



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO

SCUOLA DI ARCHITETTURA E DESIGN “E. VITTORIA”

CORSO DI LAUREA IN

Disegno Industriale e ambientale

TITOLO DELLA TESI

Luce, ombra e imperfezione. Un sistema di illuminazione in
ceramica stampata in 3D basato sul controllo dell'errore.

Laureando/a

Nome..... Francesca Di Egidio

Firma..... *Francesca Di Egidio*

Relatore

Nome..... Prof. Davide Paciotti

Firma..... *Davide Paciotti*

Se presente eventuale Correlatore indicarne nominativo/i

.....

.....

ANNO ACCADEMICO

2025/2026

.....

ABSTRACT

La tecnologia ha un ruolo sempre più importante nelle nostre vite. Il dibattito sul ruolo dell'AI spaventa e mostra scenari in cui l'azione e il pensiero umano sono sempre più marginali.

Eppure la capacità di superarsi, di pensare e soprattutto di immaginare dell'uomo, mai come ora, può essere indispensabile. La ricerca di questa tesi parte proprio dall'errore di una macchina e dai tentativi umani di superare questa criticità per trasformarla in valore e possibilità.

La stampa 3D è sempre più diffusa, e negli ultimi anni, questa tecnologia è stata applicata ai materiali più diversi: l'uso di impasti ceramici è in forte aumento e iniziano a mostrarsi i primi risultati delle ricerche condotte sulle geometrie e le texture che possiamo ottenere associando il materiale alla tecnologia additiva.

I limiti imposti dalla stampante e dalla peculiarità di un materiale vivo come la ceramica, vincolano la produzione a geometrie dalle superfici piene. Salti e ponti non sono contemplati nella progettazione per questo tipo di lavorazione, eppure, l'immaginazione umana è andata oltre, dimostrando che con una rigorosa e attenta progettazione questo limite può essere superato e valorizzato nella sua imperfezione.

Il risultato di questa sfida è una lampada: il design gioca con l'assenza e i vuoti. I fori, agiscono come filtri e sono attraversati dalla luce che viene scolpita e proiettata nell'ambiente.

La superficie ceramica rivela una texture ritmica e ipnotica: passando le dita sulla superficie, si avverte la stratificazione tipica della stampa 3D che trasforma la materia in un'esperienza sensoriale.



S A A D

Scuola di Ateneo

Architettura e Design "Eduardo Vittoria"

Università di Camerino

Università degli Studi di Camerino

SAAD/ Scuola di Ateneo di Architettura e Design "E. Vittoria"

Corso di Laurea in Disegno Industriale e Ambientale

A.A. 2025/2026

Progetto di Tesi di Laurea di Francesca Di Egidio

Relatore: prof. Davide Paciotti

LUCE, OMBRA E IMPERFEZIONE.

**UN SISTEMA DI ILLUMINAZIONE IN CERAMICA
STAMPATA IN 3D BASATO SUL CONTROLLO
DELL'ERRORE.**

INDICE

MATERIALE LA CERAMICA



- 1.1 Materiali ceramici
- 1.2 Struttura e proprietà
- 1.3 Classificazione
- 1.4 Lavorazioni
- 1.5 Modalità di formatura



TECNOLOGIA STAMPA 3D

- 2.1 Stampa 3D
- 2.2 Autoproduzione
- 2.3 Tecnologia 3D clay
- 2.4 Parametri di stampa
- 2.5 Processo di stampa
- 2.6 Sperimentazioni

IMMATERIALE

LA LUCE



- 3.1 La luce
- 3.2 Illuminotecnica
- 3.3 Progettazione



PROGETTO

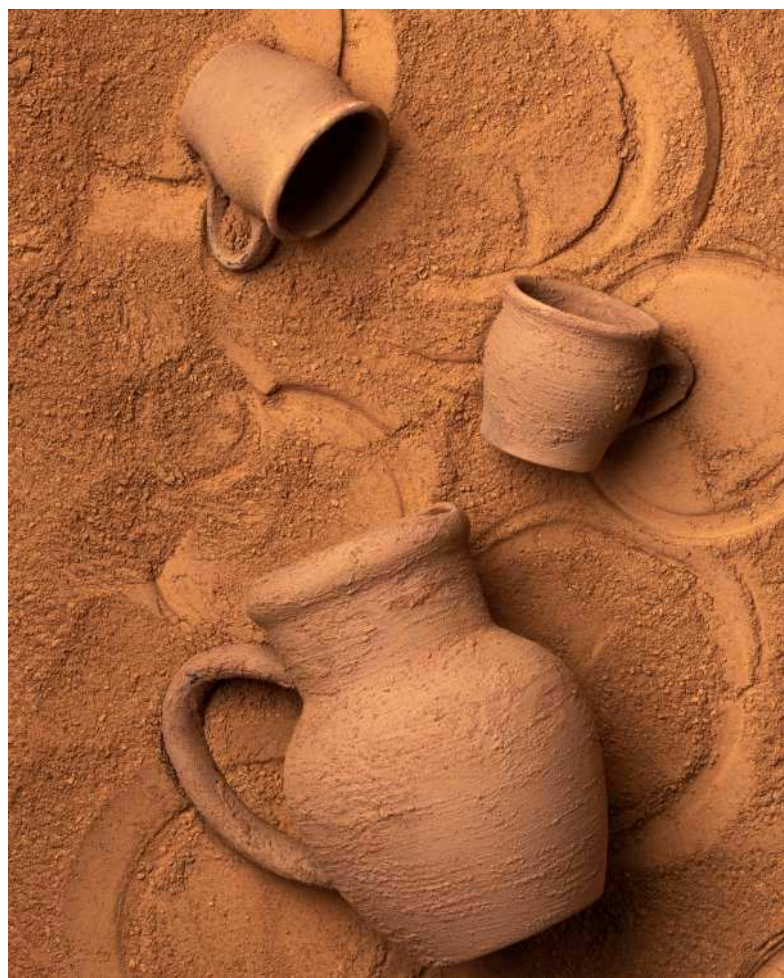
- 4.1 Il tirocinio
- 4.2 Sperimentazioni
- 4.3 Stato dell'arte
- 4.4 Il progetto
- 4.5 Esploso
- 4.6 Proiezioni
- 4.7 Configurazioni
- 4.8 Realizzazione
prototipo





1 MATERIALI CERAMICI

- 1.1 Materiali ceramici
- 1.2 Struttura e proprietà
- 1.3 Classificazione
- 1.4 Lavorazioni
- 1.5 Modalità di formatura



1.1 MATERIALI CERAMICI

I materiali ceramici costituiscono una classe di materiali molto ampia ed eterogenea.

Sono tra i materiali più antichi con cui l'uomo ha iniziato a produrre diversi artefatti: la fabbricazione di recipienti ceramici risale al periodo Neolitico e negli stessi anni l'uomo inizia a modellare l'argilla in forme primitive, essiccandole al sole per costruire abitazioni.

In Mesopotamia venivano utilizzati i mattoni crudi per la costruzione delle ziggurat, e con il perfezionamento della fase di cottura si raggiunse il laterizio romano che ebbe rapida diffusione in tutto l'impero.

La ceramica si otteneva con un impasto di argilla mista a piccolissimi frammenti di pietra, plasmato a crudo, essiccato al sole e cotto successivamente o a fuoco libero o in forni rudimentali.

Con i Sumeri, la prima grande civiltà urbana, l'argilla fu utilizzata come supporto per lo sviluppo e la diffusione della scrittura cuneiforme. I caratteri si scrivevano da sinistra a destra mediante uno stilo di canna dura o metallo, la cui punta acuminata affondava nell'argilla. Dopo essere state incise, le tavolette venivano cotte al sole o all'interno di forni.

L'invenzione del tornio fu fondamentale per lo sviluppo dell'arte ceramica che permise una produzione più curata e simmetrica.

Con gli anni furono sviluppati smalti e tecniche decorative che aumentarono le destinazioni d'uso dei prodotti ceramici.

È un materiale estremamente versatile per le infinite possibili composizioni degli impasti, le numerose modalità di lavorazione, di trattamenti superficiali e di cotture, con medi e bassi costi di materie prime e fabbricazione.



ceramiche preistoriche



scrittura cuneiforme

1.2 STRUTTURA E PROPRIETÀ

I materiali ceramici sono materiali inorganici costituiti da elementi metallici e non metallici legati tra loro in rapporti costanti. Alla base di molte proprietà dei ceramici ci sono i forti legami chimici primari. La maggior parte dei ceramici è più leggera dei metalli e più pesante dei polimeri, con una densità di 2-2,5 g/cm³, che diminuisce per i materiali più porosi.



impasti ceramici

I materiali ceramici hanno elevata resistenza meccanica a compressione ma bassa resistenza a trazione. Hanno un comportamento a frattura di tipo fragile con deformazione plastica minima o inesistente.

Hanno inoltre bassa conducibilità termica e bassi coefficienti di espansione. Sono materiali refrattari: hanno cioè un elevato punto di fusione e di conseguenza, elevate temperature d'esercizio. La maggior parte delle ceramiche è altamente isolante a livello elettrico perché gli elettroni sono legati e non liberi di muoversi.

La ceramica è chimicamente inerte, il che significa che non reagisce facilmente con altre sostanze. Grazie alla forza dei legami chimici, la ceramica resiste all'azione corrosiva di acidi e altre sostanze chimiche.

1.3 CLASSIFICAZIONE

MATERIALI CERAMICI TRADIZIONALI

I materiali ceramici tradizionali sono ottenuti a partire da materie prime che si trovano in natura a costo relativamente basso e ricadono in tre gruppi: argille, silice e feldspati.

Argille: (L'argilla è una materia prima naturale di origine minerale, derivante dalla decomposizione di rocce primarie come graniti e basalti.

È composta da silicati di alluminio e altre sostanze minerali, che possono includere ossidi di ferro, silicio, calcio e magnesio.

Le sue proprietà fondamentali sono la plasticità quando bagnata e la solidità e resistenza una volta cotta)

Le argille costituiscono il materiale di partenza con cui, attraverso varie lavorazioni, si ottengono tutti quei prodotti genericamente chiamati "ceramiche"

In geologia le argille, dette anche terre, sono definite come rocce sedimentarie più o meno friabili costituite da piccoli frammenti di vari minerali, ossia i "clasti" (denominati sabbie o silt a seconda delle dimensioni dei granuli) tenuti assieme da un materiale cementante poco tenace costituito dai cosiddetti minerali delle argille (minerali dell'alluminio, alcuni idrossidi ed alcuni silicati, di origine chimica). Esistono numerosi minerali che, mescolati ai clasti, danno origine ad un grandissimo numero di argille diverse tra loro come composizione e come proprietà.

MATERIALI CERAMICI A PASTA POROSA

Vengono cotti a temperature più basse, solitamente inferiori a 1000°C, il che non permette la fusione completa dell'impasto mantenendo una struttura interna composta da micro-bolle d'aria che li rende permeabili ai liquidi e ai gas.

Proprio per questa caratteristica sono spesso sottoposte a rivestimenti superficiali con uno strato di smalto colorato o con un rivestimento trasparente simile al vetro (chiamato vetrina) attraverso una seconda cottura (si parla per questo di biscotto).

Il prodotto così rivestito è detto smaltato o invetriato.

Tra i principali prodotti ceramici a pasta porosa abbiamo:

TERRACOTTA

Dal tradizionale colore rosso-ruggine, non richiede alcun rivestimento e trova impiego nella produzione dei laterizi e di oggetti d'uso domestico. Le terrecotte smaltate e sottoposte a seconda cottura prendono il nome di maioliche o di faenze



lavorazione al tornio



prodotti in argilla

MATERIALI REFRATTARI

Hanno struttura compatta adatta a sopportare temperature molto elevate senza subire alterazioni sensibili di forma e di struttura.

Offrono ottima resistenza meccanica e risultano spesso resistenti alle aggressioni chimico-fisiche delle materie con le quali sono in contatto e agli shock termici.

Maggiore è la percentuale di allumina nell'impasto migliore sarà la resistenza termica e chimica del materiale.

TERRAGLIE

Il termine terraglia identifica una specifica categoria di impasti ceramici a pasta bianca e porosa che, grazie alle loro eccellenti doti di stabilità e versatilità, occupano un ruolo di primo piano nella storia della produzione manifatturiera e industriale. Questi materiali sono composti da miscele selezionate di argille plastiche, quarzo e feldspati, formulate per garantire una struttura estremamente affidabile durante l'intero ciclo produttivo. Una delle caratteristiche tecniche più rilevanti è il loro ridotto coefficiente di ritiro in fase di essiccazione e cottura; Per rendere la superficie impermeabile, il corpo ceramico viene rifinito con l'applicazione di un rivestimento vetroso trasparente, comunemente definito cristallina o vetrina.

MATERIALI CERAMICI A PASTA COMPATTA

Le ceramiche a pasta compatta vengono invece cotte ad alte temperature. In questo modo l'acqua contenuta nell'impasto evapora del tutto ed evita la formazione di bolle.

La pasta acquisisce maggiore compattezza e le ceramiche a pasta compatta hanno buone caratteristiche di impermeabilità senza dover essere smaltate o invetriate.

Tra i principali prodotti ceramici a pasta compatta ci sono:



porcellane



porcellane decorate

PORCELLANA

Con o senza rivestimento, è un materiale compatto e durissimo che presenta un'ottima resistenza agli agenti chimici.

La porcellana si ottiene impastando una miscela di caolino, feldspato o quarzo.

Oggi le porcellane si distinguono fra dure, cioè quelle che vanno cotte oltre i 1300°C di cottura, e tenere che si cuociono a temperatura inferiore ai 1300°C.

La caratteristica più apprezzata della porcellana, oltre al suo candore e alla sua resistenza, è la translucenza: se posta contro luce la porcellana presenta una leggera trasparenza (ovviamente tanto maggiore quanto più è sottile lo spessore).

In fase di cottura è molto instabile anche a causa dell'elevato ritiro. La tradizione della lavorazione della porcellana si sviluppa in Cina tra il 1700-1600 a.C.

GRES

è un materiale molto compatto e resistente che assume, per effetto della cottura un aspetto simile a quello del vetro (vetrificazione) che lo rende impermeabile e poco poroso.

Il Grès porcellanato è un grès di qualità superiore che si ottiene a partire dal caolino (un argilla di alta qualità) e che presenta particolari caratteristiche di compattezza, impermeabilità e resistenza allo sfregamento.

MATERIALI CERAMICI AVANZATI

I materiali ceramici avanzati sono nuovi materiali o nuove combinazioni di materiali che incorporano continuamente nuove tecnologie e offrono prestazioni elevate. Sono più efficienti e più durevoli rispetto ai materiali tradizionali.

Hanno proprietà eccellenti come elevata durezza, resistenza alle alte temperature, resistenza chimica, elevata resistenza, isolamento e conduttività elettrica.

L'aggiunta di materiali molto duri come il carburo e la silice nella produzione di materiali ceramici moderni li ha resi superconduttori, semiconduttori e magnetici.



materiali ceramici avanzati

1.4 LAVORAZIONI

La lavorazione della ceramica parte con la preparazione dell'impasto. Si procede con la formatura e l'essiccazione che permettono di ottenere un prodotto detto "verde". Fino a questo momento il materiale può ancora essere lavorato. Con la successiva fase di cottura si ottiene il prodotto finale e il materiale non può più essere riutilizzato.

PREPARAZIONE IMPASTO

Argille, silice e feldspati vengono selezionati, macinati e miscelati con opportuni leganti per ottenere un impasto omogeneo. L'argilla viene venduta sotto forma di polvere, di granuli o in panetti di impasto già pronto per essere lavorato.



impasto ceramico

FORMATURA

In questa fase l'impasto ceramico viene lavorato così da imprimergli una forma.

Diverse sono le tecnologie per la formatura dei materiali ceramici e la scelta della tecnologia più consona è guidata dalle caratteristiche dell'impasto, dalle dimensioni e dalla forma del prodotto.

Nell'immaginario collettivo la ceramica è spesso associata a lavorazioni di tipo artigianale, ma molte sono anche le tecniche industriali che assicurano una produzione uniforme su larga scala.

ESSICCAZIONE

L'essiccamento è un passaggio fondamentale nella produzione ceramica e accompagna anche le fasi di formatura. Per rimuovere gli stampi è infatti necessario che l'impasto si asciughi abbastanza da raggiungere la cosiddetta "durezza del cuoio" un primo stadio di essiccamento.

Il tempo richiesto per l'essiccamento completo, dipende dal tipo di impasto, dalle dimensioni e dallo spessore dell'oggetto, dalle condizioni ambientali.

A livello industriale si utilizzano degli specifici forni detti essiccatoi.

Una volta essiccato il pezzo prende il nome di "verde" e risulta fragile ma duro abbastanza da poter essere maneggiato con delicatezza o subire lavorazioni di rifinitura.

Quando il materiale si asciuga l'acqua presente tra le particelle evapora e queste ultime tendono ad avvicinarsi riempiendo gli spazi rimasti vuoti. La riduzione di volume dipende dalla composizione dell'impasto, per una normale argilla di giusta plasticità può essere dell'8 – 10%.

Un ritiro eccessivo può portare facilmente alla deformazione ed alla rottura di un oggetto plasmato, specialmente se l'essiccamento non è uniforme. L'oggetto lasciato asciugare per una o due settimane acquista una consistenza dura ma fragile chiamata "secco assoluto". Fino a questo punto non c'è nessuna variazione nella composizione chimica dell'argilla, se l'oggetto venisse immerso in acqua tornerebbe argilla fluida.



essiccazione

RIFINITURA

Una volta essiccato il prodotto si procede con la rifinitura che prevede le fasi di levigatura e perfezionamento della superficie per eliminare imperfezioni e rendere la superficie liscia e uniforme utilizzando una spugna umida.

Questa fase è solitamente consigliata per le lavorazioni manuali nella quale potrebbero maggiormente presentarsi imperfezioni. Nelle lavorazioni industriali, infatti, l'utilizzo degli stampi non rende necessario questo passaggio.

In questa fase è possibile anche aggiungere decorazioni come scanalature o incisioni.



rifinitura



decorazione

COTTURA

In fase di cottura i primi cambiamenti nella composizione cominciano a verificarsi sopra i 350°C quando l'acqua di idratazione, legata chimicamente agli elementi presenti nel reticolo cristallino dei minerali, inizia ad essere eliminata.

A circa 500°C l'argilla è completamente disidratata, e spariscono i gruppi ossidrilici che catturavano le molecole di acqua, e non può più essere riutilizzata perché la sua composizione chimica è modificata in modo irreversibile.

I successivi processi, detti di vetrificazione, avvengono a temperature molto elevate. Durante la cottura, che avviene tra i 900° e i 1250° l'oggetto subisce un ulteriore ritiro che va dal 4 al 16 %.



cottura

SMALTATURA

La fase di smaltatura permette di applicare sulla superficie del profotto ceramico, uno strato di smalto, cioè una miscela a base vetrosa che può essere trasparente o di un qualsiasi colore.

La smaltatura può avvenire a pennello (solitamente nelle lavorazioni artigianali e su prodotti di piccole dimensioni), a spruzzo, ad asperzione (cioè colando lo smalto liquido sul pezzo) o più comunemente ad immersione (immergendo il prodotto in una vasca di smalto in modo da ricoprirne le superfici)

Si tratta di una fase non necessaria; in alcuni casi infatti, il prodotto ceramico non necessita di smaltatura.



smaltatura a immersione



smaltatura a spruzzo



decorazione

decorazione

DECORAZIONE

Dopo la smaltatura è possibile passare alla fase di decorazione o procedere direttamente alla SECONDA COTTURA.

A livello artigianale, per evitare imprecisioni nel disegno si ricorre spesso all'antica tecnica dello spolvero. Si tratta di un foglio di carta traslucido forato ad ago lungo i contorni del disegno da riprodurre che, appoggiato alla superficie del, viene battuto con un batuffolo contenente polvere di carbone. Questa, attraverso i fori della carta, si deposita sulla superficie del vaso tracciando i contorni del disegno su cui verranno applicati i colori.

La traccia lasciata dalla polvere di carbone viene ripassata a pennello dal pittore, che quindi applica, sempre a pennello, i colori per completare il disegno.

A livello industriale, invece, si è sviluppata negli ultimi anni la decorazione digitale attraverso un processo simile a quello delle fotocopiatrici con macchinari capaci di riprodurre qualsiasi immagine su un supporto ceramico.

Gli speciali colori da ceramica si ottengono con diversi ossidi metallici. Le tonalità verdi con l'ossido di rame, quelle gialle con l'ossido di ferro, mentre l'ossido di cobalto produce gli azzurri e l'ossido di manganese i bruni.

Si procede poi con una SECONDA COTTURA che permette ai colori e allo smalto di acquistare consistenza e brillantezza.

Le alte temperature permettono allo smalto di fondersi con il colore creando una superficie liscia a ruvida.

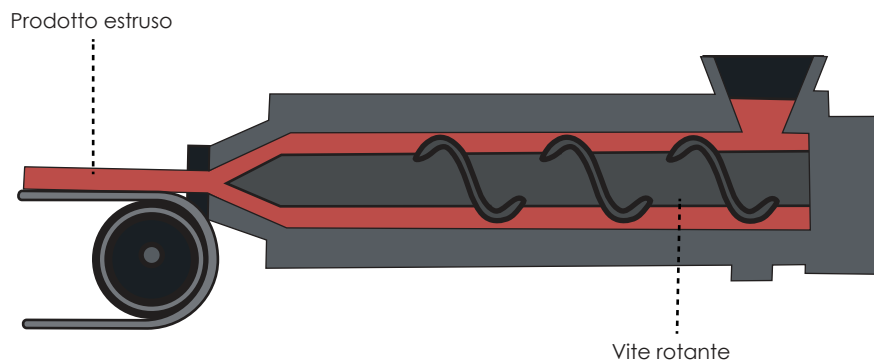
Altre modalità di decorazione sono l'ingobbio, che permette la decorazione su ceramica solo essiccata e non ancora cotta o il terzo fuoco, una decorazione su un supporto ceramico già smaltato che verrà sottoposto ad una terza cottura.

1.5 MODALITÀ DI FORMATURA

La ceramica è un materiale che viene spesso associato a lavorazioni di tipo artigianale, ancora oggi molto diffuse, ma numerose sono anche le lavorazioni dedicate alla produzione su larga scala. Le modalità di formatura vengono scelte in base alla geometria del prodotto che si vuole ottenere e, spesso, a influire sulla scelta della tecnologia è anche la composizione dell'impasto.

ESTRUSIONE

Questa tecnologia è indicata per oggetti dalla forma semplice. Nella prima fase l'impasto viene inserito in un estrusore, ovvero un serbatoio, con all'interno, una vite rotante che con il suo movimento spinge l'impasto verso una filiera o un ugello sagomato, che determina la forma del prodotto estruso risultante. La seconda fase prevede il taglio del pezzo estruso per ottenere le dimensioni desiderate per poi procedere all'essiccazione.



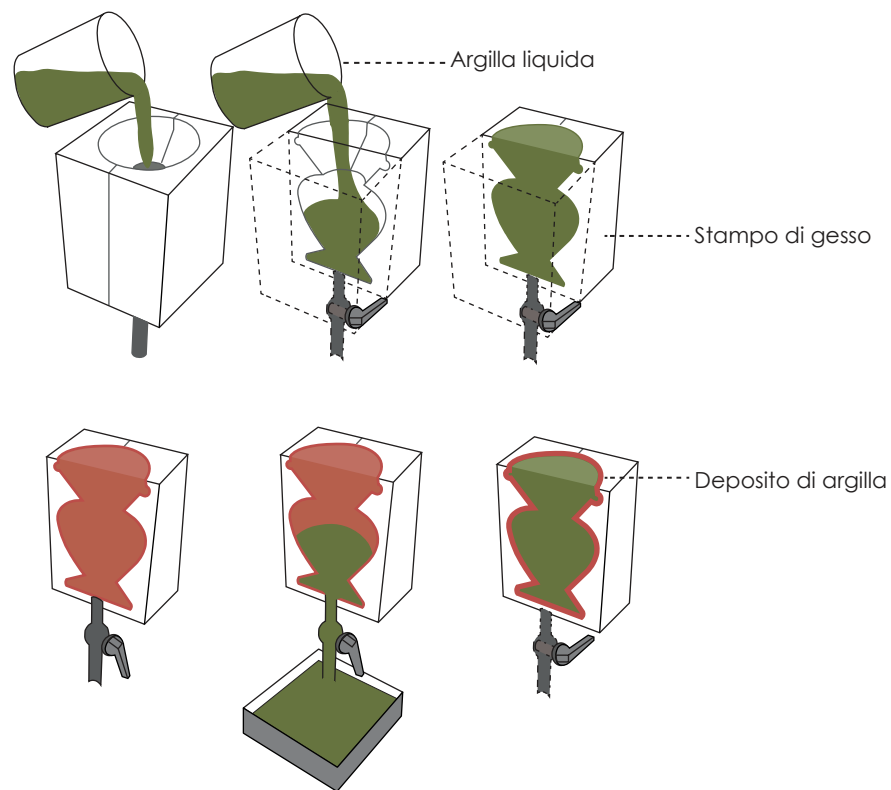
estrusione



estrusione

COLAGGIO

Questa tecnica di produzione prevede il colaggio di una miscela di argilla liquida in uno stampo poroso in gesso e permette di ottenere forme cave identiche dallo spessore uniforme. nella prima fase lo stampo viene riempito con l'impasto liquido e lasciato riposare. il tempo di riposo determinano lo spessore delle pareti: in questa fase infatti lo stampo assorbe l'umidità della miscela lasciando che l'argilla si depositi sulle pareti dello stampo creando un guscio. raggiunto lo spessore desiderato, l'impasto in eccesso viene versato in grandi vasche per essere riutilizzato mentre il guscio resterà nello stampo fino al raggiungimento della "durezza cuoio" per poi essere rimosso dallo stampo.



colaggio



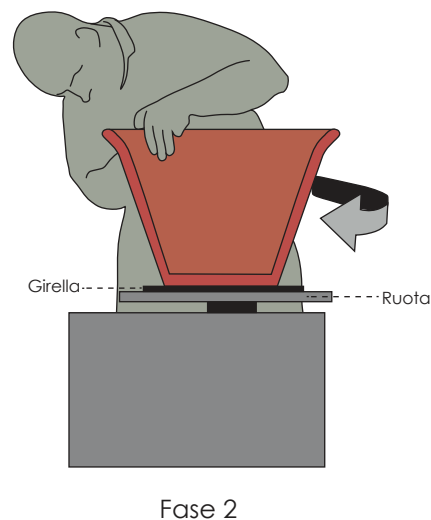
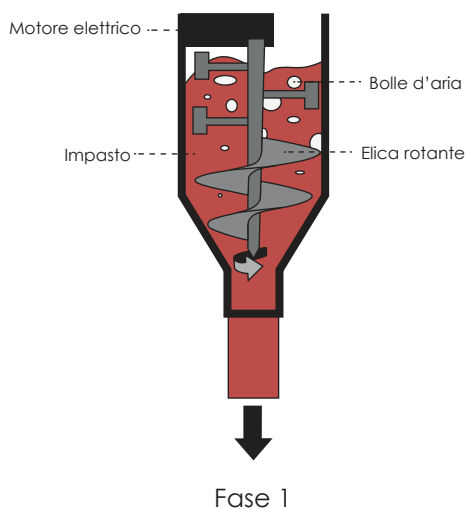
stampo in gesso per colaggio

TORNITURA

La lavorazione al tornio è una tecnica antica e diffusa in tutto il mondo utilizzata per produrre forme piane e cave. È una lavorazione manuale e l'abilità del vasaio influisce molto sul risultato finale del prodotto.

la prima fase consiste nell'introduzione dell'argilla nell'impastatrice che mescola perfettamente l'impasto rimuovendo eventuali bolle d'aria.

nella seconda fase l'argilla viene prelevata, manipolata per migliorarne la consistenza e introdotta al centro di una girella, posizionata sulla ruota del vasaio che viene azionata da un motore elettrico o da un pedale. mentre la ruota gira l'impasto è tirato verso l'alto, formando un cilindro dalle pareti spesse e uniformi. Questo passaggio è fondamentale ed è alla base di tutte le forme che l'impasto andrà poi ad assumere. Ottenuta la forma desiderata la girella viene rimossa dalla ruota e il pezzo viene lasciato asciugare.



lavorazione al tornio

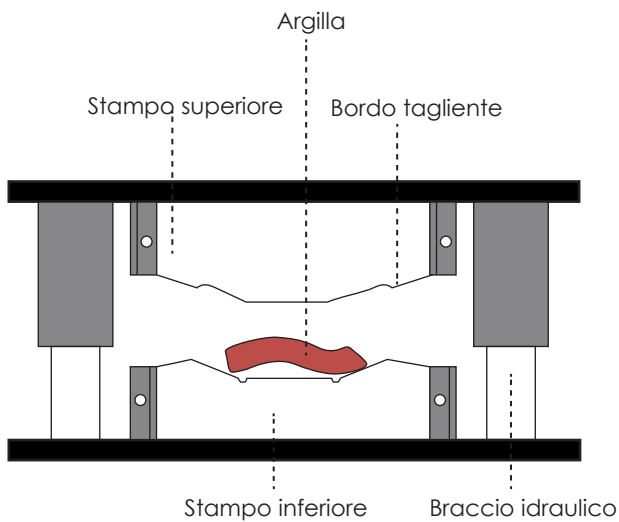
PRESSATURA

Si tratta di un processo meccanizzato anche conosciuto come pressatura isostatica e prevede l'utilizzo di due stampi porosi.

