



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI CAMERINO

SCUOLA DI ARCHITETTURA E DESIGN "E. VITTORIA"

CORSO DI LAUREA IN

.....**DESIGN INDUSTRIALE ED AMBIENTALE**.....

TITOLO DELLA TESI

.....**PROGETTO DI UNA CALZATURA APERTA SU MISURA CON**.....
.....**SUOLA IN RETICOLATO ADATTO ALL'ASSORBIMENTO DI ENERGIA**.....
.....
.....

Laureando/a

Nome. **MAGGIORI MATTIA**.....

Firma. *Mattia Maggiori*.....

Relatore

Nome. **VANNICOLA CARLO**.....

Firma. *Carlo Vannicola*.....

ANNO ACCADEMICO. **2021/2022**.....



PROGETTO DI LAUREA

“Progetto di una calzatura aperta su misura con suola in reticolato adatto all'assorbimento di energia”

UNIVERSITÀ DI CAMERINO

FACOLTÀ DI DESIGN ED ARCHITETTURA

CORSO IN DESIGN INDUSTRIALE ED AMBIENTALE

ANNO ACCADEMICO 2021/2022

INDICE

| | |
|---|---------|
| Abstract | 1 |
| Idea progettuale | 2 - 5 |
| Tecnologie di stampa 3d | 6 - 17 |
| Materiali stampabili in 3d | 18 - 20 |
| Confronto stampaggio ad iniezione e stampaggio 3d | 21 |
| Casi studio calzature stampabili in 3d | 22 - 34 |
| Studio dell'anatomia del piede | 35 - 40 |
| Misure del piede per la realizzazione di una calzatura | 41 - 43 |
| Interviste | 44 - 46 |
| Materiali specifici per alcune tecnologie di stampa 3d | 47 - 48 |
| Analisi reticolati | 49 - 58 |
| Differenza fra sandalo e ciabatta | 59 - 62 |
| Introduzione analisi aziendali | 63 |
| Analisi Birkenstock | 64 - 68 |
| Analisi Crocs | 69 - 74 |
| Conclusioni ed aspetti in comune analisi aziendali | 75 |
| Tipologie di ciabatte | 76 |
| Analisi tipologia slides | 77 - 79 |
| Analisi tipologia flip flops | 80 - 83 |
| Analisi tipologia clogs | 84 - 86 |
| Analisi tipologia slippers | 87 - 88 |
| Tipologia scelta per la riprogettazione | 89 |
| Concept | 90 - 93 |
| Render | 94 - 95 |

ABSTRACT

La mia tesi si concentra sulla progettazione di una calzatura aperta realizzabile su misura e tramite la tecnologia di stampa 3d SLS (select laser sintering). L'idea nasce nel guardare cosa le aziende più importanti del settore calzaturiero stanno cercando di fare negli ultimi anni per rimanere al passo con i tempi, e dopo una breve analisi si nota che un aspetto in comune è la sperimentazione con stampanti 3d. Ogni azienda di grande importanza collabora con realtà relativamente giovani del campo della prototipazione rapida cercando di aiutarsi a vicenda per innovare entrambi i settori. Ad oggi in questo contesto le stampanti 3d vengono utilizzate principalmente per la produzione di soles, perchè si possono realizzare delle forme molto particolari non realizzabili con nessuna altra tipologia di produzione industriale. Allo stesso tempo le possibili forme stampabili sono potenzialmente infinite ed ognuna di queste è in grado di dare un comportamento differente. La stessa scarpa può avere una suola diversa ed essere adatta a due contesti completamente opposti. Nel campo delle scarpe da corsa dove ogni piccola differenza della scarpa può fare la differenza fra un nuovo record mondiale o no si sta sempre di più cercando di portare al limite il tutto. Dopo questa analisi ho notato che generalmente si cerca di fare innovazione nel settore delle scarpe, dovuto anche all'alto valore del mercato, ma quasi nessuno lo fa con le ciabatte nonostante sia molto simile. Ovviamente nella suola di una ciabatta non si cerca la prestazione equiparabile a quella di una scarpa da corsa ma la comodità è sicuramente un aspetto che deriva dalla suola. Mi sono anche accorto che c'era un altro fattore caratterizzante della stampa 3d che però quasi nessuno aveva tenuto in considerazione, cioè la possibilità di produrre ogni calzatura su misura per l'utente finale senza avere costi aggiuntivi, perchè come sappiamo la stampa 3d non necessita di nessuno stampo. Una volta avuta questa idea ho iniziato a cercare alcuni casi studio e vedere quanti altri avevano realizzato cose simili e sorprendentemente ci sono solo una manciata di esempi in giro per il mondo. Ho iniziato la progettazione di questa calzatura con grande interesse e posso dire che andando avanti ci si accorge delle potenzialità della stampa 3d e di come diverse non siano ancora state sfruttate appieno. Nel percorso ho dovuto scegliere che tipologia di ciabatte dover progettare, analizzando i vari contesti d'uso di ognuna di esse e capire a quale era più adatto. Ho analizzato le tipologie di reticolato utilizzate per il riempimento della suola per capire quale era in grado di supportare più peso ma con meno materiale possibile ed allo stesso tempo in grado di garantire una resistenza al rimbalzo buona per favorire e facilitare la camminata. Mi sono imbattuto nell'ambito della moda per vedere quali sono i trends del momento riguardanti la categoria di ciabatte scelta; ho analizzato la storia di due aziende leader in questo settore come Crocs e Birkenstock per comprendere quali siano stati i fattori che a distanza di decenni fanno rimanere i loro prodotti in cima alle classifiche dei più venduti, ed infine, ho cercato di portare tutte queste conoscenze nella progettazione della mia calzatura. Spero di aver fatto un progetto stimolante anche per altre persone e non solo per me stesso. Buona lettura!

ANALISI DELLE TENDENZE

Da pochi anni a questa parte alcune aziende internazionali di footwear hanno iniziato la sperimentazione e una "piccola" produzione di scarpe stampate in 3d. In alcuni casi sono stampati solo alcuni componenti (in particolare la suola per ottimi risultati di rendimento) e in altri tutta la scarpa viene stampata in 3d. A seconda della forma di quello che si vuole stampare ci sono diverse tecnologie di stampa più adatta o meno adatta. Tra le grandi aziende del settore calzaturiero l'Adidas è stata la prima a portare nel mercato un paio di scarpe realizzate con la stampa 3d, questo anche grazie alla collaborazione con l'azienda Carbon produttrice di stampanti.



Adidas futurecraft strung
Scarpa interamente stampata in 3D



Adidas alphaedge 4d
Scarpa con suola stampata in 3D

INTUIZIONE

Visto questo andamento crescente delle scarpe realizzate in 3d vorrei provare a portare questa evoluzione tecnologica nelle ciabatte, aggiungendoci qualche aspetto di personalizzazione per realizzare una calzatura su misura e on demand. Sono consapevole che ad oggi le tecnologie 3d non sono in grado di competere con macchine industriali ma penso che in un futuro vicino le cose potrebbero cambiare.



