultura visiva.
L'architettura viene trattata come una forma d'arte che richiede conoscenze pratiche, sviluppo artistico individuale, nonché conoscenze tecniche ed economiche in materia di costruzione.
L'attenzione per la sostenibilità influenza i corsi di studio nelle applicazioni delle conoscenze teoriche e nel metodo di approccio al progetto di architettura,il Wood Program è un chiaro esempio di queste intenzioni.
Un programma di studio della durata di un anno incentrato sulla costruzione in legno l'edilizia industriale, un curriculum dedicato ad architetti, ingegneri e studenti di design con delle conocenze di base sul tema legno.
I temi esplorati sono le proprietà ecologiche, tecniche e architettoniche del legno, fornendo una visione completa e a 360 gradi dell'intera catena delle costruzioni in legno, a cominciare dall'albero nella foresta e finendo con un edificio sperimentale in legno.
È prevista sia una componente di lezioni teoriche sia di attività pratiche che si materializzano nei laboratori del Campus di Otaniemi.
Nella durata del corso gli studenti progettano e realizzano un fabricato esclusivamente in legno, di dimensioni contenute, che viene sviluppato e seguito dalla fase di composizione alla fase di cantiere.
Un esempio di queste esperienze è il A•LAVA, un padiglione teatrale realizzato tra il 2016 e il 2017.
A•LAVA è un teatro estivo costruito per soddisfare le esigenze di Annantalo, un centro per le arti giovanili di Helsinki, dove l'edificio svolge la funzione di spazio per spettacoli ed esposizioni. Si basa su una pianta di forma quadrata, con aperture triangolari variabili che modellano le pareti e aprono il palcoscenico in tre direzioni. Il tetto segue gli stessi principi, alzandosi per enfatizzare la posizione del palcoscenico.
Il concept del fabbricato parte da degli ideali di simmetria e apertura relazionati al sito di progetto ed al contesto, costituendo una sfida a livello strutturale dati i soli tre appoggi strutturali e travi di circa dieci metri.
Tutti gli elementi di progetto sono stati soggetto di studio da parte degli studenti, a partire dallo studio dei nodi degli elementi strutturali e dei rivestimenti esterni. Tutti gli elementi del progetto sono stati soggetti di studio prima grafico poi prototipato tramite l'utilizzo di tecnologie CNC con il quale sono stati realizzati i mock-up in scala reale non solo per la verifica strutturale ma anche per un controllo della resa estetica e della gestione della luce. Anche la relizzazione dei componenti finali è stata svolta nel workshop rendendo necessario realizzare uno spazio esterno per la lavorazione e l'assemblaggio delle travi e degli elementi di facciata.

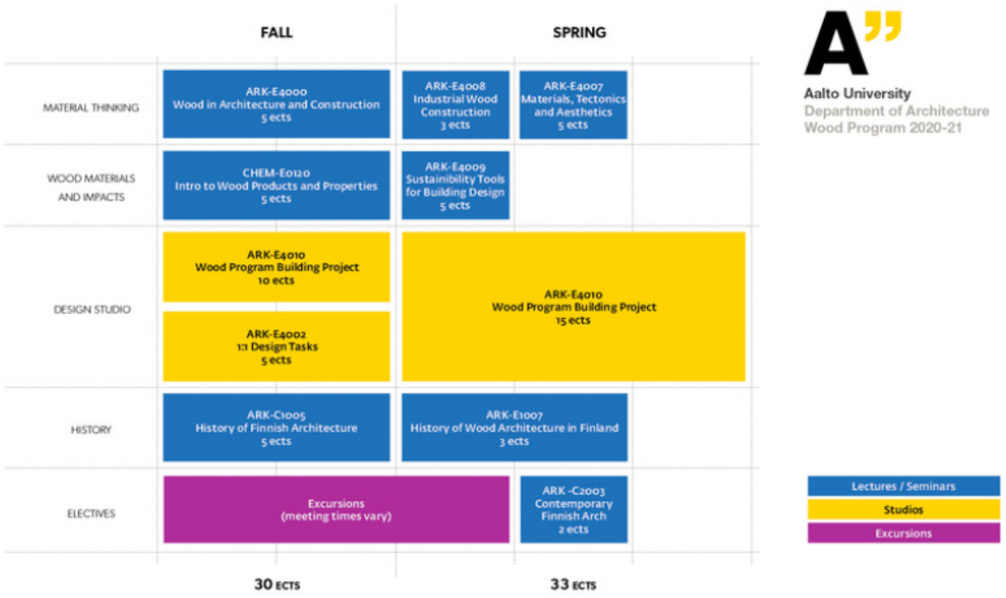


Fig.99 - Schema della struttura del corso Wood Program
https://www.aalto.fi/en/wood-program/structure-of-wood-program-studies

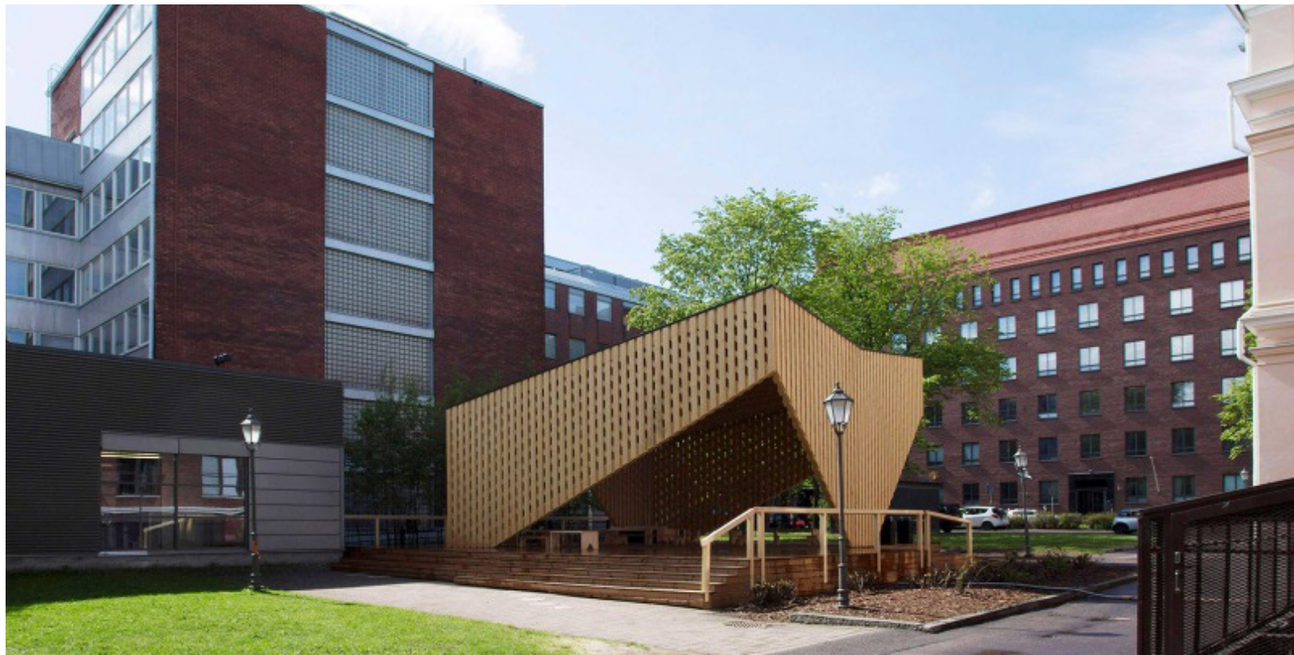
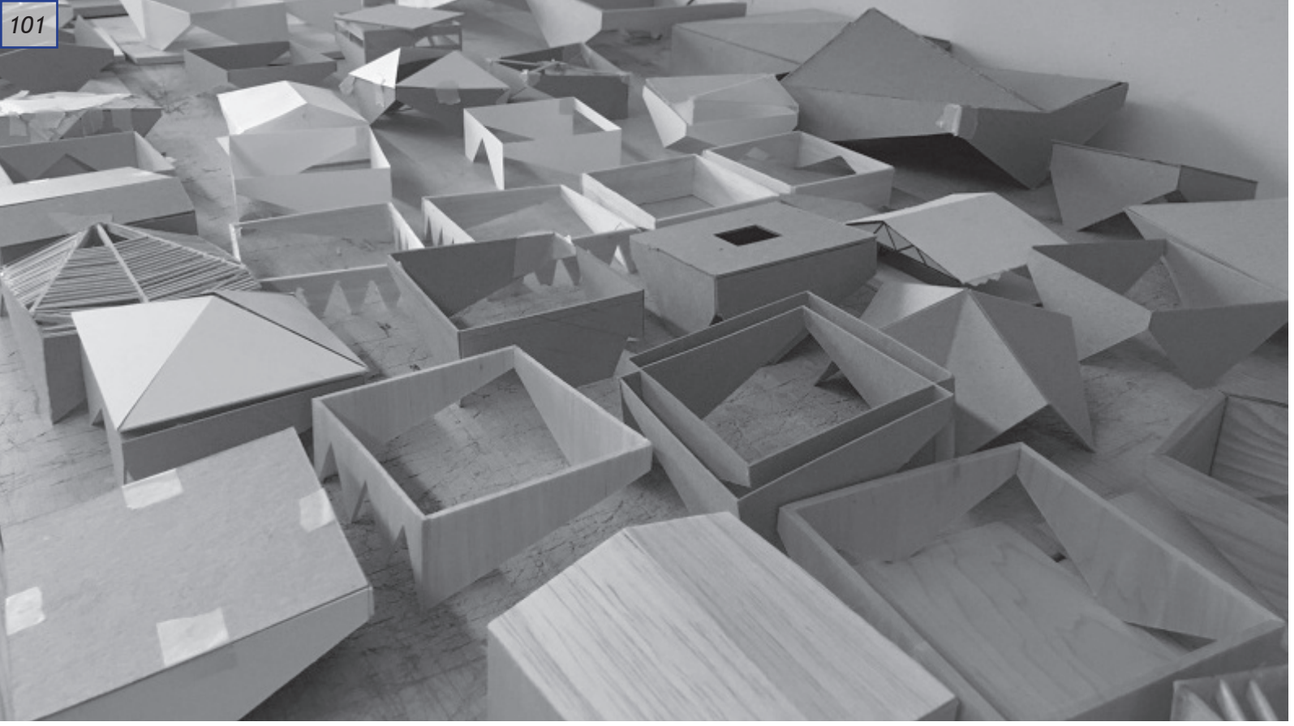


Fig.100 - Foto del A•LAVA completato e *arredato*
https://www.aalto.fi/en/wood-program/alava-project-information



Dopo che tutti i componenti sono stati preparati off-site, il cantiere si è spostato sul sito di progetto per la realizzazione della piattaforma di fondazione e per l'inserimento dei pali di fondazione realizzati in legno impregnato per proteggere la struttura principale dall'acqua.
Grazie a due trasporti speciali tutti i componenti di chiusura verticale vengono portati in cantiere e installati contemporaneamente con il supporto di macchinari per il sollevamento per dare stabilità alla struttura.
Successivamente vengono installate le tredici travi di copertura, struttura portante su cui sono poggiati i pannelli di legno multistrato tagliati tramite macchinari CNC data la complessità delle giunzioni della superficie curva. Infine sono stati posizionati all'interno gli arredamenti previsti per assolvere la funzione di teatro.

Fig.101 - Mok-up in scala del concept di progetto

Fig.102 - Mock-up dei giunti strutturali in scala reala

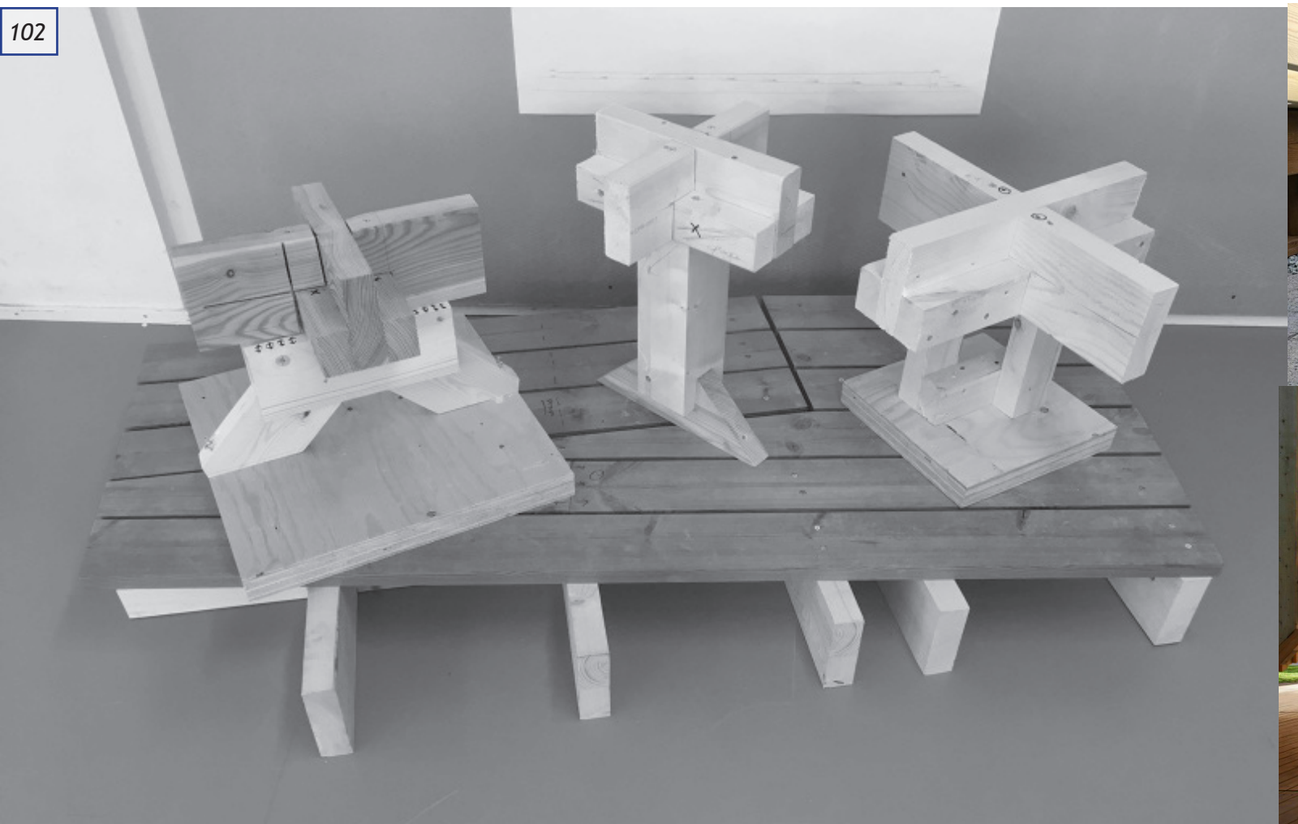
Fig.103 - Pile di legno impregnato di fondazione

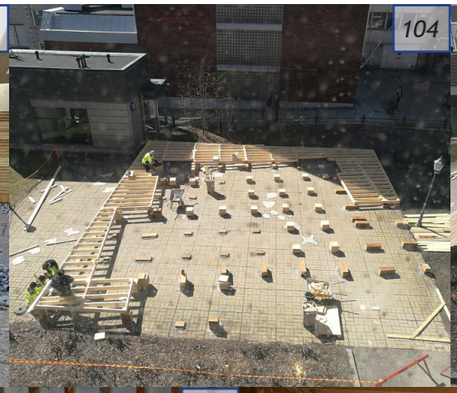
Fig.104 - Fase iniziale di stesura della piattaforma

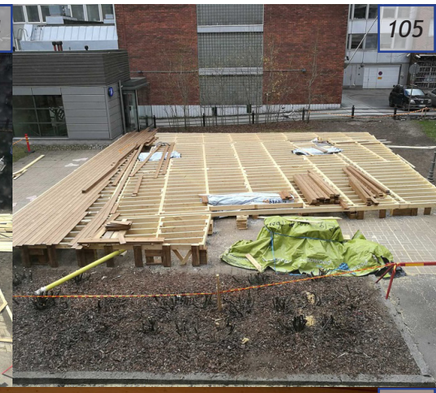
Fig.105 - Piattaforma completata

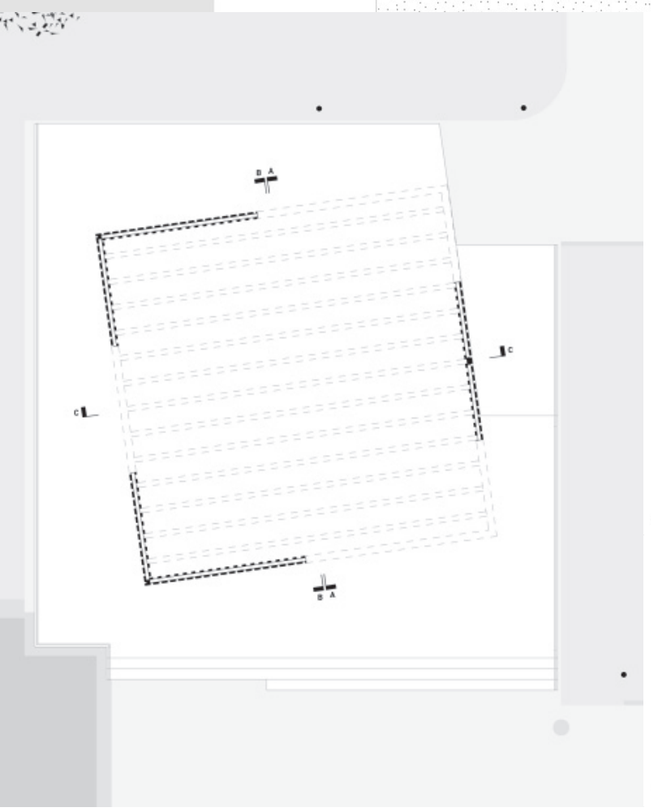
Fig.106 - Viste interne del progetto realizzato e arredato

https://www.a-lava.com/a-lava









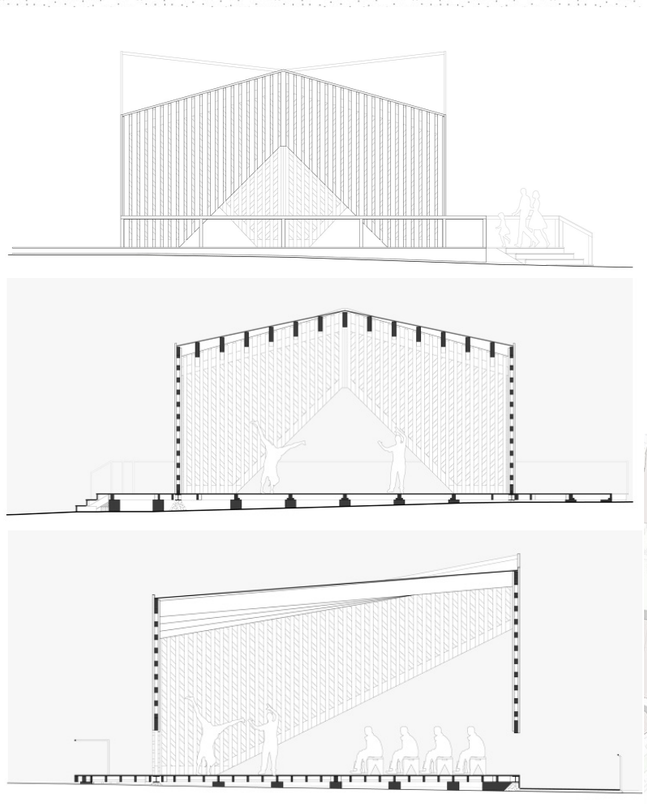
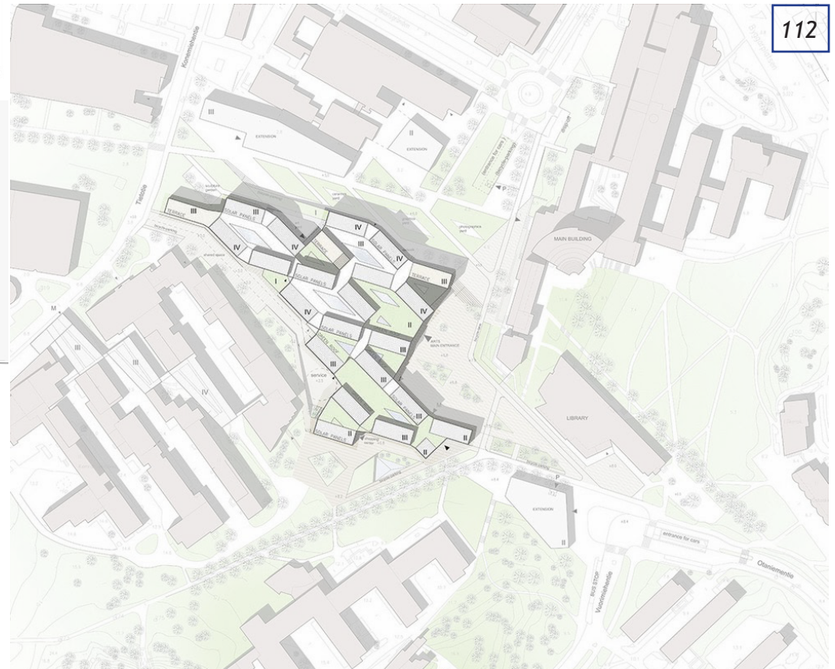


Fig.107 - Planimetria in scala 1:500
Fig.108 - Pianta in scala 1:100
Fig.109 - Prospetto Ovest in scala 1:100
Fig.110 - Sezione B-B in scala 1:100
Fig.111 - Sezione C-C in scala 1:100
https://www.a-lava.com/a-lava

103
104 105 106 107

Il A•LAVA, così come gli altri progetti didattici e di ricerca, viene realizzato interamente in sede grazie al supporto della rete di laboratori messa a completa disposizione degli tudenti e di tutto il personale dell'università. Questi ambienti offrono una ampia gamma di applicazione coprendo il settore tessile, elettronico, ceramico e di prototipazione rapida.
Per la realizzazione di prototipi e mock-up sono presenti ambienti specifici per la fabbricazione digitale differenziati in base alla tecnologia presente.
Il 3D Print che dispone di stampanti in plastica e resina con differenti gradi di precisione e di sofware CAD necessari per l'interazione con le macchine.
È possibilie accedere a tutta la strumentazione in seguito ad una formazione on-line sull'utilizzo ad eccezione di alcune riservate per l'uso esclusivo a scopo di ricerca o per corsi specifici.
La sala per la fresatura CNC, dotata di fresatrici a tre e cinque assi per la lavorazione di legno e materiali edili, operaa principalmente come design del mobile e dell'oggetto, uscendo difficilmente da quest'area d'interesse. L'utilizzo è previsto solo tramite il supporto di un maestro.
La sala per la fresatura CNC, dotata di fresatrici a tre e cinque assi per la lavorazione di legno e materiali edili, operaa principalmente come design del mobile e dell'oggetto, uscendo difficilmente da quest'area d'interesse.
L'utilizzo è previsto solo tramite il supporto di un maestro.
Sono presenti anche ambienti per il taglio laser e ad acqua rendendo possibile lavorare tutti i tipi di materiali solidi come metalli, pietre, cemento, vetro con la precisione del controllo numerico e su grandi