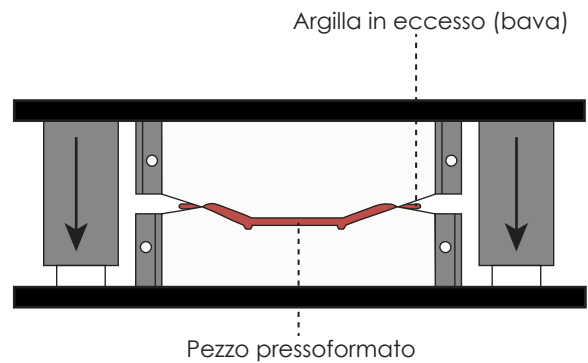
Nella prima fase si posiziona l'argilla sullo stampo inferiore e successivamente, nella seconda fase, i due stampi si avvicinano pressando l'impasto.

La pressione spinge l'argilla nelle cavità degli stampi e a comprimersi lungo il bordo formando della bava che verrà eliminata non appena i bordi taglienti degli stampi entreranno in contatto.

Durante la pressatura gli stampi in gesso caldi drenano l'umidità accelerando il processo di essiccazione permettendo la sfornatura in breve tempo.



Fase 1



Fase 2



pressatura



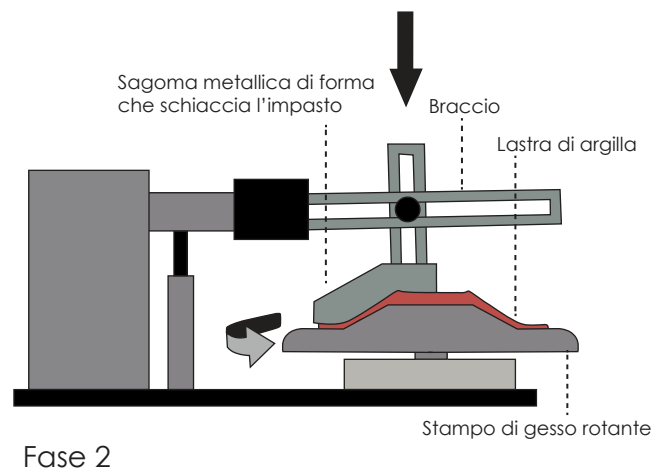
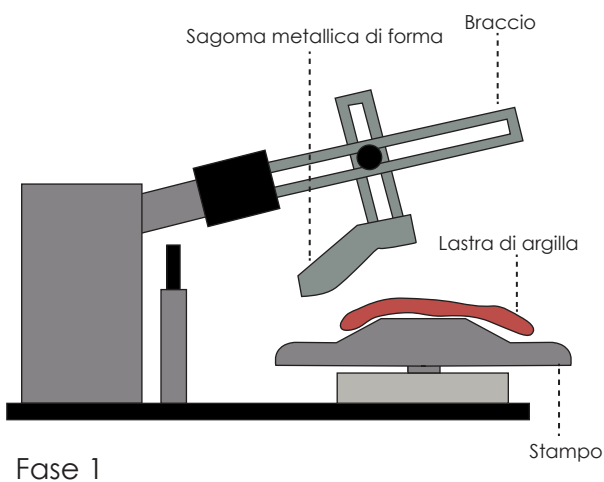
pressatura

CALIBRATURA

Questa lavorazione, conosciuta anche come jiggering, richiede la presenza di uno stampo e una sagoma metallica di formatura che funge da cutter. Il macchinario utilizzato si compone infatti di una girella che ruota ad alta velocità grazie ad un motore elettrico e di un braccio mobile sulla quale si colloca la sagoma metallica. Nella prima fase lo stampo viene posizionato sulla girella e su di esso, si poggia l'impasto.

Nella fase due, l'argilla e lo stampo ruotano mentre il braccio si abbassa sull'argilla e in questo modo la sagoma metallica modella la superficie esterna, mentre lo stampo quella interna. Raggiunta la forma desiderata bisognerà aspettare che l'impasto si asciughi prima di rimuovere lo stampo.

Tecnica alternativa è quella del jollying in cui lo stampo impartisce una forma "esterna" mentre il cutter profila la parte interna.



jollying



jiggering

LAVORAZIONI A CONFRONTO

TORNIO

Lavorazione manuale

GEOMETRIA	    
TEMPO	    
RIPETIBILITÀ	    
PRECISIONE	    

La lavorazione al tornio è adatta a geometrie semplici. Per geometrie più complesse è necessario modellare unire tra loro più componenti come nel caso dei manici. Eventuali tagli o fori devono essere eseguiti in fase di rifinitura a seguito di una prima essiccazione. Per questa lavorazione il tempo così come la precisione dipendono dalla bravura del ceramista e, essendo una lavorazione manuale è impossibile ottenere pezzi identici tra loro.

COLAGGIO

Lavorazione manuale o industriale

GEOMETRIA	    
TEMPO	    
RIPETIBILITÀ	    
PRECISIONE	    

Il colaggio è una tecnica di lavorazione che prevede l'impiego di uno stampo in gesso e un impasto molto liquido e ciò permette le più svariate geometrie. È un processo abbastanza lento che necessita dell'essiccazione prima di poter estrarre l'oggetto dallo stampo. La presenza dello stampo in gesso garantisce la massima precisione e l'esatta ripetibilità dei pezzi.

ESTRUSIONE

Lavorazione industriale

GEOMETRIA	    
TEMPO	    
RIPETIBILITÀ	    
PRECISIONE	    

L'estrusione permette geometrie estremamente semplici e solitamente si utilizza per forme solide piene. È un processo rapido, seguito da una successiva e necessaria fase di taglio. Questo processo industriale garantisce una buona precisione ed è particolarmente adatta per le produzioni industriali dai grandi numeri come la produzione di piastrelle e laterizi.

PRESSATURA

Lavorazione industriale

GEOMETRIA	    
TEMPO	    
RIPETIBILITÀ	    
PRECISIONE	    

La pressatura prevede l'utilizzo di due stampi in gesso (solitamente maschio-femmina) ed è possibile ottenere geometrie abbastanza semplici e cave che vanno a modellarsi attraverso lo schiacciamento del materiale posto tra i due stampi. È un processo piuttosto rapido e l'impiego degli stampi in gesso garantisce la massima precisione e l'esatta ripetibilità dei pezzi.

CALIBRATURA

Lavorazione industriale

GEOMETRIA	    
TEMPO	    
RIPETIBILITÀ	    
PRECISIONE	    

La calibratura necessita di uno stampo in gesso che ruota su un profilo metallico affilato che impartisce la forma ed è possibile ottenere geometrie piuttosto semplici e poco cave. È un processo rapido e l'impiego dello stampo in gesso e del profilo metallico garantisce la massima precisione e l'esatta ripetibilità dei pezzi.

STAMPA 3D

Lavorazione CNC

GEOMETRIA	    
TEMPO	    
RIPETIBILITÀ	    
PRECISIONE	    

La stampa 3D è una lavorazione additiva a controllo numerico adatta a geometrie non troppo complesse e a forme cave con sbalzi minimi. È una lavorazione piuttosto lenta che richiede la sovrapposizione di numerosi strati. La precisione del pezzo stampato in 3D dipende da moltissimi fattori tra cui l'impostazione dei diversi parametri di stampa, l'umidità dell'impasto e dell'ambiente durante la fase di stampa e tutto ciò influisce anche sull'esatta ripetibilità dei pezzi.

Ciascuna tecnologia o modalità di lavorazione ha dei vantaggi o dei limiti rispetto alle altre. Qui sono state analizzate le varie tecnologie mettendole a confronto utilizzando 4 parametri di riferimento (geometria, tempo, ripetibilità e precisione) così da poter individuare la tecnologia migliore per soddisfare le esigenze formali e produttive dettate dal prodotto.





2 STAMPA 3D

2.1 Stampa 3D

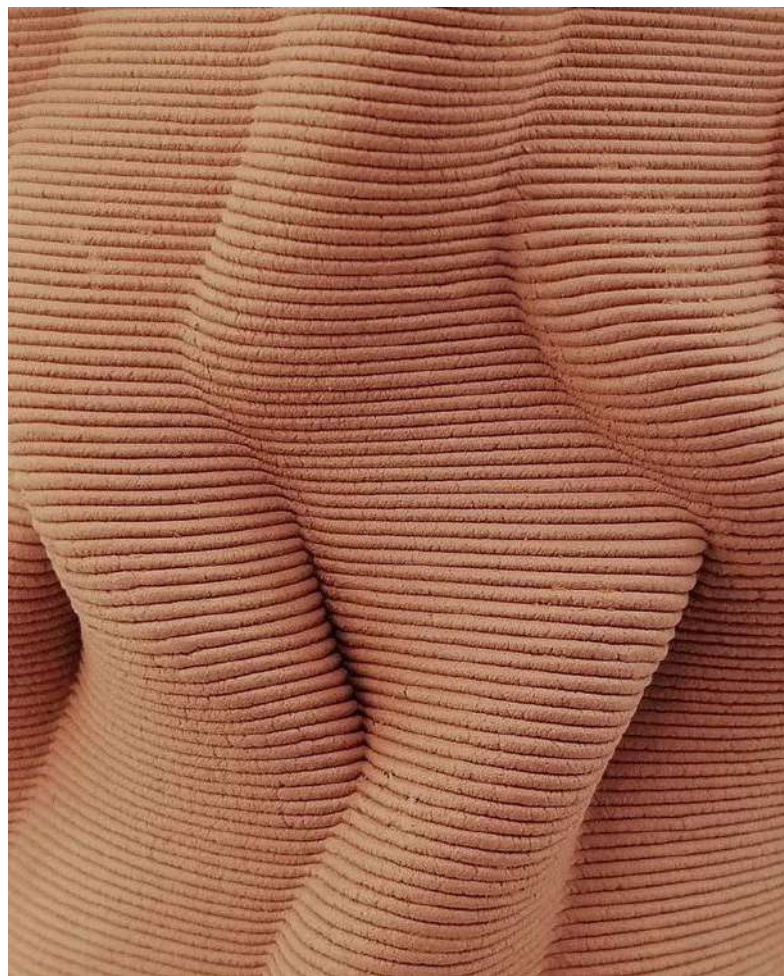
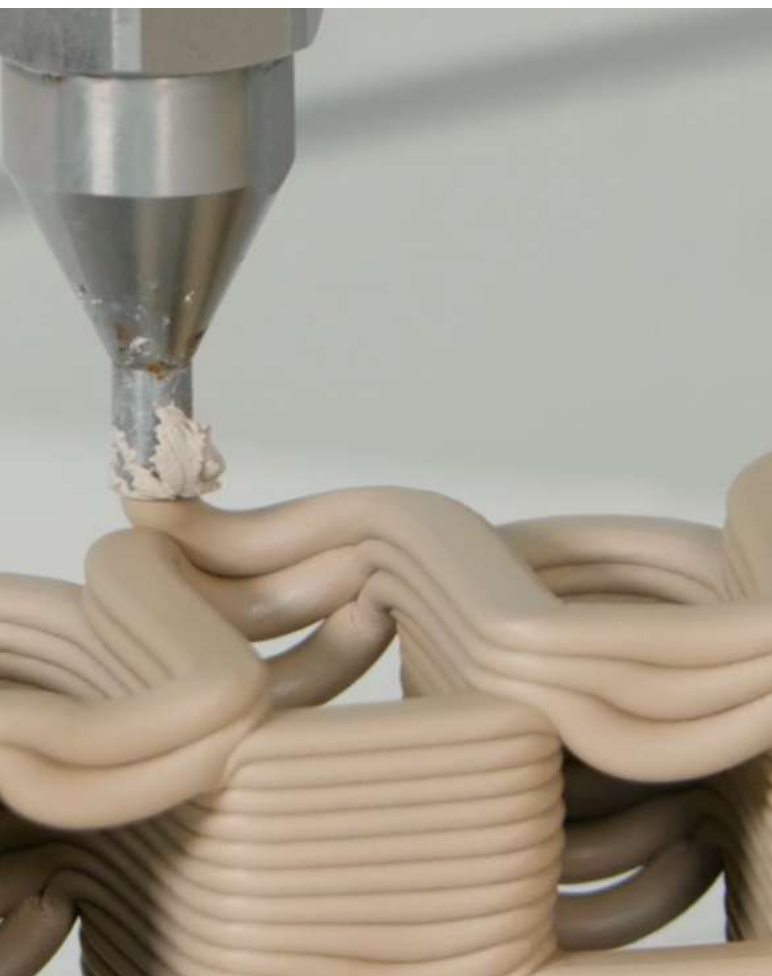
2.2 Autoproduzione

2.3 Tecnologia 3D clay

2.4 Parametri di stampa

2.5 Processo di stampa

2.6 Sperimentazioni



2.1 STAMPA 3D

Il rapido sviluppo tecnologico degli ultimi decenni ha permesso l'introduzione nell'industria di nuove tecnologie capaci di eseguire lavorazioni meccaniche complesse con estrema precisione e ripetibilità.

Tra esse emergono le macchine a controllo numerico computerizzato (CNC) che utilizzano un sistema computerizzato per direzionare con estrema precisione gli strumenti di macchina che eseguono le lavorazioni monitorando costantemente la posizione attraverso sensori e sistemi di feedback.

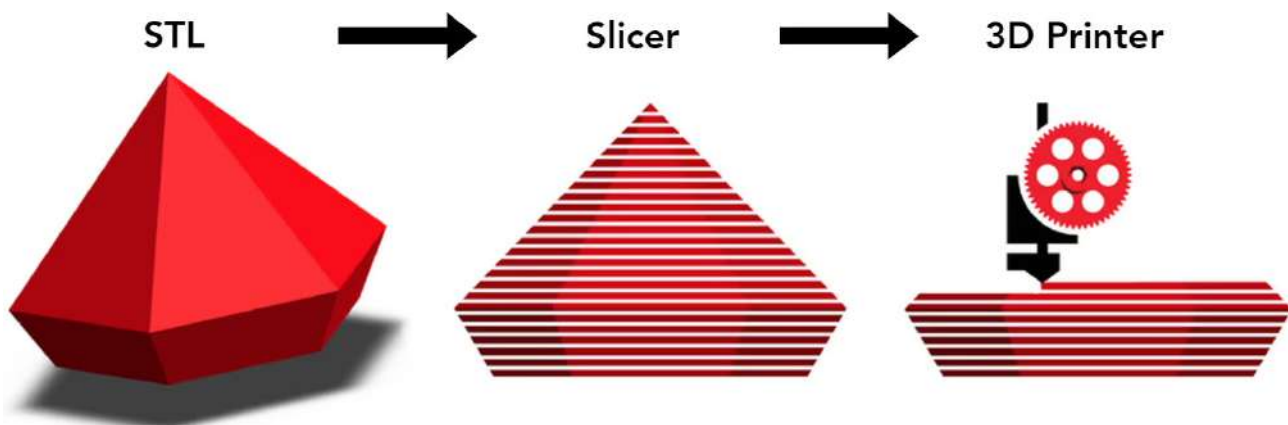
Le macchine CNC utilizzano un linguaggio di programmazione noto come G-CODE, un insieme di informazioni che specifica i movimenti che l'utensile deve compiere.

Questi codici vengono generati attraverso dei software CAM (computer-aided-manufacturing) che traducono il disegno realizzato su un software CAD (computer-aided design, uno strumento digitale che permette di creare disegni bidimensionali e tridimensionali) in istruzioni per le macchine cnc, il G-code appunto.

I processi di produzione che impiegano macchine a controllo numerico prevedono processi sia additivi che sottrattivi.

Nei processi sottrattivi, il movimento degli utensili è destinato alla rimozione di materiale e si applica a lavorazioni come la tornitura, la foratura e la fresatura.

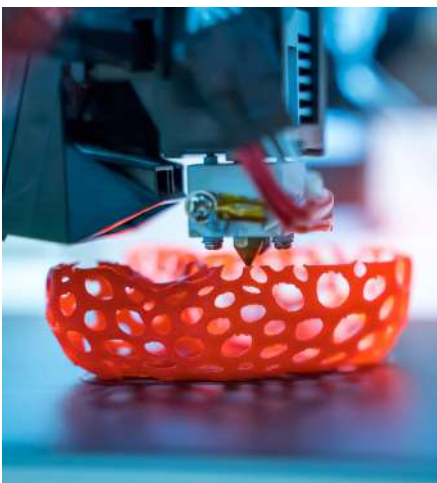
Nei processi additivi, invece, si aggiunge materiale ed è proprio questo il concetto alla base della stampa 3D.



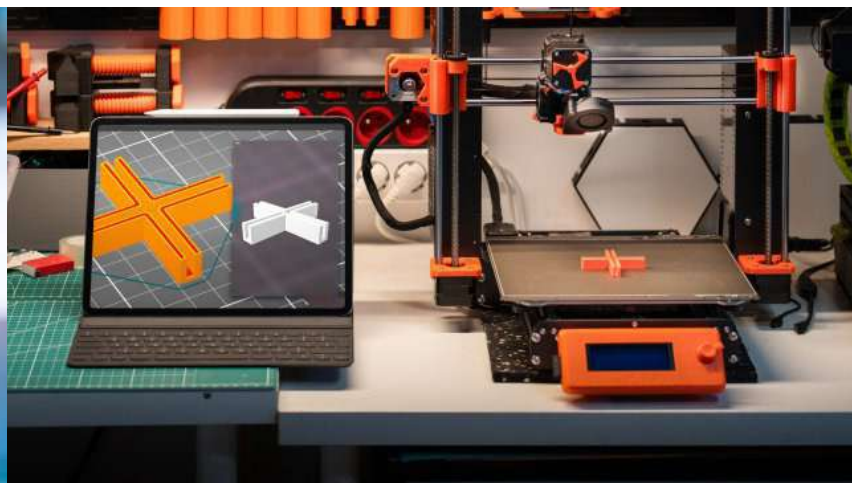
Come abbiamo visto, infatti, la stampa 3D è una tecnologia additiva che permette di realizzare oggetti tridimensionale aggiungendo materiale su altro materiale seguendo un percorso definito proprio dal G-Code.

Il rapido sviluppo di questa tecnologia ha condotto a molteplici modalità e possibilità di stampa 3D.

La tecnologia più conosciuta e diffusa è la stampa 3D a estrusione: in questo processo il materiale viene estruso attraverso un ugello depositandolo su un piano. La deposizione del materiale segue un percorso preciso che porta alla costruzione, strato per strato, dell'oggetto.



stampa 3D PLA



stampa 3D

I materiali inizialmente utilizzati per questa tecnologia sono i polimeri, in particolare ABS, Nylon e PLA.

Il consolidamento della tecnologia applicata ai polimeri ha poi avviato numerose sperimentazioni sui materiali utilizzabili: attraverso modifiche alle stampanti e con l'introduzione di tecnologie di stampa avanzate pian piano si è aperta la possibilità di stampaggio 3d dai più disparati materiali.

L'acciaio, è tra i materiali metallici più utilizzati insieme a oro e argento. Si sta sperimentando e diffondendo l'utilizzo di materiali come la carta, il legno, il vetro, materiali ceramici, l'acciaio, che è tra i materiali metallici più utilizzati insieme a oro e argento, fino ai più fantasiosi esperimenti in ambito alimentare con stampanti in grado di riprodurre oggetti in cioccolato, che aprono però alla possibilità futura di cibi realizzati con questa tecnologia come già sta accadendo con la Fake meal, un alimento che simula una fetta di carne ma è ricavata da cellule di proteine vegetali stampate in 3d.

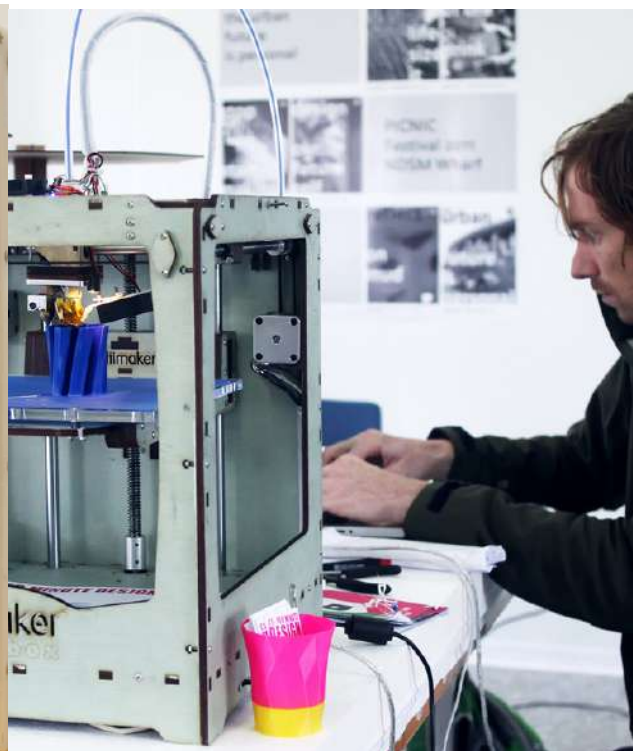
Con la stampa 3D del calcestruzzo, invece, si sta concretizzando la possibilità futura di riuscire a stampare edifici o parti di essi, con sperimentazioni che stanno riportando risultati positivi accrescendo l'interesse su questa tecnologia.

2.2 AUTOPRODUZIONE

La diffusione della stampa 3D è stata fondamentale nel definitivo consolidamento di un approccio progettuale avviato dalle avanguardie del design italiano degli anni '70 : l'autoproduzione. Nell'autoproduzione il designer segue direttamente l'intera filiera produttiva: lo sviluppo del progetto, la sua realizzazione e la sua distribuzione.



stampa 3D



stampa 3D

Si tratta di un fenomeno in continua ascesa, spesso in risposta alla crisi economica e occupazionale e all'incapacità delle industrie tradizionali di assorbire nuove le figure professionali legate alla progettualità.

Inoltre, i designer si dedicano all'autoproduzione proprio per la piena apertura alla sperimentazione progettuale che permette questo approccio: si tratta spesso di piccole serie con massima possibilità di personalizzazione. Spesso si cerca di coinvolgere gli utenti ancor prima che il prodotto sia finito attraverso l'open source (in cui le idee, i progetti e le creazioni sono resi accessibili a tutti per essere utilizzati, modificati e condivisi liberamente), ricorrendo al pre-acquisto che determina o meno la realizzazione di un oggetto o alla fabbricazione on-demand.

In un contesto come quello dell'autoproduzione caratterizzato dalla sperimentazione, la stampante 3D si presenta come un supporto fondamentale per il designer che la utilizza per produrre i suoi progetti con lo scopo della commercializzazione o se ne serve per creare rapidamente dei prototipi di studio utili per calibrare gli intenti progettuali.

FAB LAB

Un fab lab, abbreviazione dei “fabrication laboratory”, è un piccolo laboratorio che mette a disposizione le tecnologie di fabbricazione digitale come taglieri laser, frese CNC e stampanti 3D.

I fab lab sono spazi aperti alla condivisione e alla sperimentazione e favoriscono il concetto di “do it yourself” (DIY) che ha come obiettivo l'innovazione a partire dalle risorse locali.

Un fab lab è anche una comunità aperta dove makers, studenti, professionisti e semplici curiosi collaborano, imparano e condividono le loro conoscenze.

Il primo fab lab, creato nel 2003 dal direttore del Center for Bits and Atoms del Massachusetts Institute of Technology (MIT) di Boston, nasce proprio come tentativo di rendere la fabbricazione digitale accessibile al grande pubblico.

La rapida diffusione dei fab lab in Italia e nel mondo ha reso ancora più accessibile l'utilizzo delle stampanti 3D, permettendo a chiunque di sperimentare questa nuova tecnologia additiva senza il bisogno di possederla o acquistarla.

Il FabLab è in grado di costituire comunità operative multidisciplinari prive di gerarchie, generando capitale creativo rapidamente.

La ricerca che si porta avanti in questi spazi può in parte uscire fuori e trovare direttamente applicazioni in ambiti industriali.

Si parla di “ricerca dal basso”: una pratica decentralizzata che ha moltissimo potenziale imprenditoriale.



fablab

2.3 TECNOLOGIA 3D CLAY

Nell'immaginario collettivo la ceramica è collegata all'oggetto artigianale fatto a mano.

Questa immagine è lontana dalla realtà, considerando che nel mondo moderno la maggior parte della ceramica è prodotta meccanicamente in serie con un minimo lavoro manuale.

Il vaso fatto a mano è una sorta di lusso, destinato a un'élite benestante capace di apprezzarne il valore artigianale.

UNFOLD, il duo di designer belgi composto da Dries Verbruggen e Claire Warnier, è stato il primo nel 2009 a modificare una stampante 3D adattandola alla stampa ceramica sostituendo l'estrusore per i polimeri con una siringa riempita di argilla.

Poi, usando aria compressa per pressurizzare la siringa, estrudevano un sottile filo di argilla.



estrusore stampa 3D clay

layer stampa 3D clay

stampa 3D clay

L'introduzione della stampante 3D ceramica si presenta come un'alternativa alle lavorazioni più diffuse.

L'inizio della produzione di ciotole ceramiche risale al Neolitico: l'argilla veniva plasmata in forma di corda, il colombino, che veniva poi avvolto ed amalgamati l'uno sull'altro dando forma all'oggetto; in modo analogo agisce oggi l'estrusore che deposita l'impasto sovrapponendolo di strato in strato: in quest'ottica la stampa 3D della ceramica potrebbe, paradossalmente, richiamare la tradizione.

Il tornio fu introdotto molto più tardi e ha rappresentato una grande limitazione nello sviluppo della forma e delle superfici a causa del processo che composta rotazione e simmetria.

LIMITI E POSSIBILITÀ

La stampa 3D della ceramica al contrario di quella della plastica non nasce come tecnologia di prototipazione rapida ma come tecnologia di produzione vera e propria, l'oggetto stampato non è un prototipo ma un prodotto finito. Si colloca in una posizione intermedia tra quella dell'industria e quella dell'artigianato, consentendo una produzione veloce ed automatizzata di pezzi che però sono unici e personalizzabili, con diversi vantaggi che la rendono un'importante innovazione nel campo delle lavorazioni della ceramica.

Il costo della produzione è quasi interamente limitato a quello iniziale dell'attrezzatura, ovvero della stampante e del sistema di estrusione, senza bisogno di stampi e altre attrezzature dedicate, della materia prima, ed infine a quello di finitura e cottura comuni ad ogni processo di produzione della ceramica.

Viene quindi completamente eliminata la fase di preparazione dello stampo, con vantaggi sia dal punto di vista dei costi che dei tempi. La produzione di eventuali prototipi può avvenire con la stessa tecnologia, con nessuno spreco di materiale, poiché nel caso i pezzi non vengano cotti sono riciclabili.

Il tempo effettivo per la stampa del pezzo è estremamente ridotto rispetto a quello della maggior parte delle tecniche di lavorazione tradizionali.

La stampa 3D infine consente una grande libertà formale in cui non vi sono vincoli riguardanti sottosquadri, cambi di sezione o angoli di sforno con alcuni accorgimenti soprattutto per pezzi sproporzionati in altezza e con grandi parti a sbalzo. La completa "fusione" dei layer tra di loro che consente di produrre oggetti a tenuta stagna e resistenti come pezzi analoghi prodotti con tecnologie tradizionali. Infine dopo essere stato stampato il pezzo può subire tutte le lavorazioni tipiche della ceramica, con una varietà infinita di possibili finiture.



stampa 3D clay

Modellare e progettare forme corrette per le tecniche additive costituisce il primo passo verso un uso efficiente di esse. Ci sono infatti alcune regole da tenere in considerazione quando si progetta un oggetto che dovrebbe essere stampato.

Un' aspetto critico di molte tecnologie additive riguarda la gestione degli sbalzi, tra cui possiamo includere anche i ponti, i fori, le cupole, e qualunque figura si inclini rispetto all'asse verticale. Per la stampa 3D a polimeri la costruzione di supporti in fase di stampa permette la realizzazione di forme esternamente complesse.

Con i materiali ceramici si hanno alcuni importanti svantaggi, come la non immediata solidificazione del materiale e la sua densità elevata che ne aumentano la tendenza al collasso soprattutto in presenza di componenti a sbalzo in cui il peso non viene distribuito sugli strati sottostanti, o l'impossibilità di utilizzare dei supporti. Come sempre la viscosità del materiale ha una grande influenza anche in questo ambito.

Altri fattori che devono essere presi in considerazione sono ad esempio la presenza di riempimento, che in parte sostiene le pareti a sbalzo impedendole di collassare, o lo sviluppo in altezza del pezzo e quindi il peso che la parte a sbalzo dovrebbe supportare. Anche la costruzione di ponti e collegamenti è fortemente condizionata dalla viscosità del materiale e richiede un'attentissima impostazione dei parametri di stampa per assicurare una deposizione del materiale "controllata" attraverso i valori del feed e del flow.