Scarpe stampate in 3d



Futuro sviluppo del 3d nelle ciabatte

SLIDERY

La mia idea sarebbe quella di realizzare una ciabatta stampabile in 3d e realizzata con l'utilizzo di un software di lattice design e parametrico. Visto che le stampanti 3d ci danno la possibilità di personalizzare ogni oggetto stampato, non capisco perchè dovremmo utilizzare queste macchine per una produzione in serie (quello che stanno facendo le aziende del footwear). Tramite un sito web, l'utente potrà inserire le sue misure del piede e successivamente le verranno realizzate le ciabatte su misura. In questo caso non si può definire la ciabatta come ortopedica perchè non correggerà la posizione del piede, ma sarà una ciabatta su misura e più confortevole per il cliente.



Sito web per ordinare



Produzione on demand e consegna

POSSIBILITÀ FORMALI

Utilizzando le diverse tecnologie di stampa 3d si possono realizzare particolari strutture di riempimento che non sarebbero possibili altrimenti. Queste tipologie di strutture sono fatte con software di generative design e permettono per prima cosa di ridurre il consumo di materiale, e anche migliorano (a seconda della forma) la risposta della scarpa durante la camminata o corsa.

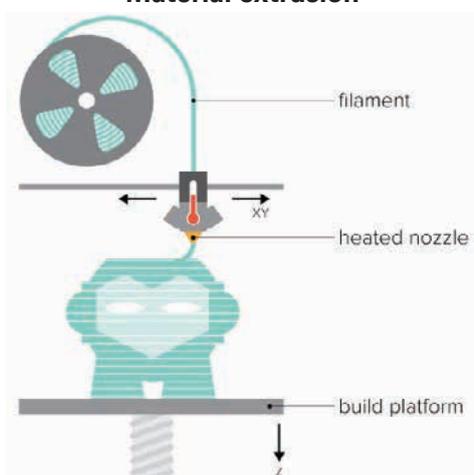


NewBalance
Varianti strutture per soles

TECNOLOGIE DI STAMPA 3D

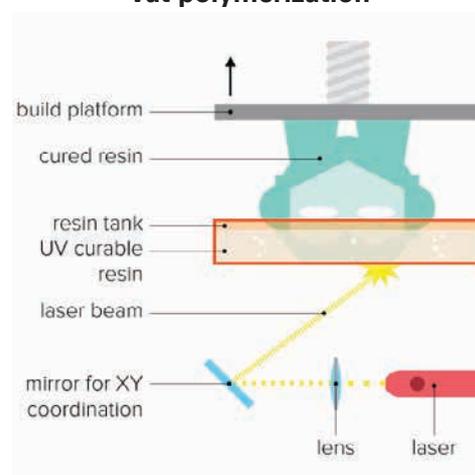
Per realizzare queste particolari forme cave caratterizzanti questo settore non si possono utilizzare qualsiasi stampante 3d in commercio, ma solo quelle che permettono di depositare materiale senza supporti. Questo aspetto porta a poter utilizzare le tecnologie di stampa SLA, DLP, LFS, MJF, SLS e DMP. Ecco però tutte le tecniche di stampa 3d e il loro relativo funzionamento.

Material extrusion



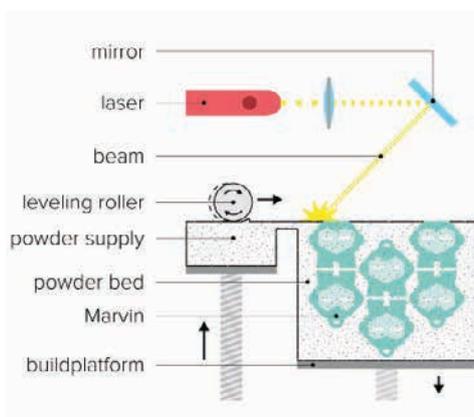
- FDM / FFF
- CFF
- ADAM

Vat polymerization



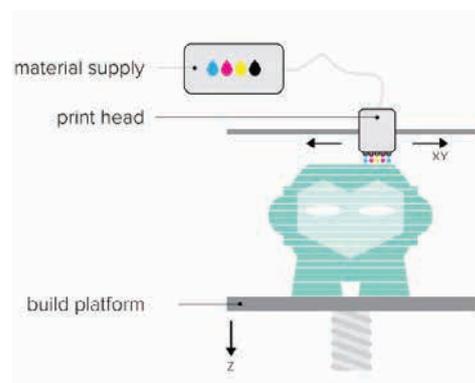
- SLA
- LFS
- DLP

Powder bed fusion



- SLS
- MJF
- DMP

Material jetting



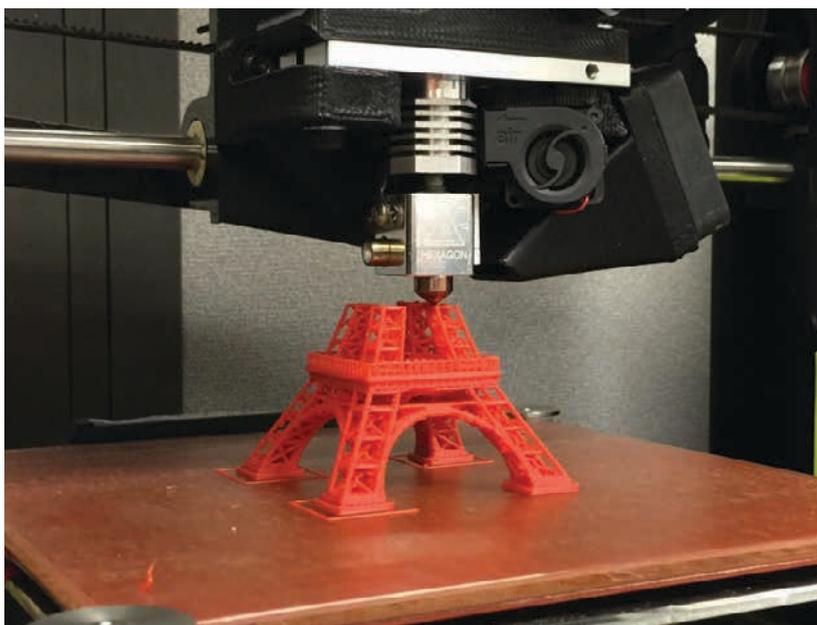
- CJP
- MJP

FDM / FFF (fused deposition modeling / fused filament fabrication)

La tecnica FDM è sicuramente la più popolare di tutte, questo grazie al suo funzionamento estremamente semplice e al costo accessibile a tutti. Le stampanti 3d di questa tipologia funzionano con un filamento in materiale termoplastico che viene surriscaldato fino al punto di fusione dall'ugello e poi deposita nella forma che si vuole. Queste stampanti servono per realizzare prototipi veloci perchè la qualità dell'oggetto non è di alto livello a meno che non vengano fatte altre lavorazioni successive.

