

Ordine degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori di Roma e Provincia
Tecniche Automatizzate per Costruzioni in Laterizio

Arch. PhD Antonio Magarò

La rivoluzione della posa in opera con realtà aumentata e stampa

Roma, 04.12.2024

Intelligenza Artificiale e Edilizia 4.0

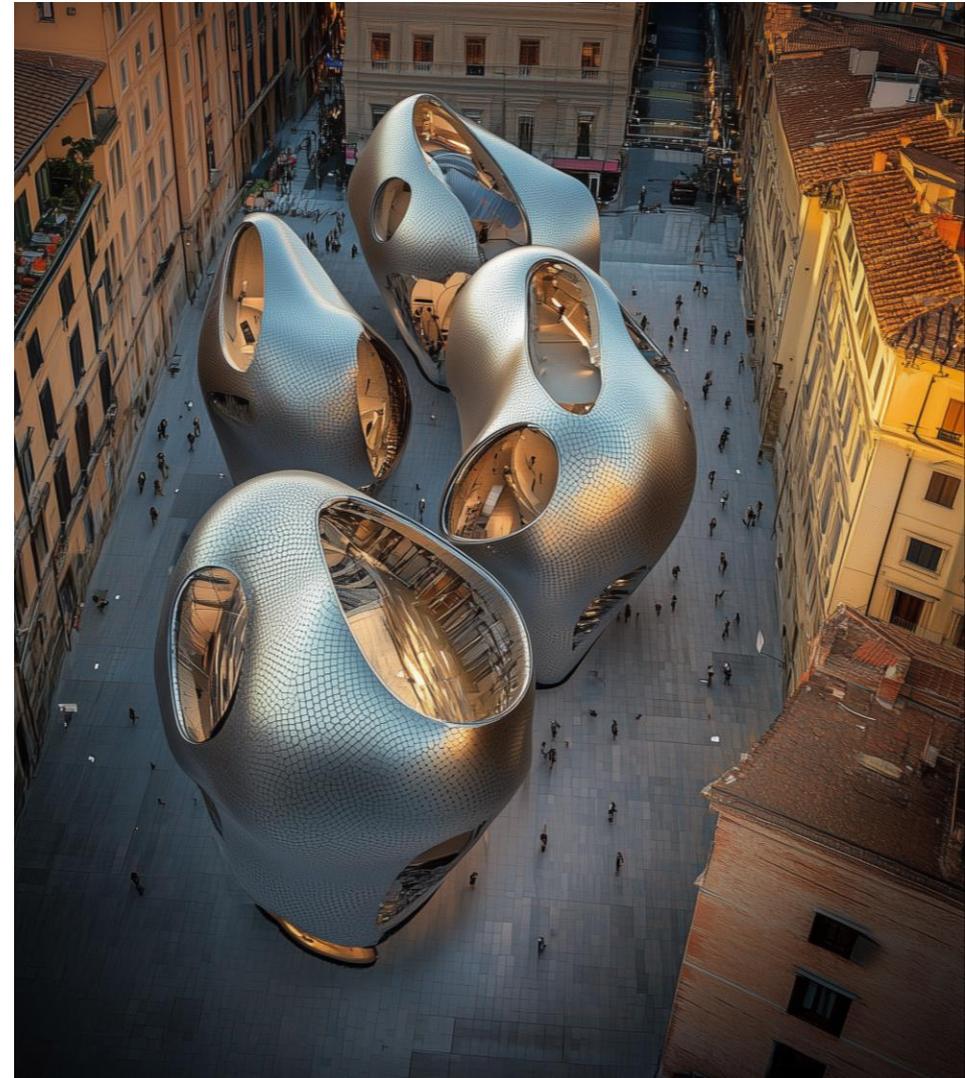


Intelligenza Artificiale e Edilizia 4.0

Per ottimizzare tali processi è in corso l'introduzione massiccia di digitalizzazione e automazione nell'ambito della produzione e della progettazione architettonica.

L'intelligenza artificiale diventa quindi una *key enabling technology*, una tecnologia abilitante per quella che ormai si chiama **edilizia 4.0**, in parallelo con l'industria 4.0 (per certi versi ormai superata).

Il tasso di crescita del mercato globale dell'intelligenza artificiale cresce ad un ritmo importante: nel mercato delle costruzioni valeva **429,20 milioni di dollari nel 2018** e, durante la pandemia, quando è stato necessario ottimizzare la gestione dei processi e del personale, l'intelligenza artificiale è stata utilizzata ampiamente dimostrando previsioni di crescita pari a **4,51 miliardi di dollari nei 5 anni successivi**.



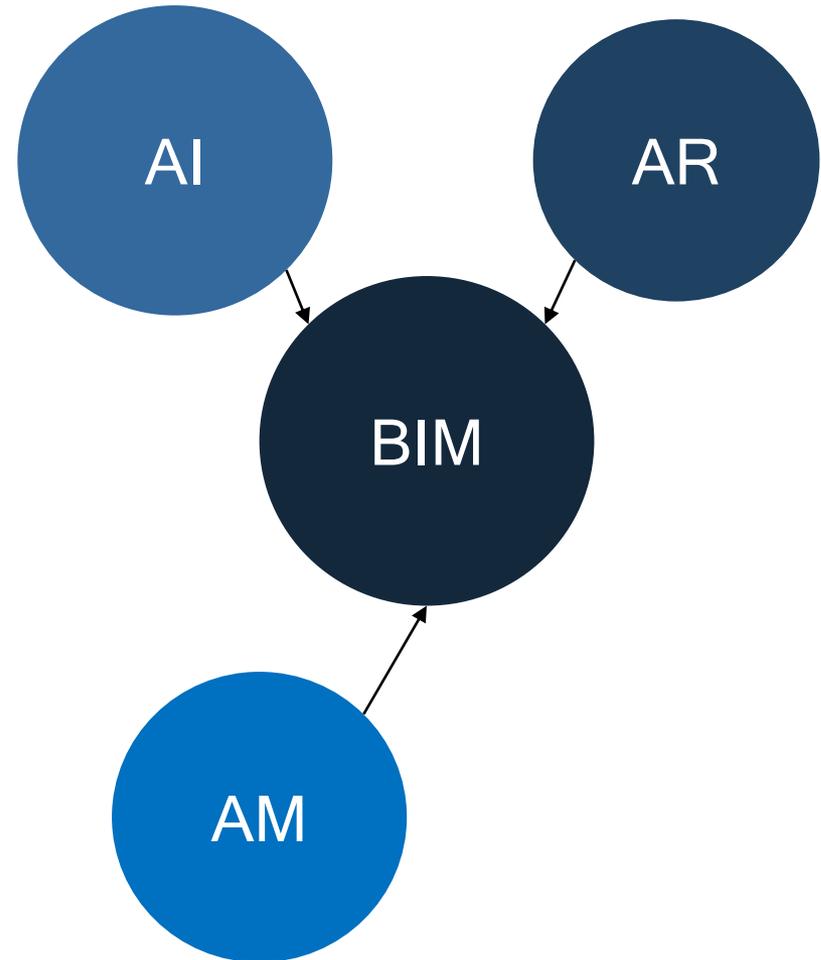
Intelligenza Artificiale e Edilizia 4.0: processo progettuale generativo

Con l'introduzione del BIM in architettura non si è semplicemente reso disponibile un nuovo strumento software per la gestione del progetto e del processo edilizio, ma si è dato il via a una vera e propria **rivoluzione** la cui portata è già intuibile.

Il processo progettuale si trasforma da lineare a **generativo**.

L'integrazione tra processo progettuale generativo e intelligenza artificiale è immediata: l'IA può essere sfruttata nella definizione del **quadro esigenziale** e nel **concept**, e nelle fasi più avanzate fino alla **prototipazione** e la **produzione** del manufatto.

Il generative design può integrare algoritmi di **machine learning** in grado di eseguire processi predittivi per la scelta della soluzione migliore.



Realtà aumentata, un'introduzione

La realtà aumentata (*augmented reality*) è una tecnologia di **restituzione di informazioni digitalizzate** caratterizzata dalla **sovrapposizione** ad ambienti reali, di **contenuti virtuali**, multimediali, dati geolocalizzati, etc.

Tali contenuti possono essere fruiti mediante l'impiego di interfacce fisiche: queste ultime sono classificabili in termini di invasività, in relazione alle attività quotidiane e spaziano dai sistemi appositi che si interpongono tra gli organi di senso e la realtà (*see-through displays*) e i **dispositivi di uso comune** (smartphone e tablet).



Realtà aumentata, i prodromi

Il primo vero dispositivo fisico in grado di generare contenuti non reali da sovrapporre a quelli reali è certamente il «Sensorama».

Brevettato nel 1962 da Morton Helig (1926-1997) si trattava di una sorta di cabinato per videogiochi, all'interno del quale vi era un visore del tutto simile a quelli per la realtà aumentata, con due schermi per la **visione cinematografica stereoscopica** (un antesignano del cinema 3D), con la possibilità di sfruttare meccanismi per la **diffusione di odori, altoparlanti stereo** e canalizzazioni dell'aria per simulare il vento sulla faccia.

Appoggiando le mani su un manubrio era possibile percepire **sensazioni tattili**. L'idea era quella di corredare immagini in movimento e suoni con una stimolazione sensoriale più completa.