CRITICITÀ

Alcuni difetti e criticità in fase di stampa sono risolvibili ed evitabili modificando e migliorando l'impasto, altri invece sono caratteristiche intrinseche del processo, possono essere contrastate in modo da ridurre l'effetto ma non possono essere del tutto eliminate.

Prima e fondamentale criticità del processo riguarda il tipico segno



segno cambio layer



bolle d'aria



deformazione layer

simile ad una cucitura che si forma sul pezzo a causa del cambio di layer che compie l'ugello per alzarsi. Tale caratteristica è può essere resa meno evidente abbassando l'altezza del layer e impostando un flusso/velocità corretti.

Ulteriore difetto emerge quando l'ugello si sposta da un punto all'altro senza stampare. Questo provoca un accumulo di bave di materiale soprattutto nel punto in cui l'ugello riprende la stampa. Le bave possono essere poi rimosse a pezzo asciutto, rendendo meno evidente il difetto. Tale errore è in parte risolvibile tramite la funzione di retraction, e con l'impostazione di una velocità di deposito abbastanza alta, ma l'efficacia dipende dalla viscosità dell'impasto.

Un'altra criticità che può emergere in fase di stampa è la formazione di bolle, che avviene a causa di uno scorretto caricamento del serbatoio. Bolle di piccole dimensioni provocano qualche difetto sul pezzo ma non compromettono la stampa mentre bolle più grandi possono rovinarlo in maniera più consistente e addirittura interrompere il flusso di materiale per qualche secondo. La pressione effettuata dagli strati sul materiale degli strati sottostanti può provocare allargamenti dello spessore di parete. In alcuni casi questo provoca il collasso della stampa che può avvenire a causa di geometrie inadatte come sbalzi o forme sproporzionate in altezza.

Alcune criticità emergono in fase di essiccamento come la formazione di spaccature nel pezzo che può avvenire a causa di un essiccamento troppo rapido e disomogeneo o di forme che non permettono un ritiro uniforme del materiale. Importante è la gestione del pezzo in questa fase, che deve avvenire in un'atmosfera protetta senza correnti o fonti di calore, ma con una buona umidità in modo che il processo sia graduale.

Per quanto riguarda il ritiro invece la geometria del pezzo deve essere formata da spessori il più possibile uniformi, tenendo conto che le forme curve mantengono meglio la forma di quelle più geometriche, e che gli spessori sottili tendono a deformarsi di più.

La progettazione per la stampa 3D, così come quella per i prodotti ceramici realizzati con altre lavorazioni, deve necessariamente tenere conto della percentuale di ritiro del materiale che va dal 6% al 16% del volume complessivo, dovuto alle fasi di essiccamento e cottura.

2.4 PARAMETRI DI STAMPA

Imparare ad utilizzare le stampanti è semplice ma riuscire ad ottenere buoni risultati è invece più impegnativo e richiede molta esperienza soprattutto nella gestione dei numerosi parametri di stampa. La corretta impostazione dei parametri di stampa determina la buona riuscita del pezzo stampato, per questo saranno necessari vari tentativi per raggiungere il miglior risultato possibile.

DIMENSIONE UGELLO

La dimensione dell'ugello (nozzle size) è un parametro importante che influisce sull'intera realizzazione del pezzo. La scelta della dimensione dell'ugello varia seconda della dimensione del pezzo da stampare, dalla precisione e robustezza richieste.

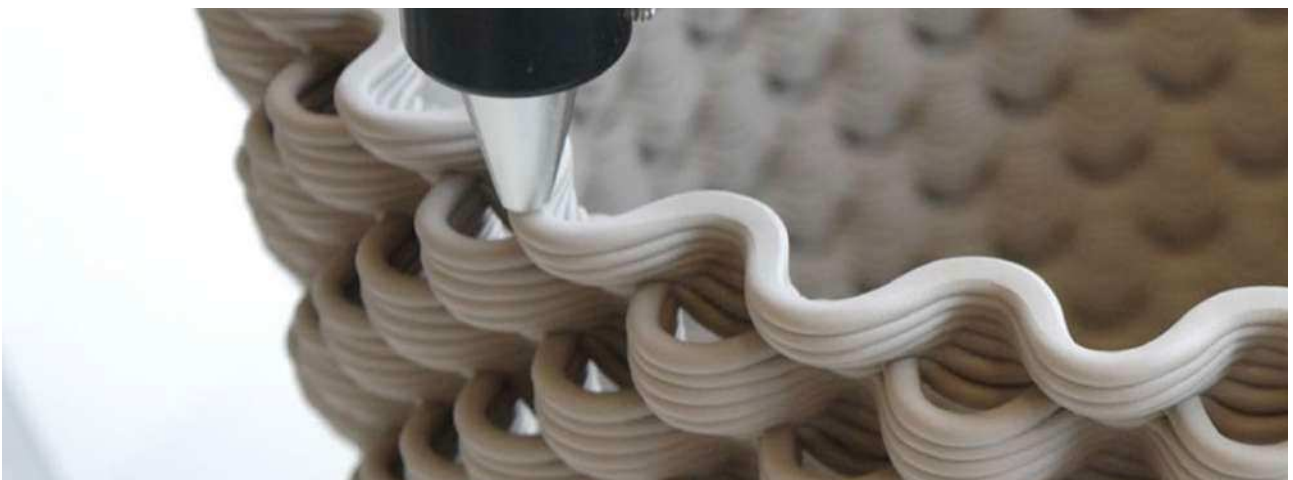
ALTEZZA DEL LAYER

L'altezza del layer (layer height) determina direttamente il numero di sezioni con cui viene tagliato il modello 3D.

è un parametro molto importante che influisce sia sulla resa qualitativa dell'oggetto stampato sia ovviamente sul tempo di stampa.

Come per la dimensione dell'ugello uno spessore elevato permette di ridurre i tempi di stampa ma realizza superfici meno rifinite, mentre uno spessore basso migliora la qualità (e la compattezza della parte) a scapito di tempi di stampa superiori.

L'altezza del layer dipende direttamente dal diametro dell'ugello.



stampa ceramica 3D

VELOCITÀ DI STAMPA

La velocità (printing speed) è uno dei parametri che produce più effetti benefici sui tempi di stampa e consiste nella velocità con cui si muove l'estrusore di stampa ed è espressa in mm/s. Ad alte velocità si ottengono delle stampe qualitativamente basse ma in tempi rapidi, abbassando la velocità di stampa si aumenta la qualità e il tempo di stampa. In caso di una sezione piccola, di una forma sproporzionata in altezza o se vi sono sbalzi consistenti devono essere utilizzate velocità basse poiché velocità elevate causerebbero oscillazioni del pezzo stesso o il suo collasso dovuto all'insufficiente stabilizzazione degli strati sottostanti.

FLUSSO

Il flusso (flow) rappresenta la quantità di materiale che viene estruso dall'ugello e dipende dalla viscosità dell'impasto e della pressione utilizzata dall'estrusore.

Variando la percentuale di flusso è possibile in parte anche correggere errori fatti nella generazione del codice (ad esempio nell'impostazione dell'altezza layer o della velocità) o avere uno spessore maggiore dello strato senza cambiare l'ugello.



estrusore



layer

2.5 PROCESSO DI STAMPA

Il processo di stampa si divide in due fasi principali

La prima segue le fasi della stampa 3D con processi molto simili a quelli adottati per lo stampaggio 3d dei polimeri

La seconda fase comprende le operazioni di essiccamento e di cottura comuni a tutte le lavorazioni che prevedono l'utilizzo di materiali ceramici.

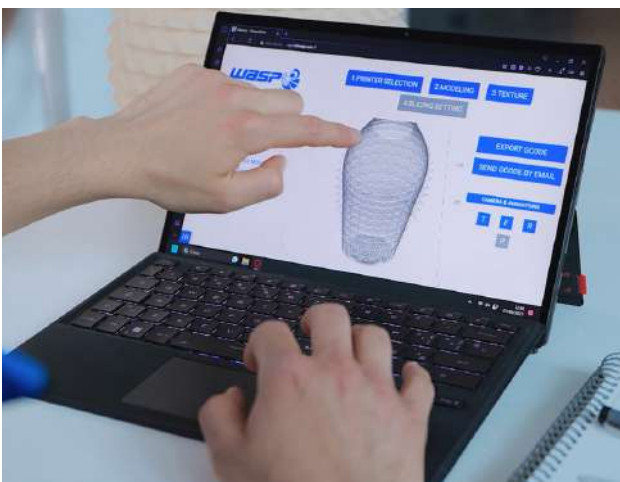
PREPARAZIONE FILE

Lo stampaggio in ceramica di un oggetto non può avvenire senza un'attenta fase di modellazione 3D che permette di creare una visualizzazione tridimensionale di un oggetto all'interno di uno spazio virtuale grazie all'utilizzo di software specifici.

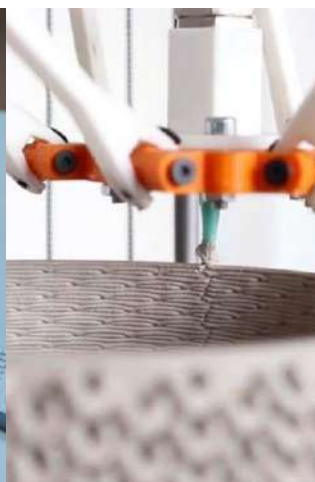
La tecnologia alla base dei programmi di modellazione 3D è il CAD, acronimo di "computer-aided design".

Esistono moltissimi software di modellazione 3d ma tra i più diffusi spiccano sicuramente Blender e Rhinoceros.

Una volta modellato l'oggetto all'interno del software si procede all'esportazione del file in formato .stl che verrà inserito in un software di slicing necessario per dividere il modello digitale in numerosi strati



software di slicing



```
M107
G0 F3600 X96.354 Y97.539 Z0.300
;TYPE:SKIRT
G1 F1200 X99.570 Y97.539 E0.38592
G1 X99.743 Y97.444 E0.40960
G1 X100.304 Y97.219 E0.48214
G1 X101.011 Y97.004 E0.57081
G1 X101.151 Y96.991 E0.58769
G1 X101.340 Y96.950 E0.61089
G1 X101.876 Y96.878 E0.67579
G1 X102.069 Y96.869 E0.69898
G1 X102.069 Y91.739 E1.31458
G1 X109.740 Y91.739 E2.23510
G1 X113.169 Y93.365 E2.69049
G1 X113.169 Y96.819 E3.10497
G1 X123.696 Y96.783 E4.36822
G1 X124.248 Y94.339 E4.66889
G1 X128.551 Y94.339 E5.18525
G1 X130.147 Y94.739 E5.38269
G1 X131.276 Y94.739 E5.51817
G1 X131.657 Y95.118 E5.58266
G1 X133.234 Y95.513 E5.77775
G1 X133.083 Y96.535 E5.90172
G1 X135.508 Y98.947 E6.31215
G1 X133.670 Y101.313 E6.67168
```

g-code

Impostando all'interno del programma i profili di stampa diversi per ogni stampante, il software di slicing genera un Gcode, un codice interpretabile dalla stampante 3d che contiene tutte le informazioni necessarie a costruire, strato per strato l'oggetto.

Tra i software più diffusi e utilizzati ci sono Cura e Simplify 3D.

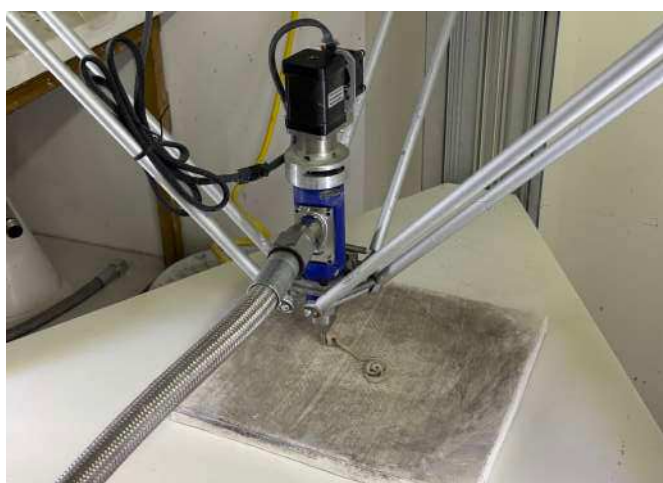
PREPARAZIONE DELLA STAMPANTE

Prima di avviare la stampa è necessario preparare adeguatamente la stampante: va caricato il materiale, montato l'estrusore e preparato un piatto di stampa adatto

CARICAMENTO DEL MATERIALE

Si inserisce il materiale nel serbatoio che, nei sistemi con estrusore a vite, viene gradualmente pressato da un pistone all'interno del cilindro metallico così da riuscire ad eliminare le bolle d'aria che potrebbero causare errori in fase di stampa. È importante ingrassare bene le componenti del pistone rimuovendo eventuali rimanenze di materiale essiccato.

Prima di collegare l'estrusore è possibile controllare sia la qualità dell'impasto che la corretta chiusura del serbatoio estrudendo parte di materiale dal tubo di collegamento, in modo da velocizzare anche il successivo inizio della stampa.



piatto di stampa



estrusore

MONTAGGIO ESTRUSORE

L'estrusore viene, di norma, smontato e lavato dopo ogni utilizzo in modo che l'impasto ceramico non si solidifichi al suo interno.

Prima della stampa viene semplicemente rimontato ed alloggiato sulla piastra di supporto della stampante tramite viti.

Si procede poi al collegamento del serbatoio all'estrusore con un tubo di teflon.

Gli ugelli vengono montati sull'estrusore e possono essere di diverse dimensioni con diametri da 0,4 mm a 6 mm.

POSIZIONAMENTO PIATTO DI STAMPA

Il piatto di stampa utilizzato per la stampa fdm, solitamente in vetro, risulta poco adatto alla stampa con la ceramica.

La presenza di acqua che, man mano che il pezzo si asciuga, tende a scendere agli strati più bassi, necessita di un materiale in grado di assorbirla. Il materiale ideale è il gesso, già utilizzato per le sue proprietà di assorbimento dell'acqua nello stampaggio e in produzioni artigianali come base per l'essiccazione dei pezzi.

In questo caso è necessario preparare manualmente la base di gesso da inserire nella stampante e solitamente prima di avviare la stampa si bagna leggermente il piatto di stampa con dell'acqua.

SETTAGGIO STAMPANTE

In questa fase va innanzitutto impostato il valore di Z ovvero la distanza tra l'ugello e il piano di stampa, valore che corrisponde allo spessore del piatto di stampa. Questo passaggio può anche essere saltato se tale informazione è stata inserita nel GCODE.

AVVIAMENTO

Ottenuto il Gcode e preparata la stampante, possiamo procedere: in alcuni modelli di stampante sarà necessario trasferire il Gcode su una sdcard da inserire nella macchina, in altri il trasferimento del codice sarà wireless.

Avviando la stampa, l'estrusore inizierà a muoversi depositando il materiale sul piatto di stampa. Per garantire una buona riuscita del pezzo, è consigliabile controllare e, se necessario, regolare il flusso o la velocità di stampa. Il processo richiede maggiore controllo da parte dell'utente rispetto a quello della stampa 3D polimerica anche perché durante la stampa l'oggetto potrebbe collassare costringendoci a rivedere e modificare la geometria del file di partenza.

ESSICCAMENTO E COTTURA

Terminata la stampa il pezzo deve essiccare e viene poi sottoposto a eventuale rifinitura. Segue poi la fase di cottura.

Dopo la cottura l'oggetto può essere smaltato o decorato ma spesso si preferisce lasciare il prodotto così com'è: andando a smaltare l'oggetto si perderebbe parte del fascino dato proprio dai layer costruiti con la stampante 3D.

2.6 SPERIMENTAZIONI

La Manifattura Additiva della Ceramica sta aprendo le porte alla possibilità di personalizzare un'intera produzione seriale, permettendo ai designer di sperimentare nuovi approcci specialmente attraverso il design parametrico e computazionale.

Le prime sperimentazioni con l'utilizzo di questa nuova tecnologia, hanno visto la realizzazione di prodotti tipicamente realizzati in ceramica: vasi e rivestimenti murali sono stati le tipologie di oggetti ceramici su cui si è rivolto subito l'interesse, rendendole oggetto delle maggiori sperimentazioni in cui la stampante 3D che è stata sfruttata per costruire superfici vibranti, a tratti tridimensionali.

Negli ultimi anni questa nuova tecnologia ha avuto ampia diffusione in Europa e le sperimentazioni hanno riguardato anche l'interazione tra tecnologia e produzione artigianale: molti sono infatti gli artisti che stanno sperimentando e proponendo una produzione ibrida.

Alcuni studi di progettazione stanno iniziando a proporre elementi d'arredo, strutturali e non, mostrando ampiamente le potenzialità nascoste dietro la tecnologia additiva della ceramica.

Le crescenti sperimentazioni nel territorio europeo, sono rese possibili grazie ad aziende specializzate nella produzione delle stampanti che hanno implementato e affinato questa tecnologia rendendola accessibile.

Tra le tante è importante citare la realtà WASP, azienda italiana produttrice di stampanti 3D a polimero che negli ultimi anni ha lanciato sul mercato stampanti pensate appositamente per la ceramica.

Aziende come la WASP si impegnano a diffondere la conoscenza di questa tecnologia e le concrete possibilità progettuali supportando e collaborando con aziende e università.



stampante 3d clay

URBINAT



Spagna, Barcellona



Inst. Advanced Arch.

Questo progetto sviluppato dall'istituto di Advanced Architecture della Catalogna è stato realizzato in argilla dallo studio Lamaquina uno dei centri di stampa 3d più famosi al mondo.

Il progetto, presentato durante lo Smart City Expo di Barcellona, si compone di moduli stampati in argilla con la tecnologia 3D. Combinando i moduli tra loro si arriva a formare una parete capace di accogliere delle piante per creare un giardino verticale.



WORLD CHILD CANCER'S NURTURING GARDEN

È uno spazio pensato per supportare il benessere emotivo dei bambini sottoposti a trattamenti per il cancro e delle loro famiglie

La sfida è stata creare un concept di giardino che potesse essere facilmente replicato e adattato a diversi contesti ambientali e climatici, permettendo la sua riproduzione negli ospedali.

Giulio Giorgi, paesaggista e gardener italiano, e il Professor Giuseppe Fallacara del Politecnico di Bari hanno così creato un modulo in ceramica impilabile che consente una completa personalizzazione degli spazi esterni.

La produzione dei moduli è stata effettuata da WASP, che, grazie alla sua Clay 3D Printing Farm, ha prodotto oltre 600 unità.



Inghilterra, Chelsea



Giulio Giorgi, Giuseppe Fallacara



FUSION



Paesi Bassi, Rotterdam



IOUS Studio



Il progetto Fusion di IOUS Studio è un ottimo esempio della sperimentazione di nuovi approcci alla realizzazione di rivestimenti murali attraverso il design parametrico e computazionale.

Traendo ispirazione dalle forze dinamiche del mare, Fusion cattura l'effetto ipnotico delle ombre e dei riflessi che danzano sulla superficie dell'acqua, traducendoli in un affascinante design per rivestimento murale.

Co-fondato a Rotterdam dal duo di architetti e designer Sol Sanchez Cimarelli e Agustin Ros, lo studio di architettura e design IOUS Studio è specializzato nel design parametrico e nella fabbricazione digitale. Con un forte focus sul design computazionale, il loro lavoro abbraccia le tecnologie emergenti e l'utilizzo di materiali innovativi.



LIVING ARCHITECTURE FOR HONEY BEES

L'arnia progettata da Asya Ilgun nasce come habitat multispecie stampato in 3D, in grado di accogliere api mellifere e funghi in uno spazio condiviso. Il materiale scelto per stampare l'arnia nasce dalla combinazione di elementi naturali, pensati per interagire con api e funghi.

Argilla, fibre vegetali e additivi bio-based formano una miscela che non solo regge la stampa, ma sostiene anche la crescita biologica nel tempo. La superficie porosa garantisce traspirabilità e trattenimento dell'umidità, fattori fondamentali per il micelio. Allo stesso tempo, le pareti offrono isolamento termico e protezione alla colonia, rendendo il materiale parte attiva dell'habitat.



Danimarca, Copenaghen



Asya Ilgun



CERAMIC HOUSE



Paesi Bassi, Amsterdam



Studio Rap

Lo Studio rap, con un approccio innovativo alla progettazione architettonica contemporanea, si avvale di processi di fabbricazione digitale all'avanguardia per arricchire l'architettura storica esistente di una famosa boutique di Amsterdam con un nuovo linguaggio di design.

Il design risultante, ottenuto attraverso la progettazione algoritmica, la stampa 3D di ceramiche e la smaltatura artigianale, è emozionante e materico, ispirato alla lavorazione artigianale dei capi in maglia. La scala, le dimensioni, la tipologia e il colore degli ornamenti e dei materiali sono tutti attentamente sincronizzati con gli edifici adiacenti per consentire una perfetta integrazione tra architettura tradizionale e contemporanea.



MONOLITH

Monolith è un side table in ceramica realizzato con la tecnologia della stampa 3D.

Si tratta di un unico pezzo che non necessita di incastri o connessioni di nessun tipo, da qui il nome Monolith. È un interessante esempio di come la ceramica e, in particolare la tecnologia di stampaggio 3D applicata a questo materiale, possa essere applicata ai più diversi elementi d'arredo, risultando efficace e valida anche per oggetti di scala maggiore o che necessitano di strutturalità.

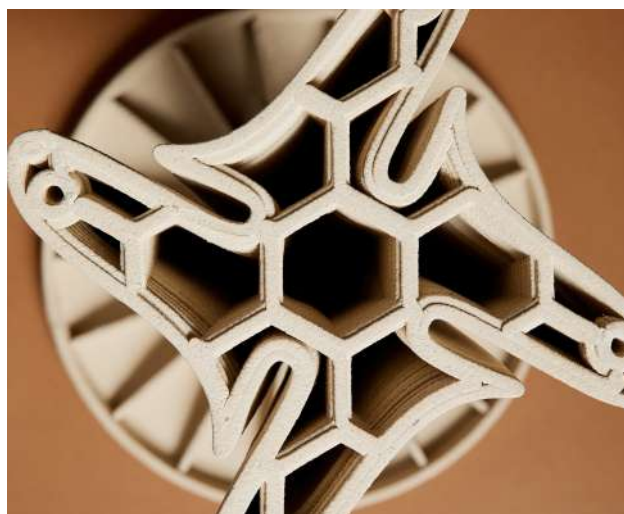
Altre sono le alternative proposte dall'azienda in cui l'elemento stampato di 3D fa da supporto a un piano d'appoggio in vetro o marmo.



Grecia, Salonicco



Keramik



CERAMIC VASE



Romania, Bucharest



Studio Dran and Drop

Lo studio Drag and Drop design utilizza processi di progettazione all'avanguardia per la produzione additiva.

Dopo una lunga sperimentazione in ambito di stampa 3D polimerica, lo studio si è da poco avventurato nell'utilizzo delle ceramiche.

I loro primi esperimenti hanno portato alla realizzazione di una serie di vasi, caratteristici per le loro texture superficiali capaci di esaltare le potenzialità della tecnologia additiva.



RADIX E IMAGO

Queste due collezioni nascono da una pura sperimentazione all'interno di un'azienda esperta nel settore degli stampi ceramici. Mosso dalla curiosità per la stampa 3D applicata alla ceramica, il team di Pluviam è stato tra i primi in Italia ad avviare una produzione con questa tecnologia, dando vita a due collezioni di vasi realizzati con la tecnologia additiva: la prima, radix, ispirata alle grandi civiltà del passato e Imago, con rimando alle città invisibili di Italo Calvino. I pezzi delle collezioni sono realizzati con due impasti diversi così da produrre due diverse colorazioni durante la cottura: bianco e nero. Ulteriore sperimentazione è stata la smaltatura di alcuni di questi vasi con una giusta e doverosa valorizzazione dei layer di stampa.



Italia, Teramo



Pluviam



LEA STUDIOS



Italia, Treviso



Lea Studios



Lea Studios è uno studio multidisciplinare, fondato da madre e figlia, dedicato alla ricerca, alla sperimentazione e all'apprendimento di nuovi modi di fare ceramica. Qui, l'artigianato tradizionale è un tesoro prezioso da custodire e tramandare. Al contempo, c'è entusiasmo nell'abbracciare l'avanzamento tecnologico, in particolare la stampa 3d, che permette di espandere le abilità tecniche e la creatività in modi straordinari. Tecnologia e manifattura sono perfettamente intrecciate: la struttura principale di questi vasi è stampata in 3D e ad essa sono state integrate manualmente delle parti ceramiche a richiamo delle forme della natura.



IMPRESSION 3D CÉRAMIQUE

Questo studio di design sta recentemente portando avanti delle sperimentazioni in ambito di stampa ceramica 3D che sta conducendo a risultati interessanti. Tra le prime sperimentazioni c'è il tentativo di creare texture tridimensionale alternata a pareti lisce. L'estrusore, deviato in alcuni tratti del suo percorso, deposita materiale nel vuoto arrivando a creare inizialmente piccole sporgenze che man mano aumentano di dimensione. Modificando materiali, forme o parametri di stampa, è possibile generare una moltitudine di varianti, dimostrando la grande libertà artistica e creativa offerta dalla tecnologia di stampa 3D.



Francia, Parigi



Bold Design



AUDE LAVENANT



Francia, Drome



Aude Lavenant



Ceramista francese, scopre nel 2017 la stampa 3D con la ceramica e affascinata da questo strumento decide di utilizzarlo nella sua produzione artistica. Aude esplora tutte le possibilità della stampante 3D, sfruttando sia la sua capacità di riprodurre pezzi perfettamente identici, sia la possibilità di un approccio più sperimentale interagendo con la macchina. Spesso interviene modificando il flusso dell'argilla: ogni stampa è una sfida e anche le opere che collassano su se stesse assumono valore artistico. La stampante diventa uno strumento con la quale l'artista sperimenta e si diverte a creare le forme più fantasiose spesso combinando tra loro più elementi stampati in diversi momenti.



IKEBANA ROCK'N ROLL

Ikebana Rock'n'Roll è una collezione di vasi stampati in 3D nata dal dialogo tra la stampa 3D e l'artista Andrea Salvatori. Quello tra l'artista e la stampa 3D è un confronto inedito, esuberante che evidenzia le conflittualità tra creazione umana e artificio tecnico, tra uomo e macchina.

Salvatori intacca la perfezione della stampa con una miscellanea di inserzioni ceramiche. Il processo di deposizione del materiale e di incastonatura delle sfere è tema centrale nella collezione Ikebana Rock'n'Roll. L'artista sconvolge l'algoritmo ripetuto e programmato della macchina con incursioni imperfette dimostrando come stampa 3D e arte ceramica possano incontrarsi e convivere.



Italia, Roma



Andrea Salvatori



CORE COLLECTION



Germania, Berlino



Migration of Matter

Questo studio tedesco propone oggetti d'uso quotidiano utilizzando la stampa 3D in materiale ceramico per creare forme organiche ispirate alla diversità della natura.

Forme semplici sono trasformate in oggetti funzionali che valorizzano sia i rituali quotidiani che gli spazi abitativi anche grazie all'uso dei contrasti cromatici e alla valorizzazione della stratificazione della ceramica tipica della stampa 3D.

La lavorazione dell'argilla e la finitura a mano di ogni articolo, garantisce la massima attenzione ai dettagli definendo un punto di incontro tra l'artigianato ceramico e il digitale.



HATCHED TOWERS

È una struttura autoportante modulare destinata ad ospitare un giardino verticale. La sfida di questo progetto è stata rendere i moduli combinabili e incastrabili tra loro, con geometrie adatte ad ospitare le piante. Alla sperimentazione formale portata avanti da Victoria Roznowski, una ricercatrice di dottorato presso la Cattedra di Tecnologie Digitali dell'Edilizia dell'Istituto di Tecnologia dell'Architettura del Politecnico Federale di Zurigo e fondatrice di Addit Studio, si affianca una sperimentazione materica. L'impasto è realizzato recuperando i gusci delle uova combinati con l'argilla.



Polonia, Varsavia



Addit Studio







3 LUCE

3.1 La luce

3.2 Illuminotecnica

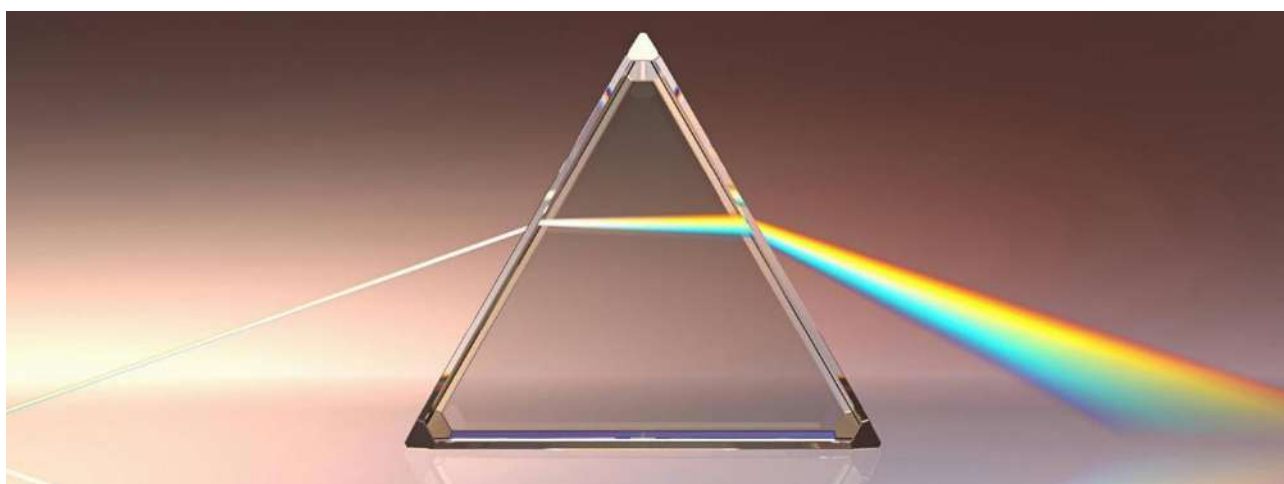
3.3 Progettazione



3.1 LA LUCE

Dal latino *lux*, il termine definisce la porzione dello spettro elettromagnetico di lunghezza d'onda compresa tra 380 e 750 nm, in grado di suscitare sensazioni visive sulla retina dell'occhio.