**Vantaggi:**

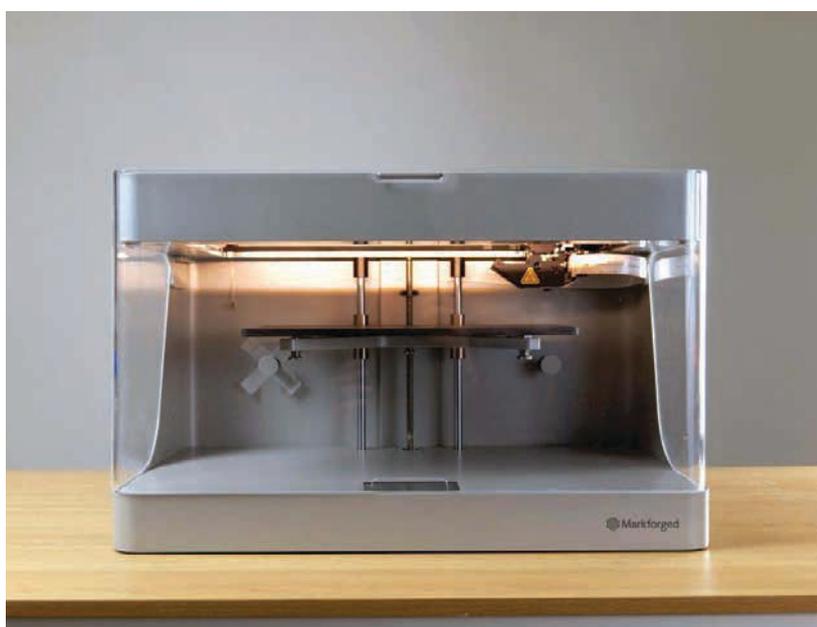
economica / facile da usare / elevata disponibilità di materiali

**Svantaggi:**

qualità estetiche e meccaniche non elevate / necessita di supporti / tempi elevati

CFF (continuous fiber fabrication)

Questo tipo di tecnologia funziona in modo molto simile alla classica FDM, infatti rientra nella stessa categoria di stampanti ad estrusione di materiale. La CFF funziona tramite due ugelli e serve per realizzare componenti con resistenze meccaniche simili alle parti industriali realizzate in metallo. Collegati alla macchina ci sono due bobine, una contenente un polimero e l'altra un filamento caricato con fibre come kevlar, carbonio o vetro. Queste stampanti costano quasi il doppio delle FDM e nella maggior parte dei casi vengono utilizzate da professionisti.



Vantaggi:

mediamente economica / facile da usare / buone qualità meccaniche



Svantaggi:

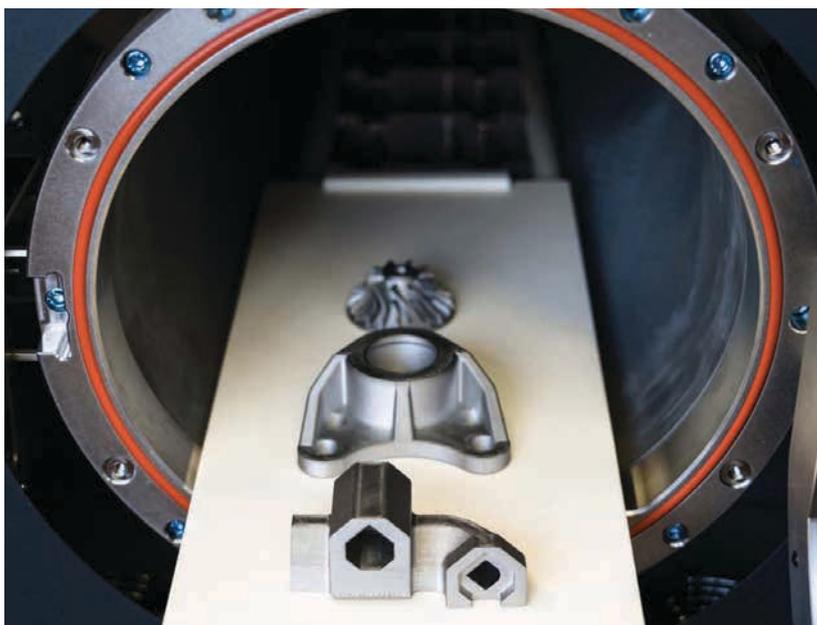
qualità estetica non elevata / necessita di supporti / poca scelta di materiali / tempi elevati

ADAM (atomic diffusion additive manufacturing)

La tecnologia ADAM funziona sempre tramite un ugello ed esso viene caricato con un filamento polimerico pieno di granuli di polvere di metallo. Una volta stampato, il pezzo viene inserito in una macchina sinterizzatrice che fonde tutta la parte polimerica e unisce i granuli metallici. Il polimero cola via dal pezzo ed il risultato è un componente 3d in metallo. Questa stampante è utilizzata solo in ambito industriale perchè è composta da due strutture di medie dimensioni e il costo è elevato.

**Vantaggi:**

elevate qualità meccaniche / buone qualità estetiche / adatta per stampare metalli

**Svantaggi:**

costosa / di grandi dimensioni / necessita di supporti / necessita di un sinterizzatore / tempi elevati

SLA (stereolithography)

La tecnologia SLA rientra nella categoria della polimerizzazione in vasca e questo metodo consiste di sinterizzare una resina tramite l'utilizzo di un laser. Con i continui sviluppi la SLA sta diventando sempre più veloce ed è ben saputo che le stampe vengono ad altissima qualità, senza percepire il sovrapposizionamento degli strati. Di contro questa metodologia ha che le resine non sono materiali ad altissime prestazioni meccaniche e questo fa sì che gli oggetti stampati servano principalmente per prototipi o modellini estetici. Le stampanti di questa categoria sono economiche anche se richiedono del lavoro post stampa.



Vantaggi:

economica / facile da usare / elevata qualità estetica / capacità di fare micro stampe / materiali semi trasparenti / supporti non obbligatori

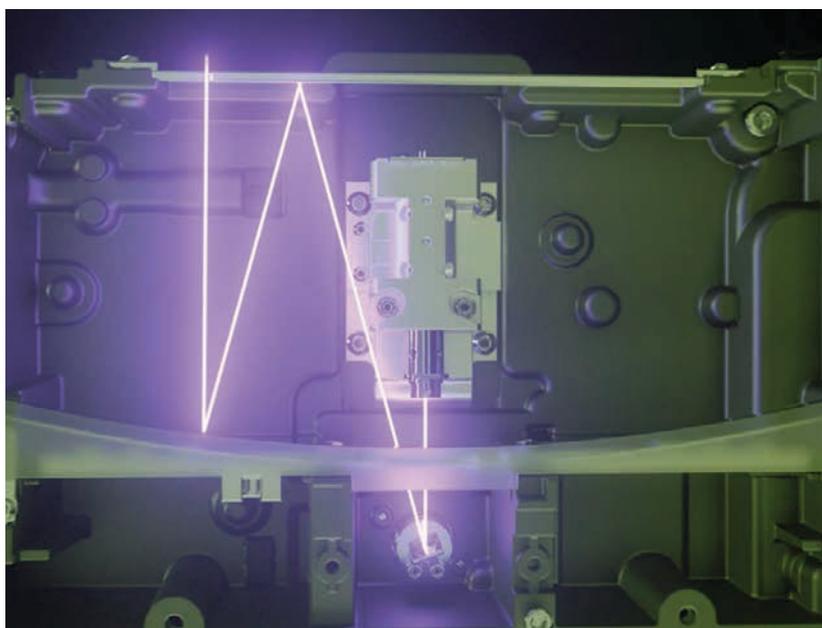


Svantaggi:

qualità meccaniche non elevate / necessita di supporti in alcuni casi / processo lungo / bassa resistenza ai raggi del sole