112

Fig.112 - Planimetria del campus Otanemi
http://tajumaailm.blogspot.com/2013/10/this-is-site-plan-from-winning-entry-of.html

113

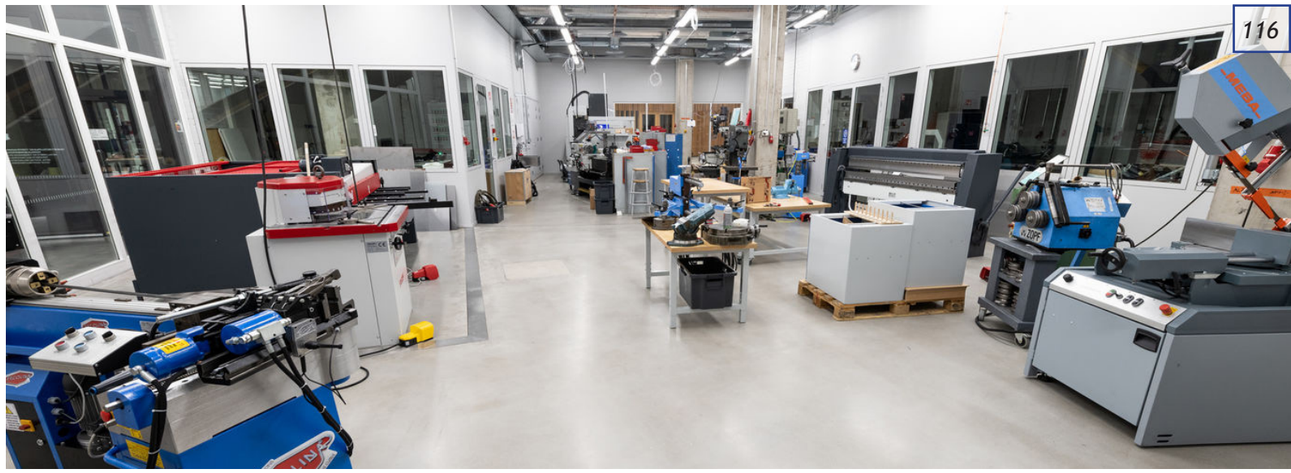
Fig.113 - 3D Print Lab
https://www.aalto.fi/en/workshops-aalto-school-of-arts-design-and-architecture/3d-print

114

Fig.114 - Waterjet Cutter Lab
https://www.aalto.fi/en/workshops-aalto-school-of-arts-design-and-architecture/nc-machining

superfici. Anche nell’ambiente della waterjet cutter non è possibile operare da soli ma è necessario il supporto di un maestro, mentre nello spazio del taglio laser uno staff preparato organizza dei corsi introduttivi all’utilizzo delle macchine.
A questi ambienti di fabbricazione digitale si aggiungono laboratori per la lavorazione di materiali come legno, metallo e vetro che dispongono di macchinari pesanti a controllo numerico ed anche utensili analogici e elettrici. il Metal workshop presenta un centro dati e una sala per la lavorazione comprensiva di una zona per la pittura e trattamente superficiali. Il woodworking shop invece è composto di un’area per la lavorazione equipaggiato con i principali macchinari industriali e un’area per l’assemblaggio di modelli e prototipi.

115



116

117

Fig.115 - Woodworking shop

https://www.aalto.fi/en/workshops-aalto-school-of-arts-design-and-architecture/woodworking-shop

Fig.116 - Metal Workshop

https://www.aalto.fi/en/workshops-aalto-school-of-arts-design-and-architecture/metal-workshop

Fig.117 - Assembly Lab

https://www.aalto.fi/en/workshops-aalto-school-of-arts-design-and-architecture/multi-material-workshop

LIBERA UNIVERSITÀ DI BOLZANO

Bolzano, Italia

Requisiti di accesso

Non viene posto nessun limite alla fruizione, il lab è aperto ad aziende, studenti, start up e cittadini

Configurazione spazi

L'officina è sviluppata su 400 mq diversificando le aree in base ai macchinari presenti

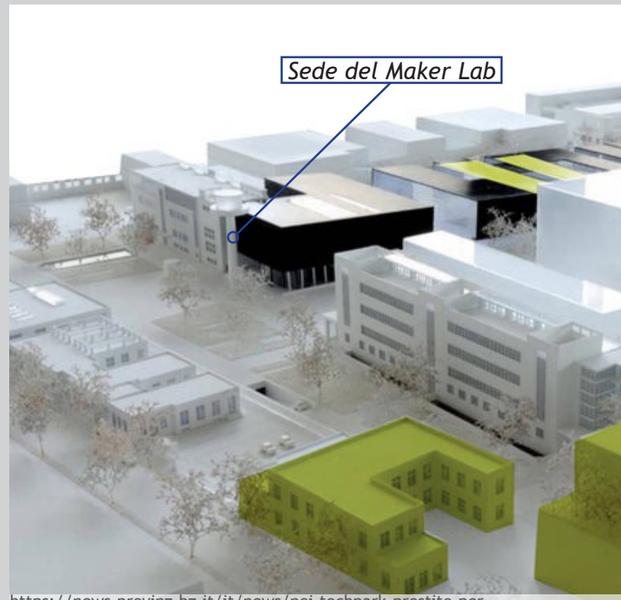
Dotazione tecnologica

Sono presenti macchinari per la stampa tridimensionale e frese laser ma viene offerta anche la possibilità di lavorare vinili, legno, metalli, tessuti, e circuiti elettronici

Focus

Non c'è una direzione precisa seguita dal laboratorio se non quella di supportare tutti i progetti che vengono sviluppati al suo interno

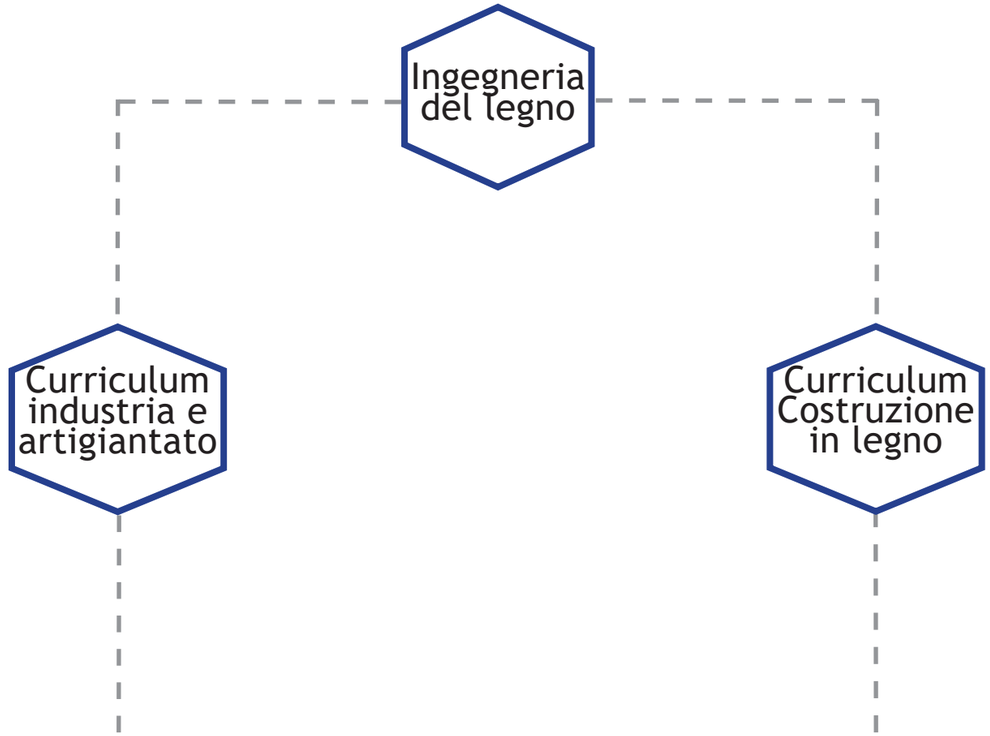
https://www.fablabs.io/labs/NOIMakerSpace



https://news.provinz.bz.it/it/news/noi-techpark-prestito-per-realizzare-il-programma-di-sviluppo

2.8 Libera Università di Bolzano

Anche nel contesto italiano troviamo realtà universitarie predisposte all'investimento di fondi nel settore dell'innovazione, un esempio è l'Università Libera di Bolzano, con un'offerta formative che si concentra su due settori principali: da un lato, Scienze agrarie e Gestione dell'ambiente montano e, dall'altro, Ingegneria industriale, meccanica ed energetica.
Nello specifico è presente il programma di Laurea Professionalizzante in Ingegneria del legno, che riprende molti temi presenti nei percorsi formativi delle accademie professionali ma in un contesto formativo prettamente universitario.
Questo corso di laurea fornisce le competenze interdisciplinari indispensabili per lavorare nel settore della produzione e della trasformazione del legno, come conoscere prodotti e processi, amministrare il processo produttivo e gestire e coordinare i servizi tecnici interni e al cliente, e per fare ciò il percorso di studio attinge all'area meccanica, gestionale ed energetica dell'ingegneria industriale, nonché ad altri ambiti disciplinari (economico, giuridico e agro- forestale), una completa preparazione interdisciplinare che permette di ottenere le conoscenze necessarie per inserirsi nella catena dell'industria forestale.
Il corso professionalizzante prevede la presenza di una significativa attività di tirocinio, su 180 crediti totali 50 vengono acquisiti attraverso stage in azienda e in studi professionali, esperienza valida anche per soddisfare i requisiti di accesso alle professioni ordinistiche, risultato ottenuto dalla Libera Università di Bolzano a seguito di accordi con il Consiglio Nazionale dei Periti Industriali e con il Collegio dei Periti Industriali della provincia Autonoma di Bolzano.
I tre anni che di corso si compongono di più fasi diversificate in base agli insegnamenti, la prima, costituita dal primo anno prevede l'insegnamento delle materie di base, tra cui Matematica, Anatomia del Legno, Silvicoltura Produttiva, Design di Prodotto e Scienza dei Materiali. La seconda prevede la scelta da parte dello studente di un indirizzo di specializzazione sulla base della posizione che intendono ricoprire nella carriera lavorativa.
I laureati uscenti da questo corso accedono al mondo del lavoro potendo scegliere tra varie realtà, che possono essere esercitate nella libera professione o in aziende per la lavorazione primaria e secondaria, nel campo dell'alto artigianato, dell'arredo o dell'edilizia in legno ad alte prestazioni. Altre sfere d'interesse possono essere il settore impiantistico, meccanico e automatizzato dell'industria legno o nelle aziende energetiche connesse all'impiego di biomassa legnosa. Infine, la partecipazione al corso consente agli studenti i requisiti necessari per la partecipazione all'esame di stato per l'iscrizione al Collegio dei Periti Industriali.



Vengono approfonditi i temi di scienze dei materiali, gestione del processo industriale e principi di elettronica, così da fornire le basi necessarie per accedere al terzo anno dove è previsto lo studio della meccatronica, dell'impiantistica e dell'efficienza energetica nella produzione. In questo modo lo studente conclude il percorso di studi con una chiara visione del processo produttivo industriale in tutte le sue sfaccettature ed è inoltre in grado di individuare e risolvere i punti deboli della catena produttiva.

Vengono approfonditi i temi di scienze dei materiali e delle costruzioni e i principi di innovazione nei cantieri, basi necessarie per lo studio al terzo anno di efficienza dell'edilizia ad alte prestazioni sia in termini di comfort che di sismica, a queste vengono accostati insegnamenti di meccatronica, di sicurezza e le conoscenze necessarie a effettuare la valutazione LCA.

2.8.1 NOI Techpark

Fig.118 - Esterno dell'edifcio caratterizante del complesso Techpark

https://initalia.virgilio.it/noi-techpark-bolzano-nuovo-polo-tecnologico-124-milioni-euro-17712

Fig.119 - Planimetria generale del complesso

https://ilgiornaledellarchitettura.com/2018/01/09/noi-techpark-a-bolzano-ce-bella-vita-nella-zona-industriale/

119

Puntando sull'innovazione nel campo didattico, l'università ha investito fondi anche per la ricerca e per i laboratori legati ad essa, spazi che prendono forma nel NOI Techpark, il parco tecnologico e scientifico dell'Alto Adige gestito dal *hub* per l'innovazione NOI S.p.A. inserendosi inserisce in un'architettura storica capolavoro del movimento Bauhaus dove una volta sorgeva la principale fabbrica di alluminio di Bolzano.

L'obiettivo del progetto *Nature Of Innovation* (NOI) è quello di offrire servizi e diffondere il metodo scientifico alle nuove generazioni aumentando gli investimenti nella ricerca e sviluppo di tecnologie e prodotti sostenibili generando valore diffuso nella regione e all'estero.

All'interno del parco tecnologico sono presenti laboratori specializzati suddivisi in base ai temi di ricerca, ad esempio nel settore dell'automazione/automotive figurano laboratori per la creazione di prodotti robotici automatici e semi-automatici, come strumenti di supporto alle attività esterne di monitoraggio, ispezione e collaborazioni uomo-macchina.

All'interno del parco vengono mandati avanti progetti di ricerca nell'ambito dell'ecologia, del food, dell'automotive e dell'automazione da una varietà di attori provenienti da aziende, start- up innovative, istituti di ricerca e facoltà universitarie; solo l'Università di Bolzano conta tre facoltà impegnate nel parco con a disposizione nove laboratori come simulatori di ecosistemi, laboratori per la ricerca di ottimizzazione energetica e *Smart Data Factory*.

Di particolare interesse è il laboratorio di recente apertura focalizzato sulla prototipazione rapida e produzione di piccoli lotti, che prende il nome di *Maker Space*.

Si tratta di uno spazio di 400 mq che mette a disposizione di aziende, professionisti, start-up ed alla popolazione in generale, una schiera di macchinari che comprende tagliatrici a laser e ad acqua, scanner e stampanti 3D, frese CNC, torni e plotter per vinili per la lavorazione di legno, metalli, tessuti e circuiti elettronici.

L'officina è fruibile a tre diversi livelli a seconda dei desideri del cliente, il primo prevede l'affitto dei macchinari direttamente al cliente che nella sede stessa può sviluppare il prototipo con le sue mani previa una breve introduzione sulle tecnologie fornito dal personale del laboratorio, in caso di necessità il personale organizza brevi seminari sull'utilizzo di strumentazione specifica o complessa.

La seconda possibilità di fruizione invece permette al cliente di commissionare il progetto presentando la sua idea alla rete di esperti che gestisce il laboratorio, che si occuperà dell'elaborazione o modifica degli elaborati CAD e delle fasi di produzione del prototipo.

Questa possibilità permette ugualmente al cliente di assistere al processo produttivo, diventando un'esperienza formativa indiretta sulla fabbricazione digitale e sull'utilizzo di tutti i macchinari necessari per la produzione selezionati dai professionisti che lavorano al progetto.

Infine, il terzo ed ultimo livello non è incentrato sulla produzione ma sulla formazione, ovvero si tratta di corsi ed eventi organizzati dal

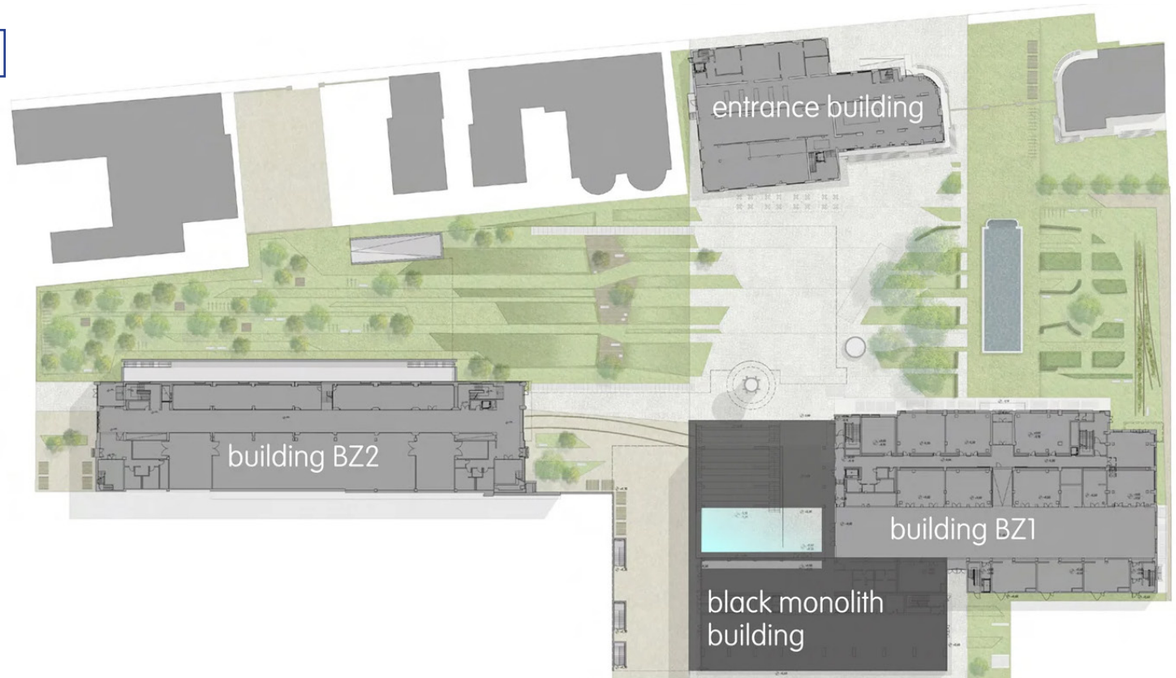
Fig.120 - Ambienti per la lavorazione additiva, sottrattiva e analogica dei materiali

https://noi.bz.it/it/magazine-innovazione

120

120

119

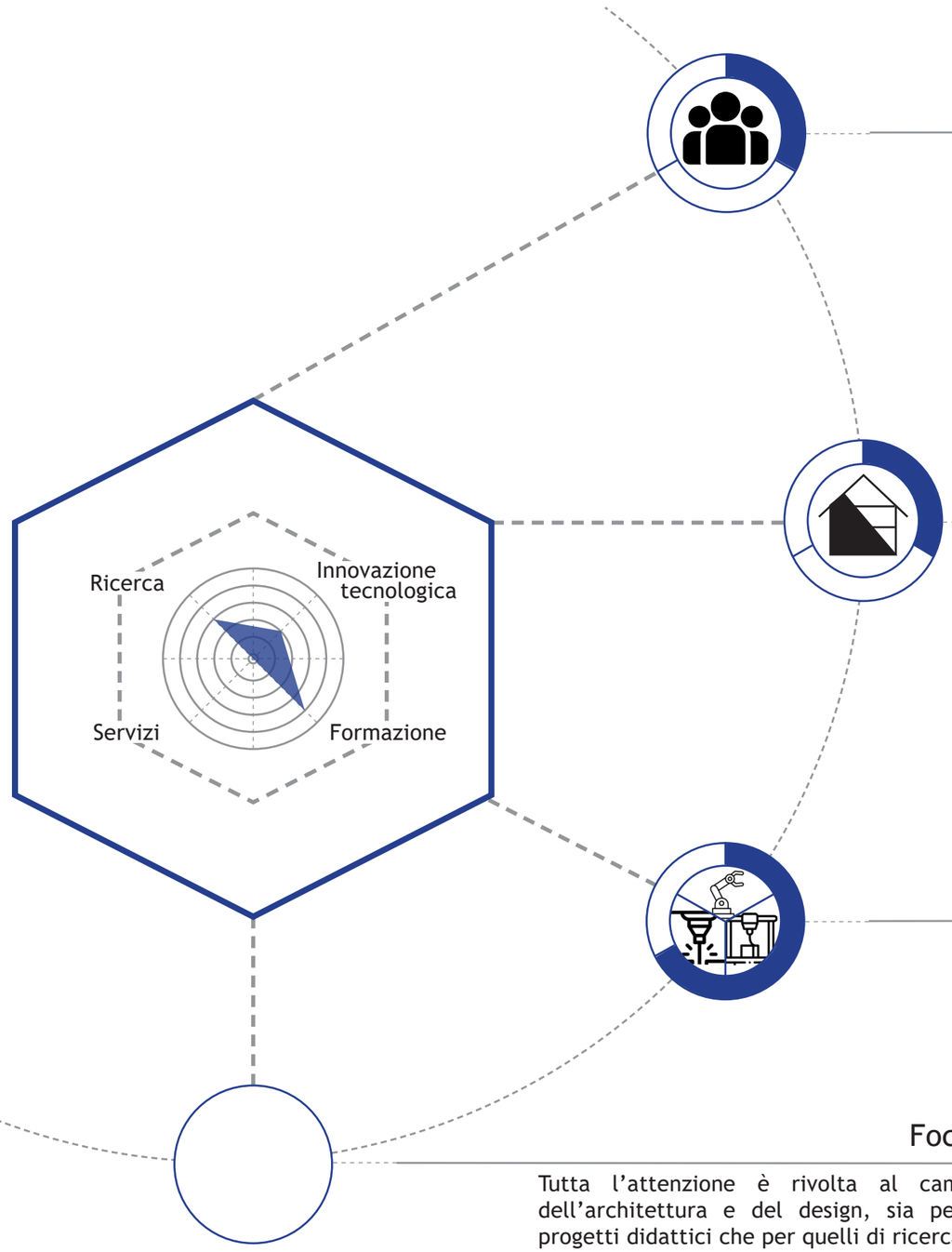


120

maker space con obiettivi che spaziano dalla conoscenza approfondita dei macchinari, software e le loro possibilità, ad incontri con makers professionisti che mettono a disposizione la loro esperienza nel processo creativo.
A differenza degli episodi accademici visti precedentemente il Maker Space del NOI Techpark è più vicino alla realtà di un FabLab, in quanto parte della rete mondiale dei Labs, al costo però di non essere incisivo sulla didattica dell'università di Bolzano.
La collocazione esterna alla facoltà gioca a favore del laboratorio sul tema della fruizione da parte di utenti di varia natura, da aziende a start-up, a studenti, ad artigiani indipendenti o makers; ma questo rende difficile l'obiettivo del Lab di inserirsi nei piani di studio non solo universitari ma anche delle scuole dei maestri professionali come amplificazione delle possibilità produttive e di competitività.
Il laboratorio ricalca anche i termini di motore dell'innovazione mettendo a disposizione il gruppo di macchinari additivi e sottrattivi non solo di grandi progetti proposti dalle aziende e start-up ma anche da piccoli professionisti che cercano pezzi di ricambio difficilmente reperibili o strumenti per l'ottimizzazione della lavorazione.