La luce può essere scomposta in componenti monocromatiche, che rappresentano radiazione di differente lunghezza d'onda e il cui insieme costituisce lo spettro osservabile con l'utilizzo di un prisma;



scomposizione della luce

LA NATURA DELLA LUCE

La comprensione della natura della luce ha rappresentato una delle sfide più affascinanti per il pensiero umano, evolvendosi da speculazione filosofica a colonna portante della fisica moderna. Sebbene i primi studi sistematici risalgano all'antichità, la vera rivoluzione scientifica iniziò nel XVIII secolo con Isaac Newton. Attraverso il celebre esperimento del prisma, Newton dimostrò che la luce solare non è un'entità semplice, ma un miscuglio eterogeneo di radiazioni: la rifrazione rivelò uno spettro di colori (dal violetto al rosso), provando che la "luce bianca" è la somma di queste componenti.

Nel XIX secolo, James Clerk Maxwell unificò elettricità e magnetismo, stabilendo che la luce è un'onda elettromagnetica che viaggia alla velocità costante di circa 300.000 km/s. Tuttavia, fu solo all'inizio del XX secolo che la fisica quantistica, grazie ai contributi di Max Planck e Albert Einstein, introdusse il concetto di dualità onda-particella. Si comprese che la luce non si propaga solo come onda, ma anche come un flusso di particelle elementari chiamate fotoni.

Ogni fotone trasporta una quantità di energia inversamente proporzionale alla sua lunghezza d'onda: i fotoni della luce blu/violetta (onde corte) sono più energetici dei fotoni della luce rossa (onde lunghe). Questa proprietà è fondamentale per la biochimica della vita. Le molecole organiche note come pigmenti fungono da "antenne" sintonizzate su specifiche frequenze.

La clorofilla, ad esempio, è programmata per assorbire l'energia dei fotoni rossi e blu per innescare la fotosintesi clorofilliana. Poiché non assorbe la radiazione verde, quest'ultima viene riflessa verso i nostri occhi, conferendo alle piante il loro colore caratteristico.

In questo senso, il colore non è una proprietà intrinseca della materia, ma il risultato dell'interazione tra la luce, la struttura molecolare degli oggetti e il nostro sistema sensoriale.

Il sistema visivo umano è limitato a una sottile finestra dello spettro elettromagnetico, compresa tra 380 e 750 nanometri. Al di fuori di questo intervallo esistono mondi per noi invisibili: l'ultravioletto (che molti insetti riescono a vedere) e l'infrarosso (percepibile da noi solo sotto forma di calore). Quando la luce colpisce la retina, attiva i fotorecettori (coni e bastoncelli) che convertono l'energia luminosa in impulsi elettrici. Questi segnali viaggiano attraverso il nervo ottico fino alla corteccia visiva, dove il cervello "costruisce" l'immagine e il colore.

Oggi la progettazione degli spazi abitativi e lavorativi ha superato il concetto di "luce funzionale" per abbracciare l'illuminotecnica biodinamica. Sappiamo che la luce non serve solo per vedere, ma agisce come un potente regolatore biologico (ritmo circadiano). La luce ricca di componenti blu, simile alla luce solare del mattino, inibisce la melatonina e stimola il cortisolo, favorendo la veglia e la concentrazione. Al contrario, una luce calda e priva di frequenze blu favorisce il rilassamento serale.

Un design moderno deve integrare sapientemente la luce naturale — fonte primaria di benessere — con sistemi di illuminazione artificiale smart che variano intensità e temperatura di colore durante il giorno. Negli uffici e nelle scuole, un'illuminazione corretta riduce l'affaticamento visivo, previene mal di testa e migliora sensibilmente l'umore e le prestazioni cognitive.

In conclusione, la luce è il filo invisibile che collega la fisica dell'universo alla nostra realtà quotidiana. Una corretta gestione della luce negli ambienti interni non è solo una scelta estetica, ma un requisito fondamentale per sostenere la salute psicofisica della società contemporanea.

3.2 ILLUMINOTECNICA

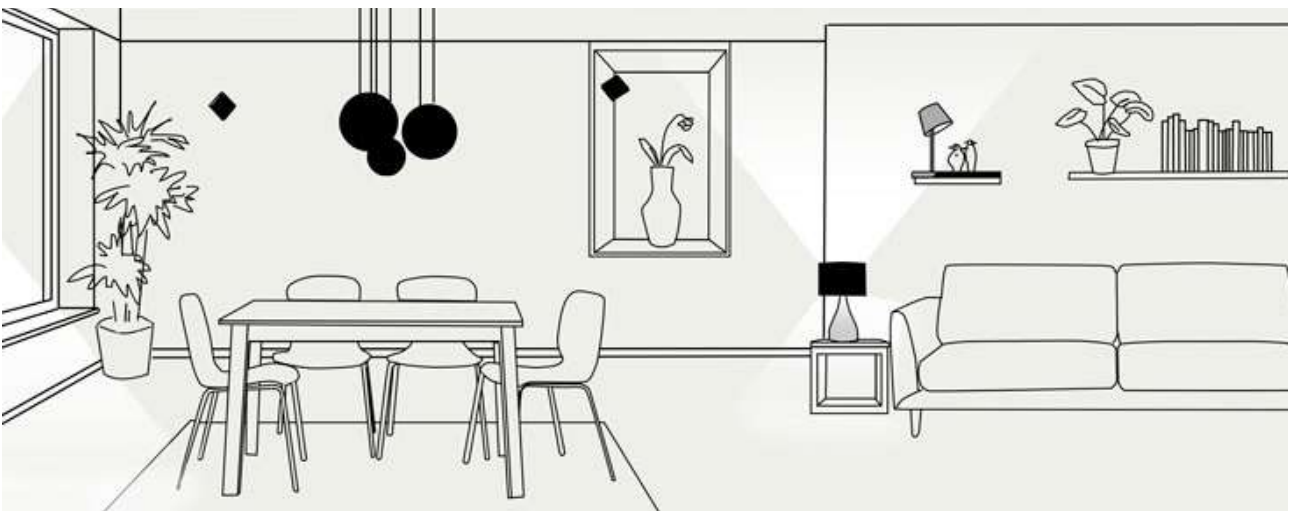
La luce è fondamentale per la vita umana, regolando i cicli biologici e permettendoci di svolgere le attività quotidiane. Negli ambienti interni, l'uso corretto dell'illuminazione artificiale e naturale è cruciale non solo per la visibilità, ma anche per sostenere il benessere delle persone. Un design illuminotecnico efficace mira a bilanciare questi aspetti, creando spazi che siano funzionali e confortevoli.

ILLUMINAZIONE AMBIENTALE

Definita anche come illuminazione generale, è la principale fonte di luce in una stanza. È progettata per fornire un'illuminazione uniforme che permette di vedere e muoversi con facilità. (Questa forma di illuminazione è spesso garantita con l'installazione di plafoniere, lampadari, lampade da soffitto e luci da incasso)

L'illuminazione ambientale deve illuminare uniformemente l'intera stanza. È consigliabile integrare più fonti di luce per evitare zone d'ombra e ottenere un'illuminazione più omogenea, per questo è spesso regolabile per adattarsi ai diversi usi diurni e notturni.

L'illuminazione generale è essenziale in ogni stanza per garantire visibilità contribuendo a definire l'atmosfera generale della stanza.

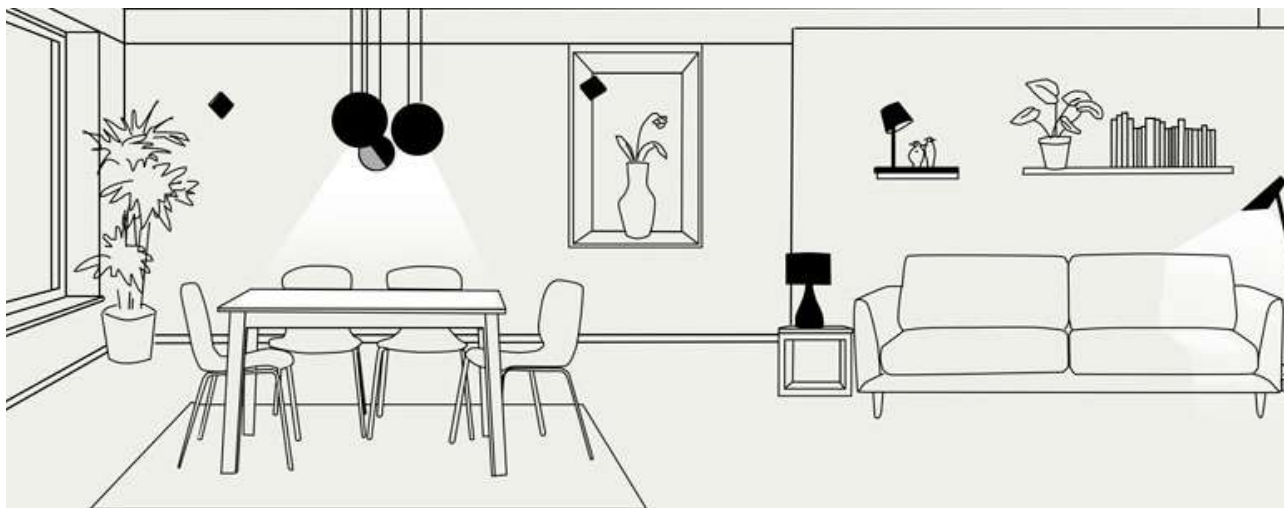


ILLUMINAZIONE FUNZIONALE

Conosciuta come illuminazione di lavoro è focalizzata e diretta verso un'area specifica per facilitare attività che richiedono maggiore concentrazione, come leggere, cucinare o lavorare al computer. Spesso si consiglia l'uso di lampade con luce regolabile

in modo da indirizzare il fascio luminoso dove serve. Inoltre, la luce deve essere abbastanza luminosa ma non abbagliante così da ridurre l'affaticamento visivo.

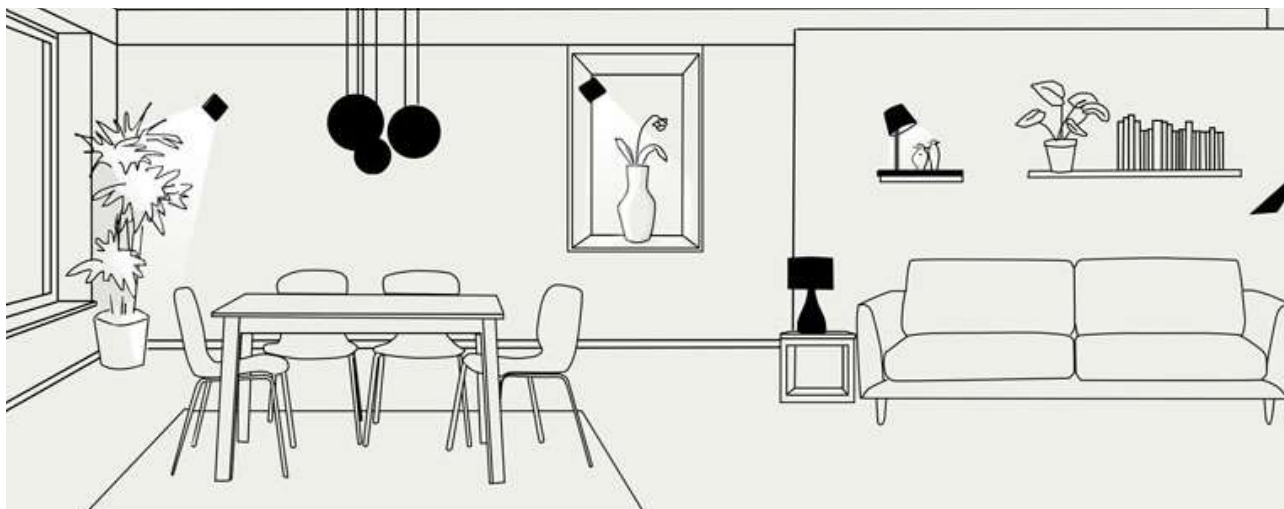
Per l'illuminazione di lavoro, si possono utilizzare soluzioni specifiche per illuminare il piano cottura, la penisola di una cucina, una scrivania o aree simili.



ILLUMINAZIONE D'ACCENTO

È utilizzata per evidenziare elementi specifici all'interno di uno spazio, come opere d'arte, piante, scaffali o dettagli architettonici creando un punto di interesse per l'osservatore. Questo tipo di illuminazione crea un punto d'attenzione e aggiunge profondità alla stanza.

Si parla di illuminazione decorativa quando la fonte luminosa è essa stessa un complemento estetico che vuole dialogare e interagire con lo spazio circostante.



IL COLORE DELLA LUCE

Da anni ormai si tratta dell'effetto dei colori sulle persone: è ormai consolidato il fatto che i colori caldi (rosso, arancione, giallo) tendono a stimolare, evocando emozioni come eccitazione, energia e felicità, ma possono anche causare irritabilità. I colori freddi (blu, verde, viola) promuovono la calma, la tranquillità e il relax, abbassando la pressione sanguigna e il battito cardiaco. Anche la luce è di colori differenti ed è fondamentale tener conto del contesto in cui va inserita proprio per contribuire all'effetto finale che si ricerca in un ambiente.

L'aspetto caldo o freddo della luce di una fonte luminosa è detta temperatura del colore e la sua unità di misura è il Kelvin (K). Più alto è il numero Kelvin, più fredda e bianca è la luce. Più basso è il numero Kelvin, più caldo e giallo è il colore della luce.

La luce con un valore **Kelvin basso** (<2700K - 3000K), come il lume di candela (circa 1500K) e le lampade ad incandescenza (2600-2700K), ha un bagliore caldo e dorato. Questo tipo di luce crea un'atmosfera intima e accogliente.

La luce con una gradazione **Kelvin media** (3000K - 4000K), come il bianco caldo (2700-3000 K) e il bianco neutro (3001-4000 K), ha una tonalità equilibrata adatta sia agli spazi abitativi che ai luoghi di lavoro. La luminosità è sufficiente per vedere bene.

La luce con un valore **Kelvin alto** (4000K - >5300K), come il bianco freddo (4000-5500 K) e la luce diurna (5500-7000 K), ha una tonalità più fredda e blu. Questo tipo di luce è luminosa e chiara, il che la rende adatta a uffici, cucine e altri spazi di lavoro in cui la luminosità è importante, rendendo lo spazio più vivace ed energico.



luce a kelvin basso

luce a kelvin medio

luce a kelvin alto

3.3 PROGETTAZIONE

La luce è un materiale immateriale.

La sua conoscenza permette di sperimentare con forme, ombre e riflessioni, creando oggetti che non si limitano a illuminare, ma evocano emozioni. La progettazione di un apparecchio di illuminazione prevede una profonda conoscenza della luce, dei suoi fenomeni di propagazione e dei materiali con i quali i raggi luminosi andranno ad interagire.

La luce si comporta diversamente a seconda dei materiali che colpisce.

Un materiale trasparente, come il vetro, viene completamente attraversato dalla luce e permette di vedere tutto quello che si trova dietro.

Un materiale traslucido, come la carta velina, lascia passare la luce solo in parte e permette di vedere tutto quello che si trova dietro, ma poco distintamente.

Un materiale opaco, come il marmo, non lascia passare alcun raggio di luce.

La progettazione di apparecchi di illuminazione ha sempre contraddistinto il design italiano che plasmando la luce in combinazione con maestria artigianale, innovazione tecnologica ed estetica ha dato luce a lampade amate a livello internazionale. Molte lampade italiane non sono solo fonti di luce, ma icone del design riconosciute a livello mondiale, contese dal collezionismo, esposte nei musei e presenti nelle case e negli spazi pubblici di tutto il globo.

Il design italiano eccelle nell'integrare i requisiti tecnici e funzionali dell'illuminazione con una ricerca estetica raffinata, creando oggetti che sono vere e proprie opere d'arte. L'attenzione per i materiali di alta qualità, siano essi tradizionali o innovativi, è un segno distintivo. L'industria italiana ha saputo adattarsi ai cambiamenti tecnologici, come l'avvento dei LED, utilizzandoli per proporre nuove soluzioni progettuali; il successo del design italiano si lega a marchi storici di illuminazione come Artemide, Flos, Foscarini che ancora oggi si fanno divulgatrici del made in Italy nel mondo continuando a produrre le più belle lampade dei designer italiani del presente e del futuro come le lampade Arco, Taccia e Snoopy di Achille e Pier Giacomo Castiglioni, la lampada Eclisse e Atollo di Vico Magistretti, la lampada a sospensione Falkland di Bruno Munari, la lampada Nesso Progettata da Giancarlo Mattioli e dal Gruppo Architetti Urbanisti Città Nuova o la lampada Tolomeo di Michele De Lucchi e Giancarlo Piretti.

Gli apparecchi di illuminazione vengono organizzati in tre tipologie fondamentali: da appoggio, a sospensione e a parete. A variare sono la funzione illuminotecnica e l'installazione.

Le LAMPADE DA APPOGGIO possono essere da tavolo o da terra a seconda delle dimensioni. La sua versatilità permette di utilizzarla in diverse situazioni. Non richiede un'installazione fissa e può essere facilmente spostata in base alle esigenze. Si presenta come ottima fonte luminosa funzionale o d'accento: è ideale per attività che richiedono luce mirata, come la lettura, o per creare un'atmosfera.



lampada "arco"



lampada "atollo"



lampada "seki-han"



lampada "nessino"

Le LAMPADE A SOSPENSIONE tendono a concentrare la luce verso il basso illuminando in modo diretto un'area specifica, e ha spesso un ruolo fondamentale nell'illuminazione ambientale. pendono dal soffitto, solitamente tramite un cavo, una catena o un'asta e richiedono un punto luce fisso e preesistente nel soffitto per l'installazione e il cablaggio elettrico.

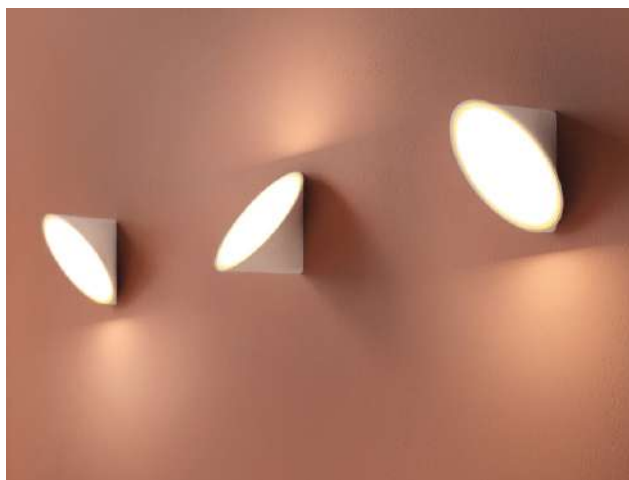


lampada "mito sospeso"

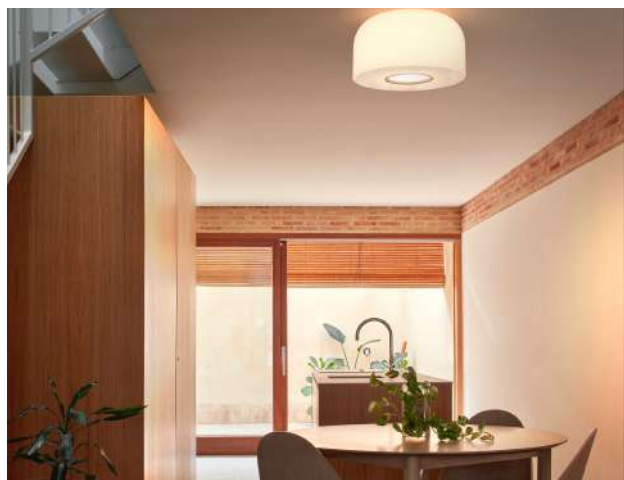


lampada "skygarden1"

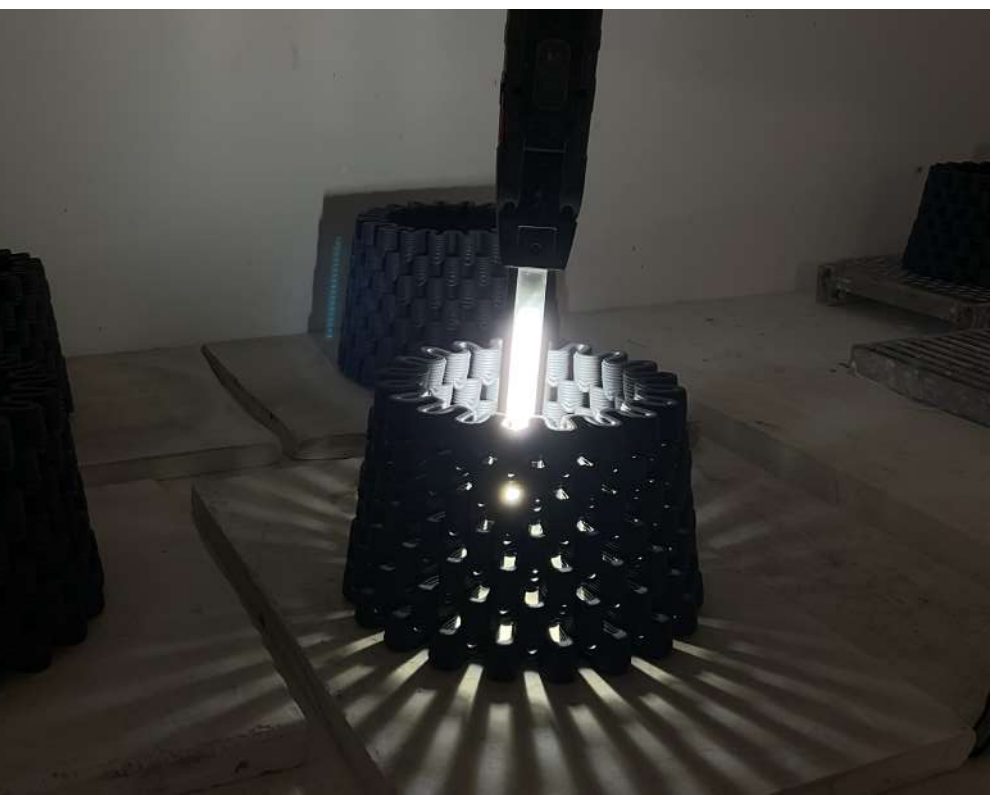
Le LAMPADE A PARETE, dette anche applique, forniscono un'illuminazione d'accento e spesso vengono utilizzate in combinazione con altre luci per equilibrare i contrasti e aggiungere profondità agli spazi. necessitano di un punto luce cablato direttamente nel muro

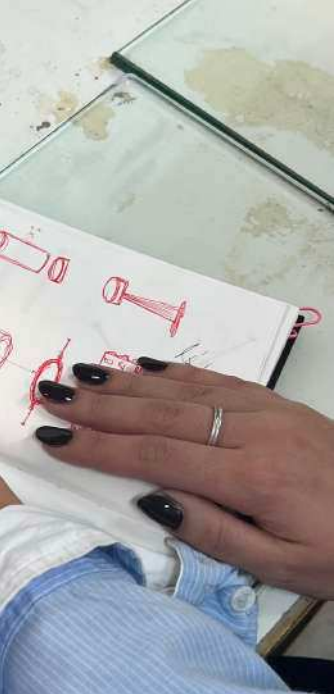


lampada "orchid"



lampada "bellhop glass c2"





4 PROGETTO

- 4.1 Il tirocinio
- 4.2 Sperimentazioni
- 4.3 Stato dell'arte
- 4.4 Il progetto
- 4.5 Esploso
- 4.6 Proiezioni
- 4.7 Configurazioni
- 4.8 Realizzazione prototipo



4.1 IL TIROCINIO

L'AZIENDA

Nelle ore di tirocinio previste nel mio percorso di studi ho avuto la possibilità di entrare e conoscere da vicino Pluviam, giovanissima realtà nata grazie a Bernardo Sofia, uno dei migliori esperti italiani nella lavorazione della ceramica, da molti anni impegnato nelle tecnologie per la modellazione di stampi per ceramiche sanitarie. All'interno di Pluviam si porta avanti una continua sperimentazione che integra design, artigianato e alta tecnologia proponendo sul mercato dei lavabi ceramici decorati a mano, a crudo realizzati in monocottura a 1200 gradi.

I decori proposti riprendono gli elementi della terra e rimandano alla tradizione della pittura ceramica italiana e in particolare ai decori tipici della ceramica di Castelli, fiore all'occhiello della produzione artigianale abruzzese.

La costante ricerca tecnologica ha condotto alla sperimentazione della tecnologia di stampa ceramica 3D. Pluviam è stata tra le prime realtà italiane a lanciare sul mercato prodotti realizzati con questa nuova tecnologia.

Le prime due collezioni proposte sono Radix, ispirata alle grandi civiltà del passato, e Imago con riferimenti dalle città invisibili di Italo Calvino. I prodotti di queste prime collezioni sono vasi con la quale l'azienda sperimenta geometrie e resa delle superfici esaltando al massimo le potenzialità e sfidando i limiti della tecnologia additiva.

Insieme alla sperimentazione tecnologica, le due collezioni si caratterizzano per l'indagine portata avanti sugli impasti ceramici: dopo vari esperimenti il team di Pluviam è riuscito a trovare i due impasti migliori per questa tipologia di lavorazione.

Il primo impasto di colore chiaro, in fase di cottura, rivela dei puntini neri dovuti al carbone, il secondo completamente nero.

Le prime collezioni 3d clay hanno riscontrato successo e curiosità sia tra gli esperti del settore che tra la clientela capace di riconoscere il pregio di prodotti come questi sicuramente valorizzati dal processo di ricerca e sviluppo nascosto tra i layer di stampa.

La resa materica della stratificazione della ceramica incuriosisce e invita a toccare con mano il prodotto contribuendo alla resa estetica dell'oggetto.

L'ESPERIENZA

Avvicinarmi alla realtà di Pluviam è stato per me importantissimo: entrando in azienda ho avuto modo di osservare, conoscere e testare in prima persona le potenzialità e le caratteristiche della tecnologia della stampa 3D.

Sono stata affiancata e guidata da Bernardo e il suo team che mi hanno permesso di stampare in autonomia i loro prodotti imparando, con l'esperienza, l'importanza della corretta impostazione dei parametri di stampa.

Ho avuto modo di seguire tutti i passaggi della produzione dei loro vasi dalla preparazione dell'impasto, alla preparazione della macchina, dalla fase di stampa, alla fase di essiccamento per poi passare alla rifinitura e alla cottura dell'oggetto.

In una fase successiva ho avuto la possibilità di progettare autonomamente degli oggetti da stampare. Le prime prove che ho fatto sono state fondamentali per comprendere come modellare correttamente un oggetto al computer in modo che fosse adatto alla stampa 3D.

Parallelamente ho acquisito competenze sulla tecnica della pittura sulla ceramica cruda, sull'utilizzo dello spolvero, sui colori e sulla resa degli stessi post cottura.

Ho appreso ulteriori competenze sulla produzione di stampi ceramici per la produzione industriale grazie al team della Nuova S.M.A., azienda di cui Bernardo Sofia è presidente e di cui ho potuto visitare gli spazi di lavoro.



prove di stampa durante il tirocinio



prove di stampa durante il tirocinio



prove di stampa durante il tirocinio



prove di stampa durante il tirocinio



prove di stampa durante il tirocinio

DALL'ERRORE ALL'IDEA

Durante le ore di tirocinio, dalla prova di stampa di una semplice geometria che avevo progettato è nata l'idea alla base di questa tesi: ho notato che la deposizione di materiale è possibile anche in limitati spazi vuoti, o meglio in spazi privi di layer sottostanti come nel caso di ponti o connessioni simili, quindi come sfruttare questa possibilità a mio favore?

L'obiettivo iniziale è stato comprendere fino in fondo come poter trasformare questo limite della stampa in potenzialità per creare geometrie e solidi dalle superfici aperte. E quale miglior modo per evidenziare questi salti nel vuoto se non con la luce?