LFS (low force stereolithography)

Questa tecnologia di stampa è molto simile alla precedente, infatti ad occhio nudo e dall'esterno non si capisce quale sia la differenza con la tecnologia SLA. Le stampanti di queste due tipologie hanno le stesse performance e lo stesso costo. L'unica differenza è come viene proiettato il laser per polimerizzare la resina. La SLA usa un fascio di laser diretto mentre la LFS utilizza un laser fisso che però specchia in un vetrino che viene mosso dalla macchina. Il vetrino dirige il laser dove è necessario.

**Vantaggi:**

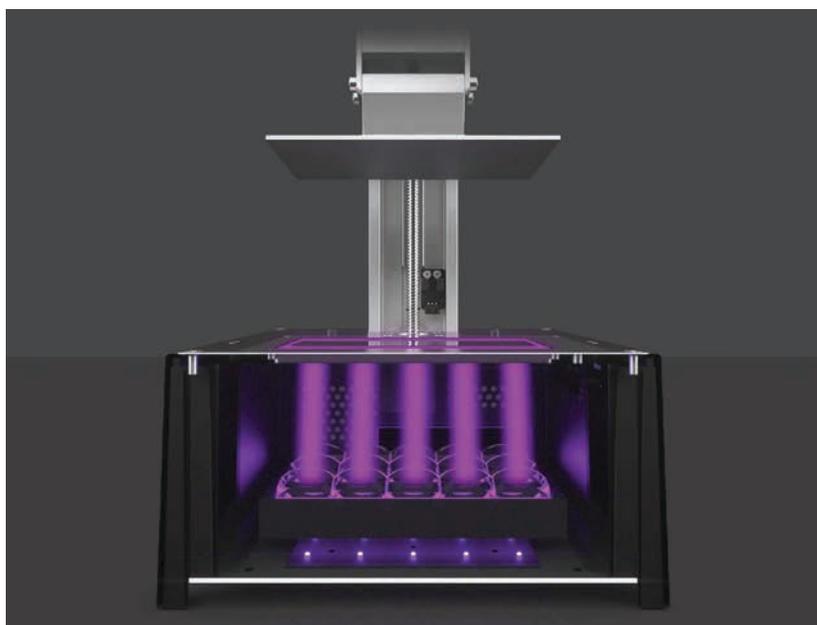
economica / facile da usare / elevata qualità estetica / capacità di fare micro stampe / materiali semi trasparenti

**Svantaggi:**

qualità meccaniche non elevate / necessita di supporti in alcuni casi / processo lungo / bassa resistenza ai raggi del sole

DLP (digital light printing)

Anche questa tecnologia serve per stampare prodotti in resina ed il risultato è uguale alle due tecnologie precedenti, cioè LFS e SLA. La differenza sostanziale sta nel funzionamento infatti la DLP non usa un laser per far polimerizzare la resina ma usa un proiettore di immagine che fa solidificare strato dopo strato la resina. In questo caso la risoluzione dell'immagine proiettata definirà la risoluzione dell'oggetto finale. Queste stampanti non sono molto costose e sono anche ad uso domestico, però più alta sarà la risoluzione del proiettore e più alto sarà il prezzo.



Vantaggi:

mediamente economica / facile da usare / elevata qualità estetica / supporti non sempre necessari / materiali semi trasparenti



Svantaggi:

qualità meccaniche non elevata / stampa di piccole dimensioni / processo lungo / bassa resistenza ai raggi del sole

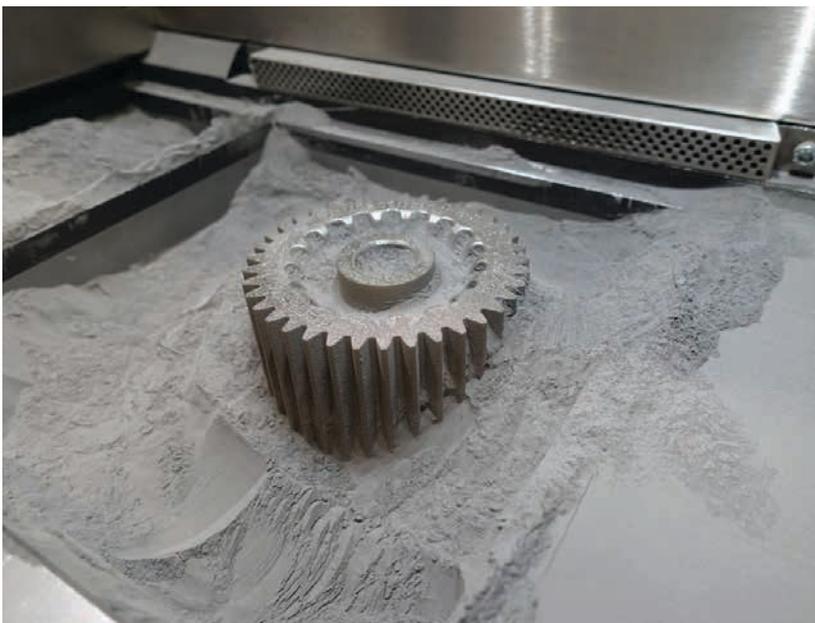
SLS (select laser sintering)

La tipologia di stampaggio SLS rientra nella categoria della fusione della polvere ed è ad oggi la più utilizzata in ambito industriale. Anche la SLS è composta da due macchinari, una dove viene riempito di polvere polimerica strato per strato e sinterizzato con il passaggio di un laser, e l'altro dove tutta la polvere in eccesso deve essere tolta e recuperata per una stampa successiva. La particolarità è che non servono nessun tipo di supporti visto che la sabbia non sinterizzata farà questo lavoro e che si possono realizzare geometrie non realizzabili con altre tecniche. I materiali utilizzati sono di elevatissima qualità e resistenza.