POLITECNICO DI TORINO

Torino, Italia



Requisiti di accesso

L’accesso è limitato a studenti, ricercatori e professori del Dipartimento di Architettura e Design

Configurazione spazi

Il MOD Lab Arch presenta un’area di 180 mq comprensivi di tutti gli spazi interni, il MOD Lab Design invece ha una superficie totale di 260 mq

Dotazione tecnologica

Le tecnologie presenti permettono di supportare gli studenti nella realizzazione di prototipi e mock-up di progetti architettonici

Focus

Tutta l’attenzione è rivolta al campo dell’architettura e del design, sia per i progetti didattici che per quelli di ricerca

https://www.dad.polito.it/il_dipartimento/laboratori_e_centri/laboratori/area_della_virtualita_della_comunicazione_multimediale_e_dei_modelli_reali/make_lab_arch_design_laboratorio_interdipartimentale/mod_lab/mod_lab_arch

https://www.dad.polito.it/il_dipartimento/laboratori_e_centri/laboratori/area_della_virtualita_della_comunicazione_multimediale_e_dei_modelli_reali/make_lab_arch_design_laboratorio_interdipartimentale/mod_lab/mod_lab_arch

http://www.drawingtothefuture.polito.it/

2.9 Politecnico di Torino

Dipartimento di Architettura e Design (DAD) composto dai due collegi di Architettura e di Design offre corsi di studio Triennale, Magistrale, Master e Dottorato anche con la possibilità di scegliere una formazione inter-dipartimentale o inter-ateneo.
Viene posta molta attenzione alle attività di ricerca e di terzo livello formativo che approfondiscono l'arte e la scienza della progettazione sia a scala urbana che del manufatto architettonico, sia alla progettazione del prodotto.
Il DAD promuove e coordina la ricerca teorica e pratica, la formazione, il trasferimento tecnologico e i servizi al territorio nell'ambito del progetto architettonico ed urbano in un'ottica di sostenibilità e di studio della dimensione economico-finanziaria.
Il Dipartimento principalmente si divide in due grandi macro-aree. Da un lato, pienamente consapevole del suo ruolo di ente formativo, fornisce alle generazioni di architetti e designer le competenze professionali e la capacità di visone prospetticà e di flessibilità, fattori necessari per la crescita economico-sociale nel settore privato e pubblico sia a livello nazionale che nazionale ed internazionale.
Dall'altro si presenta come un ente di ricerca scientifica che affronta le sfide sociali attraverso la concezione di modelli culturali e sociali innovativi, resi possibili dal trasferimento tecnologico governato dalla ricerca di base e da un solido progetto culturale.

Fig.121 - Sede principale del DAD, Castello del Valentino

https://torino.repubblica.it/cronaca/2021/07/28/news/iscrizioni_politecnico_torino_architettura-312068013/

La ricerca perseguita dal DAD affronta il tema dell'architettura sotto sfaccettature diverse:

Rapporto culturale tecnico-scientifico

Considerata la direzione intrapresa dall'innovazione nel campo tecnologico sull'interoperabilità tra settori, il DAD si pone l'obbiettivo di estendere la ricerca in termini di collaborazione con la cultura tecnico-scientifica e ingegneristica. Questa multidimensionalità si rispecchia nell'offerta formativa dei Corsi di Laurea di Architettura e Design che già oggi possono essere definiti incubatori di nuove generazioni di studenti multidisciplinari la cui formazione porterà benefici anche nel campo lavorativo e della ricerca stessa.

Relazione con il territorio

L'ambiente accademico come nodo di diffusione verso il territorio e la pubblica amministrazione di processi di riforma e migliori pratiche per una migliore efficienza della gestione complessiva coniugata nelle sempre più importante ottica della salvaguardia ambientale.
Il DAD si impegna nel settore terziario con l'intento di generare una rete prima di tutto con le PMI locali per il rafforzamento del Made in Italy nel settore manifatturiero.

Innovazione

L'innovazione delle tecnologie non solo come rinnovo culturale ed economico ma come avanzamento nel metodo e nelle possibilità scaturite. Nello specifico nel settore eneregetico e IT i quali consentono nuove forme di welfare territoriali e intrecci con i settori più orientati all'industria. L'innovazione nell'architettura come modulo propulsivo per l'avviamento di pratiche sostenibili come la rigenarione urbana, la valorizzazione del patrimonio immateriale e nuove modalità di fruizione.

L'approccio sistemico

Quest'onda di condivisione e sviluppo multidisciplinare portato avanti dall'innovazione tecnologica porta con se la necessità di aggiornare di conseguenza il sistema di Design Sistemico che governa non solo la realizzazione del prodotto ma anche i processi di realizzazione.
Queste azioni di re-indirizzo vengono pensate anche nell'ottica di coniugare formazione e ricerca avanzata per portare in superficie le vere potenzialità negli ambiti inter- e multi-disciplinari.

Il progetto

La ricerca sul progetto di architettura inteso come risposta alle grandi sfide sociali sotto forma di forma d'azione con risvolti utili socialmente economicamente e culturalmente.
Il progetto, intrapreso come approccio olistico, viene considerato in tutte le sue sfumature dall'ideazione e costruzione, alla manutenzione e studio negli aspetti di sostenibilità, economia e socialità.

Tutte le attività di ricerca così come i progetti dei laboratori didattici possono fare affidamento sul supporto del MOD Lab Arch e del Mod Lab Design, ovvero spazi multidisciplinari finalizzati alla sperimentazione di nuovi processi di design e fabbricazione digitale, due luoghi del making posti uno nel Castello del Valentino e uno nella Cittadella Politecnica di Mirafiori.
I laboratori offrono agli utenti gli strumenti teorici e pratici per la costruzione di modelli tramite la lavorazione di materiali che variano il base al laboratorio.
Il MOD Lab Arch permette la lavorazione di cartoni di vario genere, di plexiglass e poliuretano, grazie ai macchinari a controllo numerico di taglio laser ed altri elettro-utensili predisposti nel laboratorio.
Il MOD Lab Design permette di lavorare materiali come il forex, polistirene, stucchi e lamine di ottone, rame ed alluminio, disponendo di una serie di macchinari stazionari e non per piccole e medie lavorazioni, inoltre l'ambiente con i tavoli da lavoro dispone di un filtro di aspirazione HEPA.
Per garantire la sicurezza durante lo svolgiemnto della sua funzione. gli studenti che portano avanti progetti di tesi o dottorati di ricerca hanno precedenza sull'utilizzo delle tecnologie disponibili, ma in linea di massima tutti gli studenti possono accedere e servirsi delle strumentazioni del laboratorio.
Oltre questi due spazi per la modellazione è presente un terzo laboratorio, il Drawing to the Future, più orientato verso la ricerca digitale e di conseguenza presenta una strumentazione per la realtà aumentata e realtà virtuale, però è dotato di stampanti 3D che vengono usate in collaborazione con le altre tecnologie di scansione tridimensionale presenti nel laboratorio.

Fig.122 - Assonometria del MOD Lab Design

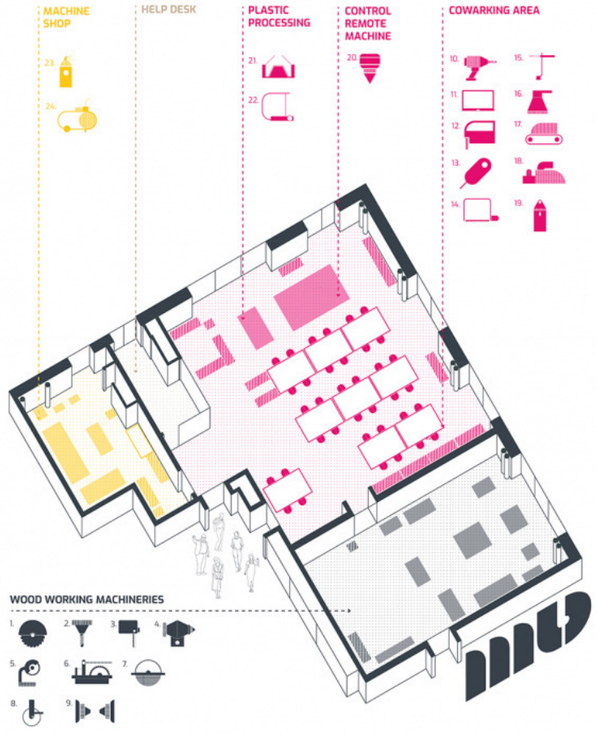
http://www.modlab.polito.it/attrezzature

Fig.123 - Elenco iconografico delle strumentazioni disponibili

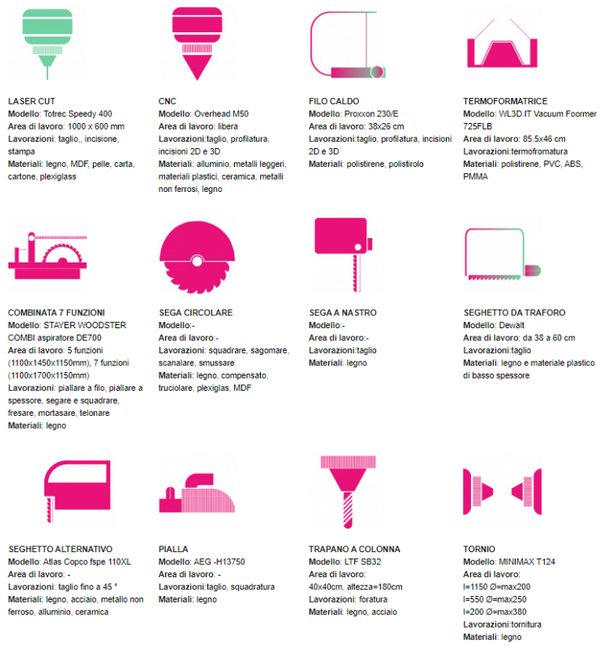
http://www.modlab.polito.it/attrezzature/elenco_e_collocazione_attrezzature

Fig.124 - Assonometria del MOD Lab

http://www.modlab.polito.it/attrezzature

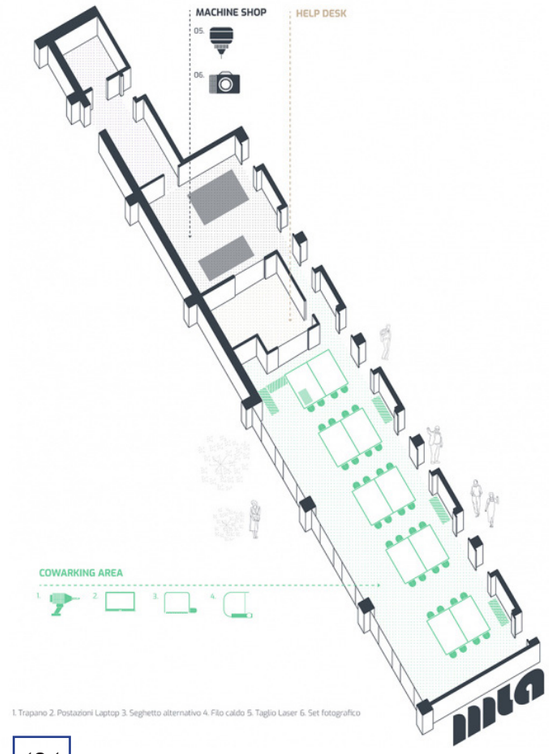


122



123

123



124

POLITECNICO DI MILANO

Milano, Italia

Requisiti di accesso

L’accesso è limitato a studenti, ricercatori e dottorandi del Dipartimento di Architettura, hanno accesso anche gli enti collaboratori

https://www.auic.polimi.it/it/studenti/servizi/labora-modellistica-fisica-e-virtuale

Configurazione spazi

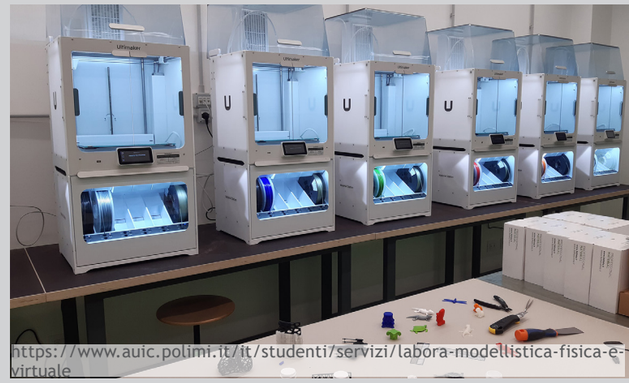
Il LaborA ha un’ampiezza di 700 mq, a questi vanno aggiunti anche quelli del MOA e del ABC Lab

Dotazione tecnologica

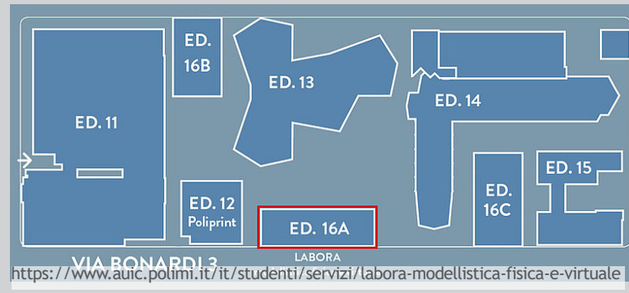
Le tecnologie presenti permettono di approfondire la modellazione digitale e la prototipazione rapida

Focus

Tutta l’attenzione è rivolta al campo dell’architettura e del design, sia per i progetti didattici che per quelli di ricerca

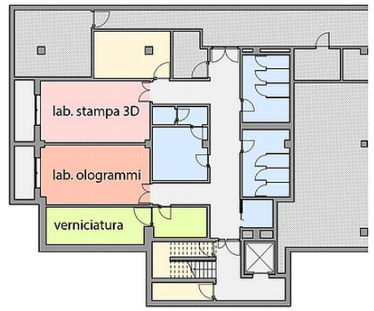


https://www.auic.polimi.it/it/studenti/servizi/labora-modellistica-fisica-e-virtuale



https://www.auic.polimi.it/it/studenti/servizi/labora-modellistica-fisica-e-virtuale

https://www.auic.polimi.it/it/studenti/servizi/labora-modellistica-fisica-e-virtuale



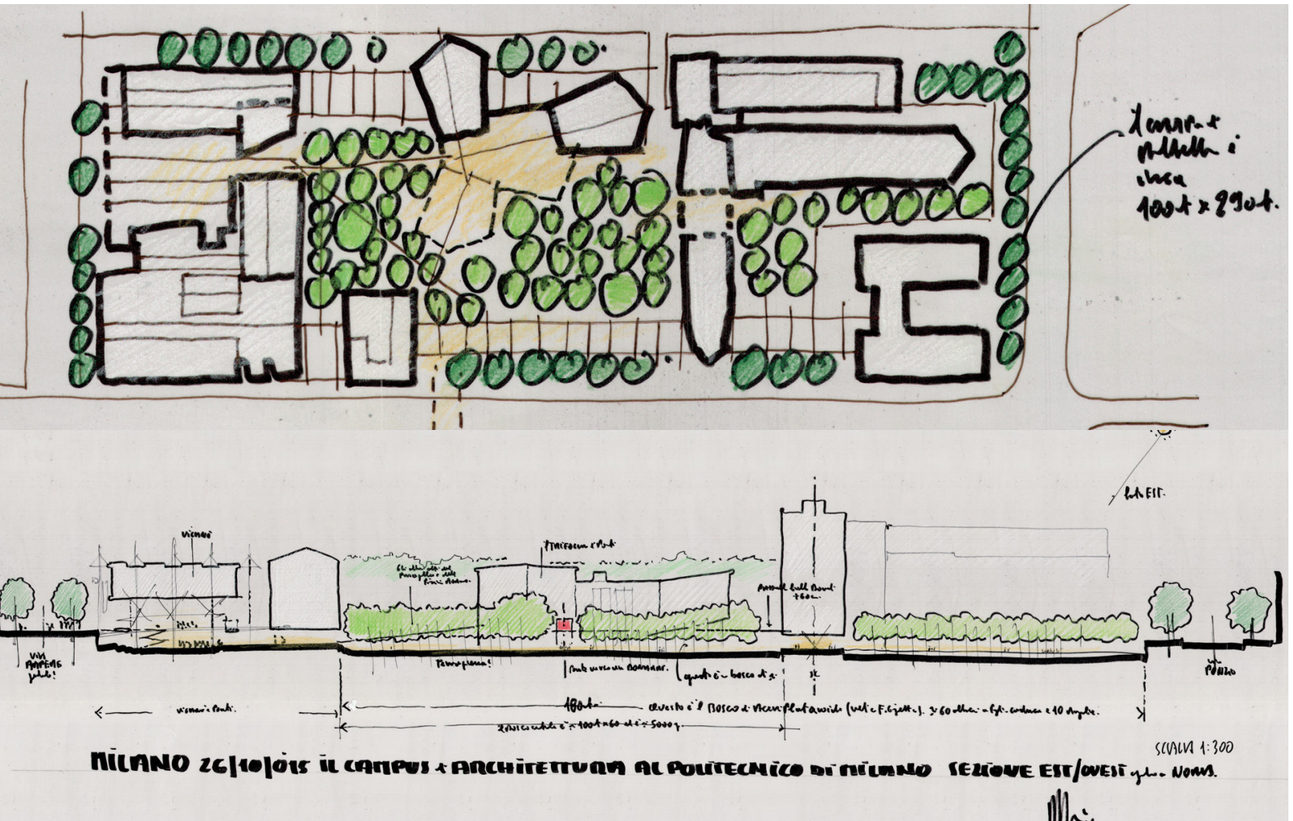
https://www.auic.polimi.it/it/studenti/servizi/labora-modellistica-fisica-e-virtuale

2.10 Politecnico di Milano

Il nuovo Campus Architettura, nato da un'idea di Renzo Piano donata al Politecnico e sviluppata dallo studio ODB & Partners, ha portato ad un profondo ripensamento degli spazi interni e con esso un'avanzamento del livello tecnologico dei laboratori dedicati agli studenti.
Nel progetto sono stati pensati degli spazi che ospiteranno un laboratorio all'avanguardia di modellistica architettonica che si va ad aggiungere agli ambienti già presenti nei due Dipartimenti di Architettura del Politecnico.
Il Dipartimento di Architettura e Studi Urbani (DASTU), costruita nel 2013 svolge attività di ricerca, sperimentazione e formazione sui temi del progetto architettonico e urbano della pianificazione spaziale e del governo del territorio.
La formazione di tipo multidisciplinare si dipana in diversi percorsi formativi articolati di livello Magistrale, Master e dottorato di ricerca, tutti caratterizzati dal binomio di studio teorico e approfondimento pratico supportato dai laboratori presenti nel dipartimento.
Sono infatti presenti tre laboratori, in particolare il MOA Modellistica Architettonica che offre supporto didattico alla realizzazione di modelli fisici in scala reale e territoriale, sia con strumenti analogici che con macchine a controllo numerico come plotter di taglio e stampanti 3D.

Fig.125 - Schizzi del concept di Renzo piano per il nuovo Campus Architettura

https://www.polimi.it/il-politecnico/progetti-di-ateneo/nuovo-campus-architettura



Il Dipartimento di Architettura Ingegneria delle Costruzioni e Ambiente Costruito (DABC) si interessa di rispondere alle sfide del settore delle costruzioni, dell'architettura e dell'ambiente costruito in genrale tramite un intreccio di rigore scientifico e creatività, ovvero:

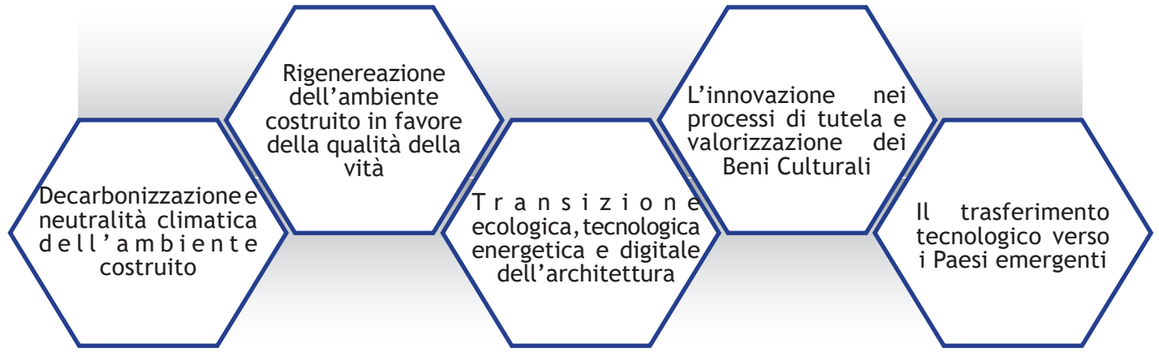


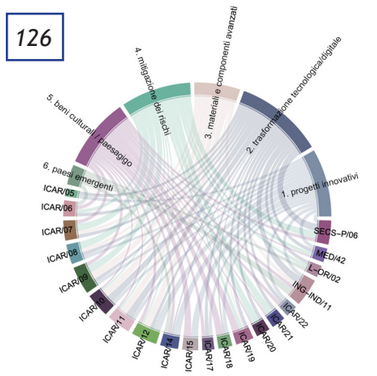
Fig.126 - Approccio multidisciplinare DABC nella ricerca strategica

Data la necessità di adattamento al complesso sistema delle costruzioni ed ai cambiamenti di carattere economico, sociale, demografico e climatico il DABC si preoccupa di soddisfare l'esigenza di nuove figure professionali ad alta specializzazione che sia in grado di sostenere il cambiamento in corso.
Questo si rispecchia anche sui corsi Master di primo e secondo livello ed eventi di formazione permanente che assumono tutti un carattere inter-dipartimentale e di approfondimento sui temi delle nuove tecnologie e innovazione.
A supporto delle attività svolte nel Dipartimento troviamo il ABC Lab che non solo è dotato di macchine per la stampa tridimensionale per la rappresentazione e prototipazione ma anche di strumentazione per il rilievo e la misurazione del costruito come scanner, camere ambientali e macchine per prove strutturali/meccaniche.
Oltre il laboratorio principale, il Dipartimento conta altri laboratori minori interdipartimentali, tra cui il *FUNCTIONAL SINTERED MATERIALS* (FUNTASMA) equipaggiato con una stampante 3D Binder Jetting per polveri di materiali metallici e ceramici con l'obiettivo di sviluppare materiali funzionali innovativi.
Anche al di fuori dei Dipartimenti di Architettura il Politecnico approfondisce i temi dell'innovazione tecnologica, della prototipazione rapida nel campo dell'edilizia e della fbbricazione digitale, infatti approfittando del nuovo progetto del Campus Architettura è stato fornito alla Scuola di Architettura Urbanistica Ingegneria delle Costruzioni un nuovo laboratorio teso a diventare il punto di riferimento per la formazione.