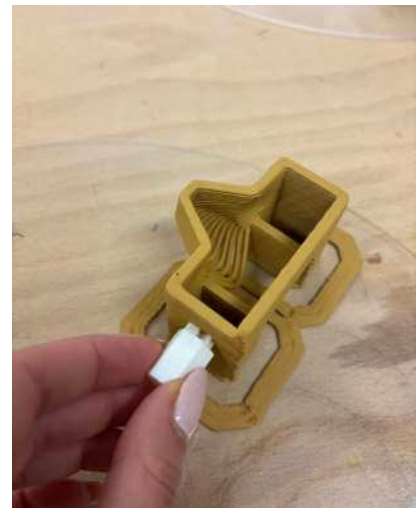
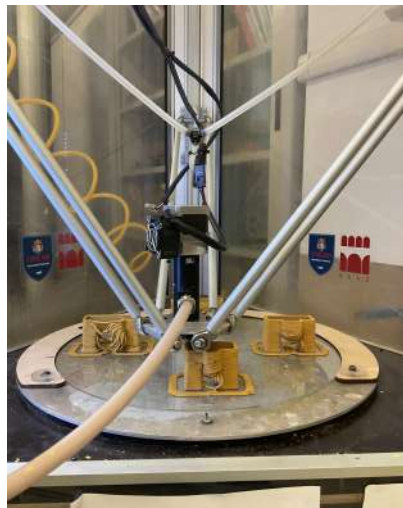
Lo sviluppo di un prodotto con queste caratteristiche vuole anche dimostrare come alcune geometrie sono impossibili da realizzare a mano o utilizzando le tradizionali tecniche di formatura della ceramica, mettendo in luce le concrete potenzialità e i vantaggi della tecnologia additiva.

4.2 SPERIMENTAZIONI

La fase iniziale della ricerca finalizzata allo sviluppo del prodotto si è focalizzata sulla stampa di diversi campioni caratterizzati da differenti proprietà geometriche, con l'obiettivo di testare i limiti progettuali relativi alle geometrie con sbalzi (salti).

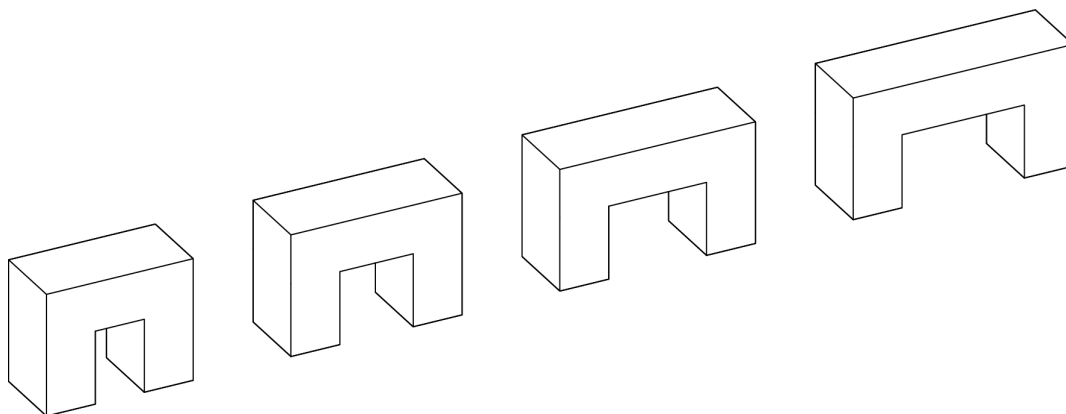
I provini sono stati suddivisi in sei serie, distinte per geometria, dimensioni e ampiezza del movimento di 'salto'. Il materiale impiegato è un impasto ceramico composto da argilla in polvere e acqua (33% in peso). Al termine della stampa, ogni pezzo è stato siglato con appositi timbri per identificarne la serie di appartenenza e l'entità dello spostamento lungo l'asse Y.

Durante i test preliminari, la velocità di stampa iniziale di 10 mm/s è risultata eccessiva: il materiale non aderiva correttamente ai pilastri durante la fase di deposito nel vuoto. Riducendo il parametro a 8 mm/s, si è ottenuta una deposizione ottimale su tutte le serie. Per garantire la corretta estrusione e la costanza del flusso materico, ogni stampa include uno skirt/brim (due profili perimetrali esterni). La serie E0, caratterizzata da geometrie elementari con salti esclusivamente lungo l'asse X, è stata utilizzata come base di riferimento. Su di essa sono state sviluppate le serie successive, mantenendo costanti le distanze tra i pilastri (20, 30, 40 e 50 mm) e variando esclusivamente il movimento dell'estrusore lungo l'asse Y. Ciascuna serie (eccetto la E0) comprendeva potenzialmente 12 provini; tuttavia, la produzione si è concentrata su una selezione mirata di campioni, individuati progressivamente in base ai risultati ottenuti."



SERIE E0

La serie E0 include 4 provini che prevedono salti lungo il solo asse x. A variare è la distanza tra i pilastri del ponte: 20mm, 30mm, 40mm e 50mm, distanze che ritroveremo nei provini delle serie successive.



RISULTATO

La fase di stampa della serie E0 (fig. 1) dimostra come l'estrusore riesca a depositare il materiale tra i due pilastri senza alcuna difficoltà e in maniera rettilinea (fig. 2). Il peso degli strati superiori fa sì che i layer del ponte, privi di supporto sottostante si curvino verso il basso (fig. 3, fig. 4)

Sono stati stampati tutti i provini, a dimostrazione del fatto che, con salti di distanza compresa tra gli 0 e i 50 mm non si hanno grandi difficoltà di stampa.

Questi provini sono stati stampati con superfici doppie (fig. 5): questo conferisce maggiore stabilità ai pilastri, ma gli strati depositati nel vuoto appaiono separati a causa del ritiro del materiale durante la fase di essiccaimento.



fig. 1



fig. 2



fig. 3



fig. 4

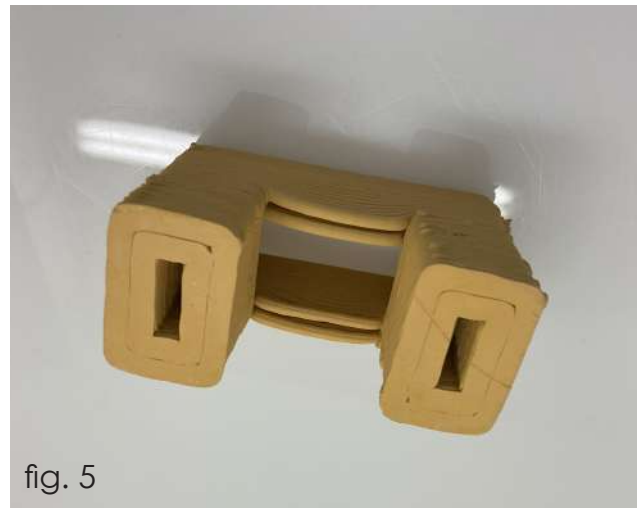
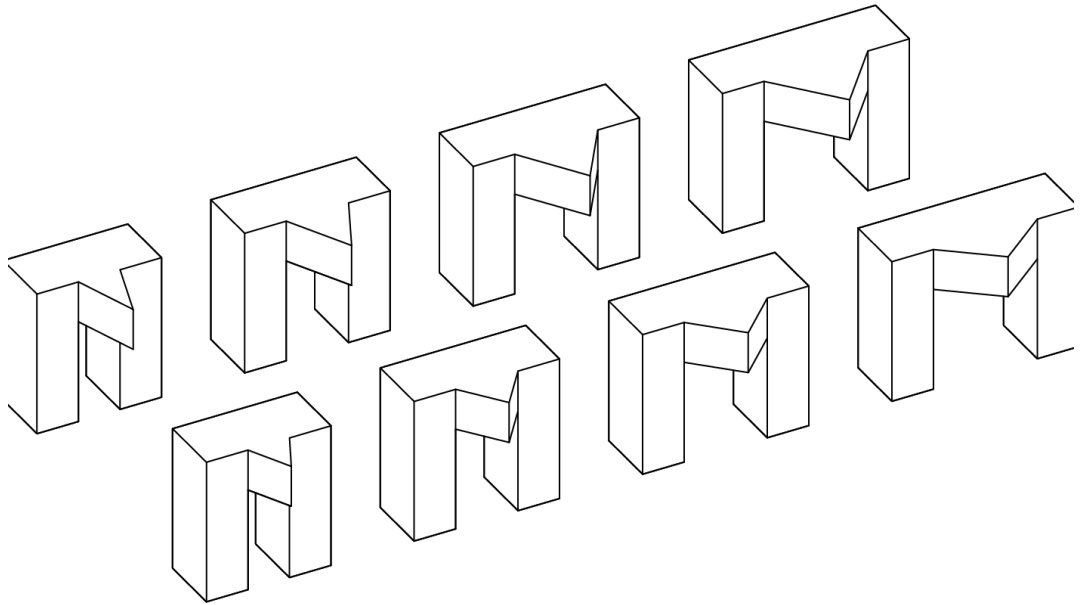


fig. 5

SERIE E1

La serie E1 include 8 provini che prevedono salti con movimento rettilineo sull'asse y di 20 e 30mm.

Il ponte, questa volta, esce dal profilo rettangolare e rettilineo, l'estrusore si muove con un movimento rettilineo a "V" verso l'esterno della struttura.



RISULTATO

La fase di stampa della serie E1 (fig. 1) dimostra come il materiale depositato dall'estrusore nel vuoto con un movimento lungo l'asse y per i primi layer non riesce ad effettuare un passaggio continuo: il materiale infatti sembra non riuscire ad aggrapparsi al pilastro e precipita nel vuoto. Inoltre maggiore è il movimento verso l'esterno e maggiore è il materiale depositato, che con il suo peso va ad inclinare la struttura in avanti (fig. 3).

Dal secondo layer in poi il materiale estruso si deposita con continuità nel punto di salto: è impossibile ottenere il profilo a punta del modello 3D, che in fase di stampa mostra un profilo curvo dalle linee morbide che parte dal destra e progressivamente, di layer in layer si sposta a sinistra verso il centro del salto, come previsto dal modello. (fig.4, fig. 5)

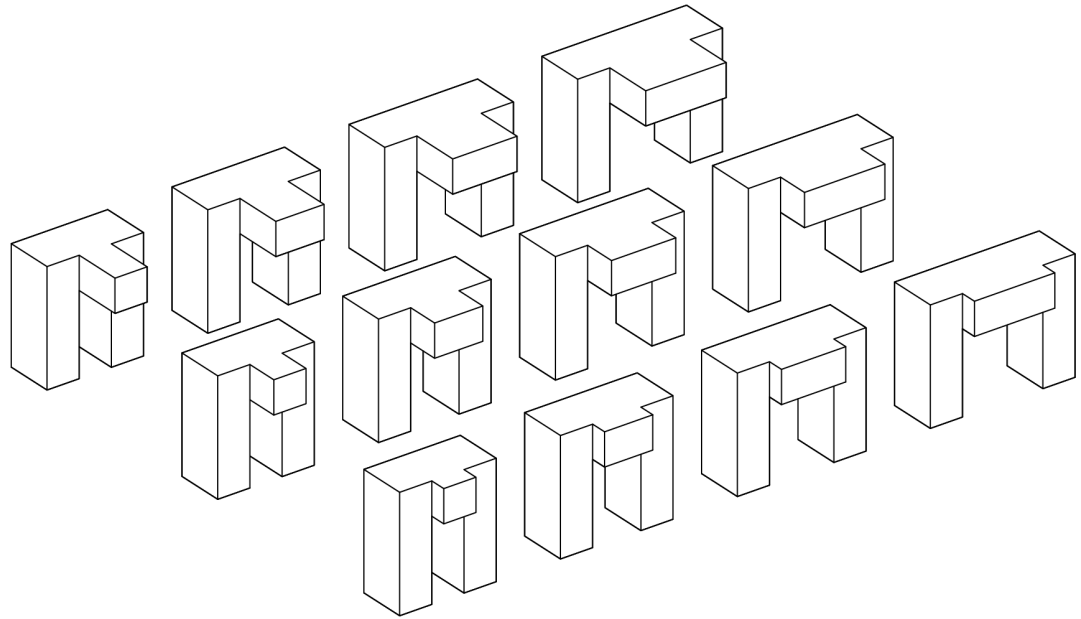
I layer, dopo l'essiccamento, risultano separati soprattutto nella parte centrale del movimento di salto. (fig. 2)



SERIE E2

La serie E2 include 12 provini che prevedono salti che prevedono un movimento rettilineo sull'asse y, uno sull'asse x e poi di nuovo sull'asse y per ricongiungersi con il pilastro.

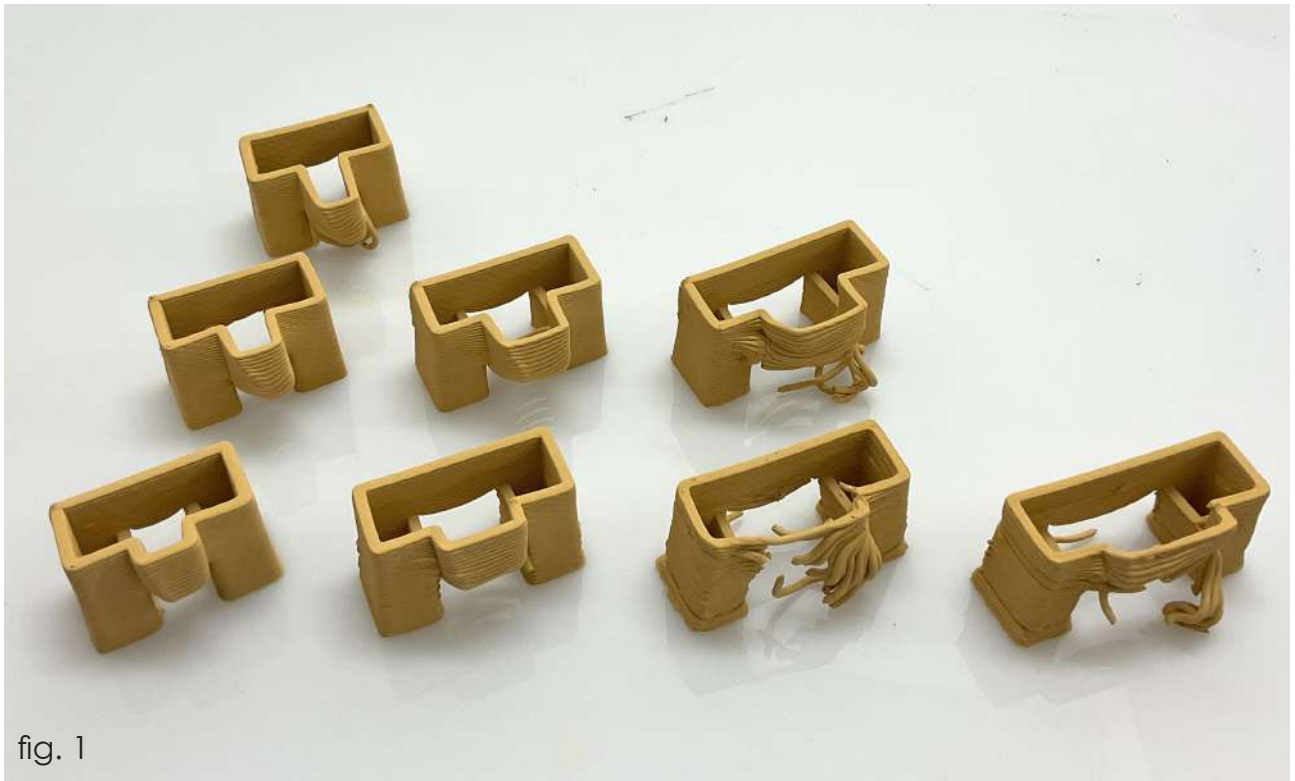
I provini, oltre al variare della distanza tra i pilastri, testano diversi movimenti sull'asse y (10mm, 20mm e 30mm)



RISULTATO

La fase di stampa della serie E2 (fig. 1) dimostra che l'estrusore non riesce a creare gli spigoli vivi che fuoriescono dalla figura: i primi layer appaiono curvi verso il basso e man mano che vi si depositano sopra degli strati di materiale, la forma originale inizia a delinearsi poco a poco (fig. 3). I layer, dopo la fase di essiccamento risultano compatti nella parte superiore e si allontanano progressivamente verso il basso.

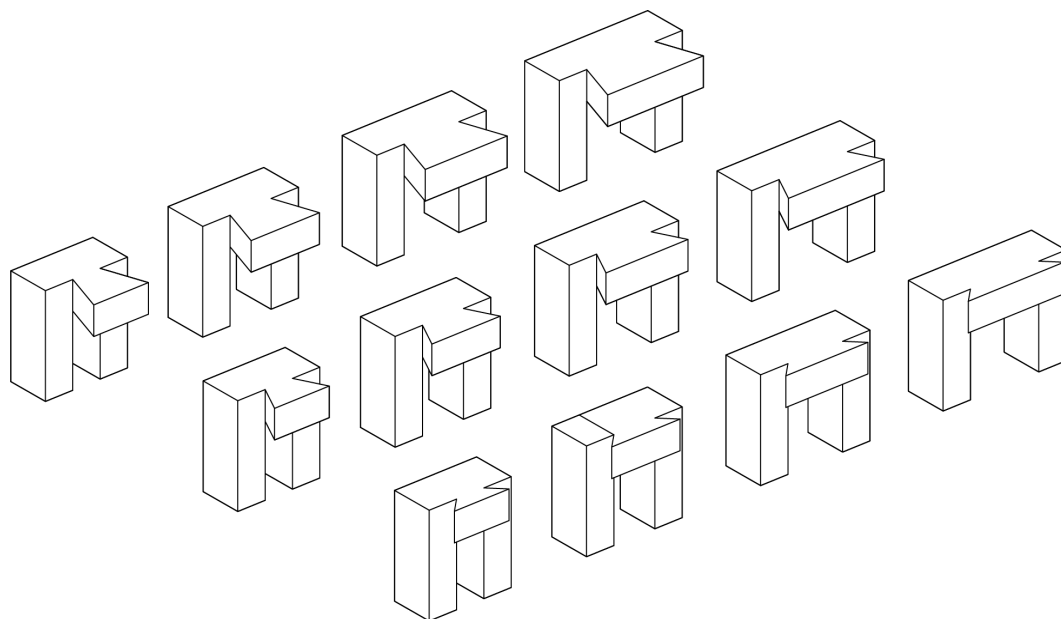
Buoni risultati si hanno con i provini con poca distanza tra i pilastri (20mm e 30mm) (fig. 4), per le distanze maggiori sono state riscontrate delle criticità (fig. 5, fig. 2).



SERIE E3

La serie E3 include 12 provini che prevedono salti che prevedono un movimento rettilineo sull'asse y, uno sull'asse x e poi di nuovo sull'asse y per ricongiungersi con il pilastro.

I provini, oltre al variare della distanza tra i pilastri, testano diversi movimenti sull'asse y (10mm, 20mm e 30mm)



RISULTATO

La fase di stampa della serie E3 (fig. 1) dimostra che la geometria proposta è poco adatta e indicata a questa tecnologia: gli spigoli previsti nella geometria di partenza risultano "arrotondati" creando uno strano profilo curvo (fig. 2, fig. 4)

Anche per questa serie i layer, nel punto del salto, appaiono abbastanza compatti nella parte superiore e si separano verso il basso. (fig. 5)

Nonostante i risultati poco soddisfacenti, la stampa di questa serie ha evidenziato l'importanza della composizione del materiale, da cui dipende o meno la soddisfacente stampa del pezzo. Lo stesso provino, stampato con materiale con diversa percentuale di acqua, può condurre a risultati molto diversi (fig. 3)

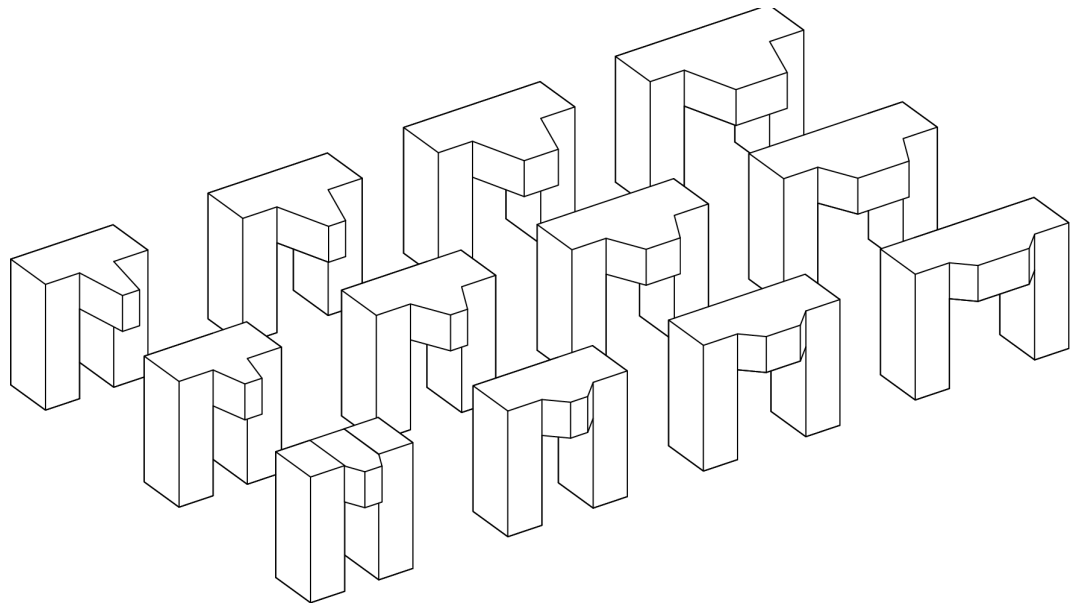
Il layer del provino a sinistra, stampato con un impasto meno umido, risultano meno ordinati e continui, a differenza del secondo provino dalla stessa geometria realizzato con un impasto più umido che presenta layer piuttosto compatti e ordinati.



SERIE E4

La serie E4 include 12 provini che prevedono salti che prevedono un movimento sull'asse y, uno rettilineo sull'asse x e poi di nuovo sull'asse y per ricongiungersi con il pilastro.

I provini, oltre al variare della distanza tra i pilastri, testano diversi movimenti sull'asse y (10mm, 20mm e 30mm)



RISULTATO

La fase di stampa della serie E4 (fig. 1) mostra risultati molto positivi: la rigida geometria di partenza, nella stampa, si "ammorbidisce" generando profili dalle linee curve. (fig. 5) Anche per questa serie i layer, nel punto del salto, appaiono abbastanza compatti nella parte superiore e si separano verso il basso (fig. 2) e il loro peso, porta i primi layer depositati in vuoto, a curvarsi verso l'interno (fig. 4)

Buoni risultati si hanno anche con il movimento di salto maggiore sull'asse y (fig. 3)



fig. 1



fig. 2



fig. 3



fig. 4

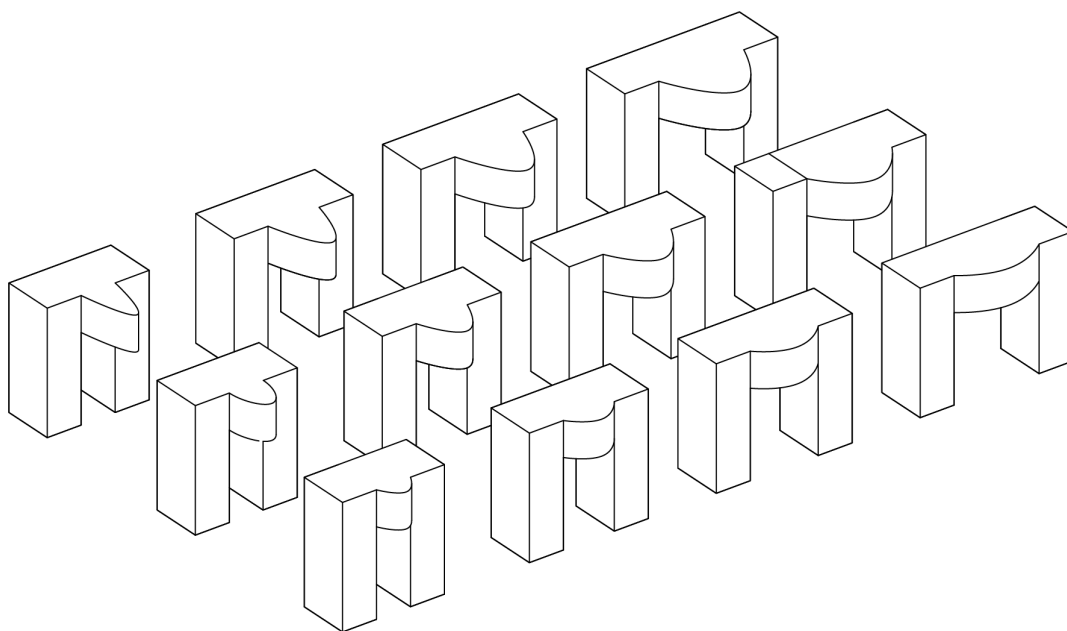


fig. 5

SERIE E5

La serie E5 include 12 provini che prevedono salti con movimenti curvilinei verso l'esterno.

I provini, oltre al variare della distanza tra i pilastri, testano diverse posizioni dei vertici delle curve (10mm, 20mm e 30mm)



RISULTATO

La fase di stampa della serie E5 (fig. 1) mostra risultati molto positivi. Grazie alle geometrie curvilinee, i provini stampati risultano molto simili ai modelli 3D. (fig. 3)

Il peso dei layer superiori, più compatti e uniformi, grava su quelli sottostanti che si inclinano verso il basso allontanandosi gli uni dagli altri nella fase di essiccamento, (fig. 4). In alcuni casi, è proprio questo peso a determinare la rottura dei primi layer, che depositi nel vuoto, non hanno un supporto sottostante. (fig. 2)

Durante la stampa di questi provini si è verificato la presenza di una bolla d'aria nell'impasto che, in fase di estrusione del materiale, ha creato danni al provino in stampa (fig. 5): questo è evitabile assicurandosi la corretta omogeneità dell'impasto o servendosi di serbatoi con sistemi con estrusore a vite e pistoni che lavorano e comprimono il materiale.



CONSIDERAZIONI FINALI

La stampa dei provini ha fornito risultati significativi, delineando con chiarezza le geometrie più idonee alla deposizione nel vuoto. Forme semplici o curvilinee garantiscono un controllo superiore sull'accuratezza del deposito, trasformando l'errore in possibilità e valorizzando appieno le potenzialità della tecnologia utilizzata. Come ipotizzato, la realizzazione di spigoli vivi risulta pressoché impossibile: le spigolature tendono naturalmente ad assumere forme morbide. È quindi preferibile progettare geometrie con angoli ampi, idealmente retti o ottusi. In tal senso, i risultati migliori sono stati ottenuti con le serie E0, E4 ed E5.

L'analisi ha dimostrato che i 'salti' di breve distanza (10, 20, 30 mm) non presentano criticità, a differenza di lunghezze superiori che risultano più complesse da gestire.

Fondamentale si è rivelata la composizione dell'impasto: le sue proprietà influenzano drasticamente la qualità della stampa, specialmente nei punti di salto, dove la fluidità del materiale estruso determina il successo del deposito. Un impasto omogeneo previene inoltre la formazione di bolle d'aria, che potrebbero compromettere l'integrità del pezzo.

Infine, la scelta di predisporre più provini per ogni ciclo di avvio è stata strategica: lo studio preventivo del percorso dell'estrusore ha permesso di ottimizzare i movimenti, evitando collisioni o danneggiamenti ai campioni già depositi sul piatto di stampa.

In conclusione, la sperimentazione ha permesso di definire linee guida progettuali precise, confermando che l'ottimizzazione della geometria e la calibrazione delle proprietà dell'impasto sono i pilastri fondamentali per garantire la qualità del processo di stampa.



4.3 STATO DELL'ARTE: LAMPADE REALIZZATE CON LA STAMPA 3D DELLA CERAMICA.

Il processo di sviluppo del progetto affonda le sue radici in una rigorosa attività di ricerca e analisi dello stato dell'arte, volta a decodificare il panorama delle lampade in ceramica realizzate mediante manifattura additiva.

Questa fase esplorativa ha permesso di mappare con precisione il livello di sperimentazione raggiunto finora e di individuare i limiti tecnici e formali che caratterizzano le produzioni attuali. In molti dei casi analizzati, il materiale ceramico viene relegato a un ruolo puramente strutturale, fungendo da base o supporto per paralumi realizzati in materiali diversi; laddove invece la ceramica costituisce il corpo illuminante vero e proprio, essa si presenta spesso come una superficie densa e piena, che agisce da guscio opaco impedendo alla luce di trasparire attraverso la materia.

Parallelamente a queste soluzioni più tradizionali, la ricerca ha evidenziato sperimentazioni basate sulla creazione di trame intrecciate, in cui l'estrusore deposita il materiale generando intenzionalmente piccoli fori tra un filamento e l'altro.