Vantaggi:

qualità estetica elevata / qualità meccaniche ottime / supporti mai necessari / ottimizzazione della vasca di stampa / oggetti multicomponente



Svantaggi:

costo elevato / necessita di un secondo macchinario per rimuovere la polvere / dimensioni elevate / poca scelta di materiali

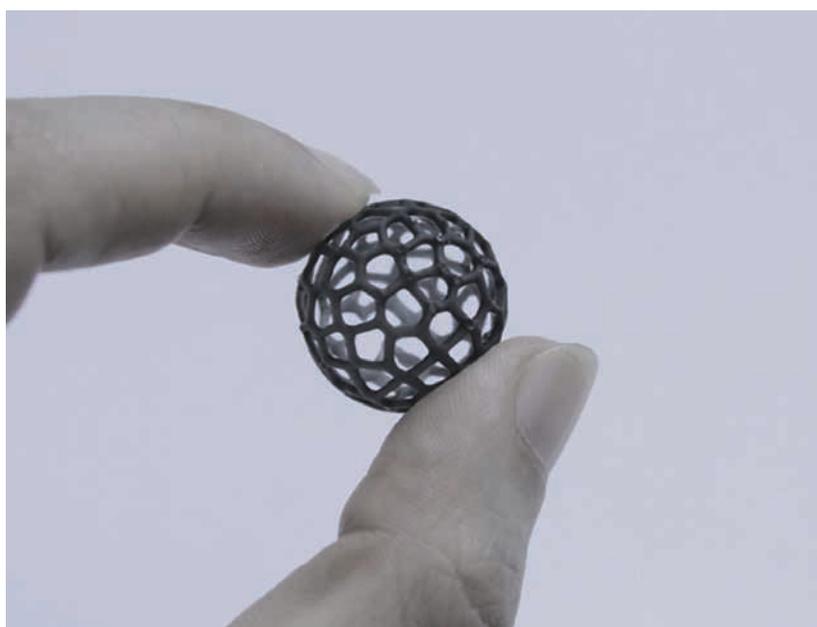
MJF (multijet fusion)

La tecnologia MJF è una evoluzione delle classiche stampanti bidimensionali. La macchina da stampa infatti getta un inchiostro in resina fotosensibile in tutto il piano. Anche la tecnologia SLS funziona in modo molto simile ma essa usa un laser per la sinterizzazione, mentre nella MJF un ugello deposita una materiale legante nella polvere già depositata che viene poi asciugato da una lampada uv. Questo permette la possibilità di realizzare qualsiasi tipo di forma vogliate. Le diverse tecnologie multijet sono proprietarie della HP.



Vantaggi:

qualità di stampa nanometrica / supporti mai necessari / velocità



Svantaggi:

costo elevato / dimensioni elevate / necessità di un secondo macchinario per rimuovere la polvere

DMP (direct metal printing)

La tecnologia DMP rientra nella categoria di fusione della polvere. Il funzionamento è molto semplice e simile ad alcune altre tipologie descritte sopra. La macchina DMP deposita strato per strato della polvere metallica che poi viene fusa successivamente da un laser ad altissima potenza. I componenti stampati in DMP hanno le stesse caratteristiche di oggetti realizzati in metallo in altri modi. Mantenendo le prestazioni tecniche dei metalli queste stampanti vengono usate da aziende che producono piccole quantità ma di estrema importanza, come nel settore spaziale o automobilistico da competizione.

**Vantaggi:**

possibilità di stampare metalli / qualità meccaniche dei metalli / qualità estetica buona

**Svantaggi:**

costi molto alti / dimensioni elevate / necessita di supporti

CJP (colorjet printing)

Questa tecnologia di stampa utilizza due materiali, uno è la base e l'altro è il legante. Il funzionamento consiste in due azioni, per primo un rullo stende uno strato pieno di materiale di base e, come secondo passaggio, una testina a getto di inchiostro spruzza il legante solo dove è necessario. Questo fa sì che nelle parti dove il legante si è unito con il materiale di base ci sia l'oggetto stampato, mentre nel restante spazio rimane il materiale di base che può essere recuperato. La particolarità della CJP è che grazie al getto di inchiostro si può stampare un oggetto contenente più colorazioni. Anche in questo caso dopo la stampa bisogna rimuovere in una determinata macchina il materiale in eccesso.



Vantaggi:

velocità / qualità estetica nanometrica / possibilità di stampa multicolore / supporti mai necessari



Svantaggi:

costo elevato / dimensioni elevate

MJP (multijet printing)

La tecnologia di stampa MJP è molto simile alla MJF. L'unica differenza è che il getto di inchiostro in resina fotosensibile o cera viene depositato solo dove serve nel piano, per poi polimerizzare tramite una lampada uv strato su strato. Queste stampanti sono utilizzate in ambito industriale e permettono un'elevatissima qualità ad un'alta velocità di stampa. In più il materiale di supporto è diverso dal materiale stampato ed è solubile o fusibile a bassa temperatura. Grazie a questo si possono realizzare forme molto particolari.



Vantaggi:

buone qualità meccaniche / supporti in cera / qualità nanometrica / velocità



Svantaggi:

qualità meccaniche non elevate / necessita di supporti / costo molto elevato / elevate dimensioni

MATERIALI UTILIZZABILI

Un vantaggio di realizzare scarpe stampate in 3d è anche la facilità e la disponibilità di cambiare tipologia di materiale. Per ora le scarpe o le componenti di esse vengono realizzate in resina o nylon. Nonostante vengono utilizzati principalmente solo questi due tipi di materiali si ha una vasta scelta di tipologia. Ad esempio in commercio ci sono decine, quasi centinaia, di tipi di nylon utilizzati nelle macchine a prototipazione rapida. Ogni produttore di materiale mette a disposizione la scheda tecnica con le relative caratteristiche e questo potrebbe permettere l'utilizzo della variante giusta di materiale che più si addice alle esigenze dell'utente.



Oggetti realizzati con diverse tipologie di resine



Oggetti realizzati con polvere di nylon

TIPOLOGIE DI RESINE E POLVERI

Ad esempio, solo l'azienda Formlabs che è nata come produttrice di stampanti 3d nel suo catalogo ha diversi tipi di resine e polveri con corrisponde ad ognuno una scheda tecnica con i relativi dati delle performance.



Resine ad uso generico

Tipologie:

- Draft
- Grey scale
- Clear
- Color
- Grey pro



Resine dentali

Tipologie:

- Model
- Draft
- Surgical
- Dental LT clear
- Castable wax
- Custom Tray
- Temporary CB
- Permanent Crown
- IBT
- Soft tissue



Resine per gioielleria

Tipologie:

- Castable wax 40
- Castable wax
- Grey
- High temp

TIPOLOGIE DI RESINE E POLVERI

Questi sono i materiali commercializzati da Formlabs, però anche aziende internazionali del settore della chimica stanno iniziando a proporre sul mercato materiali per stampanti sempre più innovativi. Tra i produttori di materiali più importanti ci sono: eSun, Basf, Elegoo, Makerbot e Anycubic.