Introducing . . .

sensorama

The Revolutionary Motion Picture System
that takes you into another world
with

- 3-D
- WIDE VISION
- MOTION
- COLOR
- STEREO-SOUND
- AROMAS
- WIND
- VIBRATIONS



○ PATENTED

SENSORAMA, INC., 855 GALLOWAY ST., PACIFIC PALISADES, CALIF. 90272

TEL. (213) 459-2162

Realtà aumentata e primi computer

Con la relativa miniaturizzazione dei computer e l'interazione con la sensoristica, negli anni Sessanta si assiste a grandi progressi sulla **portabilità delle apparecchiature** in grado di fornire a soggetti in situazioni di mobilità, un insieme di informazioni pertinenti al contesto in cui si trovavano ad operare.

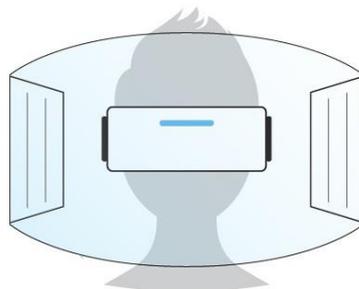
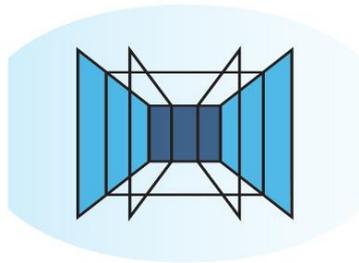
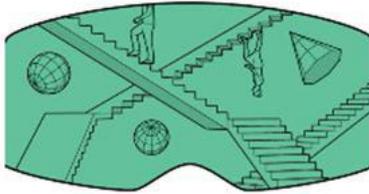
Nel 1965, Ivan Sutherland inizia a **costruire ambienti sintetici** realizzati con tecnologie informatiche, da fruire attraverso un apposito **visore binoculare**.



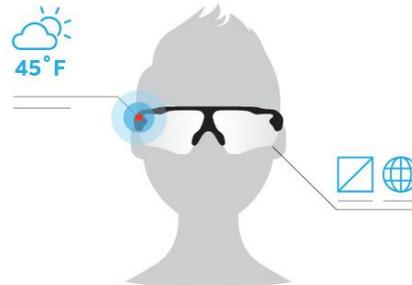
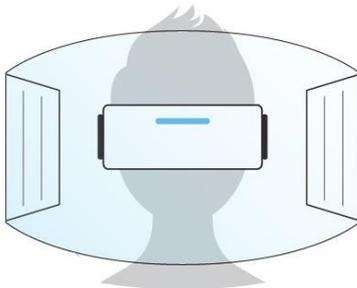
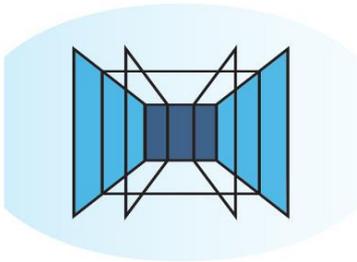
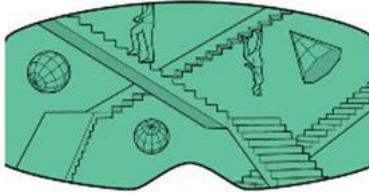
Realtà aumentata e primi dispositivi



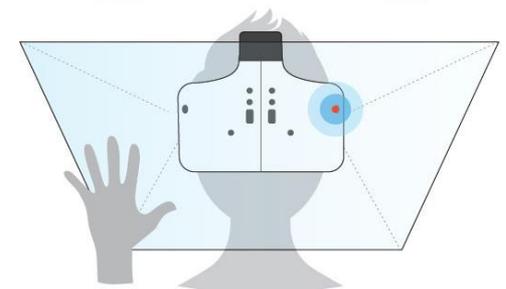
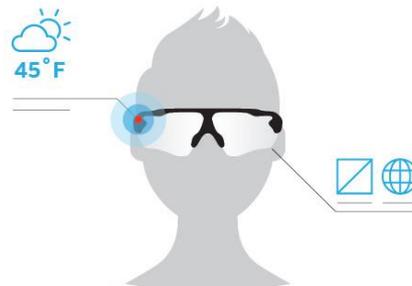
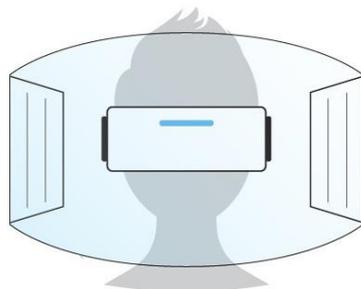
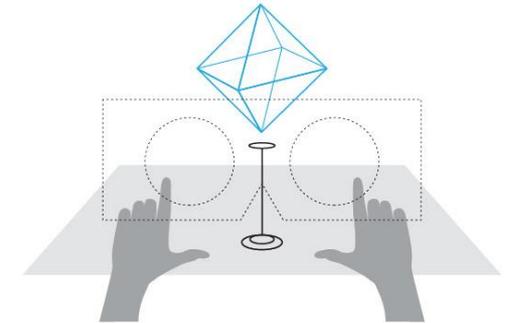
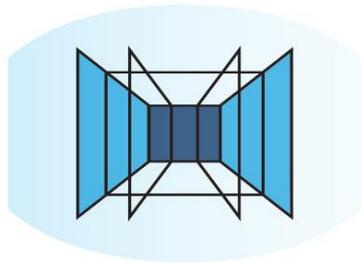
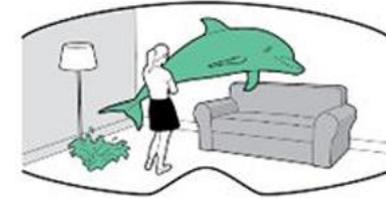
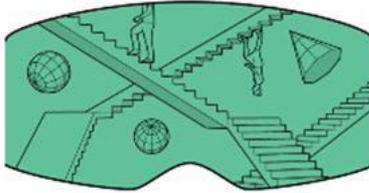
Glossario, Realtà Virtuale



Glossario



Glossario

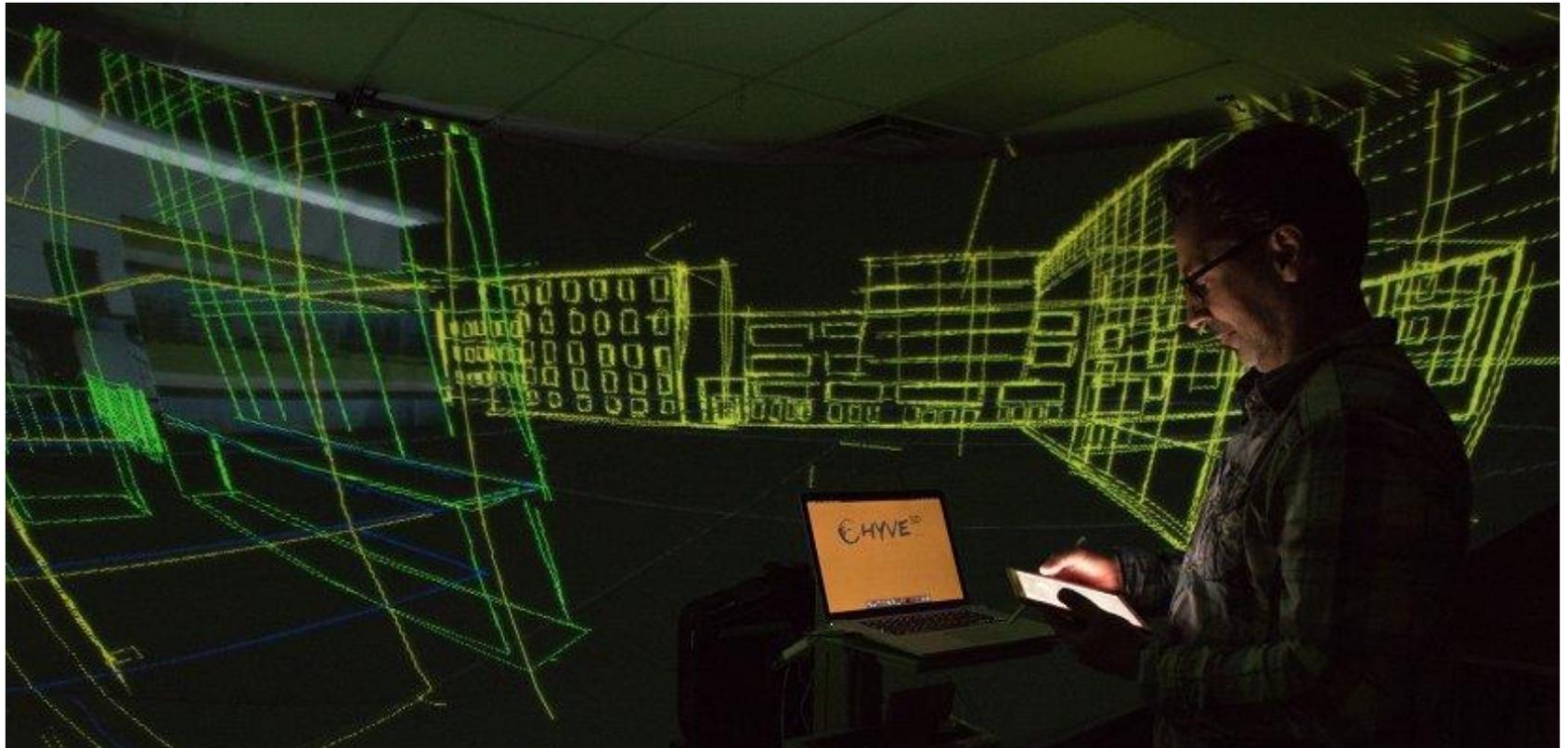


Realtà aumentata in architettura



Realtà aumentata in architettura: supporto alla progettazione

Fanno parte di questa categoria tutte quelle applicazioni della Realtà Aumentata che costituiscono **supporto alla progettazione**, dalla visualizzazione di un oggetto progettato in scala 1:1, fino alla possibilità di progettare ambienti tridimensionali nello spazio in cui ci si trova.