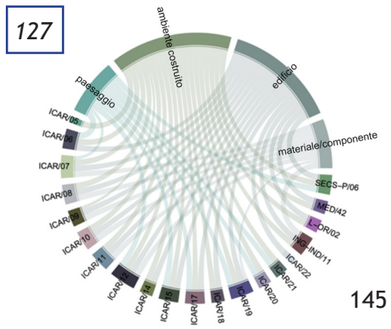
Fig.127 - Approccio multiscala DABC nella ricerca strategica

https://www.dabc.polimi.it/wp-content/uploads/2020/11/Progetto_scientifico_DABC_2020-2022_vFF1_allegati-1.pdf

126



127



Il LaborA, situato nel cuore del Campus, si presenta come uno spazio di 700 mq interamente dedicato al binomio tra modellazione fisica e virtuale, con 100 postazioni di lavoro dedicate agli studenti magistrali, dividendosi in spazi differenziati sulla base degli strumenti collocati.
La falegnameria dispone di spazi per la lavorazione con trafori, seghe a nastro e macchinari stazionari per la lavorazione minuta e di legno pesante, un'altro ambiente è delegato alla lavorazione di metalli con piegatrici, seghe e saldatrici, vi è poi uno spazio interamente dedicato a macchinari per il taglio a controllo numerico, infine c'è uno spazio definito Nursery che ospita dieci stampanti a filo, una per le resine, una per l'argilla ed una con miscele di polveri di carbonio per la stampa di parti meccaniche ad alta precisione. Alcuni macchinari offrono la possibilità di essere controllati da remoto.
Accostati a questi macchinari per la modellazione fisica, il LaborA ospita anche due strumenti avanguardistici per la modellazione virtuale: il teatro virtuale e il tavolo olografico.
Il teatro virtuale si presenta come una stanza circolare con un diametro di circa sette metri che simula l'immersione in ambienti tridimensionali urbani o interni per un esperienza sensoriale di spazio reale e reattivo, tramite la programmazione dei sensori è possibile infatti far reaggire l'ambiente al movimento di chi la fruisce.
Il tavolo olografico ha lo scopo di visualizzare oggetti digitali in tre dimensioni per la vera presa di coscienza del oggetto di studio.
L'applicazione di queste due strumentazioni nel campo dell'architettura permette per esempio di poter visualizzare contemporaneamente opere di restauro prima e dopo l'intervento. L'intero laboratorio è a disposizione di studenti magistrali, ricercatori, dottorandi ma anche aziende ed istituzioni che collaborano con il Politecnico.

Fig.128 - Postazioni di lavoro per studenti

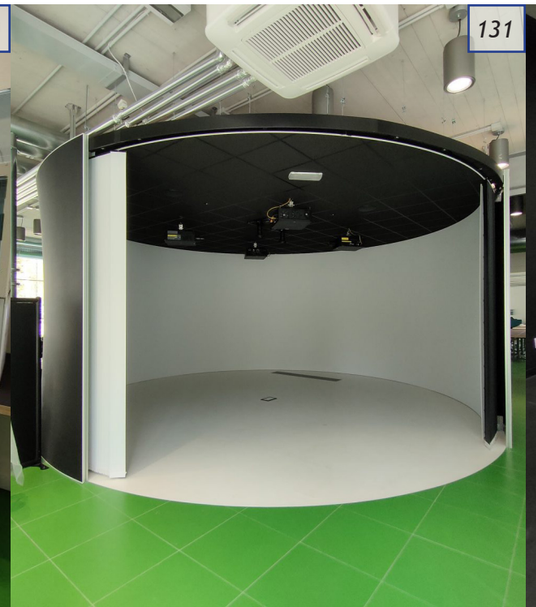
Fig.129 - Falegnameria

Fig.130 - Nursery

Fig.131 - Teatro virtuale

Fig.132 - Tavolo olografico

https://alumni.polimi.it/tag/laboratori/



UNIVERSITÀ POLITECNICA DELLE MARCHE

Ancona, Italia

Requisiti di accesso

L’accesso è limitato a studenti, ricercatori e dottorandi del Dipartimento di Architettura

Configurazione spazi

Il Laboratorio copre un’area di circa 450 mq

Dotazione tecnologica

Sono presenti tecnologie di modellazione additiva, sottrattiva e robotizzata

Focus

Tutta l’attenzione è rivolta al campo dell’architettura e del design, sia per i progetti didattici che per quelli di ricerca

2.11 Politecnico delle Marche

Il Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Architettura basa la sua formazione e la ricerca sulla salvaguardia, sul recupero e sullo sviluppo del territorio e del suo costruito.
La sezione di Architettura affronta il tema dal punto di vista del rilievo per la conservazione ed il recupero del patrimonio culturale, concentrandosi su progetti di musealizzazione e di studio di documentazione storica.
La sezione Costruzione affronta invece un tema più innovativo come il Building Information Modeling (BIM) e le sue possibili interoperabilità con il project ed il facility management, il green building e la valutazione LCA.
Sono presenti poi anche le sezioni di Infrastrutture e Strutture che affrontano i temi di ingegneria offshore, progettazione di infrastrutture di trasporto, modellazione dinamica delle strutture e riabilitazione strutturale.
Nel ambito della ricerca questi quattro settori si intrecciano per realizzare gruppi interdisciplinari come quello di Architettura Tecnica che porta avanti ricerca nel campo delle tecnologie costruttive, delle strutture e della sostenibilità del costruito con progetti come lo studio della progettazione basata sul comportamento (Behavioural Design).
La ricerca viene portata avanti grazie a finanziamenti europei e partner di istituti di ricerca azionali come ENEA e CNR.
Anche il settore infrastrutturale porta avanti ricerche nei campi stradali, ferroviari e aeroportuali, svolgedo attività con l'obiettivo di diffondere cultura e conoscenza relativa a materiali innovativi con caratteristiche prestazionali più elevate sia per un miglioramento manutentivo che a scopi di sostenbilità.
A supporto della didattica e della ricerca il Dipartimento mette a disposizione il 2E-Lab, che nasce con lo scopo di implementare attraverso l'deazione, la sperimentazione ed il trasferimento tecnologico sul mercato di soluzioni operative tese ad aumentare la resilienza del territorio a diverse scale. Questo implica l'incremento della sensibilità comunitaria sui processi degli interventi sul territorio con conseguente minimizzazione degli impatti, stimolando l'uso di strategie innovative, segue poi l'attenzione nel migliorare le tecnologie abilitative per colmare il divario di efficienza nel comparto delle costruzioni, valorizzando il patrimonio e avviando una gestione di stampo digitale.
Nel pratico il Lab è una struttura federata che accoglie gli spazi laboratoriali organizzandole sotto quattro assi principali quali il Risk & Resilience Mitigation, Digital Technologies for Facility Design & Management, Smart Facilities e Digital Cultural Heritage.
Nello specifico all'interno della struttura è presente il Fab-Hub un laboratorio che riprende lo stampo dei Fab-Lab per la realizzazione di modelli e mock-up nel settore architettonico a supporto delle attività di ricerca e formazione del DICEA.
Sono presenti utensili e strumenti tipici di una falegnameria, a questi si aggiungono una serie di macchinari innovativi come stampanti 3D di grande formato, laser cutter a CO2 ed un braccio robotico a 6 assi che possono essere impiegati per riprodurre fedelmente edifici e monumenti digitalizzati tramite laser scanner ma anche produrre dettagli strutturali e tecnologici.
Gli studenti del Corso di Laurea Edile Architettura hanno la precedenza sull'utilizzo di queste strumentazioni con cui possono realizzare modelli in polimeri, argilla, legno e metallo, ma comunque il Lab si pone come punto di eccellenza nell'innovazione della realizzazione di manufatti non solo architettonici ma anche di design e strutturali.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CATANIA

Catania, Italia

Requisiti di accesso

L’accesso è limitato a studenti, ricercatori e dottorandi del Dipartimento di Architettura

Configurazione spazi

L’area totale dei laboratori presi in esame è di 880 mq

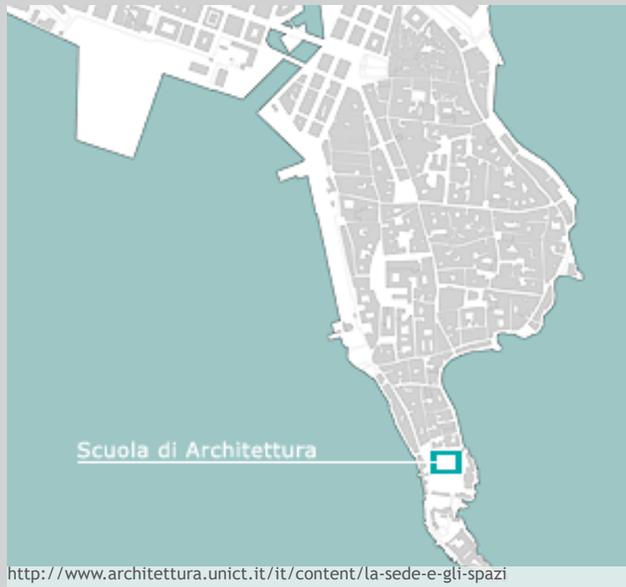
Dotazione tecnologica

Sono presenti tecnologie di modellazione additiva, sottrattiva e di rilevamento dell’architettura

Focus

Tutta l’attenzione è rivolta al campo dell’architettura e del design, sia per i progetti didattici che per quelli di ricerca

https://architetturasiracusa-blog.tumblr.com/post/72078932468/allestiamoci



http://www.architettura.unict.it/it/content/la-sede-e-gli-spazi

2.12 Università degli studi di Catania

A seguito della donazione da parte del ministero della difesa di un ex-caserma Abela posta nella parte più a Sud dell'isola di Ortigia, l'Ufficio Manutenzione Straordinaria dell'Università degli Studi di Catania ha predisposto un progetto di riuso teso a mandare avanti l'iniziativa di decentramento universitario inteso anche come motore di sviluppo e di recupero del centro storico di Siracusa.
Nasce così la Struttura Didattica Speciale di Architettura con l'obiettivo primario di formare tecnici specializzati in grado di interfacciarsi con le sfide dell'edilizia e dell'architettura con approccio multidisciplinare.
Il piano di studio sarà caratterizzato da due assi tematici principali, uno che partendo dalla base dei linguaggi e principi di base della composizione dell'oggetto arriva approfondimento di aspetti relazionali, costruttivi e tecnologici, l'altro invece inizia con la conoscenza dello storico dei luoghi arriva ad affrontare la complessità delle tematiche urbane e territoriali.
Infine il SDS si pone come obiettivo strategico quello di implementare le relazioni internazionali attraverso borse di studio e principalmente tramite progetti di ricerca.

Fig.133 - Approccio multidisciplinare DABC nella ricerca strategica

https://www.siracusanews.it/ripensare-lo-spazio-urbano-a-partire-dalle-citta-invisibili-di-calvino-a-siracusa-la-sds-di-architettura-organizza-un-ciclo-di-eventi/

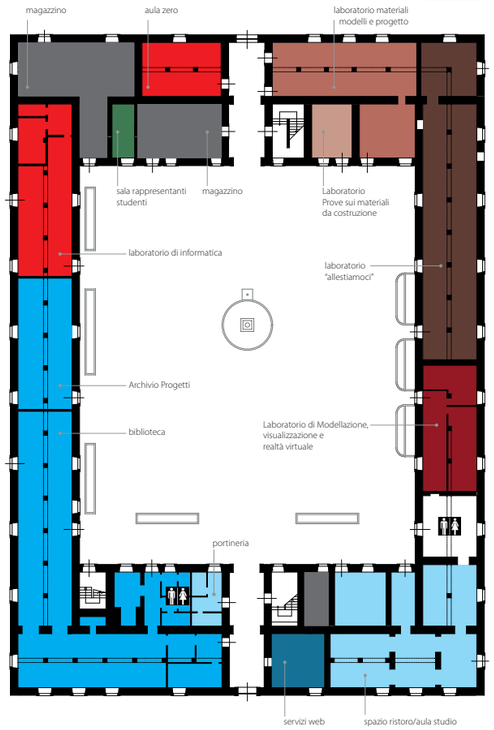
Fig.134 - Schema funzioni piano terra

Fig.135 - Schema funzioni piano primo

Fig.136 - Schema funzioni piano secondo

http://www.architettura.unict.it/it/content/la-sede-e-gli-spazi

PIANO TERRA 134

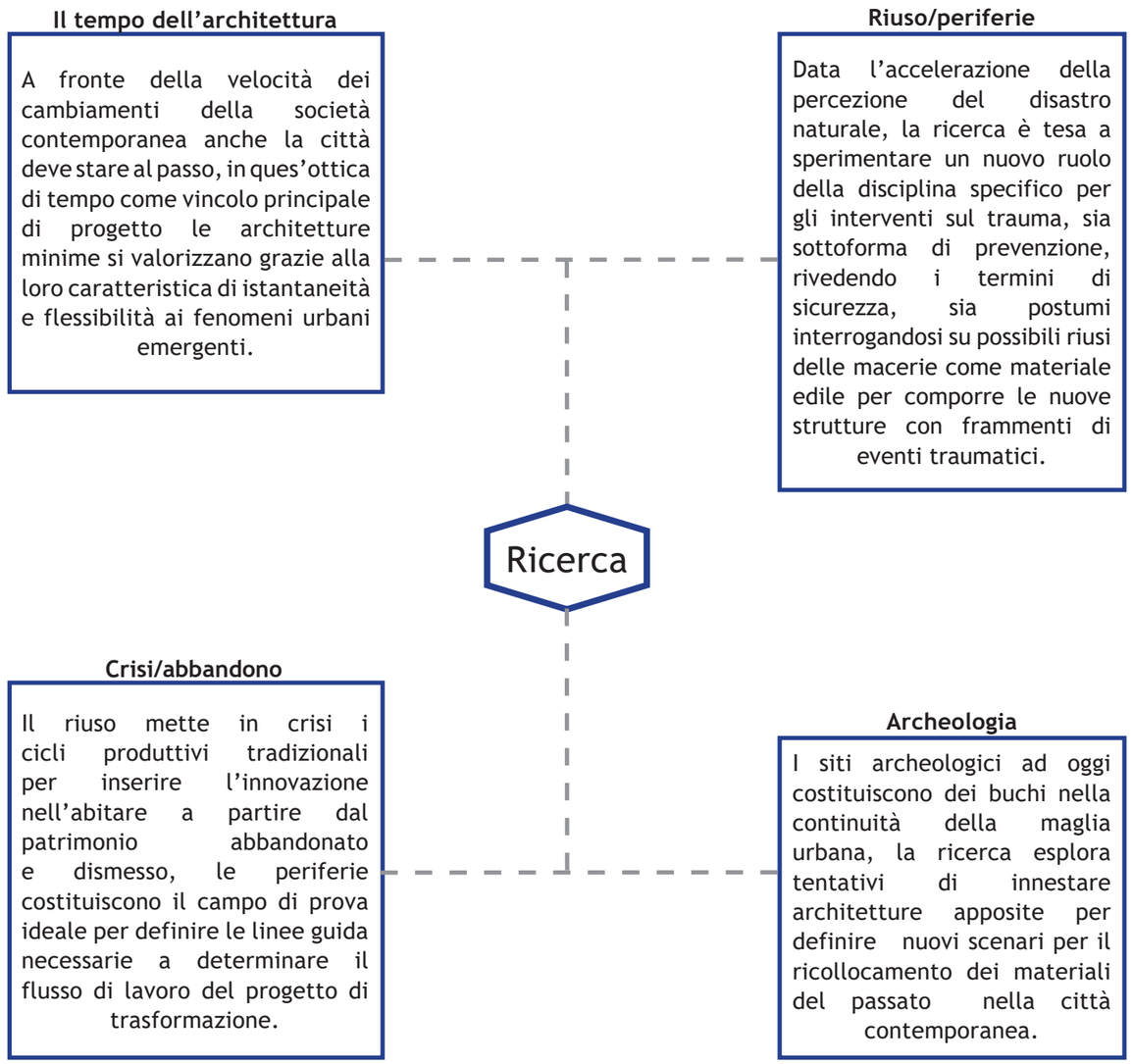


UFFICI
SERVIZI
LABORATORI
AULE

PIANO PRIMO 135

PIANO SECONDO 136

La ricerca si orienta principalmente su quattro punti cardinali, la cui maggiornaza approndisce temi inerenti alla cultura patrimoniale ed al legame tra Heritage e nuovo.



Il SDS dispone di una'ampia gamma laboratori specifici per il supporto alla didattica e alla ricerca, che permette agli studenti di sviluppa competenze e abilità pratiche nei vari campi dell'architettura. I laboratori svolgono anche attività di servizio esterno a enti publici e privati del territorio dando la possibilità agli studenti di affrontare commesse lavorative sotto la guida di docenti e di responsabili di laboratorio.
Sono presenti laboratori specializzati nel rilievo e nello studio del costruito e del patrimonio, anche in grado di effettuare analisi ambientali. Tra questi figurano poi due laboratori che si concentrano sulla manifattura e sull'innovazione.
Il Laboratorio di Modellazione, visualizzazione e realtà virtuale al cui interno viene svolta attività di ricerca e assistenza alla didattica della visualizzazione digitale dell'architettura e della sua riproposizione tramite realtà virtuale.
Il Lab può fare affidamento su una software house, la Digital Atom, che partecipa attivamente con l'ateneo da quattro anni composta in buona parte da studenti dell'ateneo stesso, il supporto arriva anche alla collaborazione per la stesura di tesi di laurea.
Infine il lab parteipa anche ad attività di terza missione collaborando con aziende improntate sul turismo per sviluppare materiale multimediale e tecniche di modellazione 3D per manufatti e siti come anche certificazioni, Know-How e conoscenze tecniche.
Il Laboratorio "Allestiamoci", di stampo simile ad una falegnameria, svolge attività manifatturiere per la realizzazione di oggetti.
Tramite il supporto digitale del CAD si arriva a progettare fino alla scala dell'esecutivo, per poi impiegare le macchine a controllo numerico presenti, ovvero una fresatrice CNC 4x2 m ed una laser cutter 60x90 cm, per la prototipazione rapida di elementi per l'architettura.
L'utilità dell'esperienza si fonda nel dare agli studenti nuovi stimoli riguardo le possibilità dell'innovazione e la produzione digitale, dal 2019 è tato anche reso possibile svolgere il tirocinio crricolare presso questa sede.
Oltre le strumentazioni avanzate sono poi presenti anche utensili per la carpenteria e falegnameria sia manuali, come pialle, scalpelli e seghetti, che stazionari, come fresatrici, trapani a colonna e troncatrici.
Il Laboratorio di Materiali, Modelli e Progetti (LAMM) nasce con lo scopo di fornire conoscenza agli studenti sulle tecnologie, i materiali ed i processi costrutttivi, presentando una struttura con "scaffali aperti" dove le informazioni sono sotto forma cartacea, di prototipi o campioni di materiali.
Annualmente viene organizzata un'attività di cantiere didattico sperimentale per la realizzazione di un prototipo in scala 1:1 in collaborazione con esperti del mondo professionale e della realtà industriale in modo da far intrecciare formazione accademica ed esperienza lavorativa.

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI FIRENZE

Firenze, Italia

Requisiti di accesso

L’accesso è limitato a studenti, ricercatori e dottorandi del Dipartimento di Architettura

Configurazione spazi

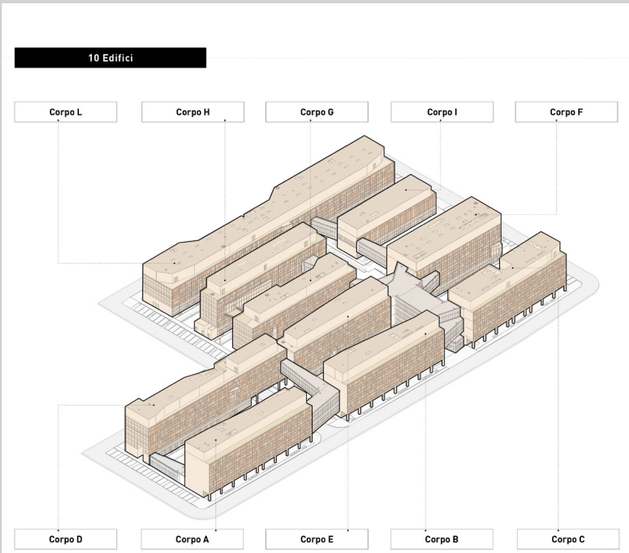
L’Università dispone di sei ambienti tutti incentrati sul tema legno, di questi due sono specializzati in falegnameria e prototipazione rapida

Dotazione tecnologica

Sono presenti strumenti di falegnameria e carpenteria specializzata, inoltre sono presenti strumenti per stampa tridimensionale e per l’analisi ambientale

Focus

I progetti principali sono tutti inerenti alla laurea professionalizzante



https://www.bimportale.com/nuova-sede-dipartimento-dagri-delluniversita-degli-studi-firenze/