Questo metodo trasforma la superficie in una sorta di tessuto ceramico che permette una diffusione luminosa puntiforme e soffusa, seppur limitata dalla vicinanza dei layer. Tuttavia, l'indagine ha rivelato che sono ancora estremamente rari i tentativi di spingersi verso il deposito del materiale nel vuoto, una tecnica complessa che permetterebbe la creazione di aperture geometriche ampie e definite. Proprio in questo solco si inserisce la sfida progettuale: superare la micro-porosità della stampa standard per approdare alla progettazione di grandi fori digitali, capaci di trasformare il paralume in un filtro dinamico che non solo contiene la luce, ma la scolpisce attivamente attraverso ampi passaggi che ne esaltano la proiezione nello spazio circostante

OCH CERAMICS (TORONTO)

OCH Works è uno studio che opera all'intersezione tra architettura, fabbricazione digitale e artigianato ceramico. L'attuale ricerca di OCH Works esplora l'interazione tra materia e luce. La competenza nell'artigianato ceramico analogico e nei processi di fabbricazione digitale conferisce al loro lavoro un approccio attento e ponderato.

TOAD LIGHT

Si compone di due componenti: un corpo in terracotta e un paralume in porcellana. La Toad Light esplora la relazione tra deformazione plastica e diffusione della luce attraverso ampie aperture concave. Le aperture sono orientate verso il basso ruotando il paralume di 180 gradi rispetto al suo orientamento stampato.



dettaglio layer



lampada "toad light"

BABEL LIGHT

La deposizione del materiale è controllata da un parametro di estrusione variabile. Se ciò si verifica in corrispondenza di un vuoto nella geometria, l'argilla non supportata si abbasserà, causando una deformazione plastica significativa creando cavità capaci di far trasparire la luce dall'interno.



"babel light"



dettaglio

KERAMIK (salonicco, Grecia)

Studio di architettura conosciuto per le sue collaborazioni internazionali. La passione per la modellazione 3D conduce Keramik a produrre collezioni di prodotti di illuminazione, arredamento e accessori innovativi ed ecosostenibili attraverso la tecnologia di stampa 3D dell'argilla.

TABLE LIGHTS

Questa collezione di keramik comprende 9 lampade da tavolo. Qui la tecnologia 3D è utilizzata unicamente per la base di sostegno per il paralume in tessuto. Utilizzando diverse texture la luce, diffusa dall'altro, crea effetti di luci e ombre piacevoli.



lampada "serpent"



lampada "rosebund"



lampada "medusa"

PENDANT LIGHTS

Si tratta di una serie di lampade a sospensione. Sono stati realizzati 10 paralumi che differiscono tra loro per texture superficiale e colorazione. Questi paralumi hanno superficie continua che non lascia trapelare la luce che si diffonde unicamente verso il basso.



lampada "crescent"



lampada "helix"



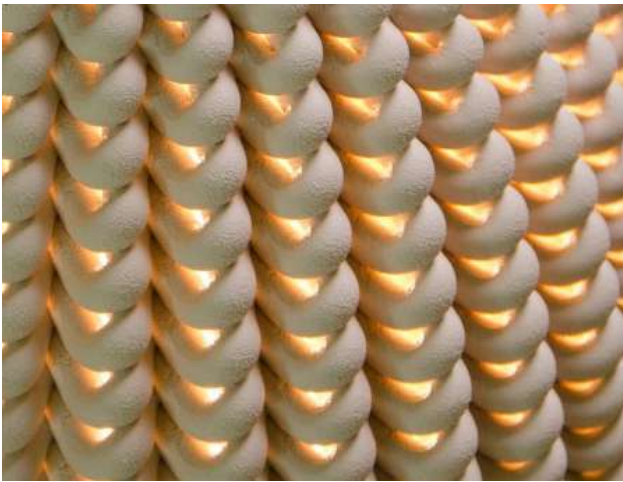
lampada "gem"

CERA.LAB (Innsbruck, Austria)

È uno studio di progettazione specializzato in ceramica e sviluppa strumenti di stampa 3D personalizzati che agiscono meno come macchine e più come estensioni digitali della mano, posizionando la ceramica come linguaggio contemporaneo di espressione digitale.

ALYA

Alya è un paralume realizzato in ceramica utilizzando la stampante 3D. Si esplora il potenziale della porosità e del controllo della luce dando vita ad una trama ordinata che permetta la fuoriuscita della luce.



dettaglio layer



lampada "alya"

ANTONIA BOCK (Baviera, Germania)

Designer appassionata, con una laurea triennale in Architettura d'Interni e un master in Design del Mobile è affascinata dal design sostenibile, dai materiali innovativi e dal potenziale creativo della stampa 3D in ceramica, dove l'artigianato incontra la tecnologia.

PARASOL

È una lampada stampata in 3D che unisce la tecnologia ceramica all'avanguardia all'eleganza senza tempo dei materiali tradizionali per creare un'esperienza di illuminazione unica.

Sviluppato nell'ambito della tesi di laurea magistrale in Forniture Design presso il Politecnico di Rosenheim nel giugno 2025, il progetto esplora il potenziale della stampa 3D in ceramica nel contesto del lighting design.

È stato utilizzato un composto di porcellana, adatto alla stampa 3D, che consente la creazione di geometrie complesse, texture superficiali raffinate e pareti tanto sottili da permettere il passaggio della luce. Uno degli obiettivi principali è stato preservare le tracce visibili del processo additivo: la stratificazione strato per strato rimane

chiaramente leggibile, soprattutto sul bordo superiore del paralume e sulla base

Parasol dimostra come i materiali tradizionali possano acquisire nuova rilevanza attraverso i processi digitali, dando vita a un oggetto sperimentale e poetico al tempo stesso.



lampada "parasol"



fase di stampa

VITTORIO PARADISO PER PAOLO CASTELLI (Italia)

La continua ricerca dell'azienda ha condotto alla collaborazione con Wasp, azienda italiana leader a livello mondiale nel settore delle stampanti 3d, con l'intento di sperimentare l'utilizzo della stampa ceramica 3d nell'illuminazione per interni.

HAIBU

È una lampada a sospensione in ceramica stampata in 3D. Per ottenere l'effetto desiderato il modello computazionale sviluppato ha testato i limiti della stampa 3D, depositando una parte di materiale completamente in sospensione che in fase di stampa ricade su sé stesso creando fessure che lasciano fuoriuscire fasci di luce.



lampada "haibu"



lampada "haibu"



lampada "haibu"

4.4 IL PROGETTO

Immagina un'anima cilindrica di pura luce, racchiusa in un guscio che celebra l'incontro tra l'avanguardia della stampa 3D e l'anima ancestrale della ceramica. Questa non è una semplice lampada, ma un ecosistema luminoso in continua evoluzione, capace di adattarsi non solo ai gusti dell'utente, ma anche spazi diversi. Al primo sguardo, ciò che colpisce è la struttura dei paralumi. Grazie alla precisione della deposizione strato su strato, la superficie ceramica rivela una texture ritmica e ipnotica. L'aspetto tattile è vibrante: passando le dita sulla superficie, si avverte la stratificazione tipica della stampa 3D che trasforma la materia in un'esperienza sensoriale, un invito a toccare con mano il "nuovo artigianato". Il design non si ferma alla forma, ma gioca con l'assenza e i vuoti. I fori geometrici e organici, progettati digitalmente e realizzati con estrema precisione, agiscono come filtri. La luce, attraversando queste aperture, viene scolpita e proiettata nell'ambiente. Questa lampada sceglie la strada della sostenibilità. La stampa 3D ceramica permette di produrre solo ciò che è necessario, eliminando gli scarti di materiale tipici delle lavorazioni tradizionali a stampo. Sono utilizzate terre naturali e lavorazioni che riducono al minimo l'impatto ambientale, unendo la durevolezza millenaria della ceramica a una visione produttiva etica e consapevole. La vera forza del progetto risiede nella sua straordinaria poliedricità. Grazie a un sistema di accessori intelligenti e minimalisti, la lampada si trasforma per seguire le tue esigenze:

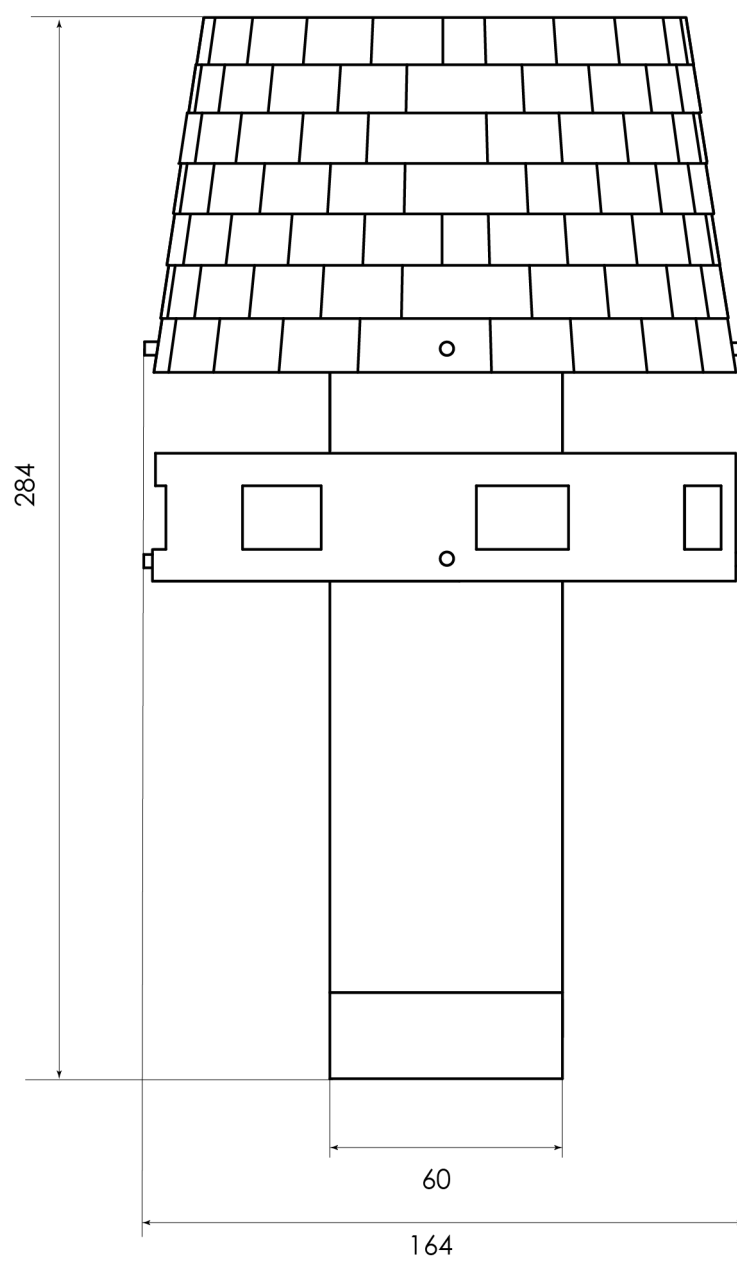
- Da Tavolo: Per creare un punto luce intimo e scultoreo su una scrivania o un comodino.
- Da Terra: Elevandosi diventa una colonna luminosa capace di arredare un angolo lettura o un living con la sua presenza architettonica.
- Sospensione: Calando dal soffitto, si trasforma in un elemento fluttuante che definisce lo spazio e catalizza lo sguardo.

Grazie alla modularità del sistema, è possibile sovrapporre uno o più elementi ceramici, alternando altezze, pattern e colori. Ogni configurazione è un atto creativo.

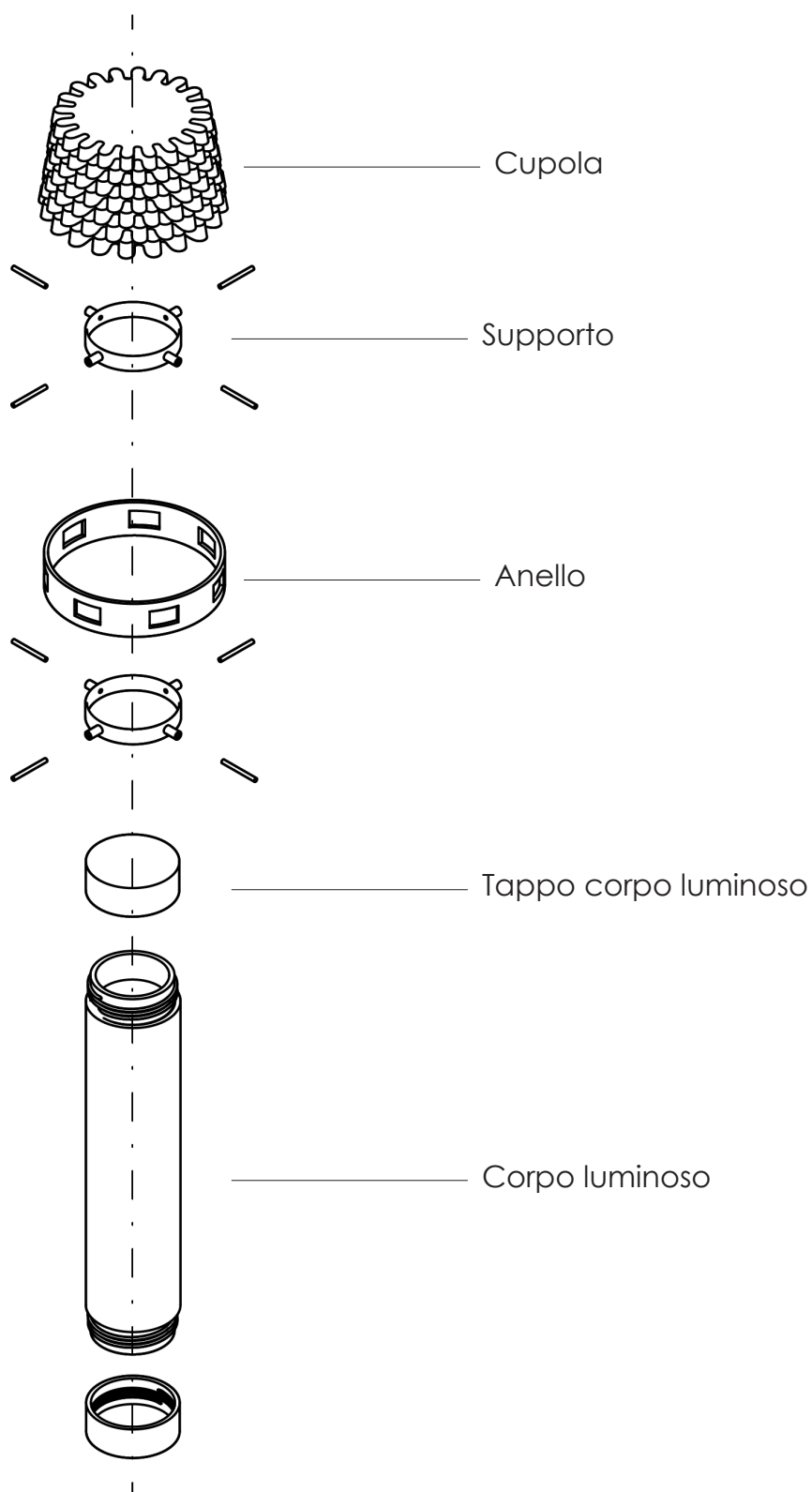
MOODBOARD



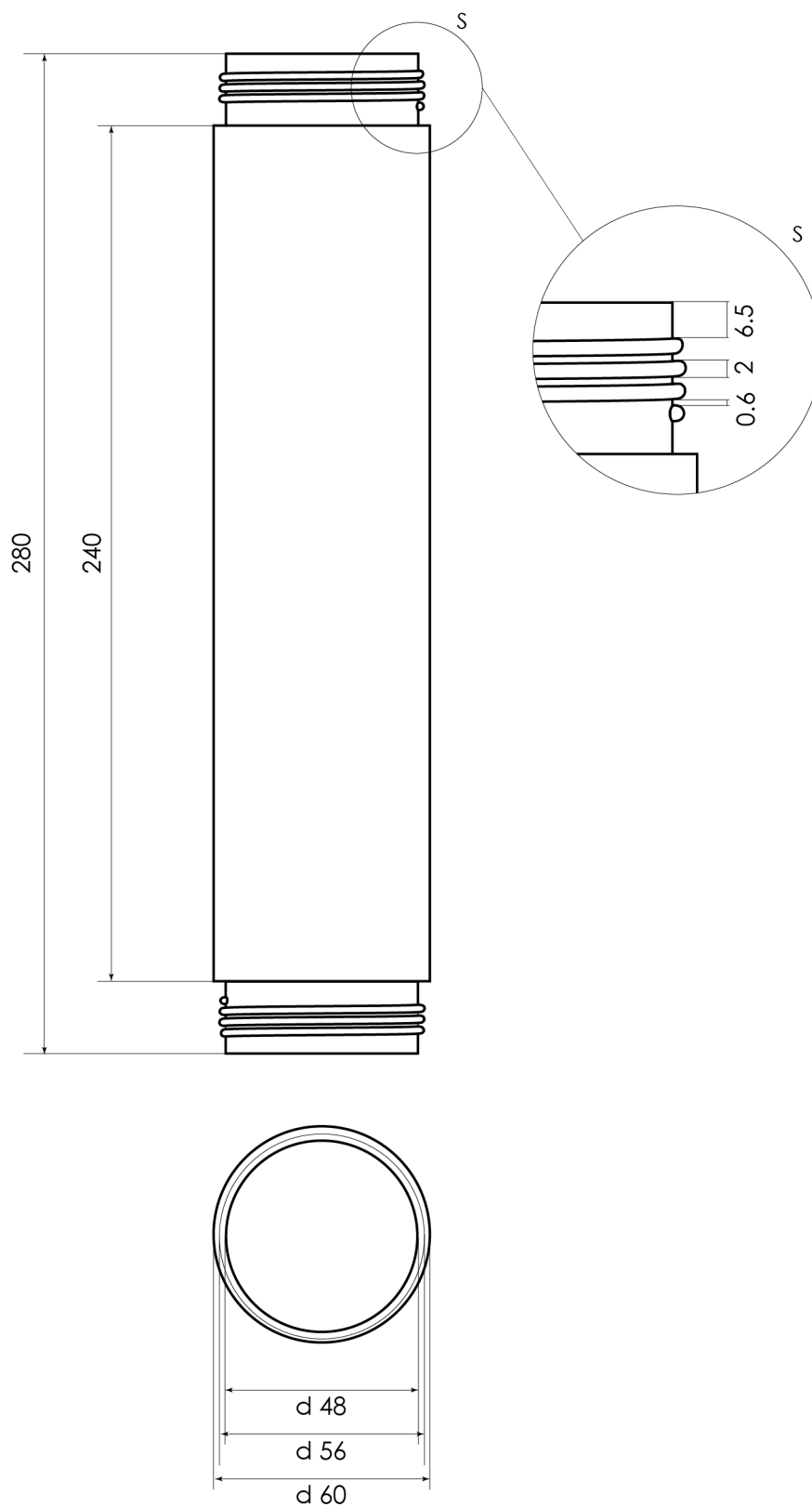
PROIEZIONI VISTA FRONTALE



5.5 ESPLOSO



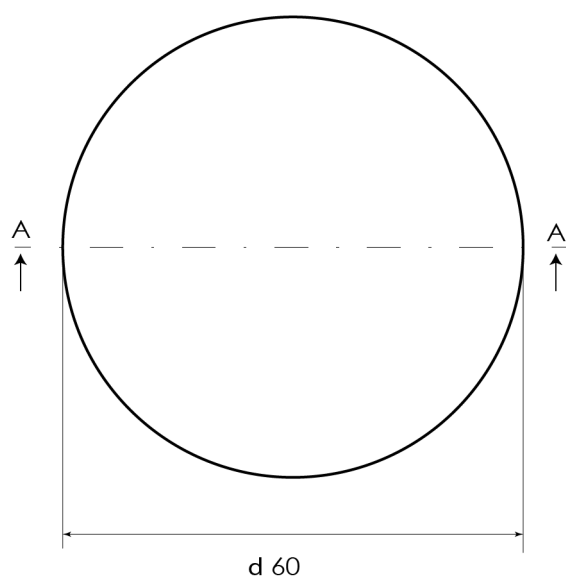
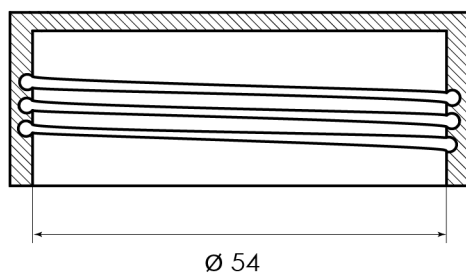
5.6 PROIEZIONI CORPO LUMINOSO



Scala 1:2

TAPPO CORPO LUMINOSO

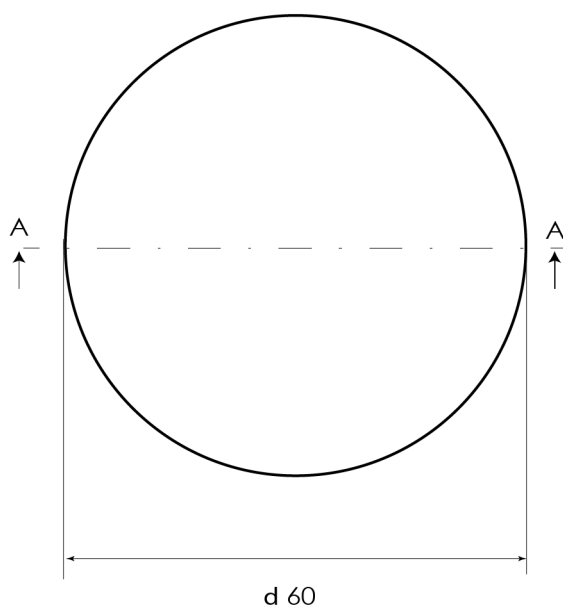
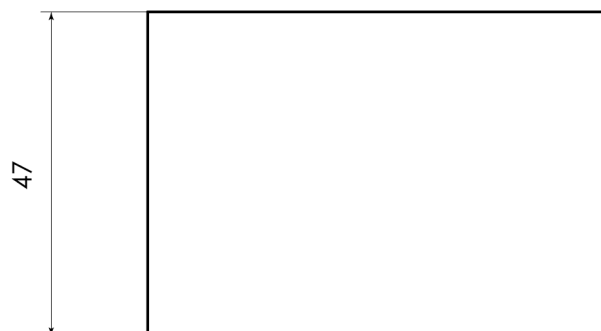
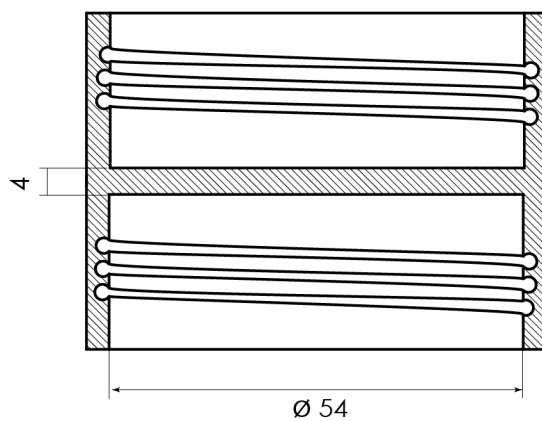
Sezione A-A



Scala 1:1

CONNESSIONE CORPI LUMINOSI

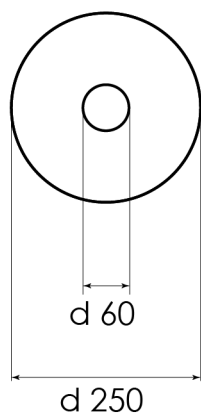
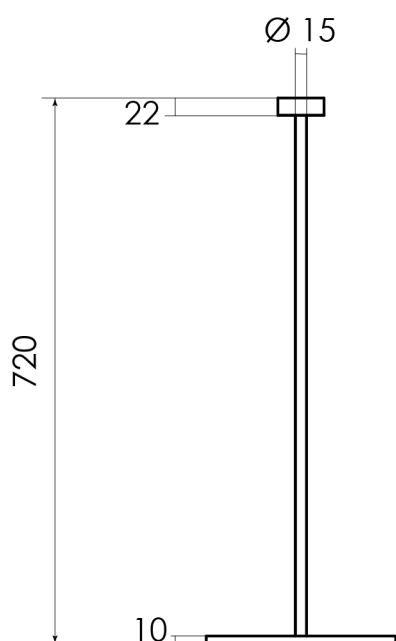
Sezione A-A



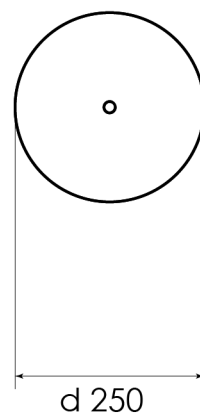
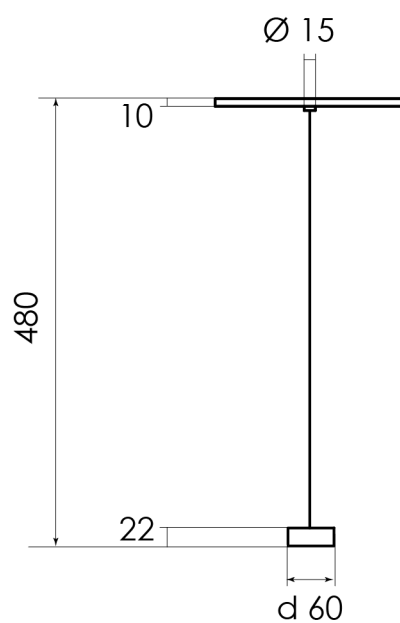
Scala 1:1

PIANTANA E ACCESSORIO PER LA SOSPENSIONE

SUPPORTO PIANTANA

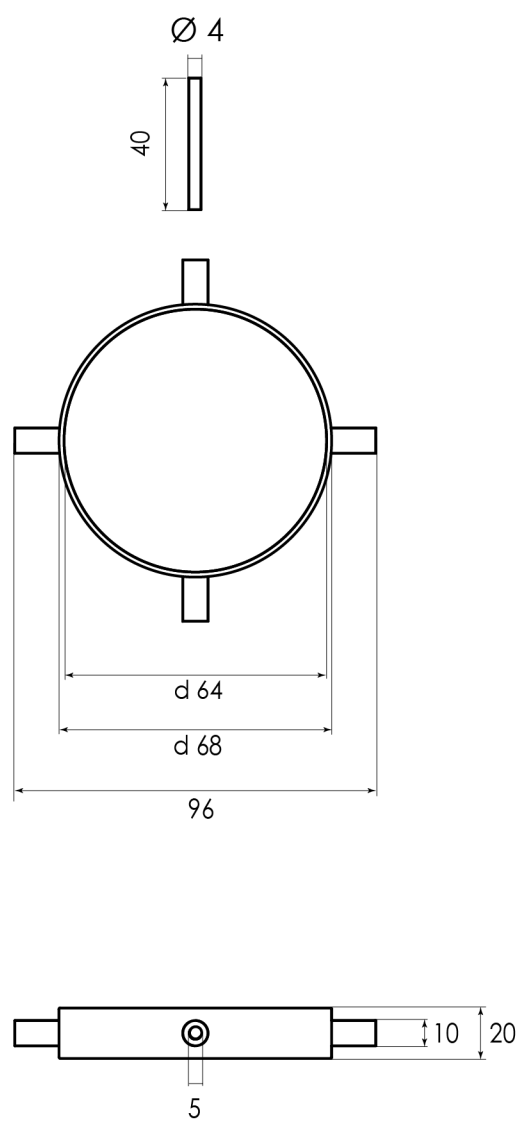


SUPPORTO SOSPENSIONE



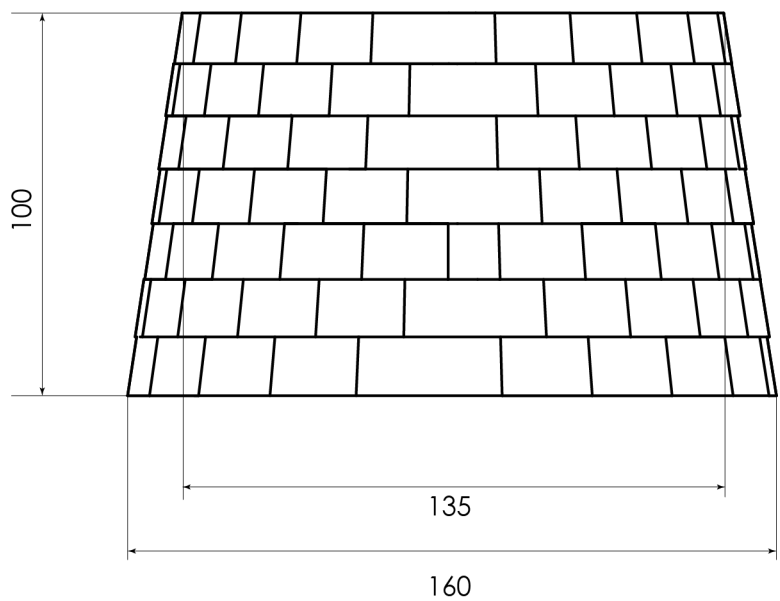
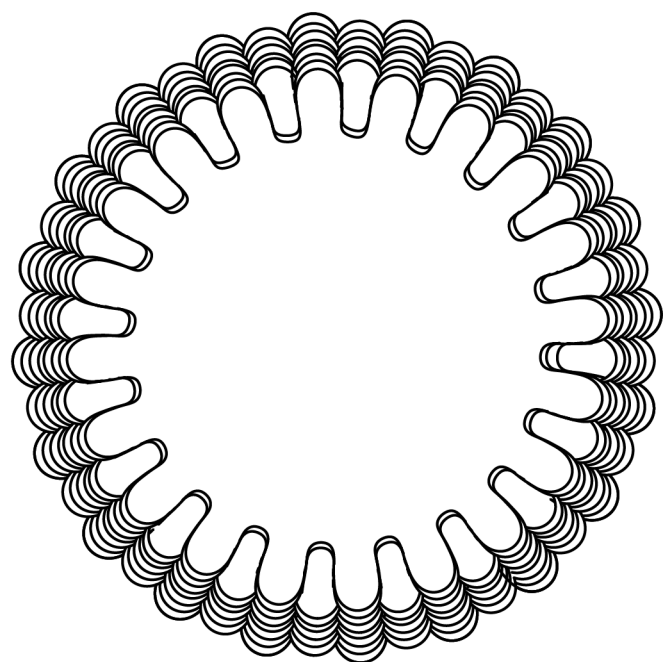
Scala 1:10