Realtà aumentata in architettura: supporto alla progettazione

Una delle applicazioni più interessanti è StreetMuseum.

Essa apre una finestra temporale consentendo di vedere il passato di Londra. Centinaia di immagini del Museum of London sono state georeferenziate e si possono visualizzare sovrapposte alla realtà con uno smartphone.



Realtà aumentata in architettura: supporto alla progettazione

All'interno della pianificazione e della progettazione, le **Valutazioni di Impatto Ambientale** hanno lo scopo di mostrare gli effetti dell'azione antropica sull'ambiente. Uno degli obiettivi fondamentali è quello di favorire la partecipazione degli utenti (i cittadini) ai processi decisionali. Pertanto, gli elaborati grafici sono una parte fondamentale di tale strumento.

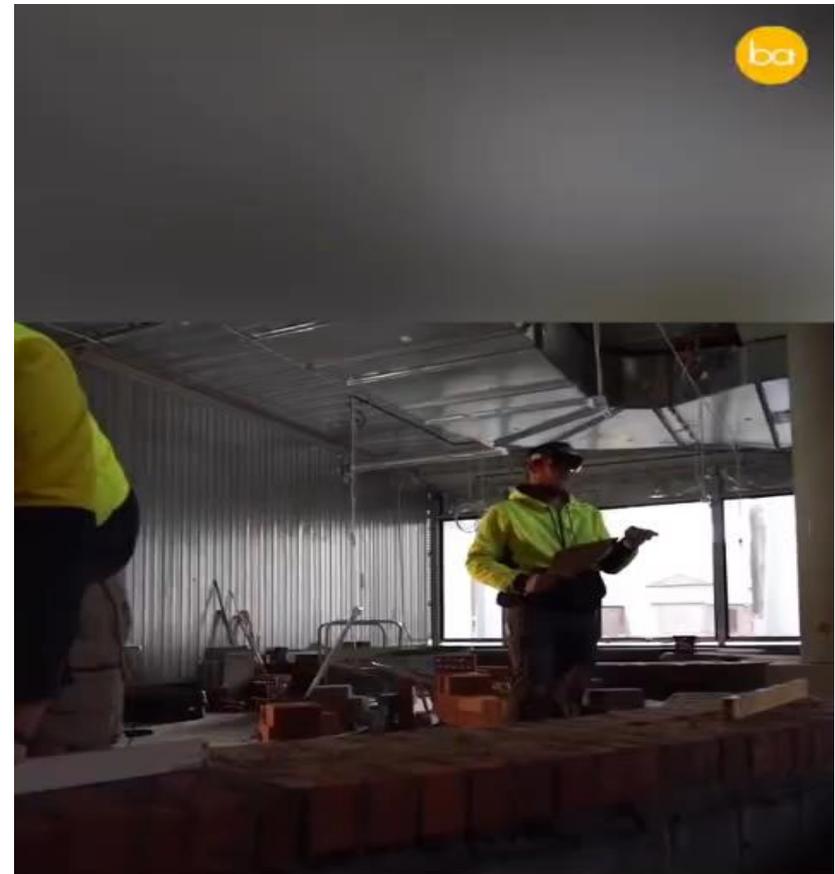


Realtà aumentata per la posa di elementi in laterizio: il Royal Hobart Hospital

Che la tecnologia della realtà aumentata fosse ormai matura per fare il suo ingresso nel cantiere lo dimostrano le sperimentazioni che attraversano il pianeta in contemporanea.

È il caso dell'espansione del *Royal Hobart Hospital* in Tasmania (Australia), in cui alcuni elementi di divisione e separazione sono delle **partizioni curve in blocchi di laterizio a base triangolare**.

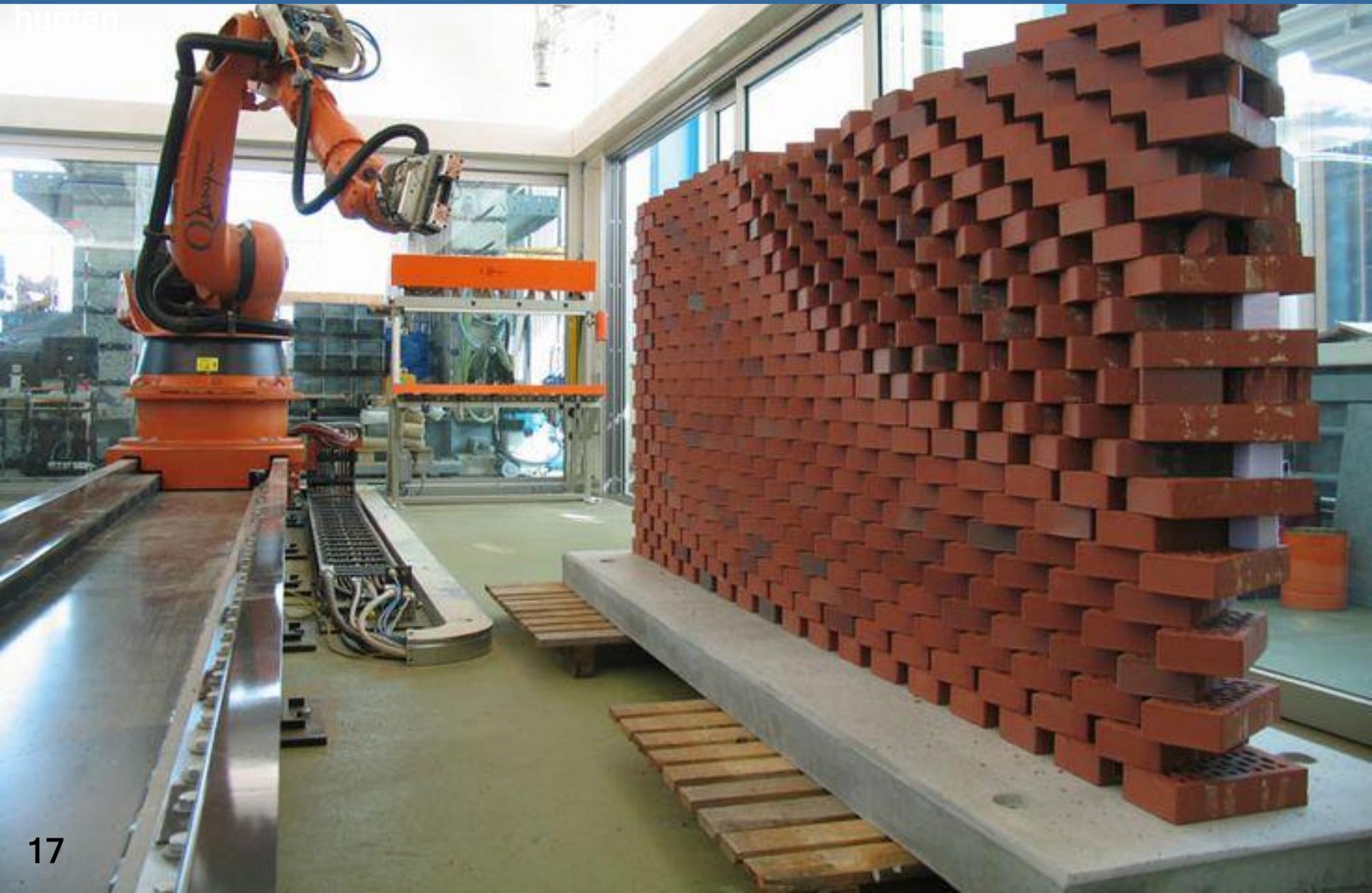
Per facilitare la costruzione di superfici così complesse, l'azienda produttrice dei blocchi, **All Brick Tasmania**, e la start-up australiana di sviluppo software **Fologram** hanno realizzato un sistema basato sulla realtà aumentata che consente ai posatori di visualizzare la tessitura del singolo corso, sovrapposta al corso reale.