Resine ingegneristiche

Tipologie:

- Durable
- Tough 1500
- Tough 2000
- Standard
- Grey pro
- High temp
- Rigid 4000
- Rigid 10k
- PU rigid 650
- PU rigid 1000



Resine mediche

Tipologie:

- Biomed white
- Biomed black
- Biomed clear
- Biomed amber
- Tough 1500
- PU rigid 650
- PU rigid 1000
- Elastic 50a
- Rigid 10k
- Durable



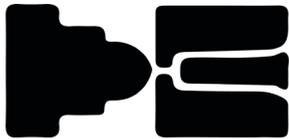
Polveri SLS

Tipologie:

- Nylon 12
- Nylon 11 CF
- Nylon 12 GF
- Nylon 11

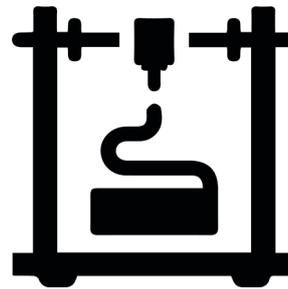
TECNOLOGIE A CONFRONTO

A seconda della tecnica di produzione utilizzata ci sono vantaggi e svantaggi e qui sotto ho cercato di mettere a confronto questi aspetti. A sinistra ho messo i punti chiave della produzione utilizzata maggiormente per la realizzazione di ciabatte o soles, cioè lo stampaggio ad iniezione, mentre a destra ho messo i punti riguardanti la produzione con stampante 3d.



Stampaggio ad iniezione

- Velocità
- Produzione di massa
- Possibilità di utilizzare più tipologie di materiale
- Possibilità di stampare oggetti grandi



Stampante 3d

- Produzione personalizzata
- Bassi costi per prodotti unici
- Forme non realizzabili in altri modi
- Non necessità di uno stampo
- Relativo basso costo della macchina
- Possibilità di aggiornamento del prodotto senza costi

ASICS ACTEBREEZE 3D

Al momento nel mercato dei prodotti industriali possiamo trovare solo poche paia di ciabatte stampate in 3d e queste sono realizzate dalla Asics. Questo prodotto, le Actibreeze 3d, sono state presentate poco tempo fa nelle ultime settimane di luglio 2022 e saranno disponibili da ottobre. Nonostante siano realizzate con una stampante, esse vengono prodotte in scala industriale e non permettono una personalizzazione, cosa che le stampanti permettono di fare senza problemi. Il target a cui si vuole rivolgere l'azienda con questo prodotto sono gli sportivi nella fase di recupero.



Azienda produttrice:

Asics

Tecnologia utilizzata:

DLP

Materiale:

polvere di TPU

Asics Actebreeze 3d
Ciabatte stampante in poliuretano



Peso:

280g.

Costo:

80\$

Stato di progetto:

disponibili da agosto 2022

Asics Actebreeze 3d
Ciabatte interamente stampante in 3d

NOS AILES AZRA

Le ciabatte in questione sono realizzate da un piccolo gruppo di designer che per interesse personale stanno sviluppando diversi modelli simili, tutti stampabili in 3d. Questi designer utilizzano una semplice stampante FDM da poche centinaia di euro per realizzare le ciabatte e, nonostante la tecnologia utilizzata non sia ottimale per realizzare questa tipologia di oggetti, il risultato sembra eccellente.



Azienda produttrice:

Nos ailes

Tecnologia utilizzata:

FDM

Materiale:

TPU

Nos Ailes Azra

Ciabatte monoscocca stampante in 3d



Peso:

non dichiarato

Costo:

/

Stato di progetto:

sperimentale

Nos Ailes Azra

Ciabatte stampante in TPU

ATHOS ERA

La start up Athos è stata fondata a fine 2020 da un gruppo di ragazzi spagnoli che condivide la passione per l'arrampicata. Sentendo la necessità di avere delle scarpe da arrampicata perfette per i loro piedi, hanno deciso di progettare una scarpa stampata in 3d. Per la realizzazione su misura delle scarpe il cliente deve fare una scansione 3d del piede usando il proprio smartphone, per poi mandare il risultato finale all'azienda, che adatterà la scarpa al piede. Al momento la Athos sta lavorando nello sviluppo dei prototipi per poi aprire le vendite.



Azienda produttrice:

Athos

Tecnologia utilizzata:

SLS

Materiale:

polvere di TPU

Athos Era

Scarpe da arrampicata stampate in 3d



Peso:

non dichiarato

Costo:

non dichiarato

Stato di progetto:

in sviluppo

Athos Era

Scansione del piede e adattamento scarpa

TELIC

L'azienda americana produttrice di calzatura nel 2019 ha deciso di sviluppare una ciabatta da riposo stampabile in 3d e producibile per quantità di massa. Il loro intento è stato quello di convertire un modello già esistente prodotto da loro ad uno nuovo realizzato con la stampa 3d. La Telic ha annunciato questa ciabatta facendo uscire dei render ma al momento non ci sono aggiornamenti del progetto e le ciabatte non sono acquistabili nel loro sito.



Azienda produttrice:

Telic

Tecnologia utilizzata:

SLA

Materiale:

resina

Telic

Render ciabatta Telic



Peso:

non dichiarato

Costo:

non dichiarato

Stato di progetto:

in sviluppo/abbandonato

Telic

Render con focus sul riempimento della suola

HILOS STEVIE

Questa azienda di Portland realizza ciabatte e sandali con l'aiuto di stampanti 3d. I loro prodotti sono di fascia alta, infatti essi sono composti da una suola stampata, che però viene ricoperta a mano con della pelle. Anche i lacci sono in pelle e realizzati a mano. La Hilos non realizza ciabatte su misura ma il loro scopo è quello di ridurre l'impatto ambientale producendo su richiesta, utilizzando materiali riciclabili e riducendo drasticamente il consumo di acqua nella fase di produzione. Tutto questo aggiunto ad un prodotto molto confortevole.



Azienda produttrice:

Hilos

Tecnologia utilizzata:

SLS

Materiale:

polvere di TPU

Hilos Stevie

Sandali con suola stampata in 3d



Peso:

non dichiarato

Costo:

225\$

Stato di progetto:

acquistabile online

Hilos Stevie

Sandalo scomposto dai vari componenti

ADIDAS 4DFWD 2

La Adidas sta puntando molto su queste nuove tecnologie in grado di realizzare forme non convenzionali. Con la serie di scarpe 4dfwd l'azienda si è concentrata sullo studio del riempimento dell'intersuola, stampato in 3d, per migliorare le performance degli sportivi durante la corsa. In questo prodotto solo l'intersuola è realizzata con stampanti 3d e il resto dei componenti della scarpa sono prodotti con macchinari classici industriali.



Azienda produttrice:

Adidas

Tecnologia utilizzata:

DLP

Materiale:

resina

Adidas 4dfwd 2

Scarpa con intersuola stampata in 3d



Peso:

345g.

Costo:

220€

Stato di progetto:

acquistabile online

Adidas 4dfwd 2

Scarpa studiata per il running

NEW BALANCE 990 SPORT

Anche la New Balance per restare in competizione con altre multinazionali calzaturiere a metà del 2019 ha lanciato sul mercato le New Balance 990 Sport anche se per una produzione limitata di solo cinquecento paia. Questo progetto è stato il risultato di una collaborazione tra il reparto di ricerca e sviluppo dell'azienda e Formlabs, azienda internazionale di produzione di stampanti 3d. In questa calzatura la parte stampata è solo quella del tallone perchè è essa ad essere sottoposta maggiormente agli urti. Questo progetto ha portato anche uno sviluppo in termini sociali ed ambientali perchè tutte le cinquecento unità sono state prodotte in USA.