SUPPORTO PARALUME



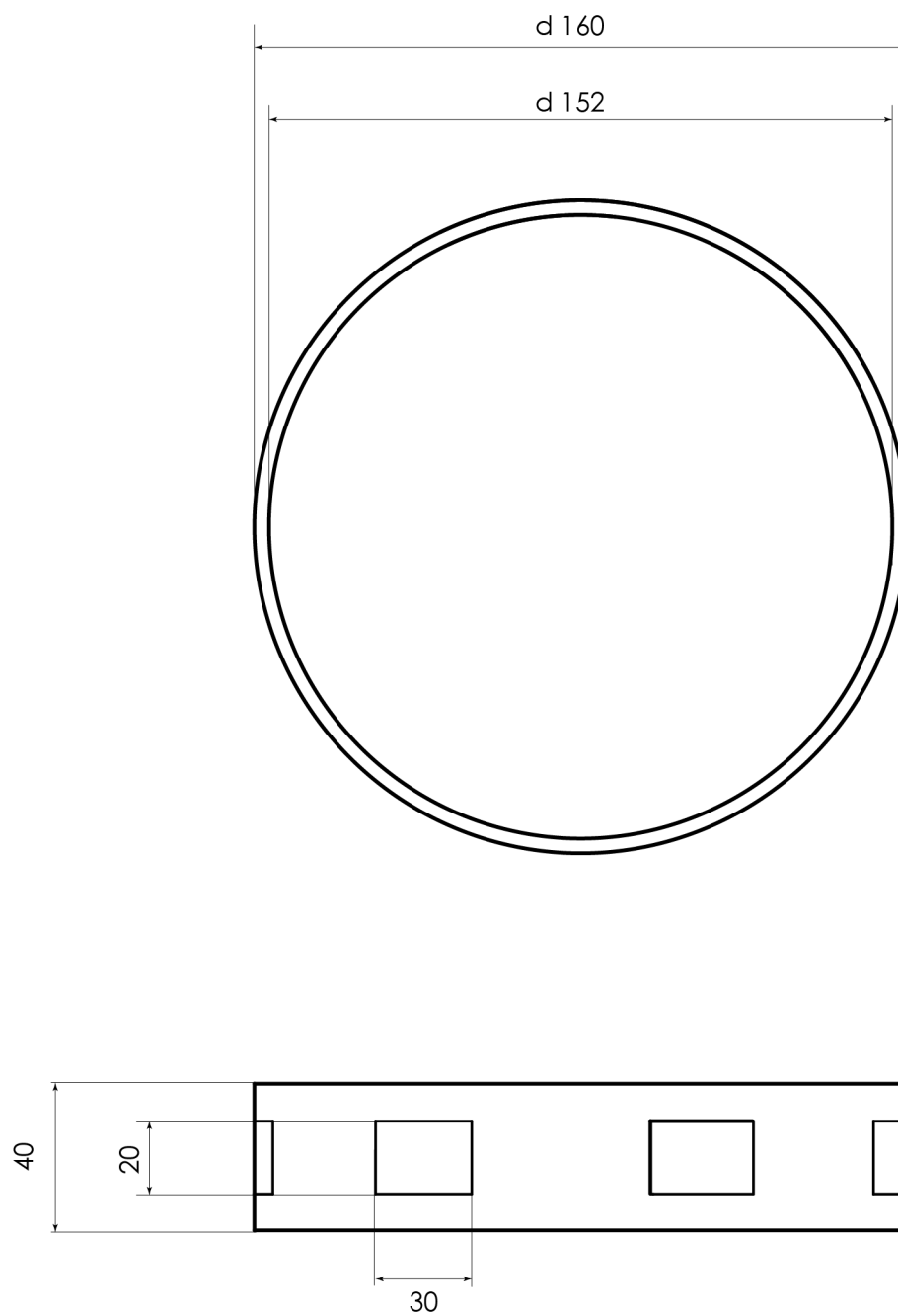
Scala 1:2

PARALUME “CUPOLA”



Scala 1:2

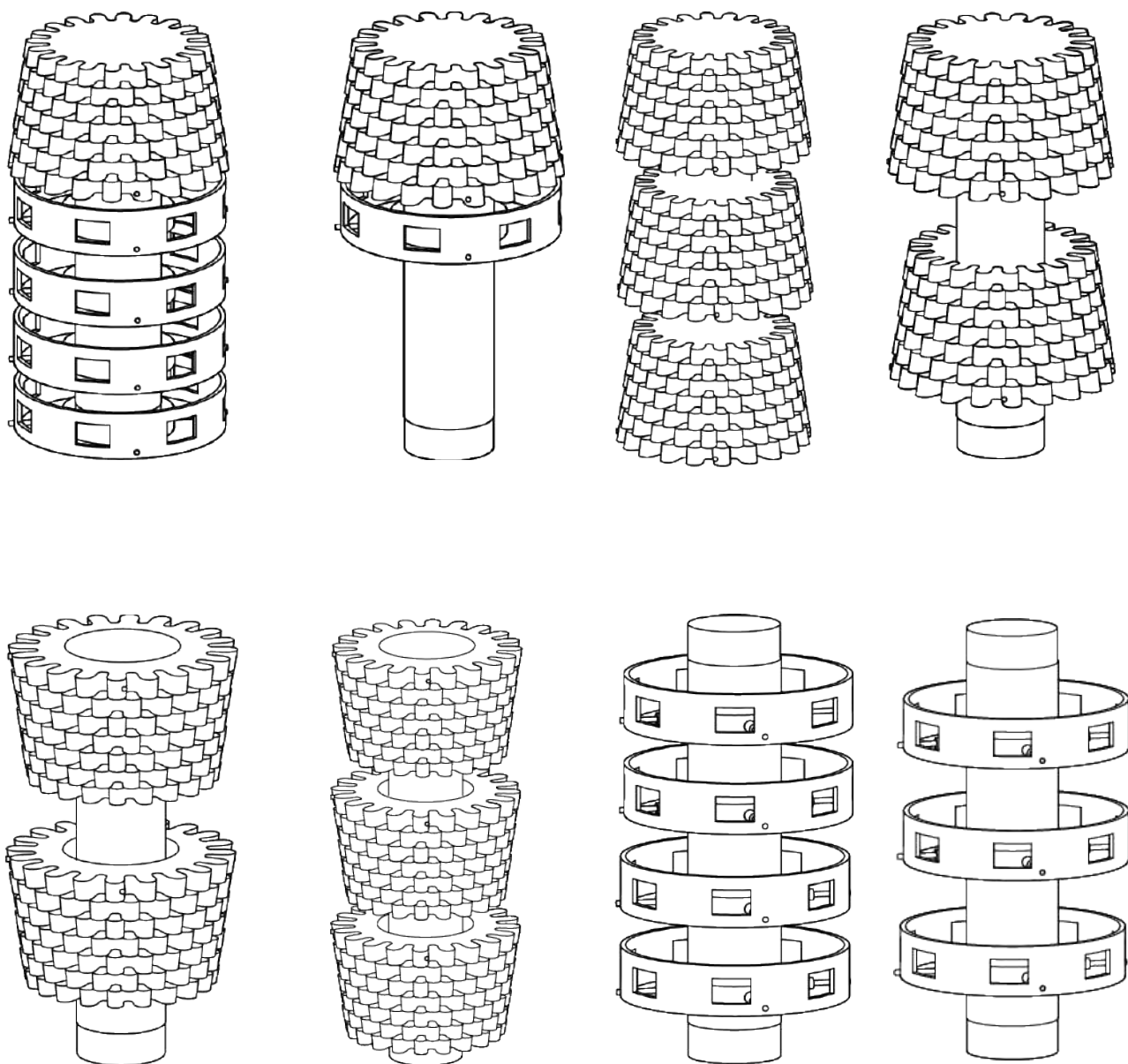
PARALUME “ANELLO”



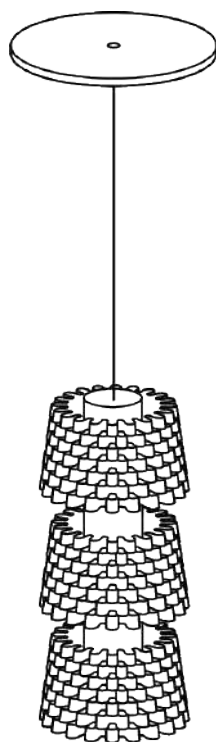
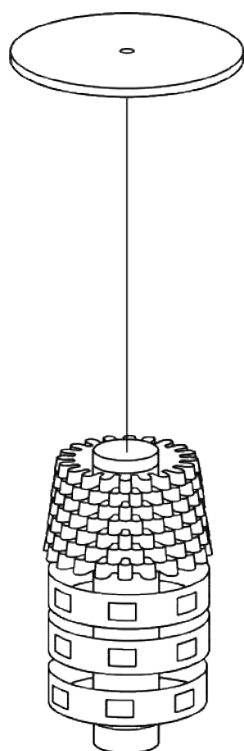
Scala 1:2

5.7 CONFIGURAZIONI

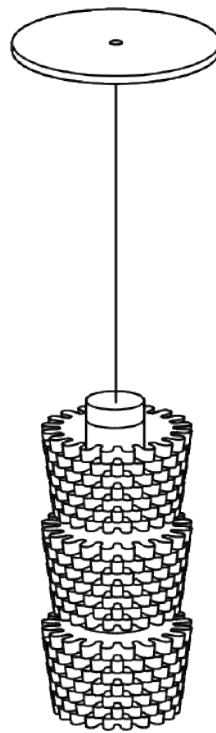
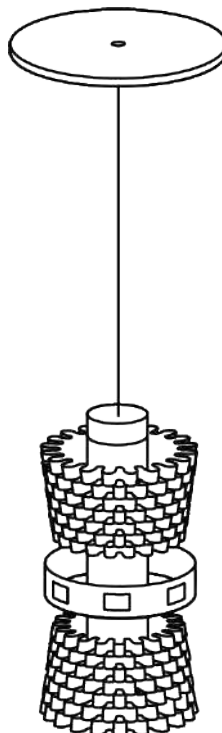
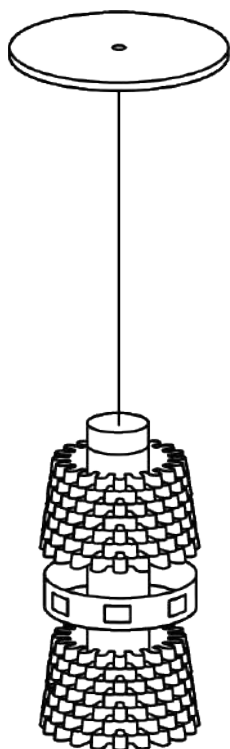
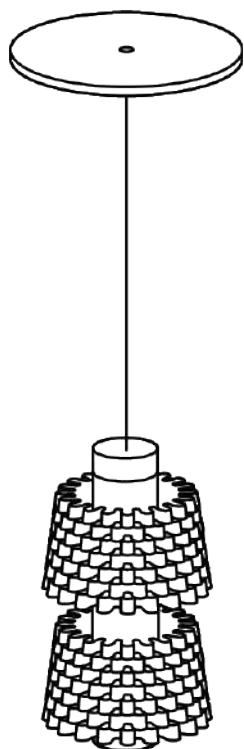
L'anima creativa della lampada risiede nella possibilità di manipolare la luce attraverso l'interazione con i due paralumi in ceramica, caratterizzati da geometrie distinte. Questi elementi sono stati progettati per essere inseriti, alternati e persino ribaltati lungo il corpo centrale, offrendo un controllo totale sulla configurazione estetica e luminosa.



LAMPADA A SOSPENSIONE



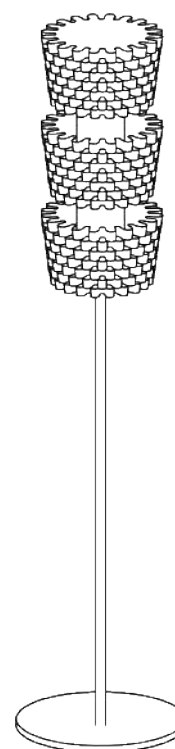
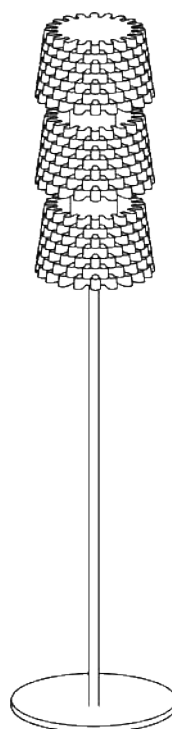
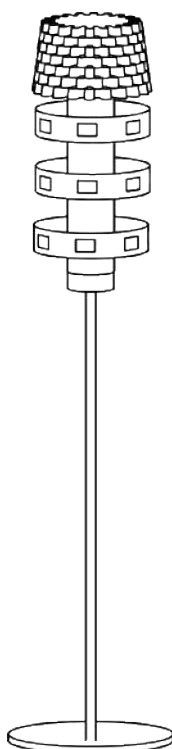
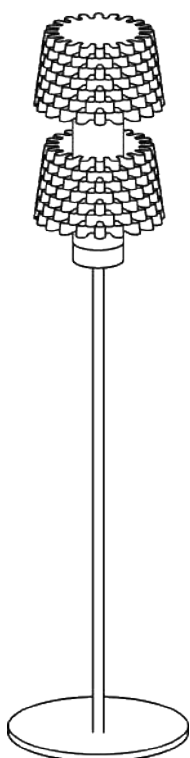
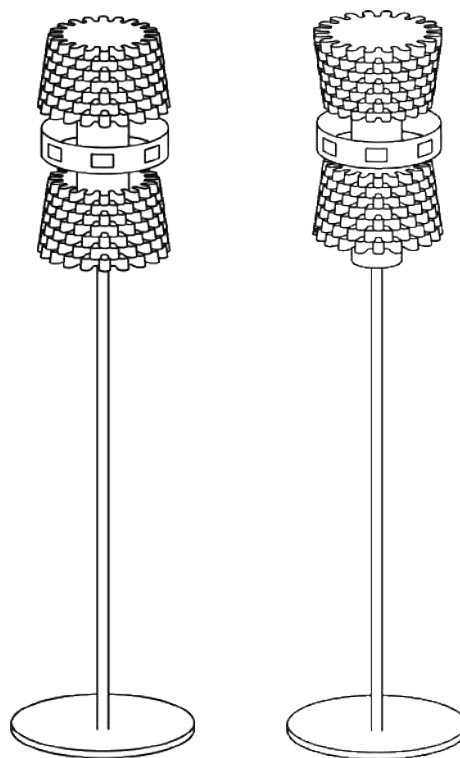
Questo specifico accessorio è stato progettato per integrarsi con naturalezza alla sommità del modulo luminoso, trasformando la struttura da elemento d'appoggio a scultura aerea. Grazie a un sistema di ancoraggio discreto e sicuro, la lampada può fluttuare nello spazio. In questa configurazione, il dialogo tra le diverse geometrie dei paralumi acquista una nuova dimensione visiva: sospesa nel vuoto, la lampada permette alla luce di interagire con l'ambiente circostante in modo scenografico, proiettando giochi d'ombra e sfumature luminose che variano a seconda di come i moduli vengono alternati lungo l'asse sospeso.



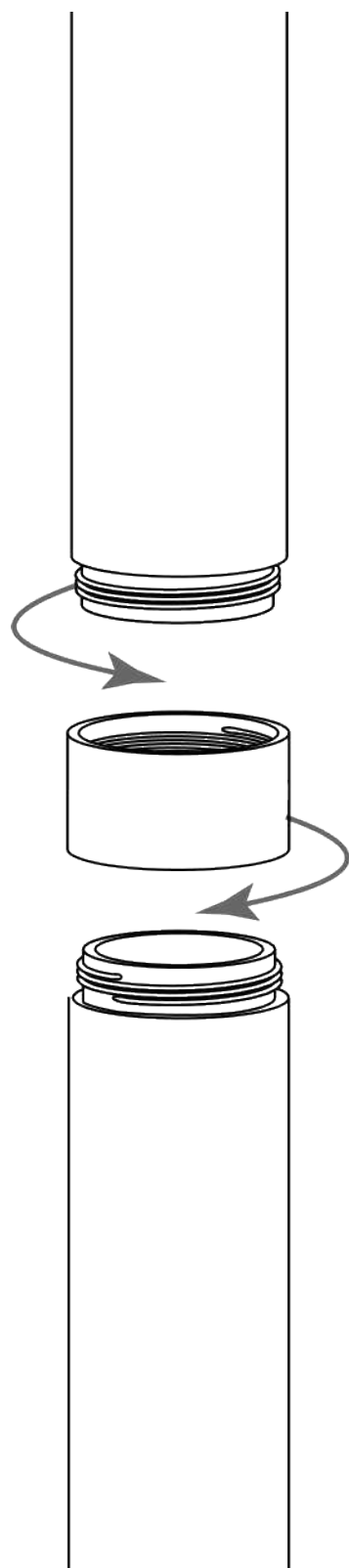
LAMPADA DA TERRA

L'accessorio dedicato alla configurazione a piantana è stato concepito per conferire al sistema una nuova autorevolezza architettonica, elevando il corpo luminoso da terra con slancio ed eleganza. Questo supporto strutturale non si limita a sostenere la lampada, ma ne estende le proporzioni, trasformandola in una presenza scultorea capace di arredare l'ambiente.

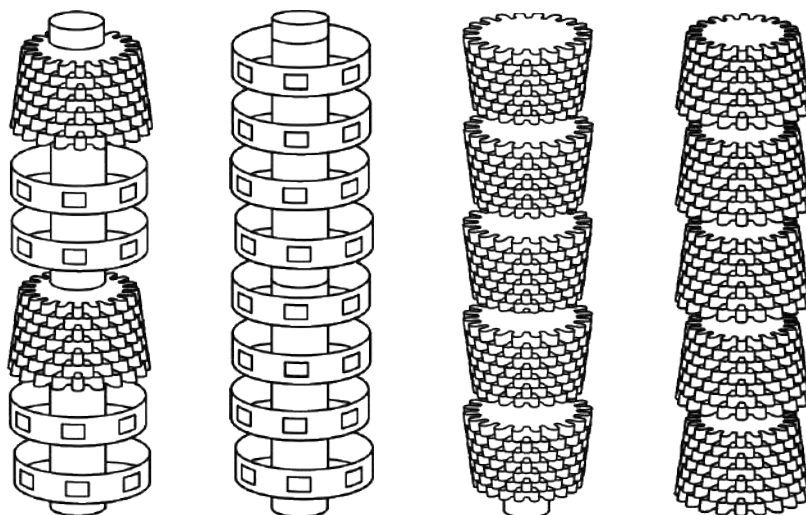
In questa versione, la possibilità di alternare e ribaltare i paralumi in ceramica diventa ancora più significativa con giochi di luci e ombre ad altezza sguardo.



MODULARITÀ

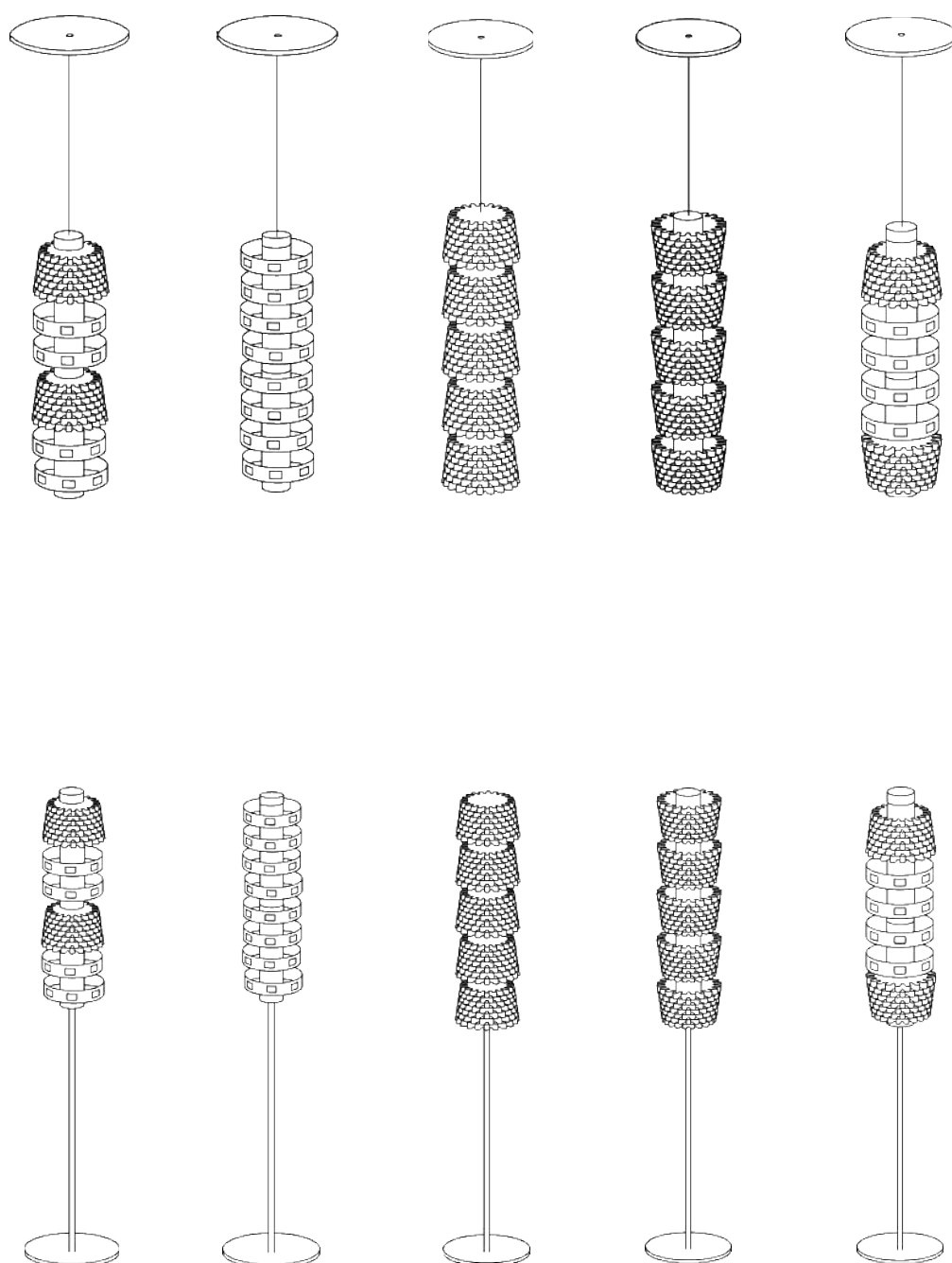


Il vero cuore pulsante dell'ecosistema risiede nel concetto di iper-personalizzazione. Non si tratta semplicemente di una lampada, ma di un sistema aperto dove l'utente finale cessa di essere un fruitore passivo per diventare il designer della propria luce. La libertà di movimento e l'accostamento fluido dei paralumi offrono un ventaglio pressoché illimitato di possibilità estetiche e funzionali, permettendo alla lampada di evolversi insieme allo spazio che la ospita. L'elemento che eleva il potenziale del sistema è l'introduzione di un connettore: questo componente cilindrico, funge da ponte tra i diversi moduli luminosi. Grazie a un sistema di filettatura posto alle estremità, il connettore permette un assemblaggio intuitivo: i cilindri luminosi possono essere avvitati l'uno sull'altro con un gesto semplice e naturale. Questa modularità non è solo un esercizio di stile, ma una soluzione pratica per la gestione dei volumi: l'aggiunta dei moduli di connessione permette di incrementare l'altezza del corpo centrale, trasformando l'oggetto da piccola lampada d'accento a scultura luminosa di grande impatto.



MODULARITÀ E DIALOGO CON GLI ACCESSORI

La modularità del sistema è pensata per adattarsi e dialogare con gli altri accessori, permettendo alla lampada di trasformarsi in una scenografica sospensione che fluttua nello spazio o, al contrario, di elevarsi con eleganza grazie a una piantana dedicata

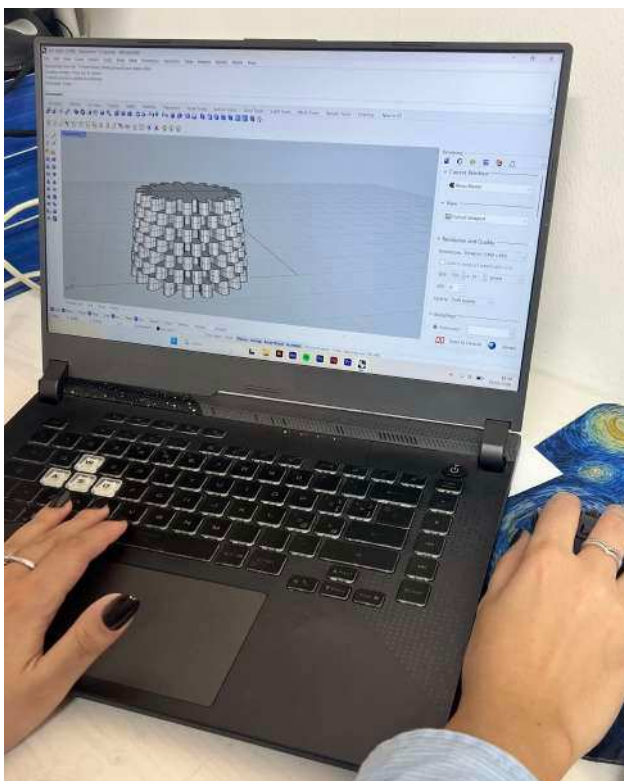


4.8 REALIZZAZIONE DEL PROTOTIPO PARALUME CERAMICO

La realizzazione del prototipo di studio ha permesso di coniugare teoria e pratica, seguendo un workflow analogo a quello della produzione ceramica industriale. Definiti il concept e le geometrie generali, si è passati alla modellazione digitale e alla generazione del G-code per la fabbricazione additiva. Successivamente, dopo la preparazione e l'avvio della stampante, sono state eseguite le fasi cruciali di essiccamento e cottura.

Per garantire la funzionalità del prototipo, il sistema di illuminazione e il corpo luminoso sono stati acquistati online. Nonostante i componenti non corrispondessero del tutto alle misure previste nel progetto, i paralumi ceramici e i supporti sono stati ricalibrati sulle nuove dimensioni; tale adattamento tecnico è stato gestito in modo da non comportare alcuna modifica estetica rispetto al design originale.

La produzione dei componenti è stata diversificata in base ai materiali: i paralumi sono stati stampati in ceramica e cotti presso il laboratorio Pluviam, mentre i supporti strutturali sono stati realizzati in PLA nel laboratorio dell'università.



1: MODELLAZIONE E GENERAZIONE GCODE

I software utilizzati sono Rhinoceros, per la modellazione e Simplify 3D per la generazione del G-code.

fase 2: PREPARAZIONE STAMPANTE

PREPARAZIONE E CARICAMENTO DELL'IMPASTO



MONTAGGIO ESTRUSORE

L'ugello utilizzato per la realizzazione del prototipo è da 3 mm



PULIZIA E POSIZIONAMENTO DEL PIATTO DI STAMPA

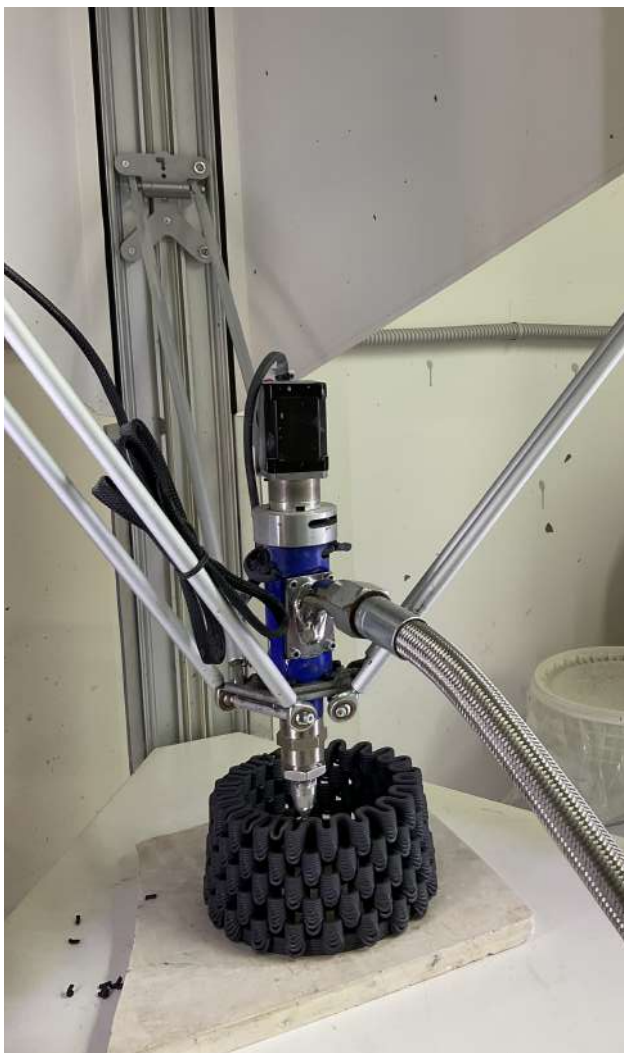


fase 3: AVVIO STAMPA



SETTAGGIO STAMPANTE

Per la stampa dei paralumi sono stati impostati i valori 200% per il flow e 130% per il feed.