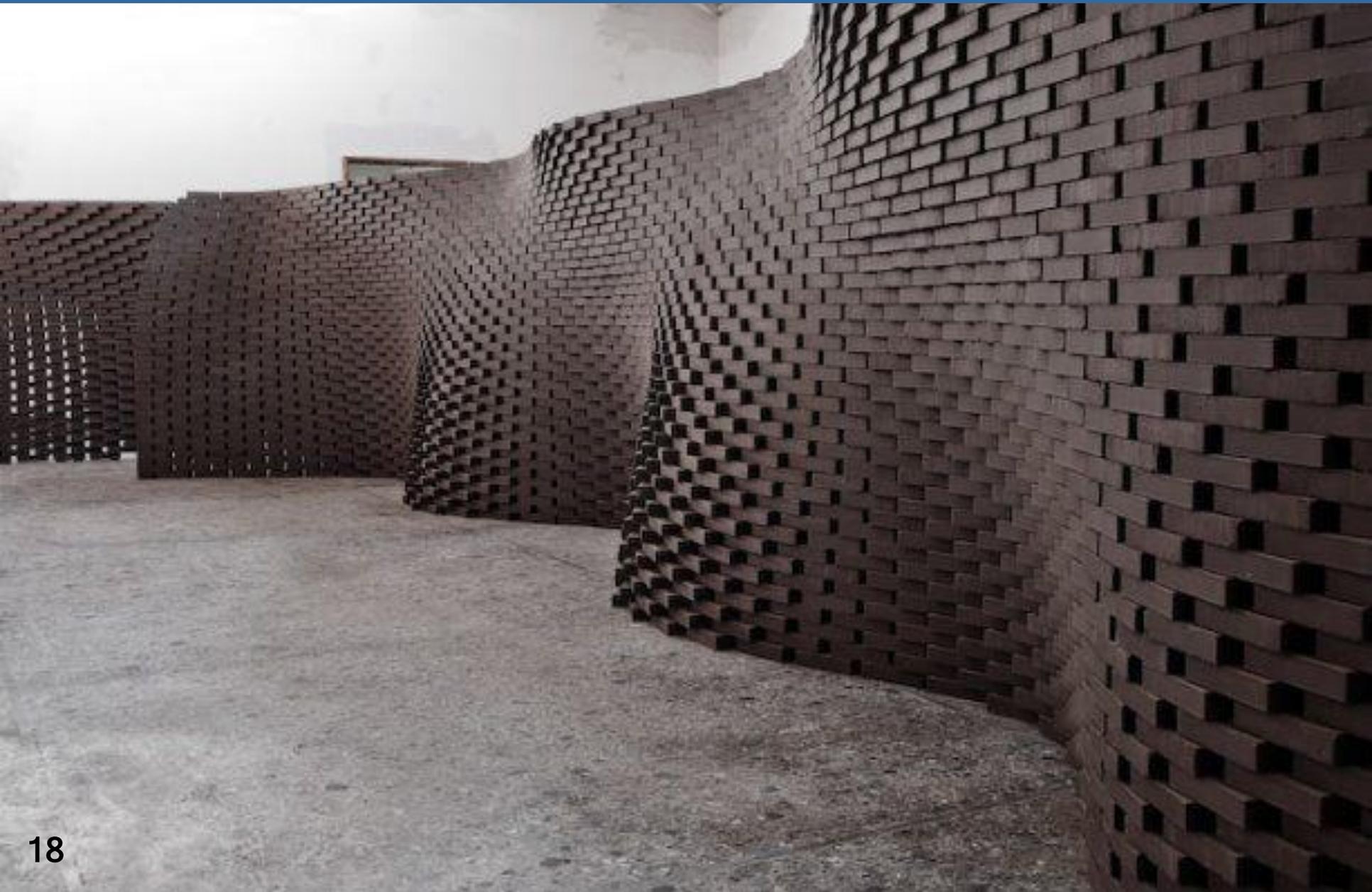
**So, after the whole
model was created,
each brick was**

Realtà aumentata per la posa di elementi in laterizio: The machine and the

human



Realtà aumentata per la posa di elementi in laterizio: The machine and the



Gramazio e Kohler, Cantina Kitrus, Pydna (GR), 2019

La **cantina Kitrus**, di proprietà della famiglia Garipidis, si trova immersa nel paesaggio di Pydna, ai piedi del mitologico monte Olimpo, osservatorio privilegiato del suggestivo golfo Termaico nei pressi dell'odierna Salonicco. Il piccolo edificio ospita alcune lavorazioni dell'uva ma soprattutto serve per il loro stoccaggio subito dopo la raccolta.

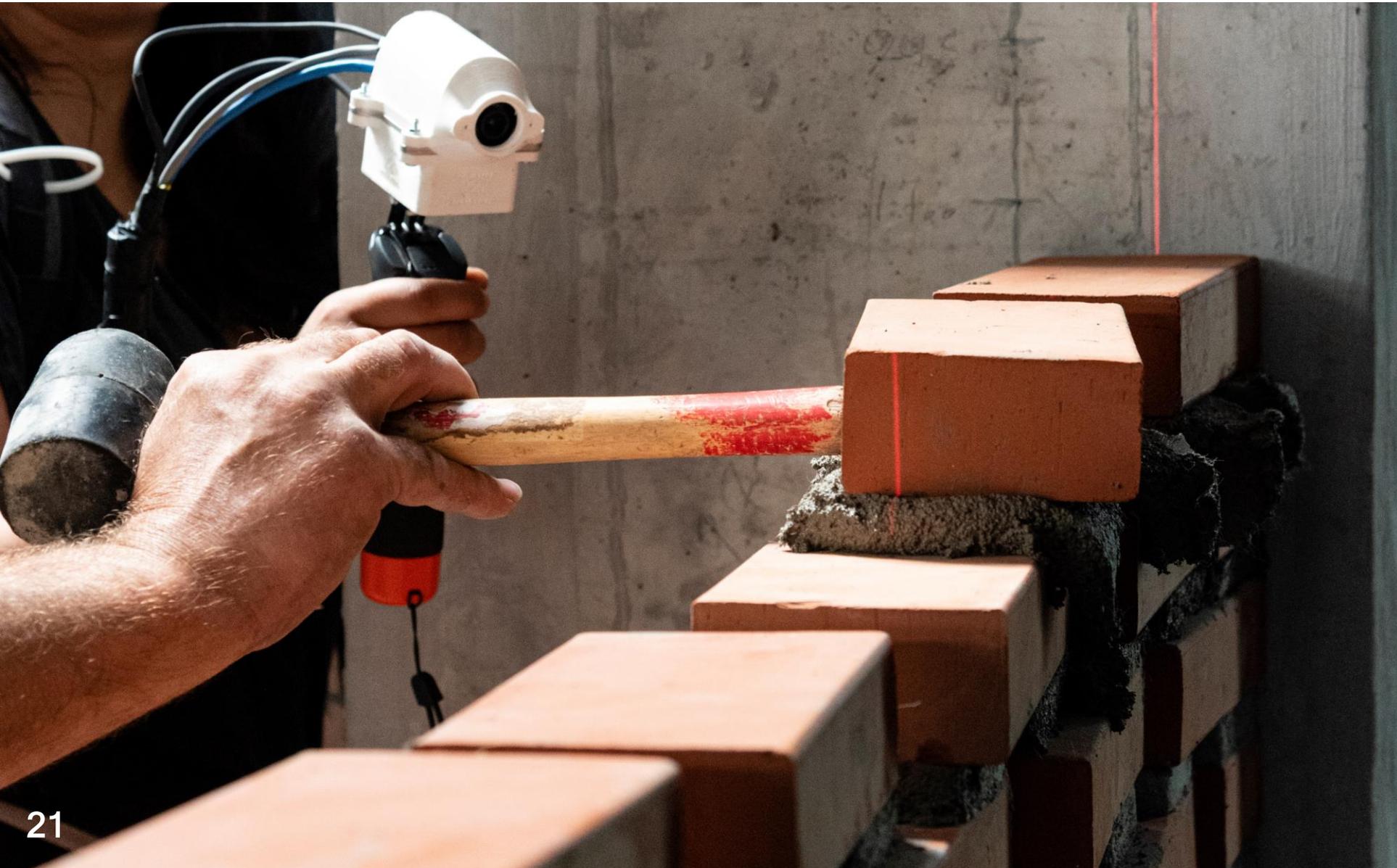
Le tamponature della struttura intelaiata sono realizzate in **mattoni di laterizio**, disposti in maniera tale da creare una facciata semipermeabile, la cui trama pseudocasuale è derivata dall'algoritmo denominato *Perlin noise*, dal nome di colui che lo ideò negli anni Ottanta con lo scopo di generare texture organiche in modo procedurale.



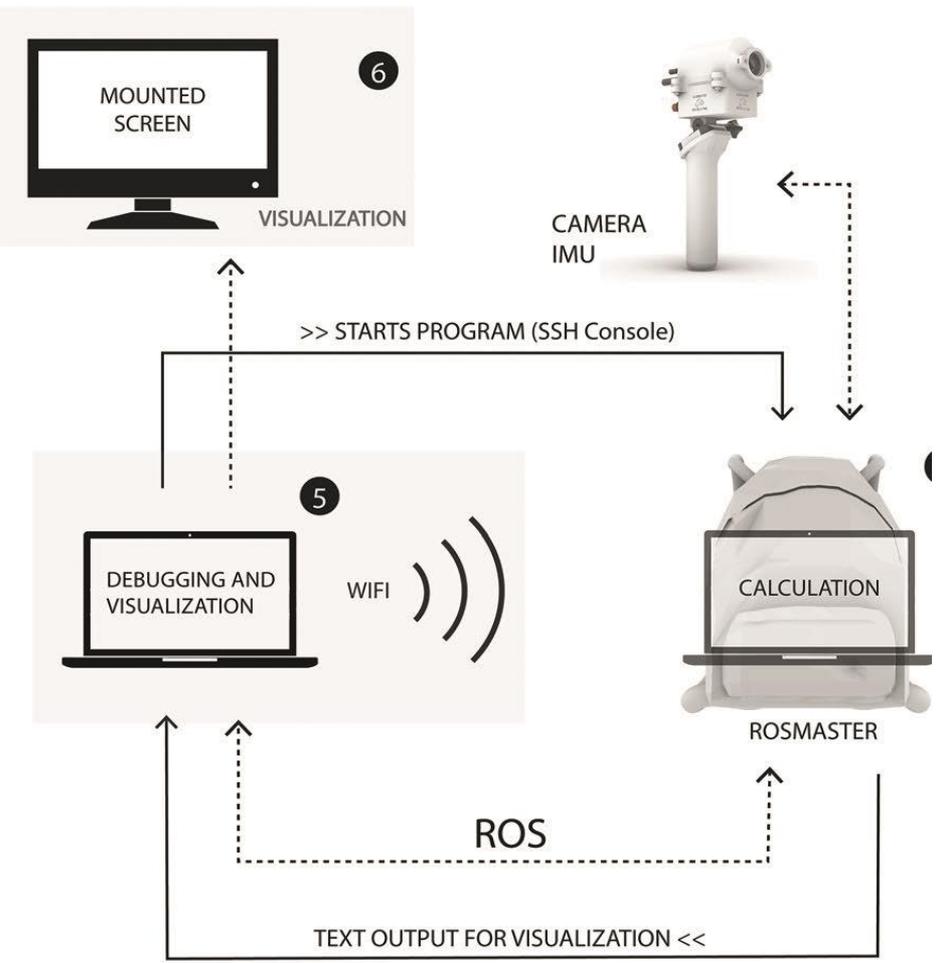
Gramazio e Kohler, Cantina Kitrus, Pydna (GR), 2019