2.13 Università degli studi di Firenze

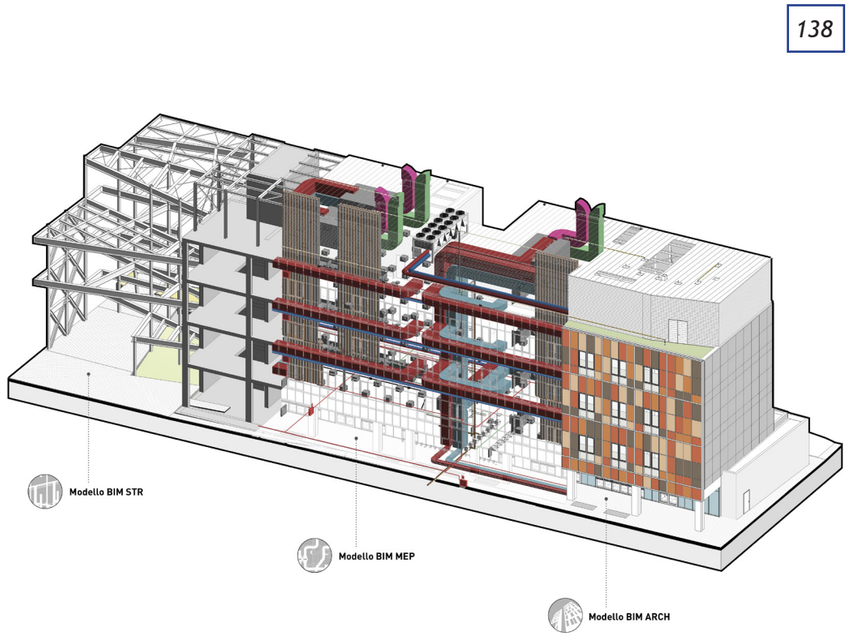
Il Dipartimento di Scienze e Tecnologie Agrarie, Alimentari, Ambientali e Forestali (DAGRI), istituito nel 2019 dalla fusione del Dipartimento di Gestione delle risorse agrarie, forestali e alimentari (GESAAF) e il Dipartimento di Scienze delle Produzioni Agroalimentari e dell'Ambiente (DISPAA), rappresenta l'unico dipartimento dell'area agraria dell'Università di Firenze.
Con la creazione del nuovo Dipartimento è stata commissionata dall'Università di Firenze anche una nuova sede che potesse ospitare tutto il personale e le funzioni relative. Il progetto è stato realizzato su un progetto di fattibilità tecnica ed economicaredatta dal laboraotiro sperimentale dell'Università che ha definito l'intervento urbanistico e l'impianto formale e funzionale dell'opera.
La principale sfida è stata realizzare un sistema di padiglioni isolati con possibilità di collegamento per garantire il funzionamento sia autonomo che sinergico. Distribuiti nei vari padiglioni, il settore agriario viene coperto in tutte le sue sfaccettature, dall'Economia e Estimo all'Ingegneria Forestale alle Scienze del Suolo e Alimentare, rispondendo alla necessità diaffrontare in maniera coordinata e unitaria alle sfide di questo settore.
Il Dipartimento infatti svolge un ruolo attivo e fondamentale nella ricerca scientifica statutaria tramite attività didattiche e formative, trasferimento tecnologico e innovazione.
La ricerca avviene principalmente tramite progetti ottenuti tramite la partecipazione a bandi competittivi di livello regionale, nazionale ed internazionale. Oltre gli obiettivi di formazione e di ricerca, il Dipartimento partecipa attivamente allo sviluppo territoriale al fine di tenere in alta considerazione le esigenze di sviluppo e di domanda proveniente dal settore socio-economico e industriale in termini di libera elaborazione e flessibilità della conoscenza e di formazione superiore.
Per perseguire tale fine il dipartimento collabora con enti e istituzioni locali promuovendo la partecipazione a forme associative e condividendo i risultati delle proprie attività.
Il trasferimento tecnologico comprende l'individuazione di nuove tecnologie e la validazione dell'efficacia a livello industriale, la tutela della prorpietà intellettuale tramite il deposito di brevetti e marchi ed infine alla corretta valorizzazione commerciale.
All'interno della giurisdizione del DAGRI è presente anche la Scuola di Agraria, nata ufficalmente nel 2013 e svolge attività didattiche per 14 Corsi di studio dislocate nelle sue quattro sedi, 7 corsi di Laurea Triennale e 7 di Laurea Magistrale. I corsi offerti sono intesi per sviluppare una coscienza negli studenti sulle metodologie e strumenti per la gestione di ecosistemi forestali agrari e urbani, sulla trasformazione dei prodotti alimentari e sullo studio dei cambiamenti climatici.
In particolare, è presente il Corso di Laurea Triennale Professionalizzante Tecnologie e trasformazioni avanzate per il settore legno-arredo-edilizia, con lo scopo di impartire agli studenti le competenze tecniche necessarie per operare mansioni di quadro intermedio nel settore legno presso industrie, cantieri, imprese commerciali, o come libero

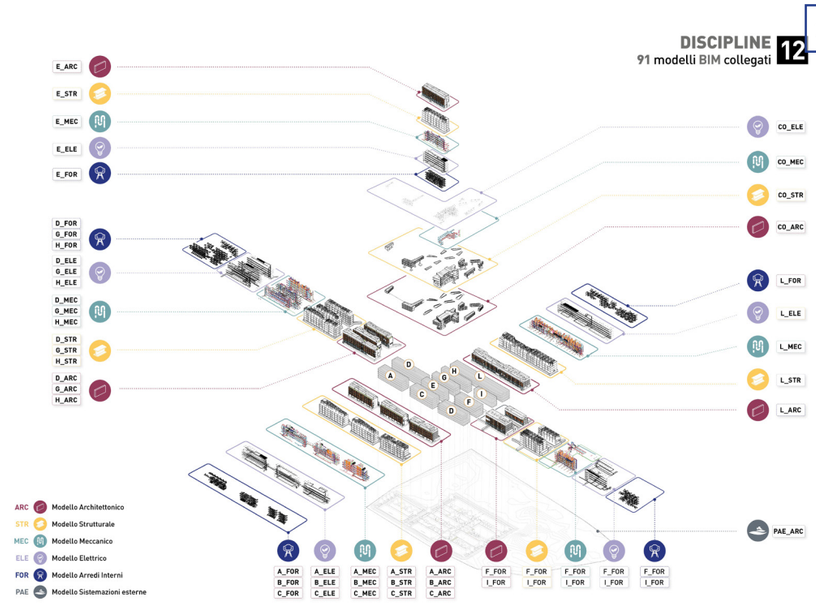
Fig. 137 - Render della nuova sede del DAGRI presso il Polo Scientifico-Tecnologico di Sesto Fiorentino

Fig. 138 - Sezione prospettica dell'impianto MEP

Fig. 139 - Esploso assonometrico funzionale

https://www.bimportale.com/nuova-sede-dipartimento-dagri-delluniversita-degli-studi-firenze/





professionista fornitore di servizi.
Le competenze menzionate comprendono le conoscenze sul materiale legno e su i suoi prodotti derivati, sulle macchine per la lavorazione ed il loro utilizzo, sulla progettazione della filiera di lavorazione ed infine nozioni fondamentali di gestione aziendale e commercializzazione dei prodotti lavorati.
Rimanendo nel tema legno, il Dipartimento dedica una intera filiera di laboratori a questo materiale, alcuni per lo studio delle suo proprietà chimiche e fisiche ed altri per lo studio delle proprietà meccaniche.
È presente poi il Laboratorio di falegnameria il cui scopo è sostenere le attività di ricerca e di didattica con un'ampia dotazione di utensili di falegnameria, con cui si effettua la preparazione di manufatti e provini in legno, che comprende sia utensili analogici ed elettrici manuali che stazionari.
L'ambiente è anche dotato di sistemi di aspirazione per uno svolgimento delle attività in sicurezza.
Di particolare interesse è il Laboratorio Fab-Legno, il quale pone la sfida di diffondere conoscenze nell'ambito forestale e tecnologia inerente al legno e fornendo supporto alle iniziative studentesce nell'aplicazione pratica di tali tecnologie per ralizzare particolare lavorazioni del legno.
L'attrezzatura del laboratorio gli permette di operari nel campo della liuteria, deell'ebanisteria, dell'arceria inoltre consente di svolgere sperimentazioni con la modellazione tridimensionale e la manifattura additiva per la prototipazione solida e sottrattiva grazie alle laser cutter disponibili. Oltre i macchinari a controllo numerico sono presenti utensili necessari a svolgere le attività sopracitate ed anche strumenti per la misurazione come oscilloscopi e accelerometri che permette al Lab di svolgere attività di ricerca anche nel campo delle vibrazioni e della propagazione del suono.

A valle delle ricerche e analisi svolte sulle realtà universitarie europee e nazionali si riscontra un interesse di base nei confronti dell'integrazione di un ambiente basato sui principi della cultura maker all'interno del sistema universitario. Nonostante la variazione di spazio e di denaro investito in questi ambienti cambi di volta in volta, rimane costante il ruolo di supporto alla didattica e alla ricerca, la totalità di questi ambienti è infatti aperta non solo a studenti e dottorandi ma anche a ricercatori. Un'altra costante di questi ambienti sono le modalità di accesso, a prescindere dal grado di apertura del laboratorio è sempre necessario che l'utente abbia frequentato una formazione, offerta dal personale del Lab, che può prendere le forme di un breve seminario su istruzioni d'uso e regole per la sicurezza fino a episodi di formazione contenenti test pratici di verifica. Le implicazioni di questi prerequisiti vanno però oltre il saper le regole d'uso di un ambiente condiviso ma forza i frequentatori ad approfondire le conoscenze inerenti alla fabbricazione digitale ed al controllo numerico, e soprattutto alle possibilità che queste, da sole o in connubio, possono generare. I laboratori più avanzati danno la possibilità agli studenti di sviluppare progetti personali non necessariamente legati alla didattica, in modo da sfruttare al massimo gli stimoli che la formazione obbligatoria ha sulla creatività degli studenti arricchendo il Lab con progetti e iniziative. Queste modalità non sono sempre attive, a volte per carenza di strumentazioni o di spazio, a volte impedite dalle direttive con cui è stato costruito il maker space. Emerge dall'approfondimento dei casi studio presenti nell'elaborato la ricorrente abitudine di modificare le dinamiche con cui viene pensato il maker space, allontanandosi per certi versi dai principi base, a seconda delle direzioni intraprese dagli enti formativi in ambito sociale e culturale. Portando esempi pratici lo SKIL del EPFL punta molto sul tema del dialogo e dell'interdisciplinarità dedicando un intero settore ad aree di aggregazione e lasciando piena disponibilità d'utilizzo della strumentazione anche per lo sviluppo di progetti personali, anche se purtroppo le restrizioni sull'accesso escludono da questo processo di elaborazione studenti di altri atenei che invece potrebbero arricchire la progettazione con un punto di vista esterno. L'Arch_tec_lab del ETH invece viene fondato come uno spazio flessibile e multidisciplinare, ovvero lo stesso clima che ha governato la progettazione e la realizzazione del fabbricato stesso. Stesso discorso si applica al robot Gantry installato al piano terra, si tratta infatti dello stesso macchinario con cui è stata realizzata la copertura. L'edificio si pone quindi come ispirazione e banco dimostrativo della possibilità di queste tecnologie e metodologie per gli studenti e chi lo fruisce. Un caso simile è quello del WIRL della Northern British Columbia, il laboratorio per studenti realizzato da studenti, che non solo viene dedicato interamente al supporto della didattica e della formazione ma il cui cantiere diventa parte dell'esperienza pratica degli studenti che sono stati coinvolti in tutte le fasi di produzione fino a quelle di monitoraggio e manutenzione. Anche in Italia si registrano laboratori avanzati all'interno delle università, come nei casi dei Politecnici di Torino e Milano e dell'Università di Bolzano, ciò che però manca in buona parte è l'integrazione di questi ambienti nella didattica e nella formazione. L'utilizzo che ne viene fatto è sempre limitato a quello di supporto alla prototipazione che però non viene mai approfondita come argomento principale ma sempre relegata al ruolo di mezzo e presa in considerazione nelle fasi finali quando ormai il progetto è consolidato. L'ambito universitario in cui si sta iniziando a considerare di più l'importanza del comparto tecnologico e del peso che esercita sull'efficienza e l'economia della produzione che ne esercita una corretta gestione, sono i Corsi di Laurea Professionalizzante, i quali si pongono l'obiettivo di formare nuovi tecnici e professionisti ricalcando in parte il lavoro svolto dalle accademie professionali ma svolti in un ambito universitario.

RAPPORTI TRA REALTÀ MAKER E MONDO ACCADEMICO

L’innovazione tecnologica è arrivata a toccare tutti i rami della produzione, dalle grandi aziende alle piccole pmi, con la normalizzazione delle tecnologie avanzate la spesa economica per l’aggiornamento delle filiere industriali è sempre minore e sostenibile anche per le piccole imprese, resta però il nodo della competenza.
Manca una vera e propria categoria di personale cha abbia affrontato una preparazione su questo tema, una preparazione che non si riduce al semplice utilizzo del macchinario ma che ne comprende limiti e potenzialità.

3. Rapporto tra realtà maker e mondo accademico

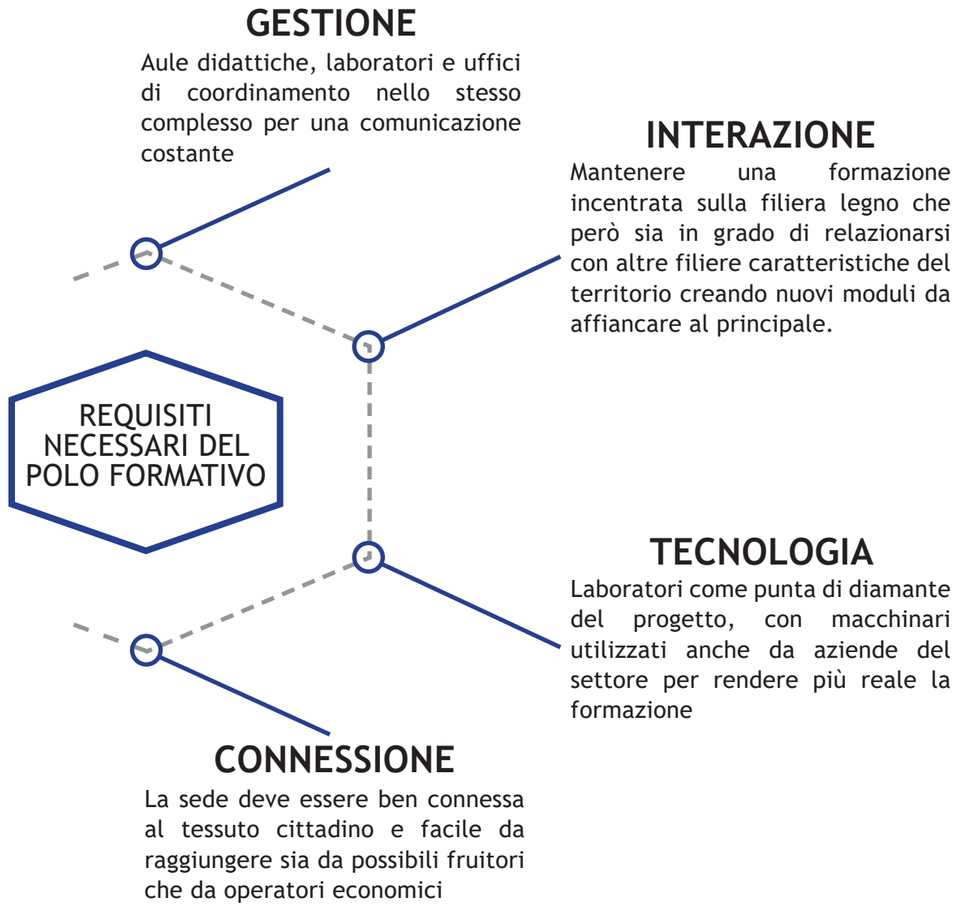
Una conoscenza di questo genere permette la flessibilità necessaria per poter inserire queste tecnologie nella filiera dell'artigianato senza sostituirla completamente e di conseguenza snaturare la produzione di oggetti che affonda le radici nella tradizione.
Questo procedimento di transizione tecnologica è un fenomeno supportato da molti enti nazionali e regionali che dimostrano il loro interesse con l'aiuto economico ad accademie per integrare queste tecnologie all'interno dei laboratori con l'intento di avviare un processo di formazione di nuove generazioni che saranno in grado non solo di gestire le nuove tecnologie ma anche di analizzare il processo di produzione allo stato dell'arte con l'obiettivo di isolare le debolezze del sistema da sostituire o integrare con strumenti all'avanguardia.

3.1 LegnoLab 4.0

Una dimostrazione di questa volontà è il progetto LegnoLab 4.0, ovvero una riqualificazione in chiave digitale del laboratorio di falegnameria del Liceo delle Scienze Applicate ISIS Fermo Solari il cui scopo è quello di rendere operativo un laboratorio che presenti le stesse dinamiche lavorative che avvengono nelle aziende del settore tramite il reperimento di macchinari industriali.
Iniziato nell'anno scolastico 2017-2018 con un centro di lavoro CNC, il progetto è stato portato avanti dall'istituto e nel 2018-2019 sono state aggiunte due nuove macchine, una sega circolare programmabile e una toupie programmabile ad albero inclinabile, nel 2020 una terza implementazione ha aggiunto una tenonatrice-mortasatrice alla dotazione del laboratorio.
Il laboratorio negli anni conoscerà costanti adeguamenti per il mantenimento di una riproduzione fedele delle filiere industriali attive nel settore legno. L'acquisto di questi macchinari è stato supportato dalla Fondazione Friuli, dalla Regione Fvg tramite il Fondo Sociale Europeo e con il sostegno di Confindustria Udine tramite il fondo "Solidarietà Montagna".
Fondamentale il supporto fornito dal Cluster Legno Arredo, con il ruolo di portavoce presso le istituzioni e gli attori
principali del settore presenti sul territorio, che reputa l'ISIS Solari, insieme ad altri due istituti della regione, "gli snodi focali del futuro settore legno arredo regionale, metterli pertanto a sistema diventa essenziale per poter garantire una
capacità formativa futura in linea con le esigenze del settore stesso e delle professionalità interne al territorio in grado di proiettare le aziende verso il futuro." Cluster LegnoArredo, 2020.
L'istituto è da sempre legato all'artigianato in legno sia per il ruolo di materiale caratterizzante della Carnia che per le tecniche, metodologie e lavorazioni manifatturiere, un patrimonio di sensibilità, etica e valori, che rischia di andare disperso in seguito all'introduzione delle tecnologie moderne, per questo si dimostra necessario fare in modo che l'innovazione sia coniugata in una forma di didattica che insegni la ratio dietro l'utilizzo degli strumenti e non solo il funzionamento, come realizzare manufatti di altra artigianalità con l'impiego di strumenti a controllo numerico, con la finalità di garantire in uscita dal corso la padronanza delle competenze necessarie per il mercato del lavoro.
Nasce così il Corso Triennale per la qualifica professionale di Operatore del Legno, una figura preparata specificatamente sulla conoscenza del legno nelle specifiche tecniche e nelle caratteristiche estetiche, nell'esecuzione di lavorazioni e manipolazioni al fine di produrre elementi di arredo e componenti.
Il corso alterna materie laboratoriali dove lo studente guadagna personalmente la propria esperienza pratica e materie digitali dove vengono insegnate le conoscenze necessarie per realizzare prototipi digitali rispondenti a standard qualitativi e viceversa saper leggere le indicazioni progettuali con il quale predisporre e programmare i macchinari CNC e la relativa manutenzione ordinaria.
Al termine del percorso professionale è possibile accedere all'indirizzo di Industria e Artigianato Made In Italy, un diploma di formazione quinquennale che implementa le conoscenze tecniche ottenute con quelle di ideazione e progettazione di nuovi prodotti nel campo del design realizzati tramite soluzioni innovative applicate al settore legno. Per completare il corso è stato predisposto un periodo di alternanza scuola lavoro dove gli studenti possono avere un riscontro della formazione ottenuta.

3.2 Polo Legno Arredo ITS Messina

Con delle dinamiche quasi analoghe nasce nel 2008 la Fondazione Istituto Tecnico Superiore per lo sviluppo del Sistema Casa nel Made in Italy Rosario Messina, con la volontà di avvicinare i giovani diplomati alle professioni legate alla manifattura nel settore del legno arredo e formare la nuova generazione di artigiani.
La nascita di questa proposta di formazione alternativa avviene su iniziativa di FederLegnoArredo, Federazione italiana delle industrie del legno, del mobile e dell'arredamento, come risposta all'analisi effettuata sulle necessità delle imprese dalla quale emerge una forte richiesta di personale con una preparazione specializzata nel settore e nelle recenti innovazioni.
Per soddisfare tali bisogni formativi nasce il Polo Formativo per i mestieri del Legno Arredo grazie al supporto finanziario della Regione Lombardia ed alla collaborazione del Centro Servizi per la Formazione e il Lavoro ASLAM ponendo tre criteri principali: 1 la relazione con un sistema cliente complesso composto da fruitori delle iniziative formative e dalle realtà professionali che ne sfrutteranno le competenze prodotte; 2 la capacità di relazionarsi con tutti gli enti presenti sul territorio capaci di partecipare alle esigenze di formazione; 3 porsi come fulcro di integrazione dei vari soggetti presenti nel sistema cliente che definiscono la domanda-offerta di formazione come scuole, imprese e amministrazioni del territorio.
Il contesto in cui è stata sviluppata questa iniziativa è quella del Programma Operativo regionale o POR ovvero un piano che sfrutta i fondi della Strategia Europa 2020 per sviluppare una crescita dinamica ed inclusiva del mercato del lavoro sostenendo interventi rivolti alla formazione, l'istruzione e l'inclusione sociale.
Per questo progetto è stata realizzata una sede apposita a Lentate sul Seveso, avviata nel 2015 e terminata nel 2018, realizzata interamente in materiali ecosostenibili il cui concept è stato basato su tre parametri principali che FederLegno insieme ad ASLAM hanno definito come le caratteristiche strutturali che una scuola di formazione professionale deve garantire per diventare un "centro servizi per i mestieri del territorio"



La sede ospita circa 1000 mq di laboratori, centro focale del progetto e della formazione, dotati sia di tradizionali banchi da lavoro che di macchinari per tutti i tipi di lavorazione che possono essere trovati nelle tipiche filiere delle PMI, dando la possibilità agli studenti di affrontare parte delle sfide proposte dalle mansioni quotidiane della professione. Per una maggiore immersione nella realtà lavorativa anche il layout del laboratorio è realizzato ad hoc su criteri accademici e concordato con SCM, ente produttore dei macchinari in dotazione, una collaborazione che si estende poi anche alla didattica.
Il contributo di SCM arriva infatti anche alle aule didattiche dove tramite lezioni teoriche viene trasmesso il know-how e le nozioni sui servizi digitali e i software per il funzionamento dei macchinari.

I corsi offerti dall'ITS si sviluppano su tre livelli tutti specializzati nel tema legno e innovazione digitale. Il primo livello è costituito da un corso triennale pensato per i giovani in uscita dalla terza media con l'obiettivo di formare operatori del legno in grado di inserirsi nel processo produttivo e padroneggiare le macchine a controllo numerico per la lavorazione del legno e di altre materie prime.
Al secondo livello sono offerti corsi che affrontano tutte le pratiche che orbitano attorno al tema legno, di cui tre offerte formative di stampo ITS che approfondiscono i temi del digital marketing, con l'obiettivo di creare figure professionali in grado di esportare il prodotto Made In Italy all'estero, della progettazione e industria 4.0, per formare personale esperto nella digitalizzazione dei processi di design e nell'uso di materiali innovativi, del design sostenibile, una nuova figura professionale per la gestione del ciclo di prodotti dell'industria 4.0.
Tutti i corsi hanno una durata di 2 anni e sono comprensivi di un periodo di tirocinio in una azienda partner dell'istituto. Un quarto indirizzo, di stampo IFTS sul tema della progettazione e prototipazione 4.0 per la formazione di una figura professionale che sia in grado di coniugare le caratteristiche della produzione artigianale con l'innovazione tecnologica introdotta dall'Industria 4.0, questo corso a differenza dei precedenti è della durata di un anno ma anche questo comprende un tirocinio in azienda.
La scuola, inoltre, opera anche nel settore della formazione dei professionisti offrendo la possibilità di frequentare corsi di aggiornamento sul legno e l'innovazione.