Azienda produttrice:

New Balance

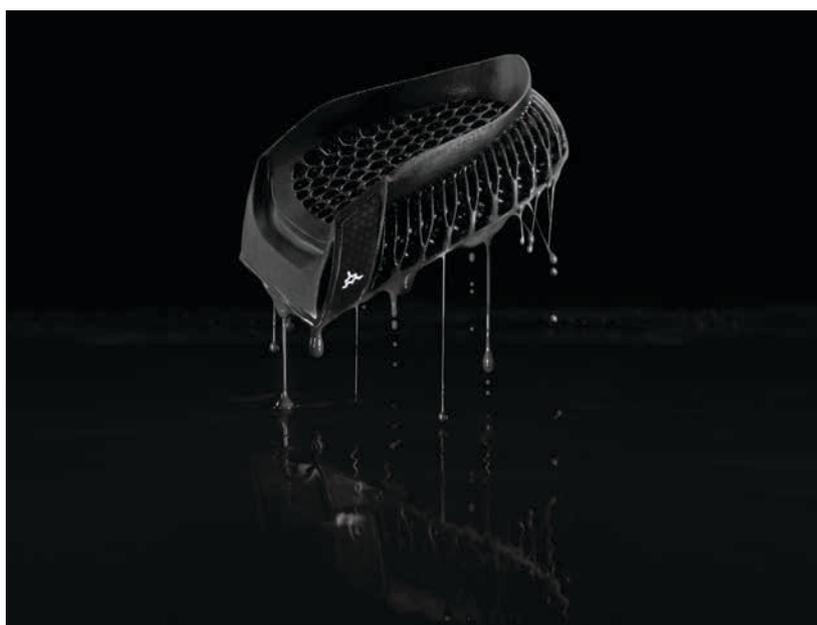
Tecnologia utilizzata:

SLA

Materiale:

resina

New Balance Sport 990
Scarpa con tacco stampato in 3d



Peso:

350g.

Costo:

185\$

Stato di progetto:

produzione limitata

New Balance Sport 990
Dettaglio del tacco realizzato in resina

SHOETOPIA

Questo concept di scarpe realizzate in 3d è stato fatto da due ragazze polacche per la loro tesi di laurea. Al centro del focus di questo progetto c'è l'eco-sostenibilità del prodotto, infatti sono stati utilizzati tutti materiali riciclabili come il PLA per le parti stampate. La particolarità di questo progetto è sicuramente la tomaia della scarpa composta da due componenti, di cui uno stampato in 3d. Questo è molto raro da trovare in altre calzature. La parte della tomaia può essere sostituita e permette una personalizzazione del colore da parte dell'utente.



Azienda produttrice:

Nessuna

Tecnologia utilizzata:

FDM

Materiale:

PLA

Shoetopia

Concept della scarpa con componenti stampati in FDM



Peso:

non dichiarato

Costo:

/

Stato di progetto:

concept

Shoetopia

Prova resistenza della tomaia stampata

PARAMETRIC PRINT 001

Questo paio di scarpe sono state progettate da un designer computazione per sperimentare una scarpa parametrica. La calzatura è fatta su misura per ogni piede e poi viene stampata in 3d. Il materiale utilizzato è il TPU che essendo flessibile garantisce una perfetta aderenza al piede. La Parametric Print 001 non è un prodotta industrialmente perchè sarebbe troppo lungo e faticoso modificare tutti i parametri per ogni richiesta diversa.



Azienda produttrice:

Nessuna

Tecnologia utilizzata:

SLS

Materiale:

polvere di TPU

Parametric Print 001
Prototipo della scarpa



Peso:

non dichiarato

Costo:

/

Stato di progetto:

concept

Parametric Print 001
Scarpa con fondo bucherellato

EARTH MOC

Questo progetto è stato fatto da un footwear designer per un contest riguardante le calzature realizzabili solo con la stampante 3d. Le Earth Moc sono una fusione tra un paio di scarpe e un paio di ciabatte e per alcuni aspetti riprendono le famosissime Crocs. L'obiettivo principale del progettista era quello di realizzare una calzatura comoda e da riposo , questo anche grazie al materiale flessibile utilizzato. Queste "scarpe" sono costituite da una sola scocca e al momento non sono acquistabili ma in futuro potrebbero diventarlo.



Azienda produttrice:

Nessuna

Tecnologia utilizzata:

SLS

Materiale:

polvere di TPE

Earth Moc
Primo prototipo



Peso:

non dichiarato

Costo:

/

Stato di progetto:

concept

Earth Moc
Visualizzazione renderizzata della scarpa

TRIPSTAR

Anche questo progetto è stato fatto da un designer per lo stesso contest delle Earth Moc. Le Tripstar sono delle ciabatte da casa e ne sono state realizzate solo un paio dall'azienda organizzatrice dell'evento, chiamata Sintratec. Queste ciabatte hanno una forma non realizzabile con altre tecniche di produzione e il riempimento è stato progettato appositamente per conferire diverse rigidità in posizioni più o meno sollecitate agli urti.



Azienda produttrice:

Nessuna

Tecnologia utilizzata:

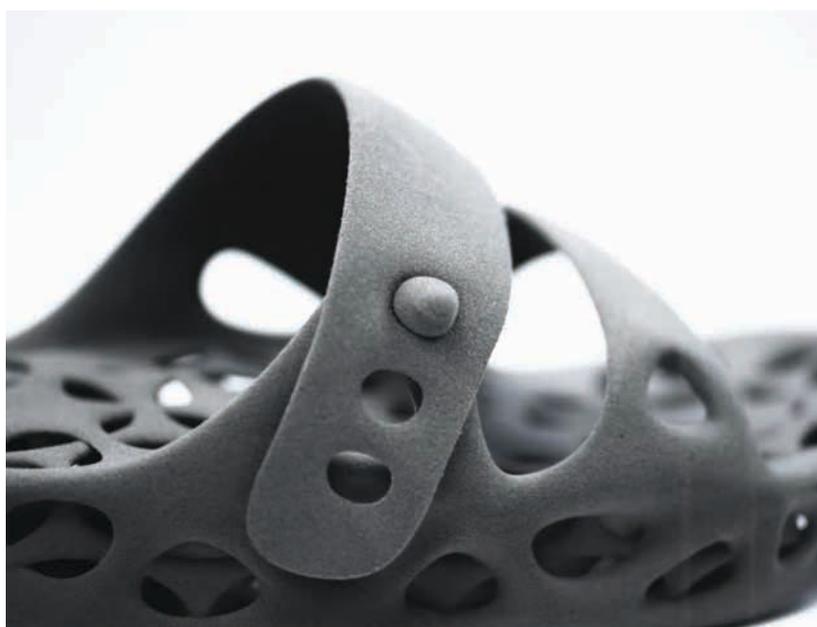
SLS

Materiale:

polvere di TPE

Tripstar

Prototipo ciabatta da interni



Peso:

non dichiarato

Costo:

/

Stato di progetto:

concept

Tripstar

Laccio flessibile in TPE

IF IMPACT F1

Le Impact F1 sono state lanciate con una campagna kickstarter in aprile del 2021. Queste ciabatte consentivano una elevata personalizzazione della suola interna a seconda dell'uso che se ne voleva fare. Infatti dal sito web era possibile scegliere la tipologia di riempimento della ciabatta così da avere la calzatura adatta alle proprie esigenze. Inoltre la suola era composta da tre tipologie di riempimento che garantivano maggiore flessibilità nella parte centrale e resistenza nella parte del tallone.