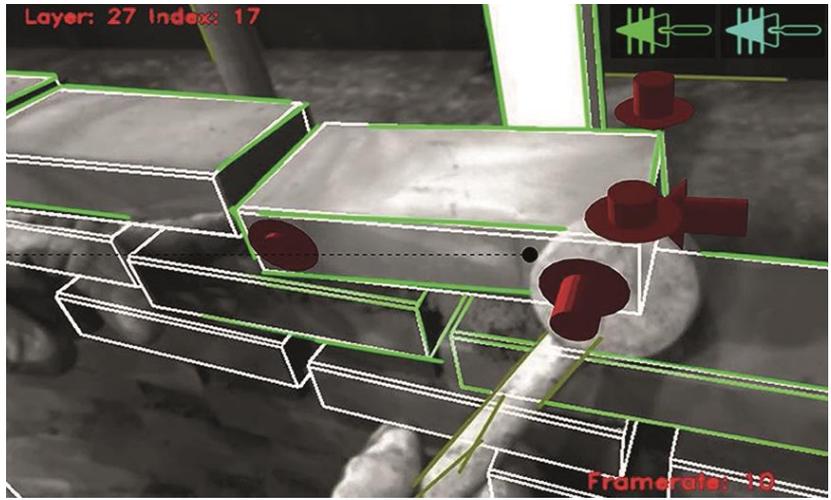
Gramazio e Kohler, Cantina Kitrus, Pydna (GR), 2019



Gramazio e Kohler, Cantina Kitrus, Pydna (GR), 2019



SYSTEM SETUP

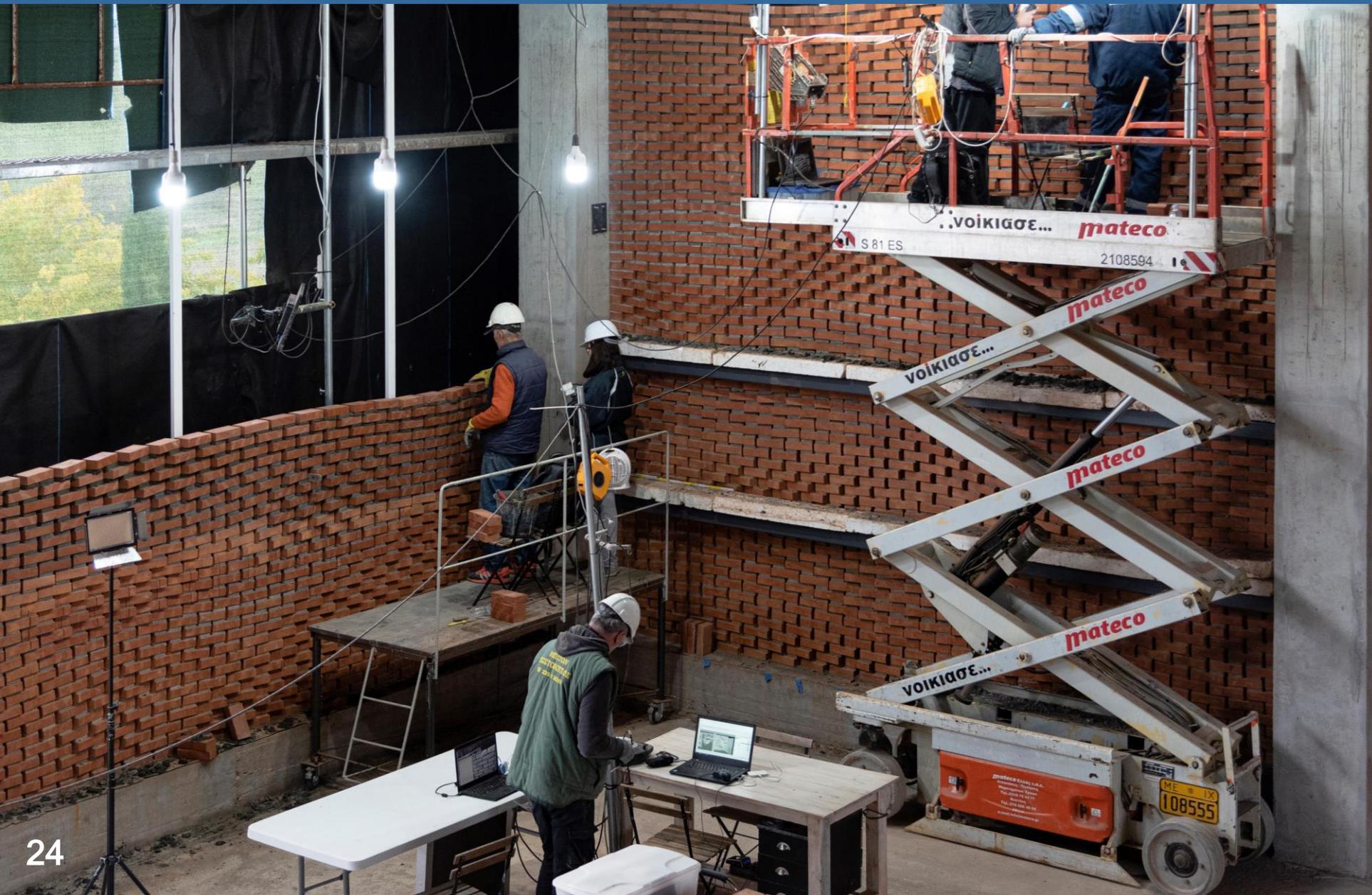


OPERATOR

Gramazio e Kohler, Cantina Kitrus, Pydna (GR), 2019



Gramazio e Kohler, Cantina Kitrus, Pydna (GR), 2019



Stampa 3D, arte, design e architettura

Negli ultimi anni, le macchine a controllo numerico impiegate fino a inizio millennio esclusivamente nella filiera industriale pesante, sono state rapidamente adottate perfino nella produzione di **arte, design e architettura**.

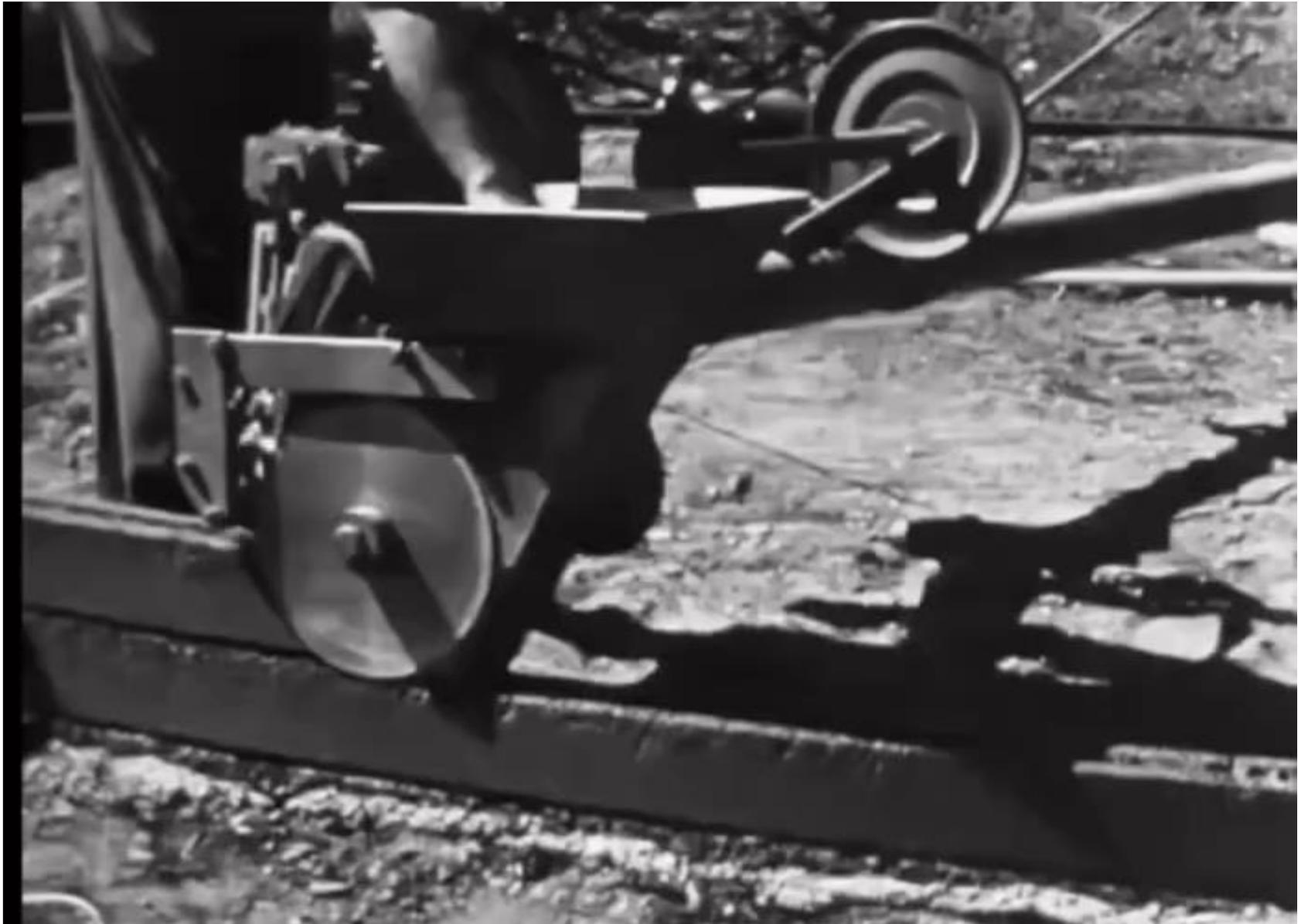
Questo è dovuto sia alla diminuzione dei costi intrinseci di tali tecnologie, sia all'emergere di nuovi strumenti e flussi di lavoro legati alla **programmazione delle macchine automatiche**.