3.3 Ecole Supérieure Sciences e Technologies Bois

La criticità riscontrata nel costruire la formazione per questa nuova figua professionale è la multidisciplinarità delle conoscenze necessarie, si parla di competenze che appartengono all'ingegneria, alla progettazione e di conoscenza pratica dei materiali.
Questa varietà di preparazioni che si intrecciano richiede di conseguenza un tempo maggiore comparato a quello che viene solitamente dedicato alla formazione di artigiani ed inoltre, lo spazio in cui avviene deve essere altamente flessibile ed inclusivo per poter stare al passo.
Il caso del ESB costituisce un esempio pratico di diversi dipartimenti che contribuiscono sinergicamente per dare vita a corsi di formazione per queste figure professionali.
Lo strumento formativo costituito dal Ecole Supérieure Sciences e Technologies Bois ricopre un ruolo importante nel campo degli investimenti sulla strumentazione moderna per la prototipazione digitale, e sulla ricerca di nuovi usi e prodotti del legno.
Una vetrina dimostratrice che si pone l'obiettivo di portare all'attenzione delle aziende che intendono avviare la transizione digitale quanto sia imperativo porre particolare attenzione all'evoluzione delle tecnologie.
Questa vetrina prende le sembianze di un FabLab aperto non solo alla formazione degli studenti iscritti ma che offre servizi anche ad aziende esterne come test su prodotti ed episodi di formazione e aggiornamento per professionisti già inseriti nel mondo lavorativo.
L'obiettivo è quello di istruire gli studenti con il più alto livello tecnologico disponibile così da accelerare il processo di digitalizzazione dell'industria grazie all'ottimizzazione dei processi, percorso che può essere avviato in presenza di esperti che hanno acquisito la padronanza sulla strumentazione.
Di base la scuola ha lo status di associazione no-profit, il che comporta che tutti i guadagni ottenuti vengono reindirizzati verso la formazione e la persecuzione delle missions che ESB si è posto.
Questi obiettivi consistono in tre punti principali, 1) la formazione degli operatori del domani che siano in grado aziende esterne tramite i laboratori presenti nella sede per di contribuire ad uno sviluppo sostenibile; 2) lo sviluppo di nuovi prodotti del legno e produzione di conoscenza sull'uso di questi e del legno in generale; 3) Il supporto alle la diffusione della ricerca.
L'associazione propone un'offerta formativa che si ramifica in molte soluzioni tutte incentrate sul tema legno e innovazione, offerte che variano sia di durata che di obiettivo finale di competenze ottenute.
Partendo dal BTS, ovvero dai Certificati Tecnici, un programma di due anni di preparazione che si4 dirama nelle specializzazioni di Sviluppo e Lavorazione del Legno, pensato per tecnici di alto livello in grado di intervenire sui prodotti e materiali in legno per risolvere questioni pratiche sulla realizzazione industriale, e Sistemi Costruttivi e Abitazioni in Legno, più orientato sulle soluzioni abitative in legno, sia di strutture che coperture, sia al livello di nuova edificazione che di intervento sul costruito.
Si passa poi alla Laurea in Scienze e Tecnologie del Legno, programma triennale per figure manageriali per industrie del settor legno per la gestione di strumenti e processi complessi, esperto particolarmente predisposto per la transizione verso l'industria 4.0. inoltre due dei tre anni possono essere svolti come contratti di lavoro con una azienda.
Sempre della durata di tre anni, sono presenti tre specializzazione del Corso di Laurea professionalizzante, il primo, Laurea Professionale in Costruzioni in Legno, è incentato sulle costruzioni e l'arredamento che permette di lavorare come sia nella progettazione che sul campo nei campi di efficienza energetica e e meccanica degli edifici.
Il secondo, Laurea Professionale in Produzione del Legno, specializzato nella filiera produttiva dei processi industriali e nella garanzia alla qualità, questa figura si occupadi piotare la produzione ed identificare le debolezze e corregerle. Il terzo ed ultimo, Laurea Professionale in Commercio del Legno, più incentrato sul marketing si occupa di formare intermediari tra aziende per il commercio.
Infine viene proposto anche un corso di Ingegneria, ovvero il Corso di Laurea in Ingegneria in Scienza e Tecnologia del Legno e dei Materiali Biosourcing, della durata di cinque anni. Un corso che unisce conoscenze di innovazione tecnologica, economia circolare e sviluppo del materiale legno e dei suoi prodotti.
Come detto precedentemente, molti tipi differenti di preparazione che necessitano spazi specifici per essere svolti, per questo ESB si è dotato di tutto gli spazi laboratoriali necessari a permettere agli studenti di toccare con mano l'oggetto di studio.
Con l'obiettivo di far emergere nuovi usi per questi materiali, l'ESB ha inaugurato il 15 maggio 2019 un laboratorio di creatività. Questo spazio chiamato Maker Lab di 200 m^2 progettato da Alter Smith con l'agenzia di design Barreau & Charbonnet è "un'anti-aula". Completamente modulare, questo laboratorio è composto da diverse aree di lavoro, modellazione, discussione e relax. Completa uno spazio di realtà virtuale immersiva e il più grande fab lab per la lavorazione del legno in Francia.
Il laboratorio è dotato di tecnologie per tutte le fasi del processo costruttivo: scanner 3d per la restituzione digitale di oggetti e un drone per la scansioni di porzioni di zone più ampie come facciate; strumenti per la realtà immersiva utili alla visualizzazione dei prodotti

dell’école come centri di lavoro a cinque assi e frese.
Il centro di ingegneria Bois HD è dedicato ad aiutare le aziende a svolgere le loro attività tecniche e tecnologiche.
Bois HD è una piattaforma di competenze e risorse che offre servizi di ricerca e sviluppo per le aziende sotto forma di test, prove, modellazione digitale e ingegneria.
Con un team completamente dedicato di ingegneri e dottorandi, Bois HD offre servizi alle aziende nelle seguenti aree: consulenza, ingegneria, prove e test di caratterizzazione, prove certificate COFRAC e modellazione digitale. La dotazione del Lab prevede sia macchinari digitali che robotizzati.
Infine il Lab 4.0, grazie al quale ESB completa il suo percorso di inserimento “maker”, un laboratorio dedicato alla creatività, una stanza immersiva, uno spazio per la creazione di mock-up e un workshop che consente agli studenti e aziende ad avviare la produzione di prototipi complessi: oggetti sofisticati, mobili, scale, strutture destinate al mercato delle costruzioni.
Il nuovo workshop ESB ruota intorno a macchinari per la lavorazione del legno di vario genere, sia analogici che a controllo numerico.
Fornito da Biesse, leader internazionale nelle tecnologie per la lavorazione del legno, del vetro, della pietra,
materiali avanzati e metallo, queste macchine sono tutte interfacciate grazie a SOPHIA, la piattaforma IoT del gruppo. Quest’ultimo offre un monitoraggio delle prestazioni in tempo reale (ottimizzazione, assistenza, manutenzione predittiva, ecc.) garantendo un costante aggiornamento delle possibilità offerte dal Lab.
Infine è presente anche una xiloteca che prende il ruolo di storico delle lavorazioni e del materiale legno che viene aperta agli studenti come enciclopedia non solo delle tipologie ma anche degli effetti delle lavorazioni sui campioni.

Polo Formativo LED

A valle dello studio svolto sulle realtà laboratoriali venute a crearsi nelle università europee emergono dei fattori ricorrenti e delle pratiche ridondanti nello sviluppare e manutenere questi spazi e nelle modalità con cui vengono integrati nella didattica.
A seguito è approfondita la situazione attuale dell'accademia italiana paragonata a quella ideale della ESB per determinare con quale attitudine e con quale forma sarebbe possibile inserire questi nuovi strumenti formativi nei percorsi professionalizzanti degli artigiani digitali 2.0 e con quale grado di flessibilità per risultare davvero efficace.

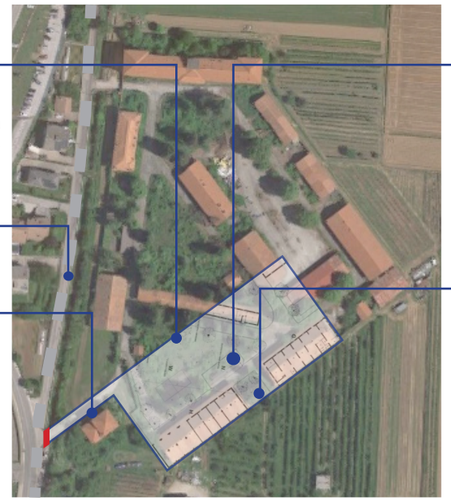
Inquaramento e analisi dell’area di progetto

La nuova sede

Reperimento area parcheggio, preferibilmente lungo la viabilità e supportato da piantumazioni

Viabilità pubblica

Viabilità interna oggetto di riqualificazione



Definizione dell’assetto del verde che privilegi il mantenimento delle alberature esistenti

Fasce di verde a concezione unitaria dotate di vegetazione arborea e arbustiva lungo il margine Sud-Est

LEGENDA:

Accesso dell’area

Area di progetto

Committenza

Associazione Scuole Tecniche San Carlo Piemonte, Italia

L’associazione scuole tecniche San Carlo opera nel campo della formazione professionale dal 1848, prediligendo i campi di artigianato artistico e beni culturali, del restauro e soprattutto della falegnameria.
I corsi sono offerti a giovani appena usciti dalle scuole dell’obbligo, diplomati, disoccupati e professionisti; con l’obiettivo di avviare percorsi di prima qualificazione, di reskilling e di aggiornamento per l’incremento della professionalità.
Oltre la didattica l’associazione svolge attività di consulenze per aziende come analisi dei fabbisogni e definizione del bilancio delle competenze, si propone anche per interventi di politica attiva per il reinserimento, riqualifica e reimpiego dei lavoratori di settori colpiti dalla crisi.

Criticità

Rischio idrogeologico

- Aumento della precipitazione media annuale;
- Aumento delle precipitazioni intense in inverno e estate e diminuzione in autunno;
- Aumento dei giorni piovosi;
- Aumento delle temperature massime e minime e dei valori degli indici di comfort climatico osservati negli ultimi 30 anni

LEGENDA:

Attuale sede delle Scuole San Carlo, situata in zona a rischio idrogeologico

Area selezionata per il trasferimento delle Scuole San Carlo, in zona non a richio idrogeologico

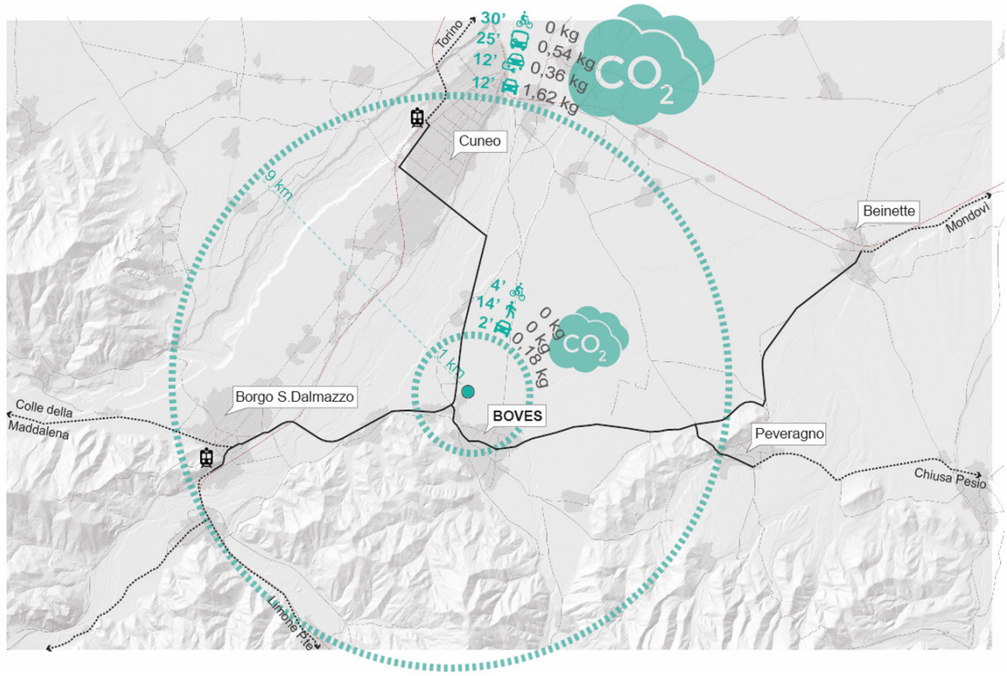
Estratto del PRGC di Boves

Spazi funzionali di progetto

Ambiente	Funzione	m²
Aule didattiche	Didattica/Teoria	180 m²
Laboratorio Falegnameria	Esecitazione pratica	200 m²
Laboratorio Carpenteria	Esecitazione pratica	200 m²
Laboratorio Assemblaggio	Esecitazione pratica	100 m²
Laboratorio Tessile	Esecitazione pratica	100 m²
Spazio imprese	Ufficio	10 m²
Sportello servizi al lavoro	Ufficio	10 m²
Sala conferenze	Spazio openspace multifunzione	75 m²
Sala espositiva	Showroom	35 m²
Xiloteca	DIdattica/Pratica	35 m²
Ingresso+Reception	Hall/Desk	45 m²
Segreteria	Ufficio	10 m²
Sala docenti	Ufficio	30 m²
Ufficio direttore di sede	Ufficio	10 m²

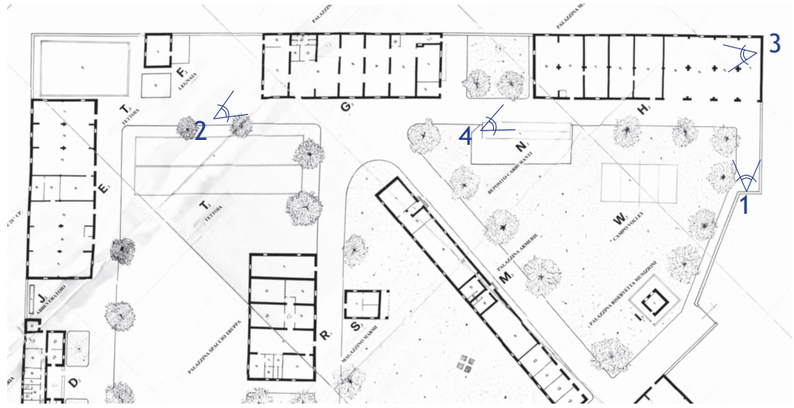
Area di progetto

Il progetto del Polo LED prende luogo nell'ex-caserma Cerutti, stabile militare in disuso e stato di abbandono.
La riqualificazione messa in opera dall'amministrazione vede in quest'area la possibilità di insediare progetti misti, residenziali, terziari e servizi, la possibilità di generare valore per la collettività attraverso attività tese a incrementar lo sviluppo economico e sociale.
La nuova sede delle Scuole Tecniche San Carlo risiede nella percentuale dei Servizi considerata dall'amministrazione non solo per la generazione di valore ma anche per la capacità attrattiva di un ente formativo avanzato connesso con la rete di industrie del territorio.



Fonte:"2008 Guidelines to Defra's GHG Conversion Factors: Methodology Paper for Transport Emission Factors."

Sopralluogo



1. Vista esterna del padiglione e di pozione del giardino esterno. Foto di Paolo Simeone, 2022

2. Vista del retro dei padiglioni. Foto di Paolo Simeone, 2022

3. Vista dell'interno del padiglione. Foto di Paolo Simeone, 2022

4. Vista del fianco del padiglione. Foto di Paolo Simeone, 2022

Ipotesi di soluzioni ambientali

Costruito, terreno impermeabile

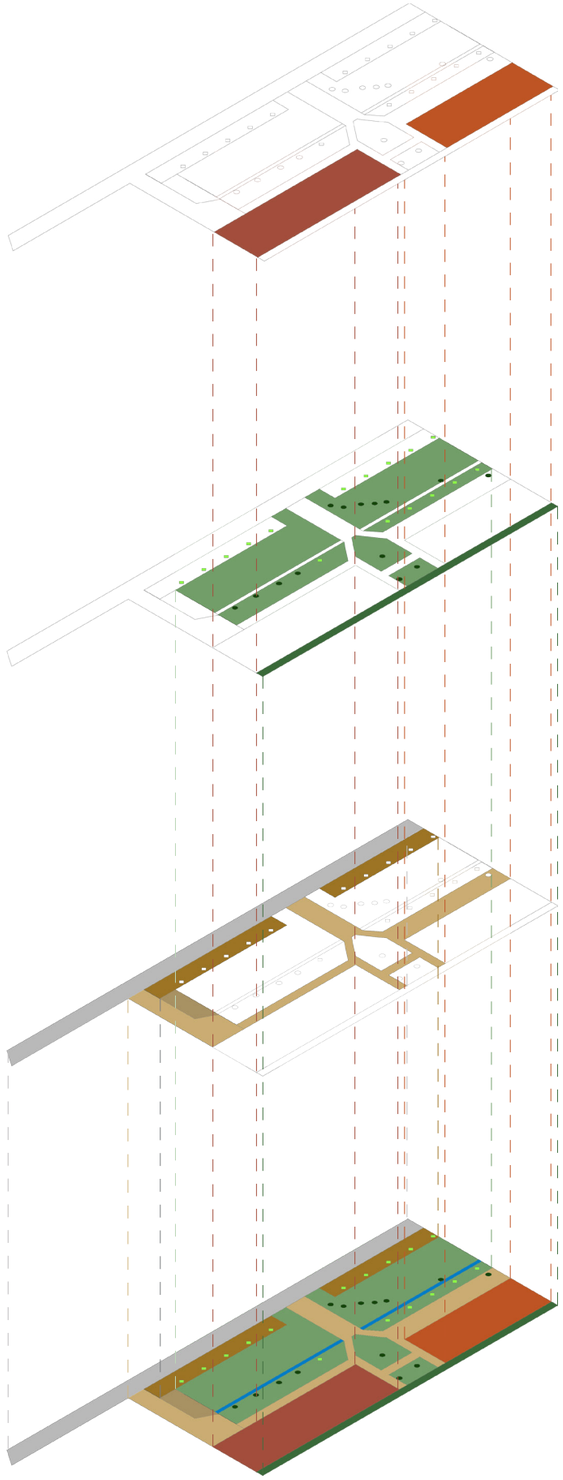
- Fabbricato da riqualificare
- Fabbricato da Restaurare

Verde

- Verde unitario previsto da Variante 23
- Area a prato (area permeabile)
- Alberi esistenti
- Nuove piantumazioni

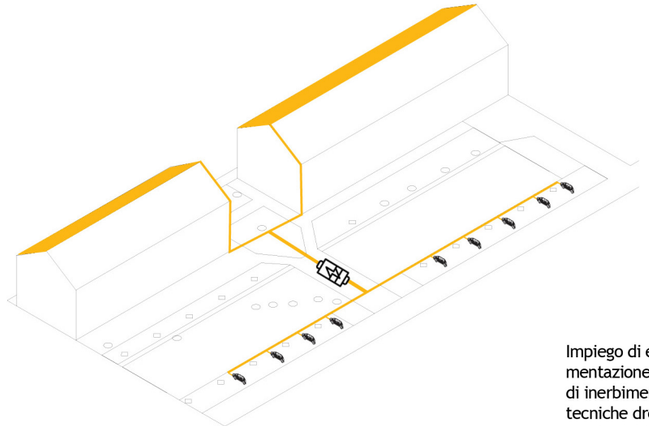
Percorsi

- Strada carrabile prevista da Variante 23
- Camminamenti pedonali
- Area per attività esterne
- Parcheggi permeabili
- Zona funzionale



Nell'ambito del Bando di Gara Mutamenti è stata proposta un'ipotesi di progetto a seguito dello studio dei vincoli dell'area.
Il concept di progetto ha previsto la completa demolizione di uno dei due fabbricati e la restaurazione e rifunzionalizzazione dell'altro per rispettare la volontà dell'amministrazione intenzionata a mantenere un legame tra gli edifici storici ed il nuovo progetto. Il focus principale dell'ipotesi è la sistemazione esterna, con particolare attenzione al mantenimento delle piantumazioni esistenti e all'aumento delle superfici permeabili per una migliore gestione delle acque meteoriche.
In questa occasione sono state anche proposte delle soluzioni di produzione di energia elettrica tramite fotovoltaico e di recupero di acque meteoriche tramite canalizzazioni che sfruttano una cisterna sotterranea già presente nel lotto.

Approvvigionamento energetico da fonti rinnovabili:

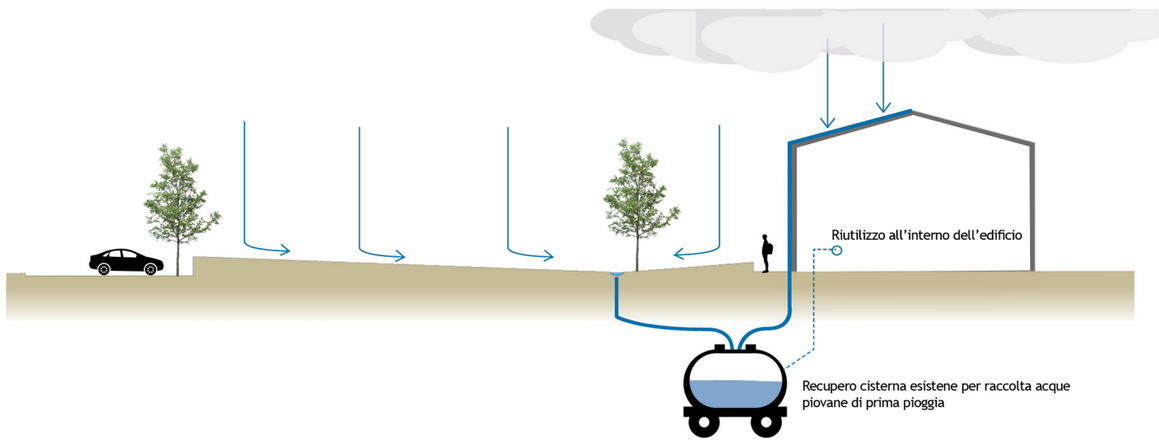


Soluzioni per le superfici non permeabili:

Impiego di elementi di pavimentazione ad alto grado di inerbimento e soluzioni tecniche drenanti, per l'aumento del terreno permeabile e per garantire il deflusse delle acque di prima pioggia.