STAMPA

La stampa del paralume a cupola è durata circa 40 minuti.
Per il paralume ad anello sono serviti circa 15 minuti.

fase 4: ESSICCAZIONE

ESSICCAZIONE

I paralumi ceramici, a qualche ora dalla stampa, sono stati messi all'interno dell'essiccatoio ad una temperatura compresa tra i 20° e i 25°. La fase di essiccazione è durata circa 48 ore.



fase 5: COTTURA

COTTURA

La fase di cottura è stata sicuramente la più lunga: i paralumi ceramici sono stati cotti per 17 ore con picchi di 1200°.



BIBLIOGRAFIA

- "Il senso dei materiali per il design" / Valentina Rognoli, Marinella Levi,
- "Materiali per il design" / B. Del Curto, C. Marano, MP. Peddeferri.
- "Stampa 3D: guida completa" / A. Maietta
- "Materiali e design: l'arte e la scienza della selezione dei materiali per il progetto" / M. Ashby, K. Johnson.
- "Il manuale per il design dei prodotti industriali" / R. Thompson
- "Construction and design manual: 3D printing and material extrusion in architecture" / K. Grigoriadis, G. Lee.
-

SITOGRAFIA

CAPITOLO 1

<https://www.savar.srl/it/news/ceramica-refrattaria>
<https://ceramicaenpleinair.wordpress.com/2018/03/22/terracotta-ceramica-porcellana-gres-argilla-come-distinguerle/>
<http://www.2c2m.it/Argomenti/materiali/ceramici/ceramtrad.htm>
<https://ggsceramic.com/it/notizia/esplorazione-di-materiali-ceramici-avanzati-ceramiche-a-base-di-carburo>
<https://www.britishmuseum.org/research/projects/what-was-ashurbanipals-library>
<https://www.museivaticani.va/content/museivaticani/it/collezioni/musei/museo-gregoriano-egizio/sala-viii--antichita-del-vicino-oriente-antico/tavoletta-cuneiforme.html>
<https://online.scuola.zanichelli.it/artemondo-blog/2018/09/10/ceramica-preistorica/>
<https://www.savar.srl/it/news/ceramica-refrattaria>
<https://ceramicaenpleinair.wordpress.com/2018/03/22/terracotta-ceramica-porcellana-gres-argilla-come-distinguerle/>
<http://www.2c2m.it/Argomenti/materiali/ceramici/ceramtrad.htm>
<https://ggsceramic.com/it/notizia/esplorazione-di-materiali-ceramici-avanzati-ceramiche-a-base-di-carburo>
<https://www.britishmuseum.org/research/projects/what-was-ashurbanipals-library>
<https://www.museivaticani.va/content/museivaticani/it/collezioni/musei/museo-gregoriano-egizio/sala-viii--antichita-del-vicino-oriente-antico/tavoletta-cuneiforme.html>
<https://online.scuola.zanichelli.it/artemondo-blog/2018/09/10/ceramica-preistorica/>

CAPITOLO 2

<https://www.sidaccnc.it/macchine-cnc/>
<https://formlabs.com/it/blog/produzione-additiva-e-produzione-sottrattiva-a-confronto/?srsId=AfmBOooR8Oa9jKqaGZw->

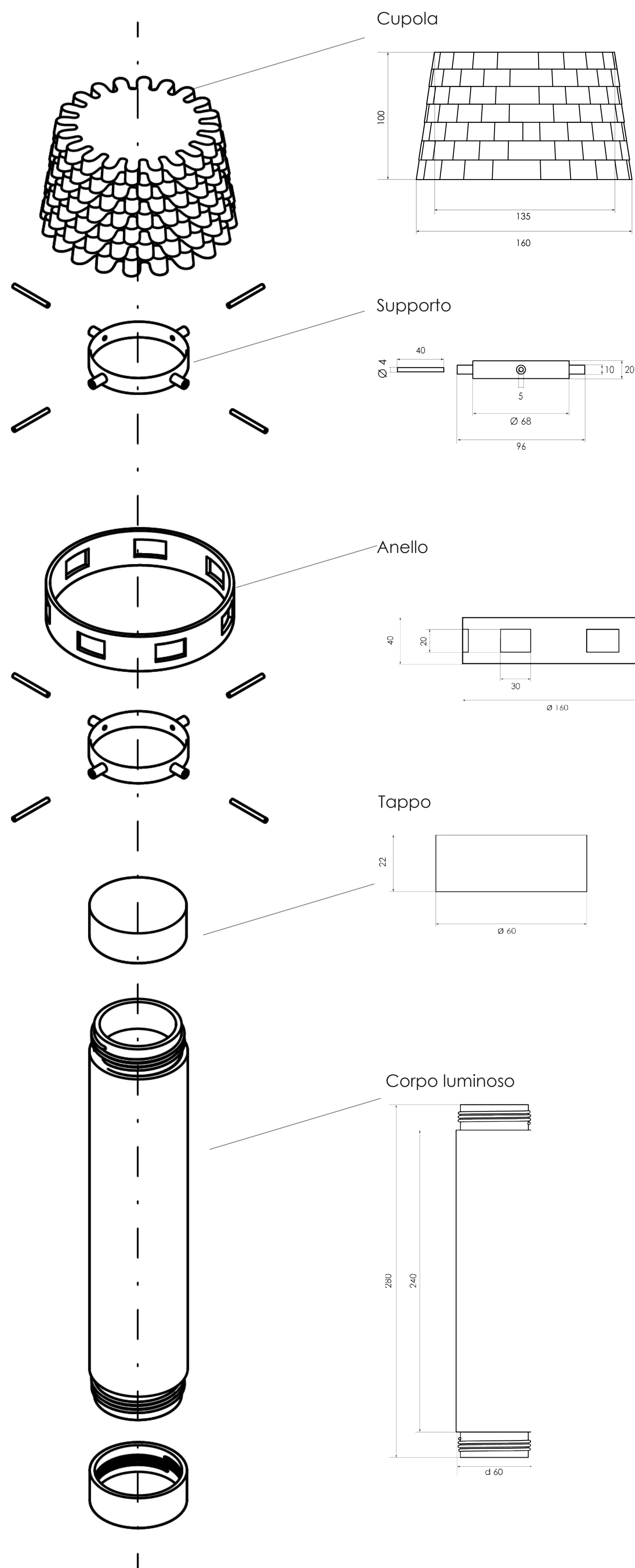
[a1nnVb8wrjKcz0Fjd3VA-eBVzDFg6nbab1Nf](https://www.geopop.it/stampa-3d-per-alimenti-come-funziona-e-i-principali-vantaggi/)
<https://www.geopop.it/stampa-3d-per-alimenti-come-funziona-e-i-principali-vantaggi/>
<https://fablab.muse.it/fablab-descrizione/>
<https://www.startupeuropalab.it/che-cose-un-fab-lab/>
<https://www.claybymi.com/it/tecnica-colombino/>
https://www.madeinitalyfor.me/it/evolution-ceramics-human-history?srsId=AfmBOopCa3_3vxMmarQMSud8EYS5XdoGP1KTKS6Sfbuwd5ROTQBP2geJ
<https://lamaquina.io/projects/urbinat-smart-city-expo-vertical-food-farm/>
<https://giulioiorgi.com/>
<https://www.3dwasp.com/un-giardino-sensoriale-stampato-in-3d-per-il-chelsea-flower-show-2024/>
<https://dbt.arch.ethz.ch/team-member/victoria-roznowski/>
<https://www.iOUS-studio.com/about>
<https://www.3dwasp.com/piastrelle-in-ceramica-stampate-in-3d-per-rivestimento-murale-wasp-residency/>
<https://studiorap.nl/Ceramic-House>
<https://www.keramik.gr/our-story>
<https://www.ceramicastudio.com/app/3d-printed>
<https://migrationofmatter.com/collections/spring-collection>
<https://www.3dwasp.com/stampa-3d-di-arnie-in-micelio-per-api-asya-ilgun/>
<https://distributeddesign.eu/wasp-award-winner-asya-ilgun/>
<https://draganddrop.design/pages/about-us>
<https://www.pluviam.it/collezione-3d-clay/>
<https://bold-design.fr/lab/impression-3d-experimentations/>
<https://www.leastudios.it/about/>
<https://www.lequai-pontdebarret.fr/artistes/aude-lavenant.html>
<https://www.3dwasp.com/uninedita-collezione-darte-stampata-in-3d-da-wasp-e-andrea-salvatori/>

CAPITOLO 3

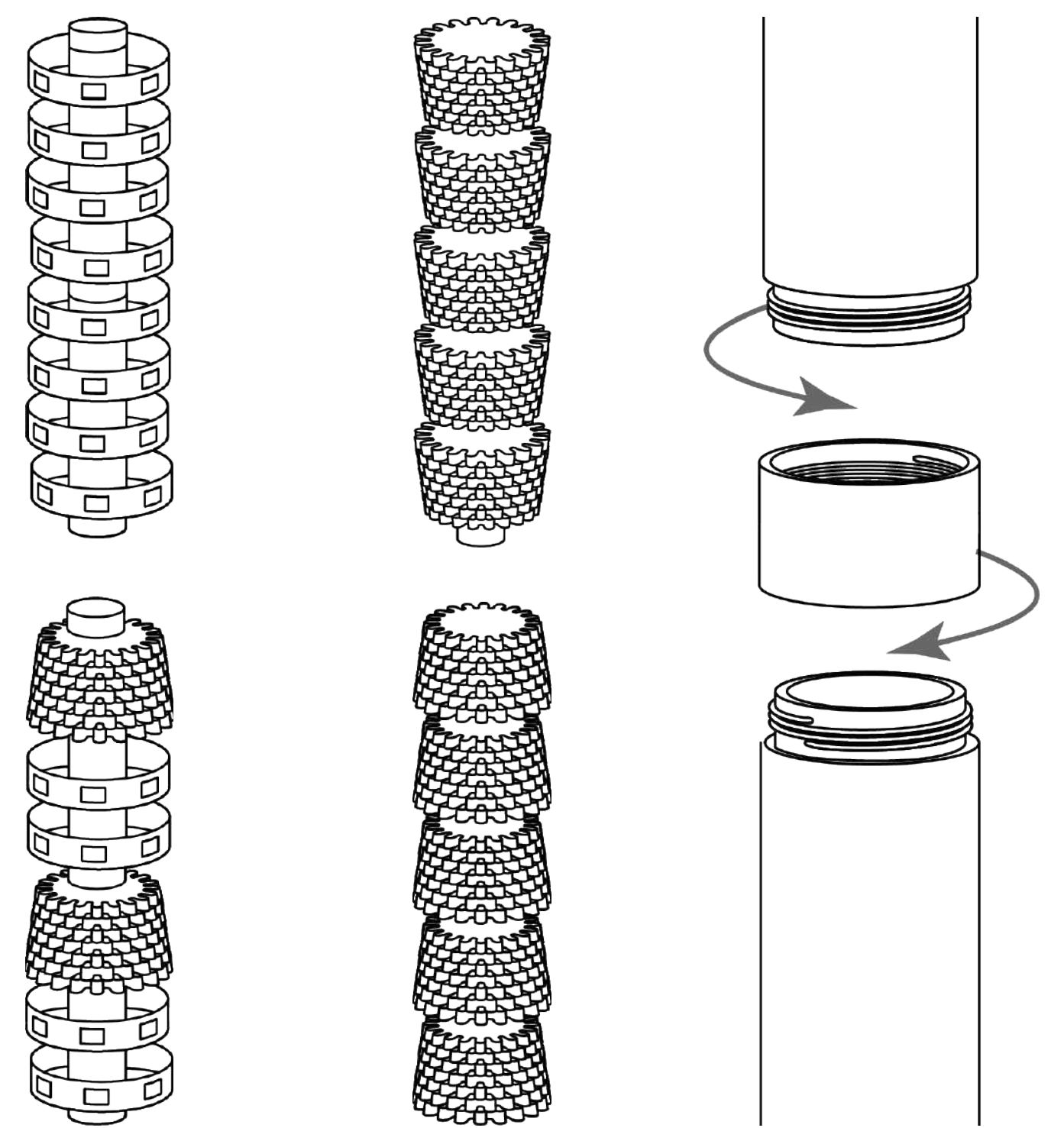
[https://www.treccani.it/enciclopedia/luce_\(Universo-del-Corpo\)/](https://www.treccani.it/enciclopedia/luce_(Universo-del-Corpo)/)
<https://vibia.com/it/labc-dell-illuminazione-la-differenza-tra-la-luce-ambientale-da-lavoro-e-daccento/>
<https://www.studenti.it/luce-in-fisica-riassunto-spiegazione.html>

CAPITOLO 4

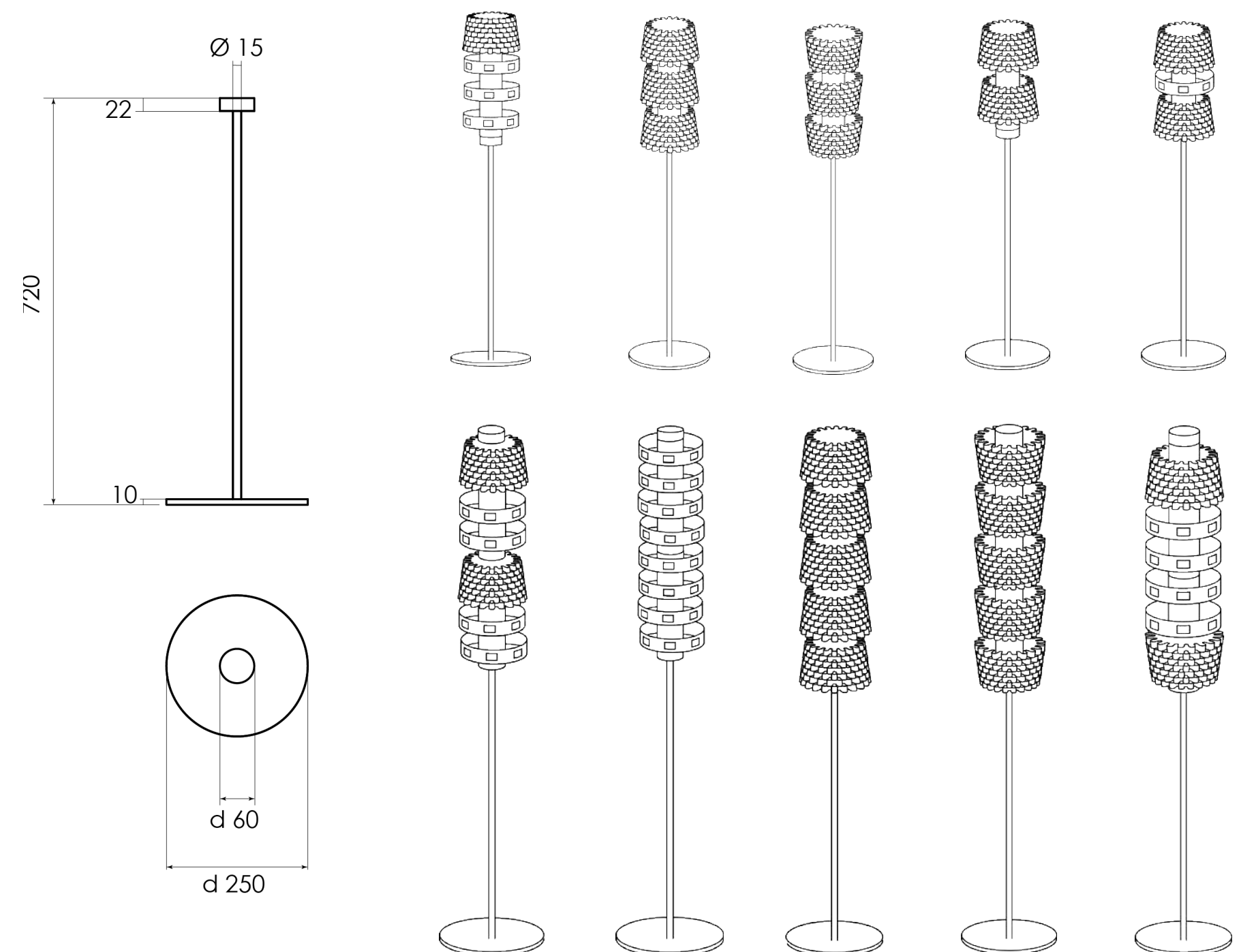
<https://www.keramik.gr/product/mantle>
https://www.archiproducts.com/it/designer/vittorio-paradiso?srsId=AfmBOoqJ2xiJDyTpoxhMSX0r0c2gPIjoVJDghY_UbtGxFGy1D2Ulj7gb
<https://www.3dwasp.com/lampade-a-sospensione-in-ceramica-stampate-in-3d/>
<https://paolocastelli.com/chi-siamo/>



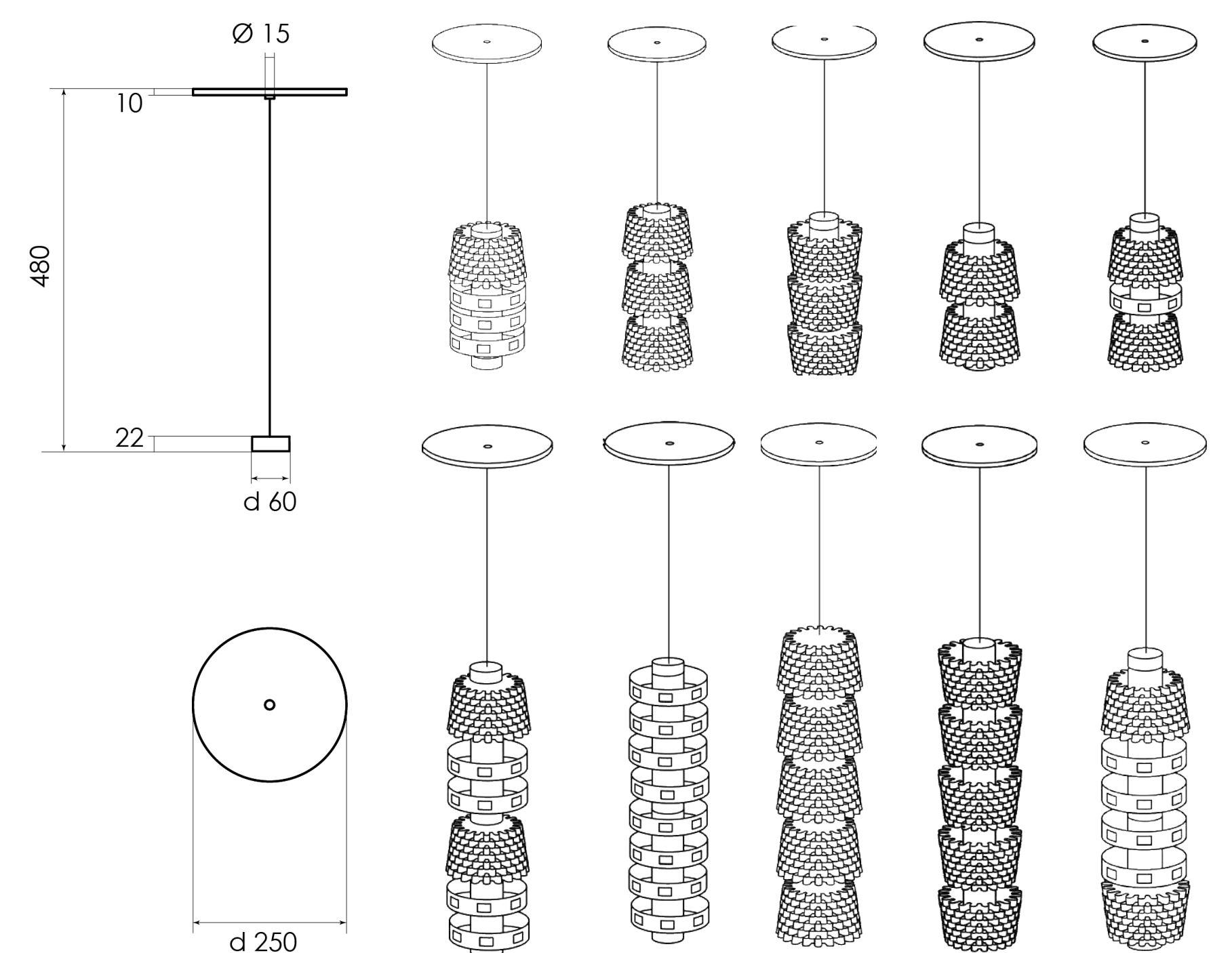
modularità



da terra



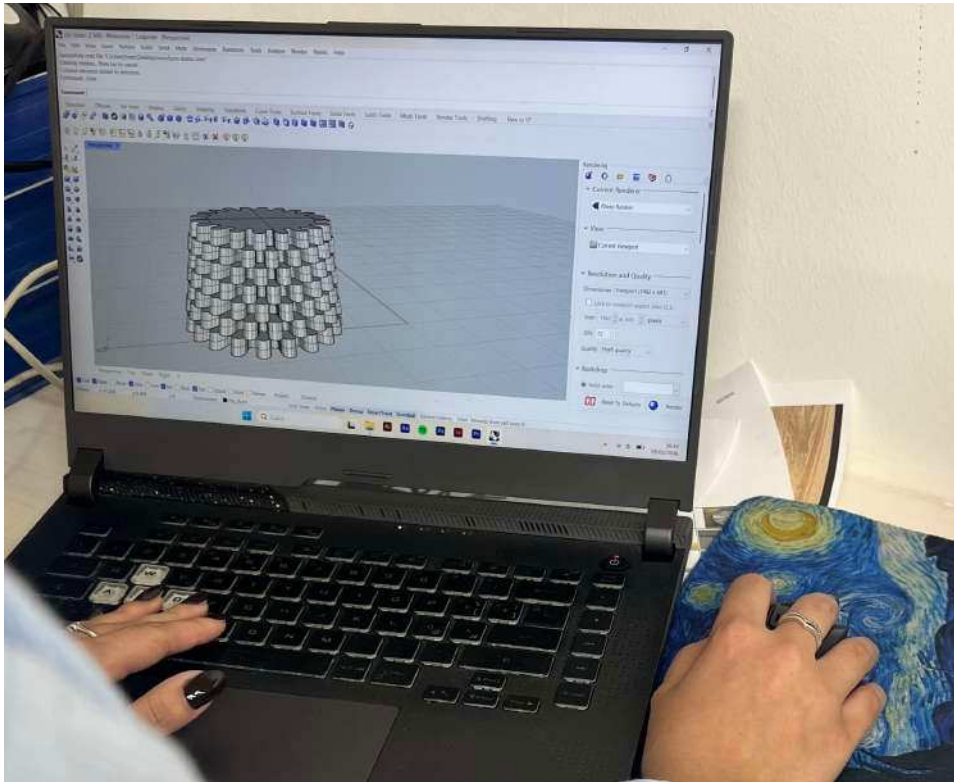
a sospensione



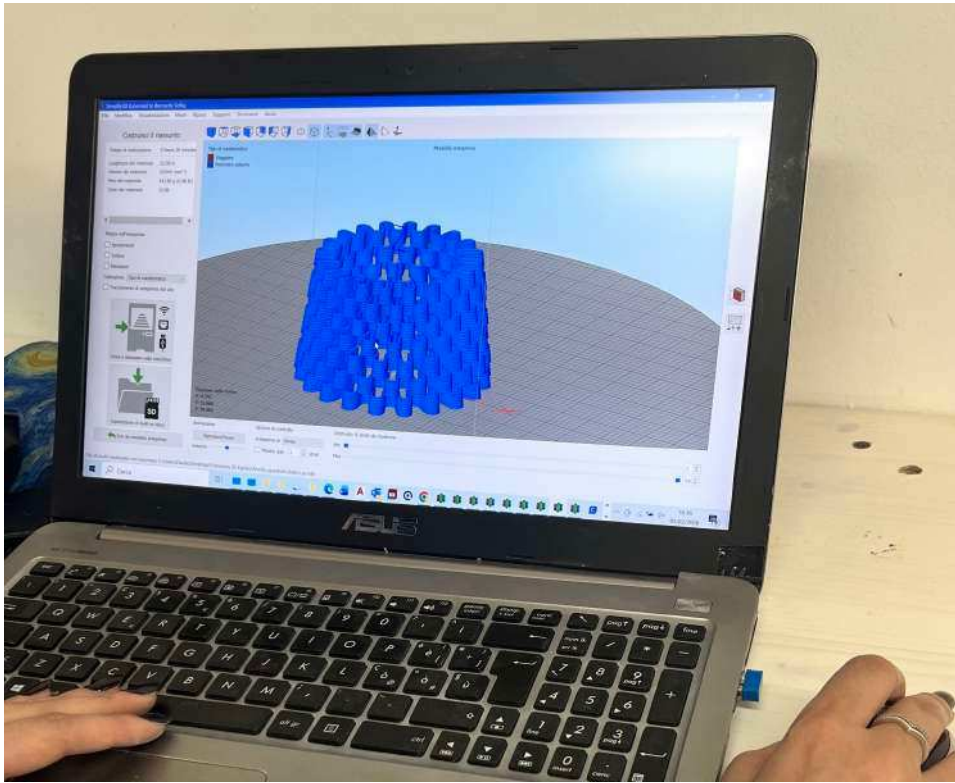
Processo



IDEAZIONE



MODELLAZIONE 3D



GENERAZIONE GCODE



PREPARAZIONE IMPASTO



CARICAMENTO
MATERIALE



MONTAGGIO ESTRUSORE



POSIZIONAMENTO
PIATTO DI STAMPA



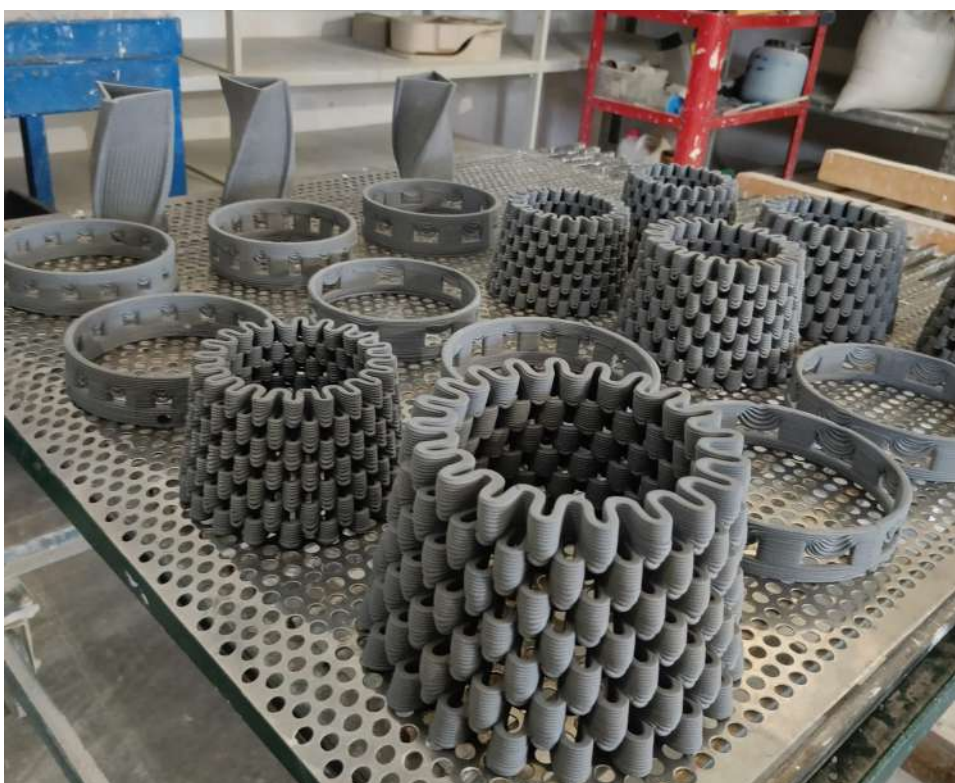
SETTAGGIO STAMPANTE



AVVIAMENTO E STAMPA



RIFINITURA



ESSICCAMENTO



COTTURA