Tra queste ultime, le **stampanti 3D** hanno visto, negli ultimi anni, un entusiasmo generalizzato, per la versatilità delle applicazioni che consentono, anche nel campo dell'architettura e delle costruzioni.

Questo ha innescato un processo virtuoso legato alla ricerca sul design dei materiali e sui metodi di costruzione digitali che sta generando grande innovazione, sebbene ancora ad un livello sperimentale.



Stampa 3D, prospettiva storica dalla fine dell'Ottocento agli anni Trenta



Stampa 3D: gli anni Ottanta

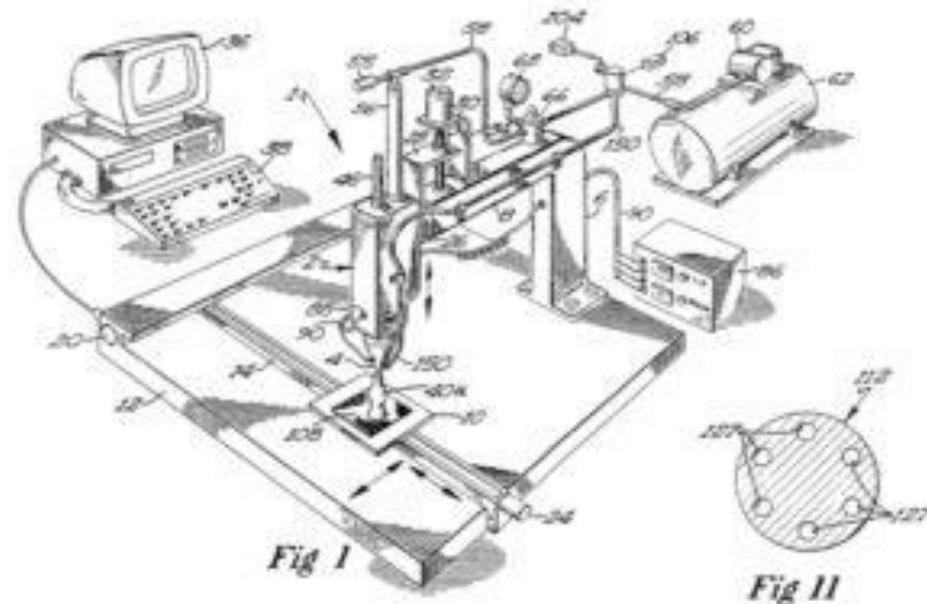
Quasi un secolo dopo, nel 1980, Hideo Kodama del *Nagoya Municipal Industrial Research Institute*, descrisse per la prima volta delle tecniche che consentivano la **concentrazione di fasci di luce**, UV o laser, all'interno di una vasca contenente una particolare **resina foto indurente**.

Si erano gettate le basi per due delle tecniche di stampa 3D più importanti, la **fotopolimerizzazione** e la **stereolitografia**.

Nel 1986 Chuck Hull perfeziona ancora il metodo oltre a brevettare un formato di file standard, con estensione *.stl, che ancora oggi viene utilizzato dalle più comuni stampanti 3D.

Nel 1986, Carl Deckard, Joe Beaman e Paul Forderhase svilupparono la **sinterizzazione selettiva al laser** che sostituiva la resina liquida con una polvere di nylon.

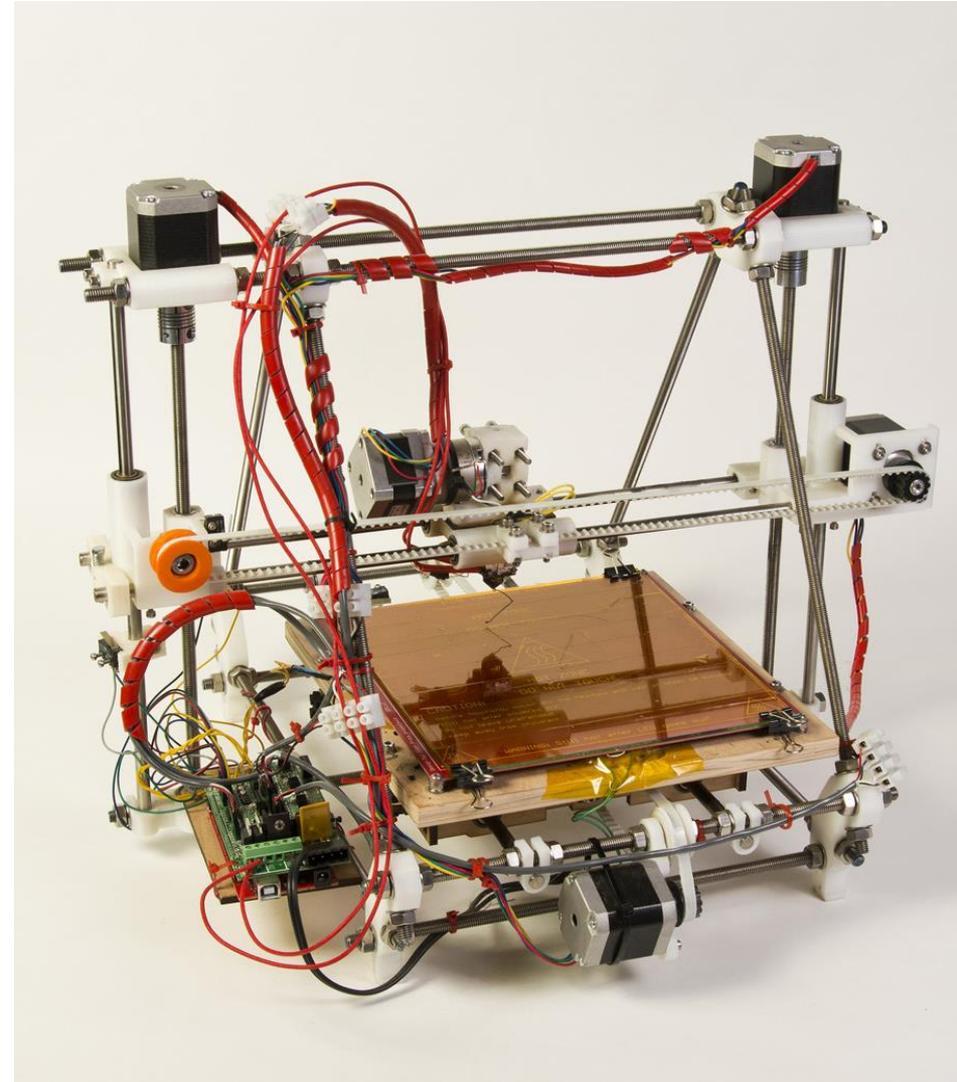
Alla fine degli anni Ottanta, Scott Crump brevetta la stampa per **deposito di materiale fuso**, oggi impiegata in maniera diffusa.



Stampa 3D: gli anni Novanta e Duemila

Gli anni Novanta sono quelli in cui muove i passi la ricerca universitaria: nel 1993 il MIT sviluppa una stampante 3D a getto d'inchiostro, il cui ugello provvedeva alla fuoriuscita di materiale in polvere depositato strato per strato fino alla creazione dell'oggetto e nel 1995 il *Fraunhofer Institute ILT* di Aachen introduce il **processo di fusione laser selettiva** in cui gli strati erano composti da polvere di metallo che veniva fusa da un raggio laser.

Infine, gli anni Duemila vedono la diffusione di massa delle stampanti 3D. nel 2004 parte il progetto *open-source RepRap* la cui idea di fondo era che una stampante 3D potesse **replicare sé stessa** e favorire la propria diffusione.



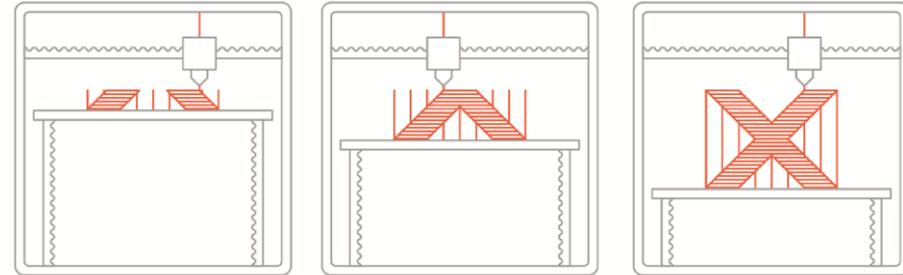
Stampa 3D: la contemporaneità



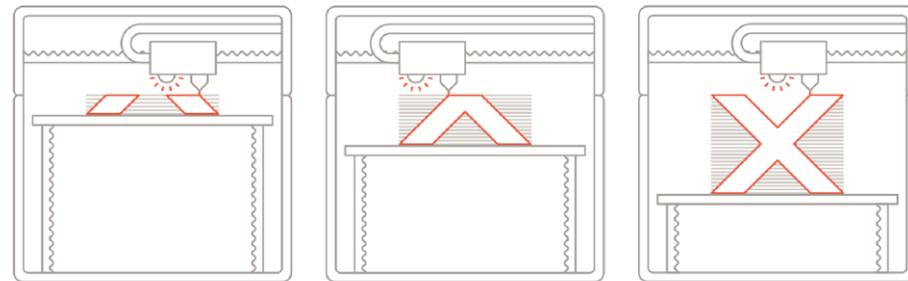
Stampa 3D, classificazioni

Classificazione per stato del materiale

- a. deposito di materiale fuso, liquido o semisolido (fluido-denso) (deposit of fuse/liquid(semisolid / fluid-dense material);
- b. incollaggio di materiali granulari (bonding of granular material);
- c. fotopolimerizzazione di materiale liquido;