Immagine presa dal sito ufficiale TredjeNatur (https://www.tredjenatur.dk/en/portfolio/climatetile/)

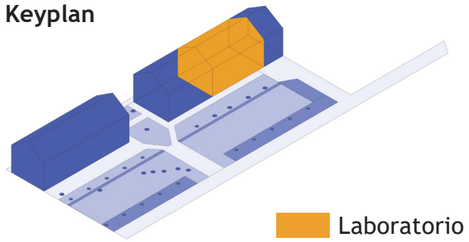
Schema delle canalizzazioni delle acque



Il Lab ed il metaprogetto

Gli studi condotti sulle varie forme e dinamiche sviluppatesi nei laboratori universitari ha portato ad isolare delle caratteristiche ricorrenti e attenzioni poste nella progettazione degli spazi che si possono intendere come una serie di linee guida selezionate anche in base ad un'analisi critica della bontà del supporto fornito come strumento formativo sia nelle attività subordinate alla didattica che nelle iniziative interne dove presenti.
La profondità di queste linee guida varia a seconda delle volontà portate avanti dall'ente universitario favorendo l'aspetto comunicativo, ad esempio aprendo le porte del Lab a tutti gli interessati, piuttosto che l'aspetto tecnologico che impone la scelta tra una dotazione massiccia, permettendo un alto numero di utenti, o un'ampia gamma di tipologie, permettendo una sfera maggiore di lavorazioni.
Da questa scelta sono ovviamente esenti quelle università dotate di un potere economico tale da poter realizzare intere strutture apposite per il funzionamento di questi ambienti, anche se in alcune situazioni per arginare almeno in parte la questione economica alcuni enti hanno preso sotto la propria ala laboratori già avviati e funzionanti.
Partendo quindi da queste linee guida è stato possibile generare un layout di laboratorio che potesse essere adatto per il progetto del Polo LED e come parte della sede delle Scuole Tecniche San Carlo.

Keyplan



Laboratorio

3D LAB
Spazio dedicato a strumenti di stampa tridimensionale

CNC AREA
Spazio dedicato a strumenti di sottrazione a controllo numerico

BANCHI DA LAVORO
Postazioni per la progettazione e lavorazione manuale tramite utensili analogici e elettrici

DEPOSITO
Area di stoccaggio del materiale grezzo e dei semilavorati

LABORATORIO DI ASSEMBLAGGIO ESTERNO
Area per l'assemblaggio di grandi elementi, con carroponte a soffitto per gli spostamenti

LABORATORIO DI ASSEMBLAGGIO INTERNO
Area per l'assemblaggio di piccoli e medi elementi dotata di parete attrezza per strumenti di supporto

AREA MACCHINARI
Spazio dedicato ai macchinari pesanti per operazioni di falegnameria e carpenteria

Abaco dei riferimenti

3D Lab

L'organizzazione del 3D Lab fa riferimento alla Nursery del nuovo laboratorio del Politecnico di Milano

Laboratorio esterno di assemblaggio

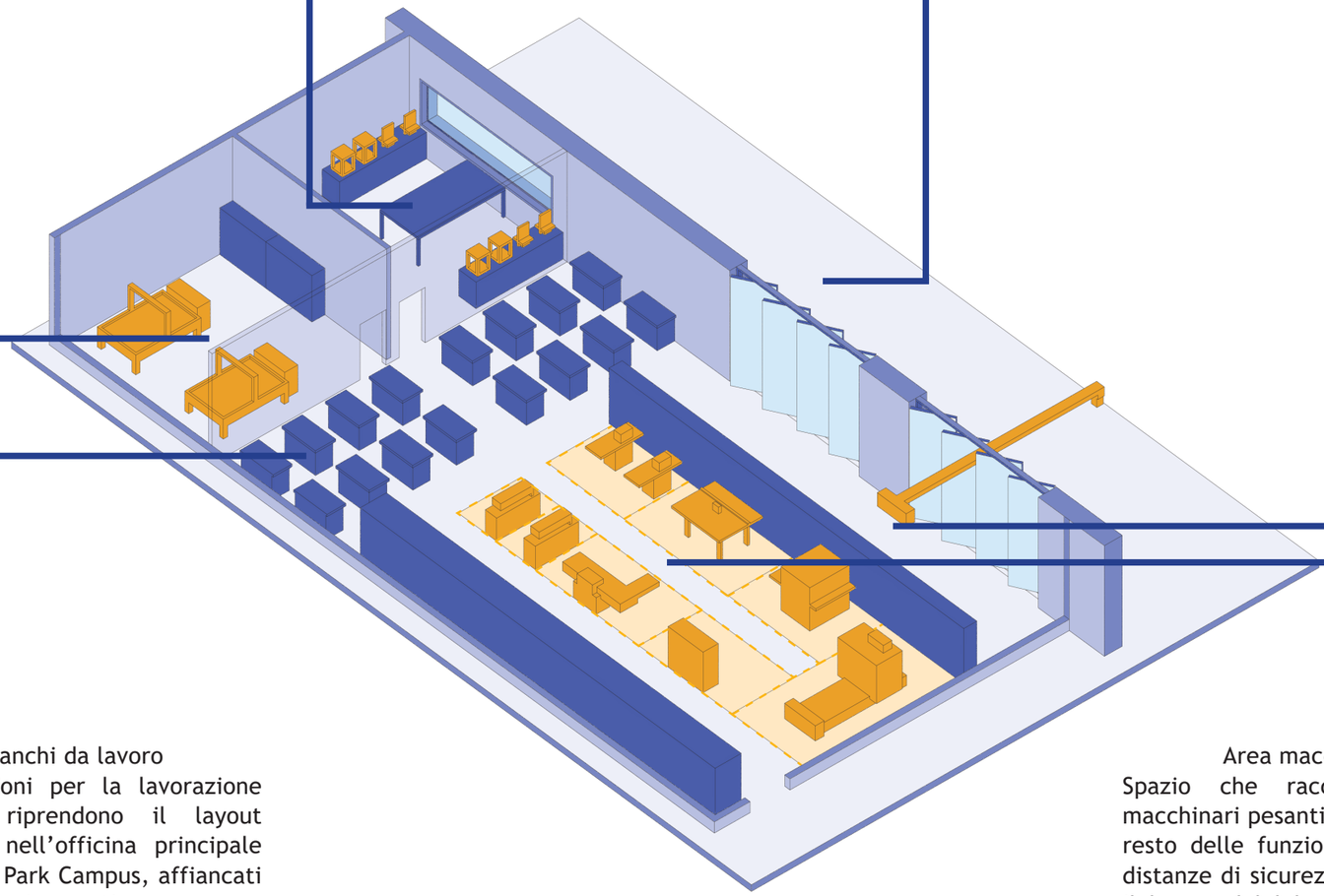
Il posizionamento ed il funzionamento di questo spazio riprende le caratteristiche del Big Shed della AA School

CNC Lab

come il 3D Lab, anche i macchinari a controllo numerico vengono posti in uno spazio separato come nel laboraotorio della Aalto University

Laboratorio interno di assemblaggio

La gestione delle strumentazioni riprende il concept delle pareti attrezzate utilizzate nel WIRL della UNBC, si ipotizza anche il posizionamento di un carroponte a soffitto per il trasporto di pezzi importanti tra le due aree



Banchi da lavoro

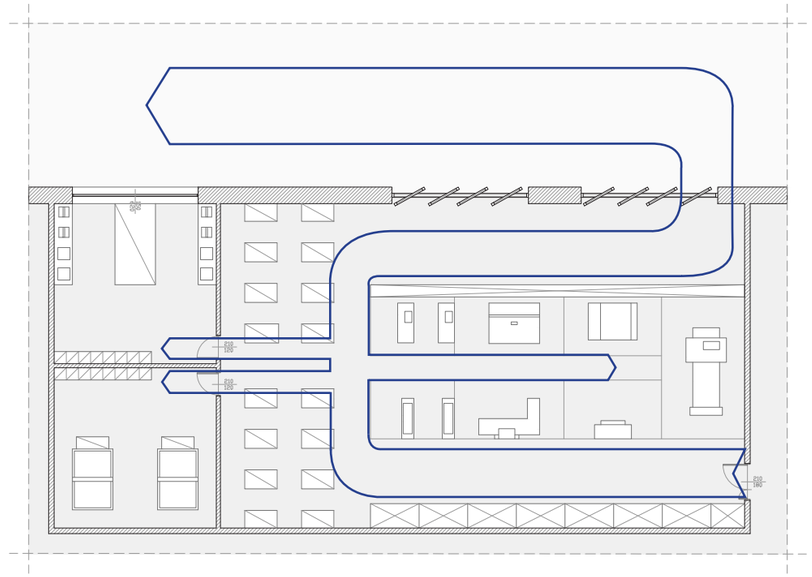
le postazioni per la lavorazione manuale riprendono il layout utilizzato nell'officina principale del Hooke Park Campus, affiancati ai macchinari pesanti

Area macchinari

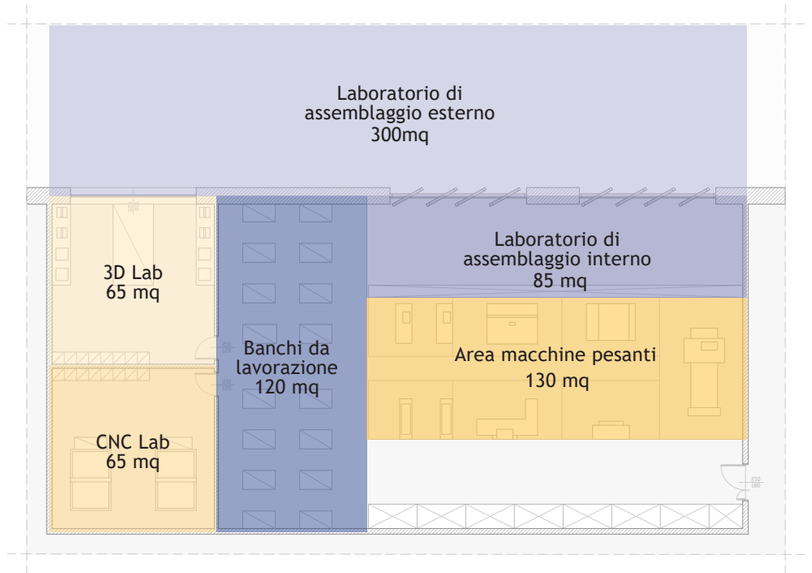
Spazio che raccoglie tutti i macchinari pesanti separandoli dal resto delle funzioni definendo le distanze di sicurezza, riprendendo il layout del laboratorio del Polo Legno Arredo

La configurazione interna

La configurazione interna del laboratorio prende la forma di un percorso composto delle varie fasi di produzione di un manufatto, riprendendo le dinamiche di una filiera industriale.
Il percorso inizia con la scelta del materiale, uno spazio predisposto per lo stoccaggio di materiali grezzi e semilavorati, il ruolo di deposito di arricchisce della funzione espositiva presentando gli effetti che le diverse lavorazioni su campioni di materiali differenti, una sorta di enciclopedia materica che si ispira alla xiloteca presente alla ESB.
La fase successiva del percorso è quella della lavorazione che ha come suo centro i banchi da lavoro tradizionali, postazione principale per tutti gli utenti, su cui vengono svolte le fasi di progettazione e piccole lavorazioni manuali. Da qui si diramano percorsi differenti a seconda delle tecnologie che si ha intenzione di utilizzare per lo svolgimento delle attività progettuali. L'area dei macchinari dispone di una serie di macchinari atti a svolgere le principali lavorazioni nel campo della falegnameria e della carpenteria, dividendosi tra macchinari base, come la trapanatrice a colonna, la troncatrice radiale da banco e la calibratrice/levigatrice, e macchinari a controllo numerico, come il tornio parallelo, la segatrice a nastro programmabile, la tenonatrice mortasatrice e il centro di lavoro modulare per fresatura e foratura.
La scelta dei macchinari presenti non è solo tesa a rendere possibile la realizzazione di un'ampia gamma di manufatti ma anche a garantire un vasto raggio di esperienze che gli utenti possono avere svolgendo le proprie attività.
Il CNC Lab dispone di macchinari di sottrazione a controllo numerico come una tagliatrice laser e una fresatrice per svolgere operazioni su elementi bidimensionali di grande precisione come la preparazione di incastri o gunti. Infine il 3D Lab dispone di macchine per la manifattura additiva, una tecnologia poco sviluppata in questo contesto ma che trova facilmente un posto nella lavorazione dando la possibilità di produrre elementi di dettaglio e di finitura su misura, e per la creazione di giunti plastici e di strumentazioni analogiche situazionali ad hoc per soluzioni complesse.
La fase finale è quella dell'assemblaggio, dove l'area viene lasciata a disposizione per la posa e il montaggio degli elementi lavorati supportati da strumentazione predisposta su una parete attrezzata che corre lungo tutta l'area. Anche quest'area si divide in due parti e si compone di una zona interna per il montaggio di oggetti di piccola e media taglia, ed una esterna per i manufatti di grande taglia, portati all'esterno tramite un carroponte a soffitto, inspirato al WIRL della UNBC, dove possono essere assemblati e disposti per creare una sorta di esposizione esterna temporanea dei progetti svolti dal laboratorio.

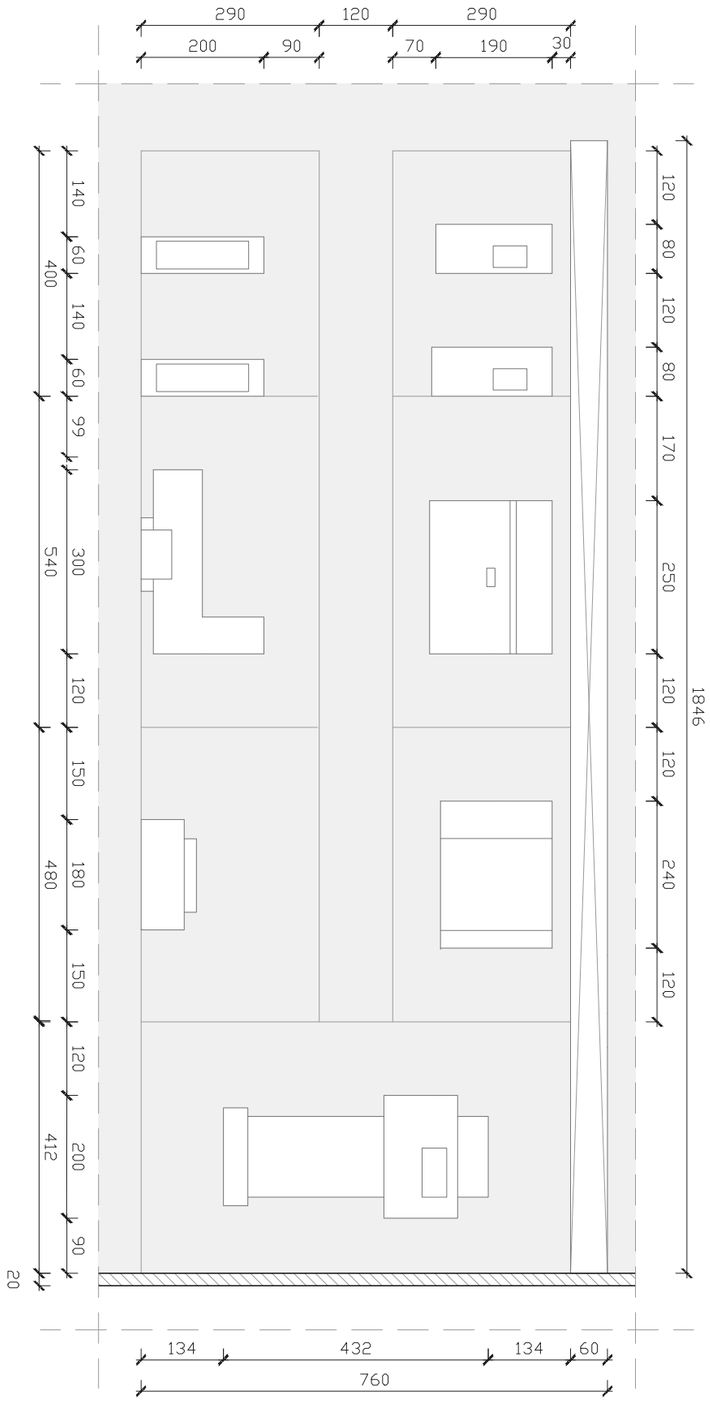


Schema del percorso di produzione



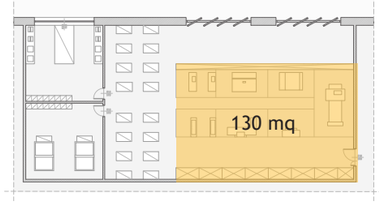
Schema delle aree

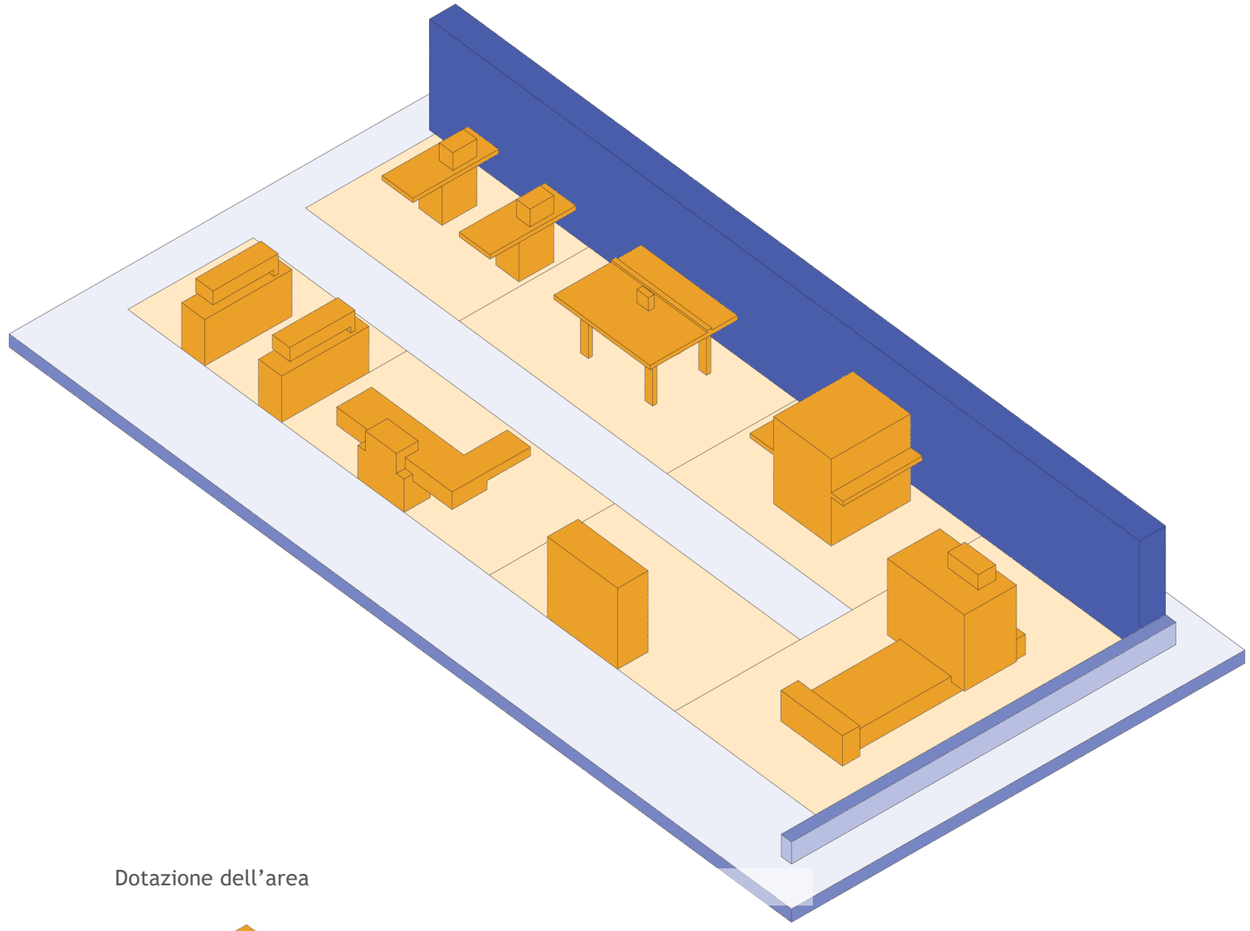
Planimetria degli ambienti. Scala 1:100



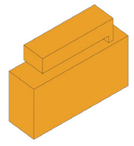
Planimetria della area. Scala 1:100

AREA MACCHINE PESANTI





Dotazione dell’area



Tornio parallelo a controllo numerico

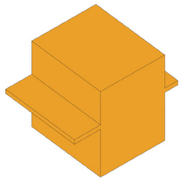
Dimensioni:
2000x600x1470

Trapano a colonna

Dimensioni:
1900x800x1320

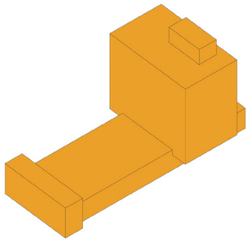
Tenonatrice e mortasatrice

Dimensioni:
1800x1120x1680



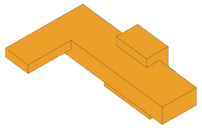
Levigatrice e calibratrice

Dimensioni:
2400x1900x2500



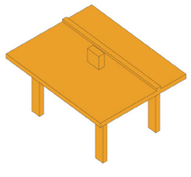
Centro di lavorazione per fresatura e foratura