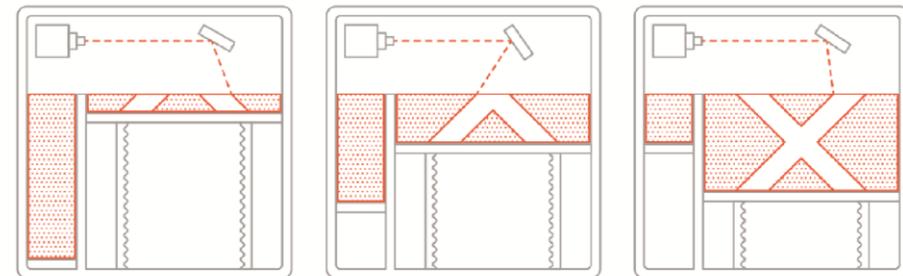
a



b

Classificazione per meccanica di movimento

1. stampante cartesiana;
2. stampante delta;
3. stampante polare;
4. braccio robotico.



c

Brian Peters, Building Bytes, Pittsburg (PA-US), 2012

Il progetto *Building Bytes* nasce durante i lavori del workshop annuale, della durata di 6 settimane, tenuto dall'*European Ceramic Work Centre* ad Amsterdam.

In quell'occasione, Peters sviluppò non solo una serie di **blocchi in ceramica** utilizzabili per comporre elementi di vario genere, ma un vero e proprio sistema di produzione, del tipo “a deposito di materiale fluido-denso” basato sull'impiego di **stampanti 3D portatili**, modificate nell'estrusore per rilasciare strati di un **comunissimo impasto per elementi ceramici**.

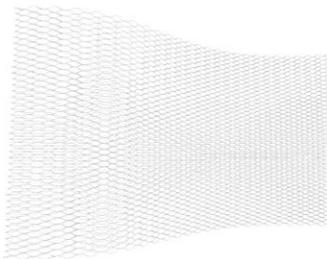
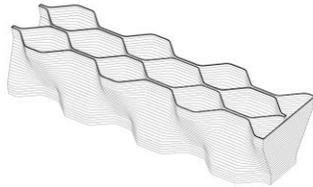
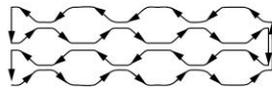
Ciascun blocco viene stampato in un tempo approssimativo di 15 - 20 minuti e lo spessore di ogni strato è di 2 mm.



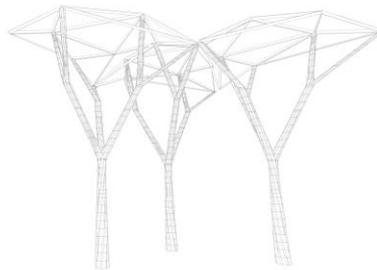
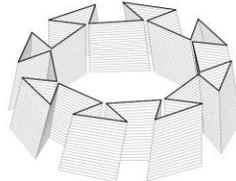
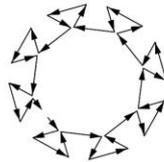
Brian Peters, Building Bytes, Pittsburg (PA-US), 2012



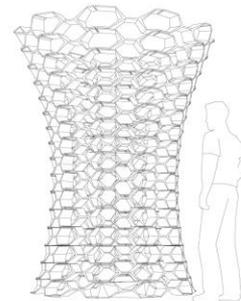
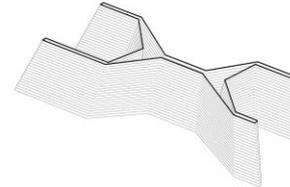
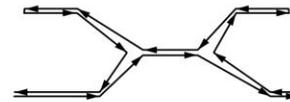
HONEYCOMB BRICK



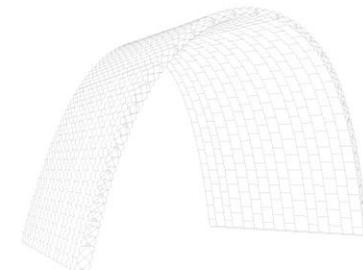
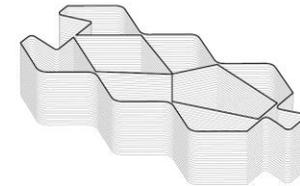
RIBBED BRICK



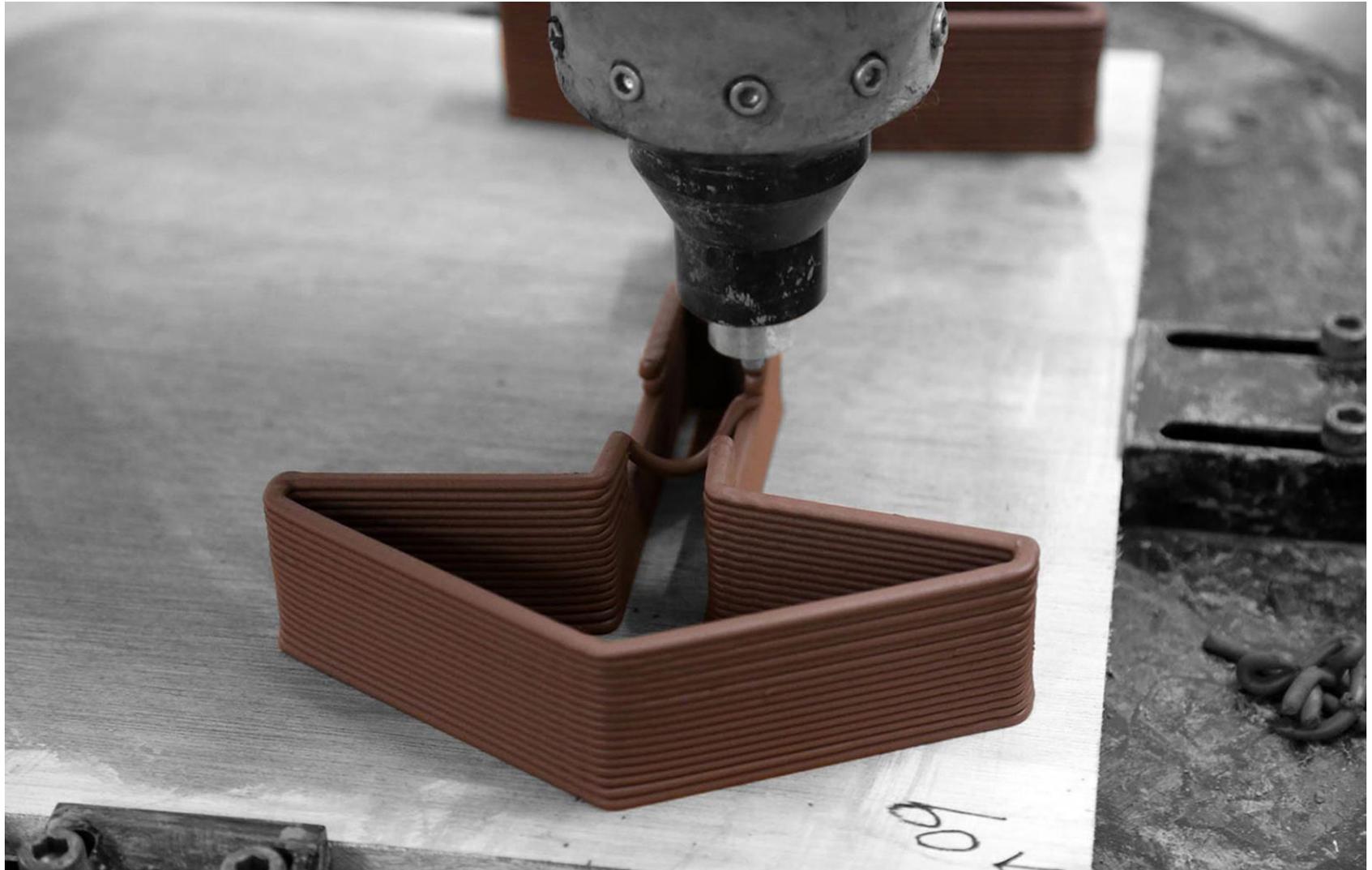
X-BRICK



INTERLOCKING BRICK



Sino Group, Ceramic Constellation Pavillion, Hong Kong (HK), 2017



Sino Group, Ceramic Constellation Pavillion, Hong Kong (HK), 2017

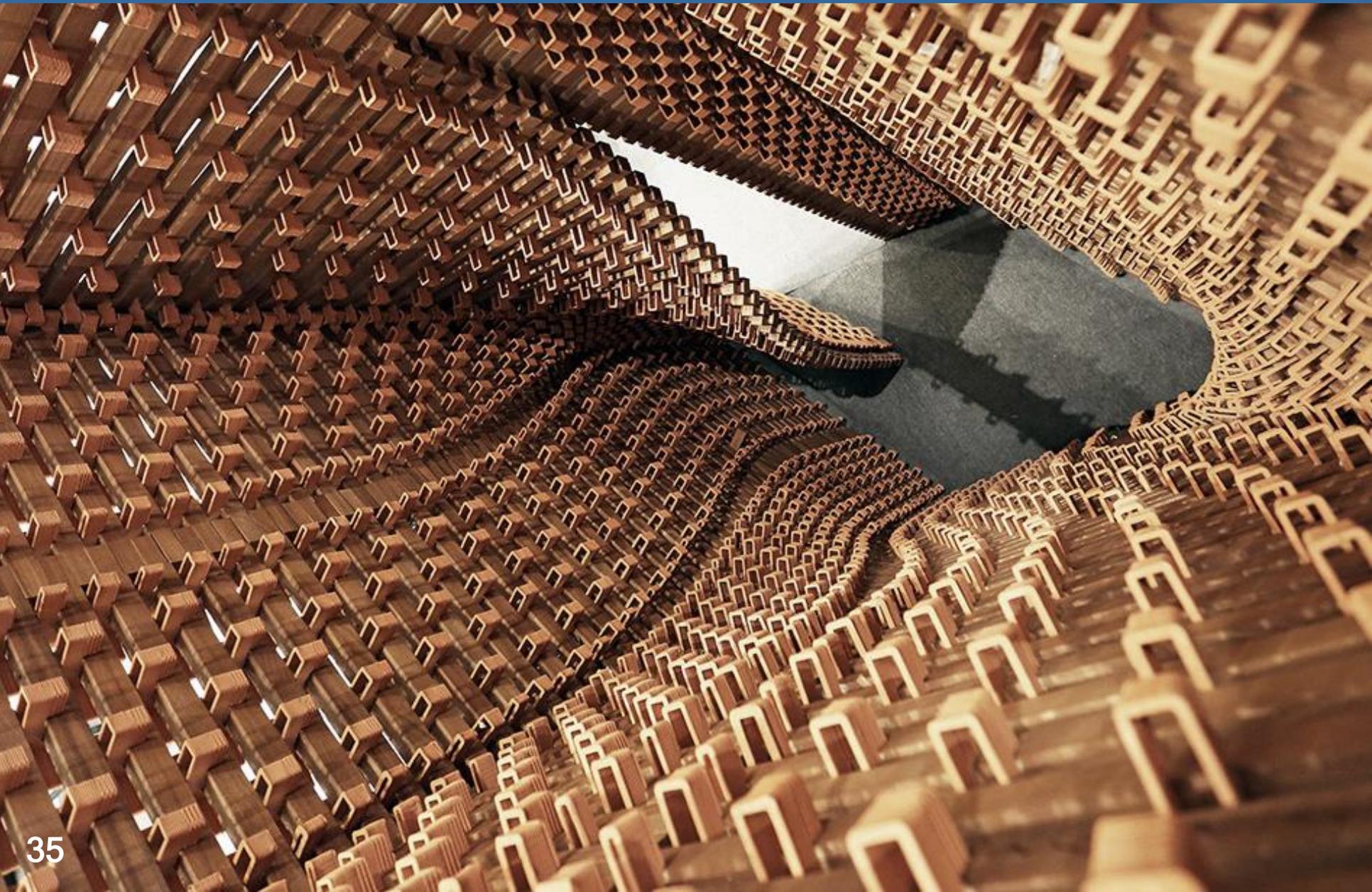
La stampante utilizzata è del tipo “a braccio robotico” non tanto per la dimensione di ciascun elemento, quanto per la **possibilità di prescindere dalla dimensione** e procedere alla stampa di una serie di elementi su uno stesso piano di lavoro.

Ciascuno di questi blocchi è completamente aperto, non presentando setti intermedi, questo genera giochi di trasparenza e opacità in funzione della posizione dell'osservatore.

L'altezza del padiglione è di 3,8 m su 2,5 m² di superficie, e i blocchi sono sostenuti da uno scheletro ligneo la cui ossatura si dispone strato per strato e alla quale i blocchi si ancorano nascondendola parzialmente alla vista.



Sino Group, Ceramic Constellation Pavillion, Hong Kong (HK), 2017



Studio RAP, Ceramic House, Amsterdam (NL), 2023

Lo **Studio RAP** ha sede a Rotterdam in un ampio spazio laboratoriale nel porto di Rotterdam, che riusa una ex sala macchine in cui è installato un carroponete con gru, utilizzato per sospendere a mezzaria un volume di 1.000 m² destinati a spazi di lavoro.

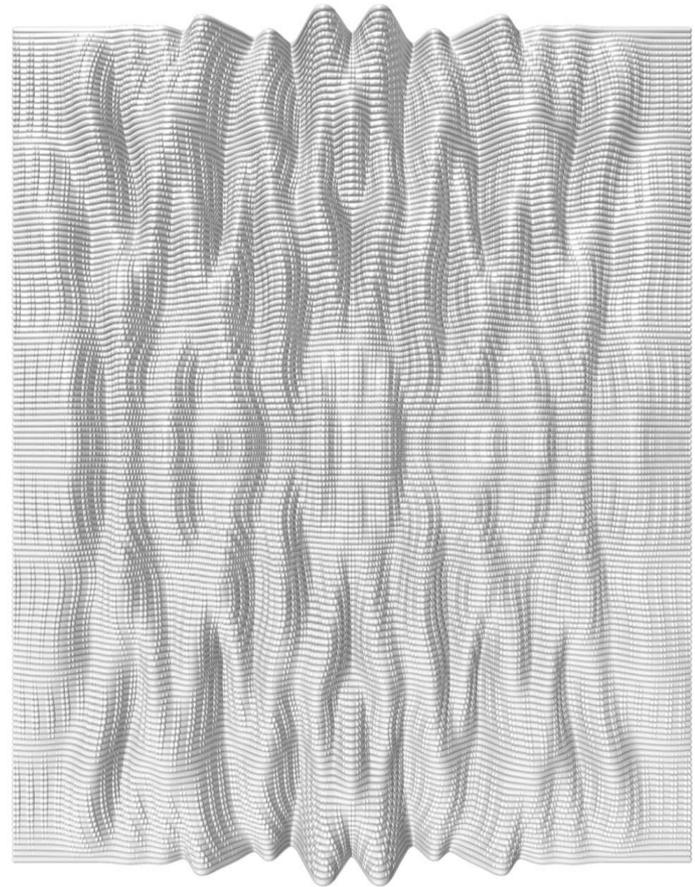
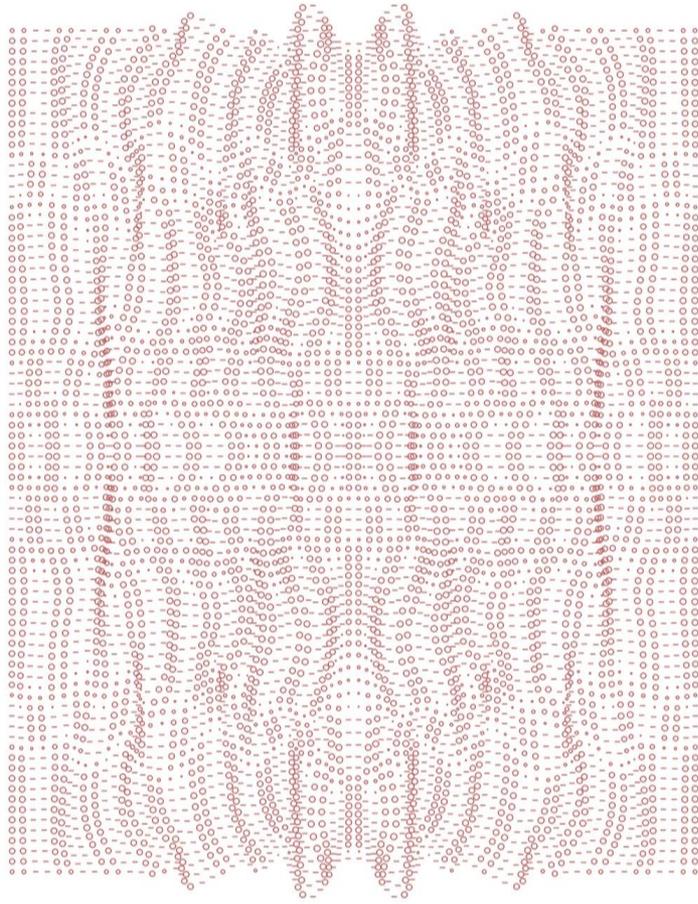
Una griglia logica sul pavimento delimita gli spazi flessibili del piano terra, conformandoli alle differenti esigenze, mentre un'analogha griglia viene ribadita a 8 metri di quota nell'ampio volume interno, raddoppiando, di fatto, lo spazio utile.

In questa griglia tridimensionale trovano spazio le attrezzature appositamente progettate dallo Studio RAP per la produzione di elementi in argilla da cuocere. In particolare, viene utilizzato un **braccio robotico dotato di quattro snodi**.

La testa dell'estrusore è dotata di una **siringa** che contiene il materiale da depositare. Questo non viene emesso per gravità per **evitare depositi differenziati per effetto di attriti** sulle pareti della siringa, ma viene spinto in maniera controllata attraverso l'ugello mediante aria compressa



Studio RAP, Ceramic House, Amsterdam (NL), 2023



Studio RAP, Ceramic House, Amsterdam (NL), 2023



Studio RAP, Ceramic House, Amsterdam (NL), 2023



Studio RAP, Ceramic House, Amsterdam (NL), 2023



Ordine degli Architetti, Pianificatori, Paesaggisti e Conservatori di Roma e Provincia
Tecniche Automatizzate per Costruzioni in Laterizio

Grazie per l'attenzione

arch. PhD Antonio Magarò

Dipartimento di Architettura, Università degli Studi Roma Tre
antonio.magarò@uniroma3.it