Dimensioni:
4320x1620x2300



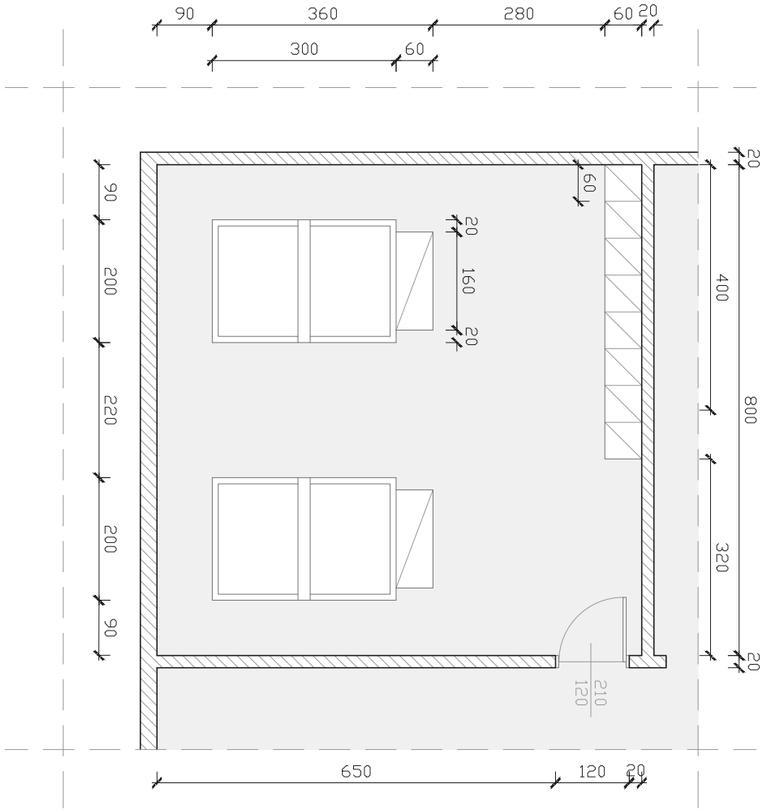
Segatrice a nastro programmabile

Dimensioni:
3000x1760x1630

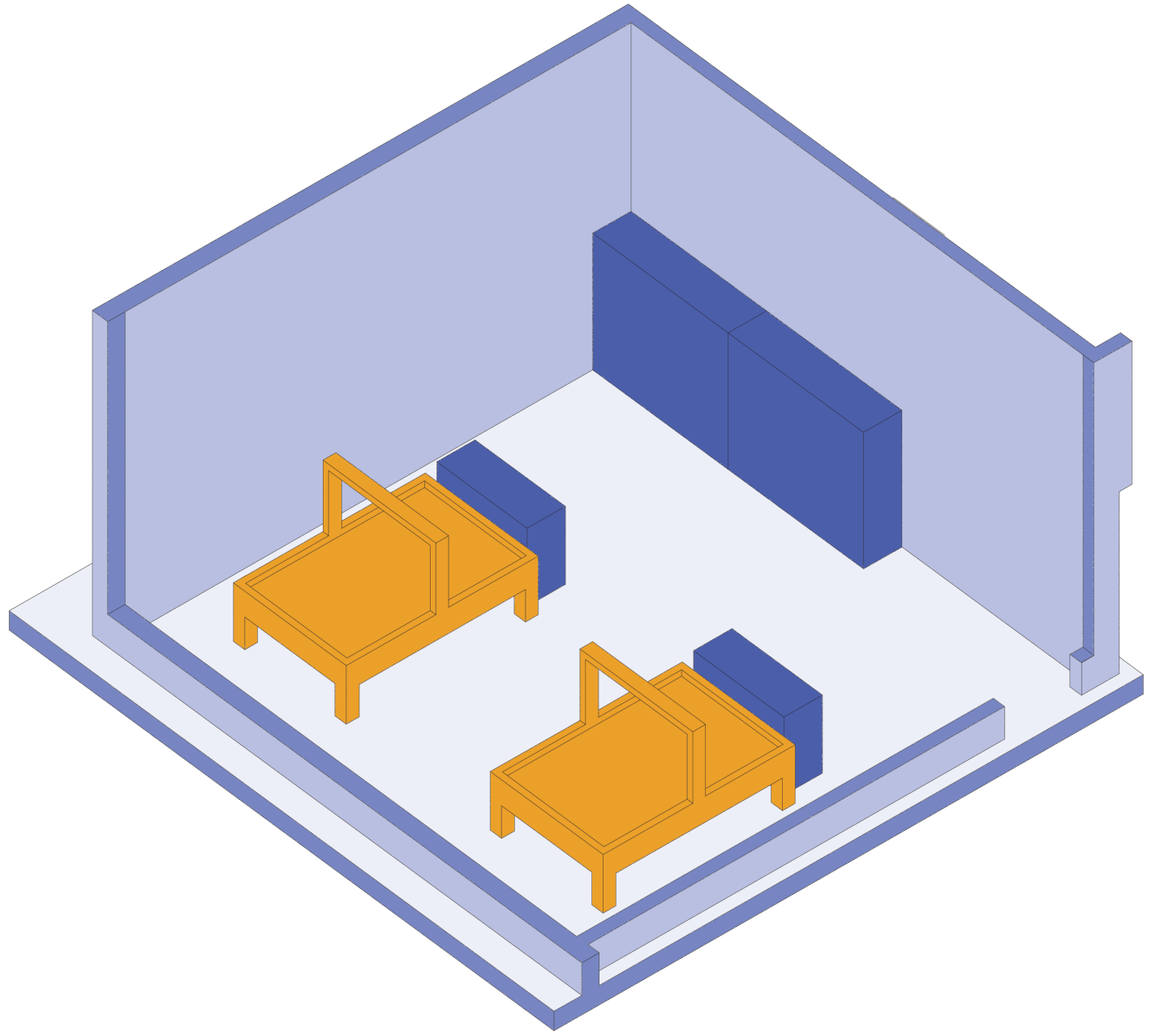


Troncatrice radiale a banco

Dimensioni:
2500x2000x1100

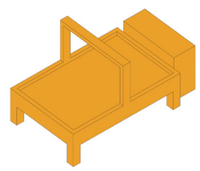


Planimetria della area. Scala 1:100



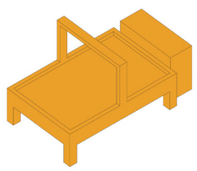
CNC LAB

Dotazione dell'area



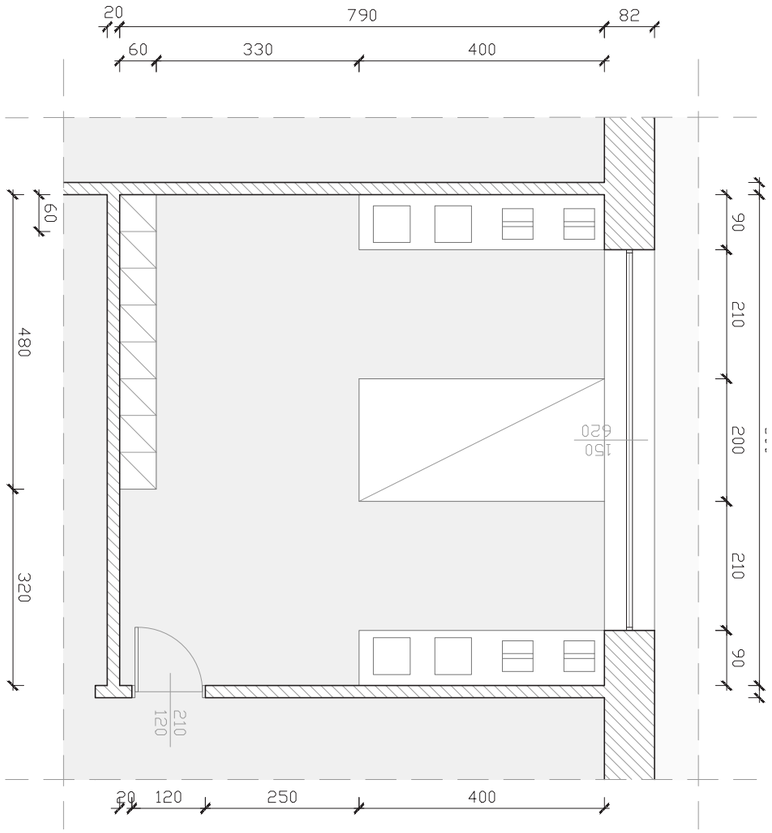
Fresatrice da banco
a controllo numerico

Dimensioni:
3000x2000x1620

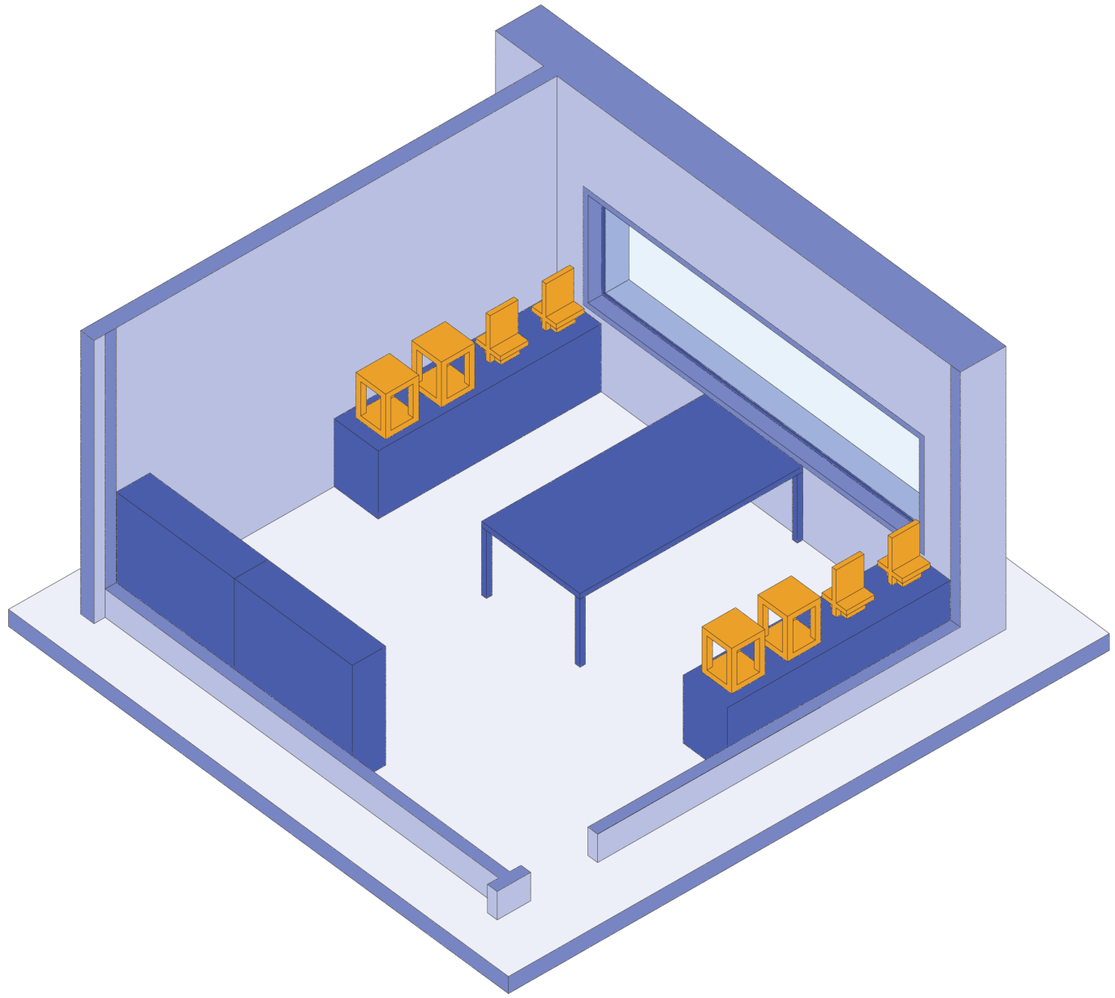


Tagliatrice laser a
controllo numerico

Dimensioni:
3000x2000x1620

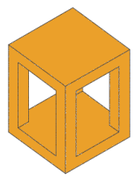


Planimetria della area. Scala 1:100

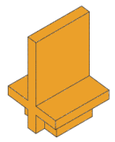


3D LAB

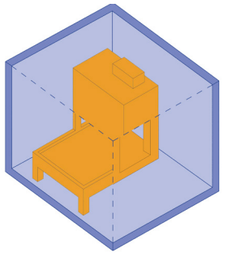
Dotazione dell'area



Stampante tridimensionale in resina
Dimensioni:
650x650x730



Stampante tridimensionale in plastiche
Dimensioni:
600x450x650



Laboratorio Polo LED

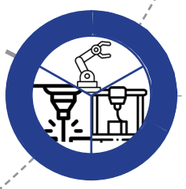
Boves, Italia

Requisiti di accesso

Gli spazi del laboratorio sono pensati per essere utilizzati dagli studenti dei corsi formativi sull'artigianato 2.0.

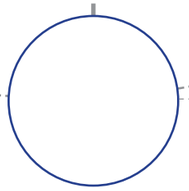
Configurazione spazi

L'ambiente di circa 400 mq si suddivide in aree tematiche specifiche per ogni fase dello svolgimento delle attività di progetto.



Dotazione tecnologica

Le tecnologie presenti spaziano su tutte le tipologie, sia additive che sottrattive integrando anche macchinari con utilizzi specifici del settore, inoltre è presente nella dotazione anche utensili portatili.



Focus

La struttura si focalizza sull'apprendimento tramite learning by doing, formando gli utenti sugli usi delle nuove tecnologie trapite lo sviluppo di progetti legati al settore della carpenteria e falegnameria

A conclusione dell'approfondimento dei casi studio e dell'analisi critica dei valori originati dalla varietà delle dinamiche che li caratterizzano, e dello sviluppo del *layout* di laboratorio prodotto sulla base di questi, il laboratorio viene catalogato tramite schema comparativo, che prende questa forma.
Il diagramma delle priorità si estende verso i punti di Formazione, indicandolo come obiettivo principale, seguito dall'Innovazione come livello qualitativo sia del Lab, che dell'apprendimento che si svolge al suo interno. I punti di Servizi e Ricerca vengono considerati secondari rispetto allo scopo del laboratorio.
Partendo da questo contesto si determinano i valori caratteristici quali il Requisito di Accesso , che presenta un valore basso per via dell'utilizzo limitato ai soli studenti dei corsi di formazione, togliendo la possibilità di intersecare le conoscenze dell'ambito professionale con altre competenze pratiche.
A seguito, il valore di configurazione degli spazi, che si pone in un livello intermedio per via del bilanciamento tra uno spazio con una metratura contenuta e conseguente numero limitato di frequenza in contemporanea, il quale però viene densamente utilizzato ospitando un numero sufficiente di funzioni a coprire tutte le attività presenti nelle fasi di progetto.
Infine il valore di Dotazione tecnologica che prende il valore più alto, data la presenza di molteplici tipologie di strumenti sia nel campo della fabbricazione digitale che nello specifico delle diverse lavorazioni, che pur ottenendo lo stesso elemento diversificano il risultato in qualità o efficenza permettendo all'utente di prendere coscienza dell'importanza delle scelte metodologiche in ambito di progetto oltre che l'esperienza nell'utilizzo delle tecnologie.
Dunque l'elaborato, che pone delle problematiche riguardo la progettazione di questi ambienti, culmina con il tentativo di realizzare una variante esemplificativa come base per futuri sviluppi progettuali ddi questi spazi.

Bibliografia

AICA, *Le Tendenze del Digital Manufacturing in Italia, in "Conversazioni su competenze e lavoro digitale", Vol. 5* Marzo 2015, pp. 1-7
Sito: https://www.aicanet.it/documents/10776/148467/05_DM_Le+tendenze+del+Digital+Manufacturing+in+Italia/5ad6531d-4100-4d72-be40-28992b0f5441

AICA, *Lo sviluppo e il ruolo dei FabLab, in "Conversazioni su competenze e lavoro digitale", Vol. 6,* Marzo 2015, pp. 1-11
Sito: https://www.aicanet.it/documents/10776/148467/06_DM_Lo+sviluppo+e+il+ruolo+dei+FabLab/89ca46be-ebf8-43c0-9841-5675e3165eac

Apolinarska A., Bärtschi R., Furrer R., Gramazio F., Kohler M., *Mastering the "Sequential Roof", in* "Advances in Architectural Geometry",
a. 2016, pp 240-251
DOI: 10.3218/3778-4_17

Armondi S., Di Vita S., *Nicchie di innovazione urbana? Makerspace e coworking a Milano, in* "Nuova Professionalità",
n. 1, a. Settembre 2019, pp. 46-57,
DOI: nd

Bechert S., Groenewolt A., Krieg O., Menges A., Knippers J., *Structural Performance of Construction Systems for Segmented Timber Shell Structures, in* "Proceding of the IASS Symposium",
a. Luglio 2018, pp. 1-9,
Sito: https://www.researchgate.net/publication/326689390

Berizzi C., Marino S., *Nuove Metodologie di progetto tra ricerca e professione nella fabbricazione digitale del legno in architettura, in* "Architecture Today",
Vol. 11, n. 5, a. 2020, pp. 32-42,
DOI: http://doi.org/10.6092/issn.2036-1602/9030

Celani G., *Digital Fabrication Laboratories: Pedagogy and Impacts on Architectural Education, in* "Nexus Netw J",
Vol. 14, n. 3, a. Settembre 2012, pp 469-482,
DOI: 10.1007/s00004-012-0120-x

Cohen J., Jones W., Smith S., Calandra B., *Makification: Towards a Framework for Levereraging the Maker Movement in Formal Education, in* "Learning Sciences Faculty Publications",
a. Marzo 2017, pp. 1-18,
Sito: https://scholarworks.gsu.edu/ltd_facpub

Iwamoto L., *Digital Fabrications. Architectural and Material Techniques*, New York, Princeton Architectural Press, 2009
ISBN: 978-1-56898-790-3

Lara-Bocanegra A., Roig-Vena A., Domínguez-Sánchez-de-la-Blanca I., Perez-de-Lama J., *Educational innovation in the architectural design of timber structures: an experience atthe digital fabrication laboratory on Seville University*,
a. Novembre 2014,
ISBN: 978-84-917-2484-0

Loh P., *Making pavilion as pedagogy*,
a. Novembre 2015, pp. 23-32,
Sito: https://www.researchgate.net/publication/284317517

Maravilhas S., Martins J., *Strategic knowledge management in a digital environment: Tacit and explicit knowledge in Fab Labs, in* "Automation in Construction",
Vol. 94, a. Febbraio 2018, pp. 353-359,
DOI: https://doi.org/10.1016/j.jbusres.2018.01.061

Mark E., *Programming Architectural Geometry and CNC: Advancing A Design Paradigm with Mathematical Abstraction, in* "eCAADe 21",
pp. 337-342,
Sito: http://www.people.virginia.edu/~ejm9k

Mayuk G., Cosgun N., *Learning by Doing in Architecture Education: Building Science Course Example, in* "International Journal of Education in Architecture e Design",
Vol. 1, n. 1, a. Marzo 2020, pp. 2-15,
Sito: http://dergipark.org.tr/en/pub/ijead

McCulloch N., Patel Y., Potauaine S., *EDFAB. Design and Building of a Plywood Research House, in* "ASYLUM 2020",
a. 2020, pp 182-189
ISSN: 2463-4190

Menichetti L., Micheletta S., *Makerspace, ambienti di apprendimento flessibili e inclusivi. Una scoping review, in* "Form@re - Open Journal per la formazione in rete",
vol. 21, n.2, a.2021, pp 78-92
DOI: http://doi.org/10.36253/form-11520

Ramella F., Manzo C., *Into the crisis: Fab Labs - a European story, in* "The Sociological Review Monographs",
Vol. 66, n. 2, a. 2018, pp. 341-364,
DOI: 10.1177/0038026118758535

Stefańska A., Cygan M., Batte K., Pietrzak J.,*Applications of Timber and Wood-based Materials in Architectural Design using Multi-objective Optimisation Tools, in* "Construction Economics and Building",
vol. 21, n.3, a. Stettembre 2021, pp 105-121
DOI: http://dx.doi.org/10.5130/AJCEB.v21i3.7642

Toscano E., *FabLab, makers e artigiani digitali, in "La dimensione socio-materiale della creatività ",*
Vol.14, 2019, pp. 197-208
ISSN: 2284-4600

Wagner H., Alvarez M., Kyjanek O., Bhiri Z., Buck M.,Menges A., *Flexible and transportable robotic timber construction platform – TIM*, *in* "Automation in Construction",
Vol. 120, a. Settembre 2020, pp. 1-17,
DOI: https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103400

Wang S., Wan J., Li D., Zhang C., *Implementing Smart Factory of Industrie 4.0: An Outlook*, *in* "International Journal of Distributed Sensor Networks",
Vol. 2016, n. 2, a. 2015, pp. 1-10,
DOI: http://dx.doi.org/10.1155/2016/3159805

Xiang X., Yang X., Chen J., Tang R., Hu L., *A Comprehensive Model of Teaching Digital Design in Architecture that Incorporates Sustainability*, *in* "Sustainability",
a. Ottobre 2020,
DOI: 10.3390/su12208368

Yazici G., Erkan Y., *A " Learning by Doing " approach in the delivery of structural enginering courses of architecture*, *in* "International Journal on New Trends in Education and Their Implications",
vol. 4, n.13, a. Aprile 2013, pp 137-142
ISSN: 1309-6249

Zandomeneghi M., *Fab Lab: Piattaforme per l'innovazione, l'apprendimento e l'imprenditorialità [tesi di laurea]*, *Venezia*: Università Ca'Foscari, 2013/2014

Sitografia

Aalto Univerisity,
https://www.aalto.fi/en,
Consultato il 14/09/21.

Architectural Association School of Architecture,
https://www.aaschool.ac.uk/,
Consultato il 18/12/21.

Artwood/Academy,
https://artwoodacademy.it/,
Consultato il 22/02/22.

Associazione Scuole Tecniche San Carlo,
https://scuolesancarlo.org/,
Consultato il 19/04/22.

Delft University of Technology,
https://www.tudelft.nl/en/,
Consultato il 16/01/22.

Ecole Supérieure science,
https://www.esb-campus.fr/?lang=en,
Consultato il 03/05/22.

EPFL,
https://www.epfl.ch/fr/,
Consultato il 27/10/21.

ETH,
https://baug.ethz.ch/en/,
Consultato il 07/10/21.

FabAcademy,
https://fabacademy.org/,
Consultato il 14/10/21.

FabFoundation,
https://fabfoundation.org/,
Consultato il 11/10/21.

FabLab Barcelona,
https://fablabbcn.org/,
Consultato il 23/11/21.

FabLab.io,
https://www.fablabs.io/,
Consultato il 10/10/21.

Fabrication Lab,
https://fabricationlab.london/,
Consultato il 25/11/21.

Hooke Park- AA School's Woodland Campus,
https://hookepark.aaschool.ac.uk/,
Consultato il 16/09/21.

ISIS Fermo Solari. LegnoLab 4.0,
https://www.isisfermosolari.edu.it/legnolab-4-0,
Consultato il 30/11/21.

ITS Rosario Messina,
https://itsrosariomessina.weebly.com/,
Consultato il 13/11/21.

Libera Università di Bolzano,
https://www.unibz.it/it/,
Consultato il 25/11/21.

OpenDot,
https://www.opendotlab.it/,
Consultato il 18/06/22.

Polifactory,
https://www.polifactory.polimi.it/,
Consultato il 07/11/21.

Politecnico di Milano,
https://www.polimi.it/,
Consultato il 15/01/22.

Politecnico di Torino,
https://www.polito.it/,
Consultato il 12/01/22.

Timber Pavillion of the Vidy-Lousanne Theatre,
https://www.epfl.ch/labs/ibois/projects/completed-projects/vidy-pavilion/,
Consultato il 27/10/21.

Univerisity of Northern British Columbia,
https://www2.unbc.ca/,
Consultato il 12/01/22.

Univerisity of Stuttgart,
https://www.icd.uni-stuttgart.de/,
Consultato il 14/01/22.

Università degli Studi di Firenze,
https://www.dagri.unifi.it/,
Consultato il 07/04/22.

Università degli Studi di Siracusa,
http://www.architettura.unict.it/,
Consultato il 29/03/22.

Università Politecnica delle Marche,
https://www.dicea.univpm.it/,
Consultato il 28/01/22.

Laboratorio ModLab,
http://www.modlab.polito.it,
Consultato il 12/05/22.

Laboratorio virtuale Drawing Th Future,
http://www.drawingtothefuture.polito.it,
Consultato il 14/05/22.