Azienda produttrice:

Impac Footwear

Tecnologia utilizzata:

SLS

Materiale:

Pebax (polimero derivato da semi di ricino)

Impact F1

Render suddivisione componenti suola



Peso:

non dichiarato

Costo:

125\$

Stato di progetto:

campagna kickstarter fallita

Impact F1

Render composizione sottosuola

OESH ARTEMIS GLACIER

I sandali Artemis Glacier vengono prodotti dall'azienda americana Oesh e sono rivolti ad un pubblico femminile. Nel loro catalogo ci sono calzature di vario tipo e molte delle quali realizzate con tecnologie di produzione classiche, mentre la linea di calzature Glacier è tutta realizzata con tecnologie 3d. Il sandalo Artemis è composto solo da due parti; la suola stampata in 3d e il laccio sopra industriale in nylon. La suola ha dei fori per far passare il laccio nella fase di assemblaggio ed ha un riempimento a nido d'ape, così da risparmiare materiale ed aumentare l'elasticità.



Azienda produttrice:

Oesh

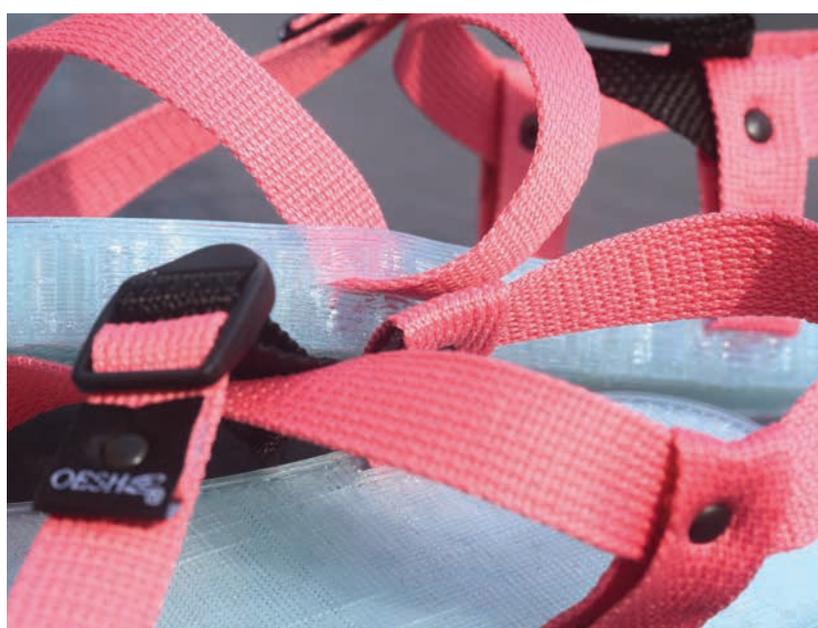
Tecnologia utilizzata:

FDM

Materiale:

TPU

Oesh Artemis Glacier
Presentazione prodotto



Peso:

non dichiarato

Costo:

129\$

Stato di progetto:

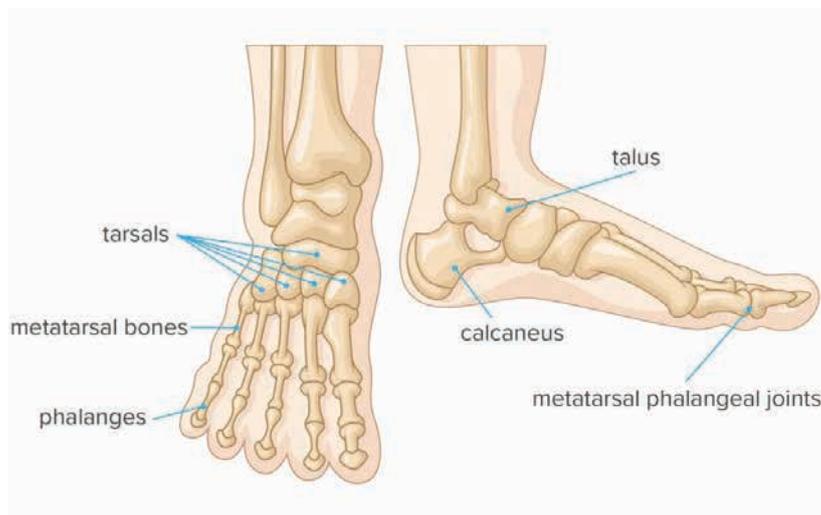
acquistabile

Oesh Artemis Glacier
Dettaglio suola e lacci

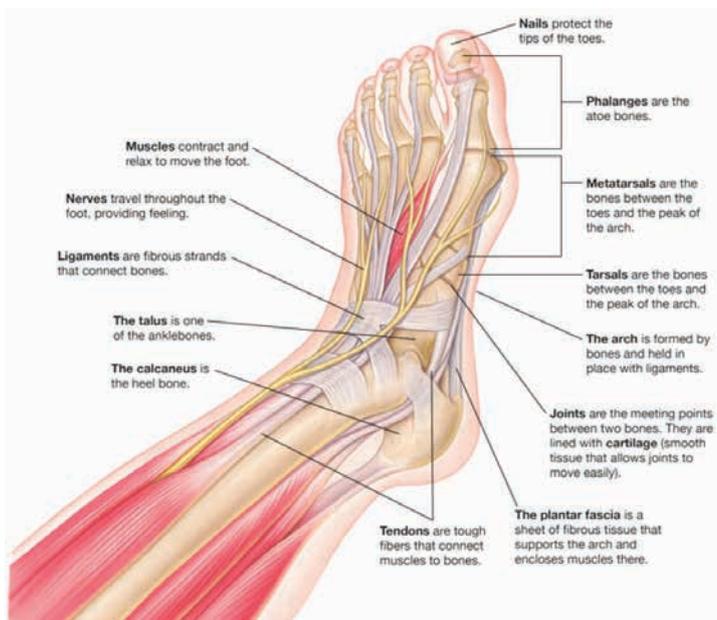
ANATOMIA GENERALE DEL PIEDE

I piedi costituiscono la parte finale degli arti inferiori del nostro corpo. La loro funzionalità è estremamente importante perchè sono l'unica parte del corpo a contatto con il suolo e grazie ad essi possiamo muoverci. I piedi devono essere resistenti per garantire il totale supporto del nostro peso del corpo. Essendo così importanti hanno una composizione abbastanza complessa infatti ogni piede è composta da 26 ossa, 33 articolazione e centinaia di muscoli, tendini e legamenti. Possiamo dividere il piede in tre parti principali: avampiede, mesopiede e retropiede.

Anatomia ossa

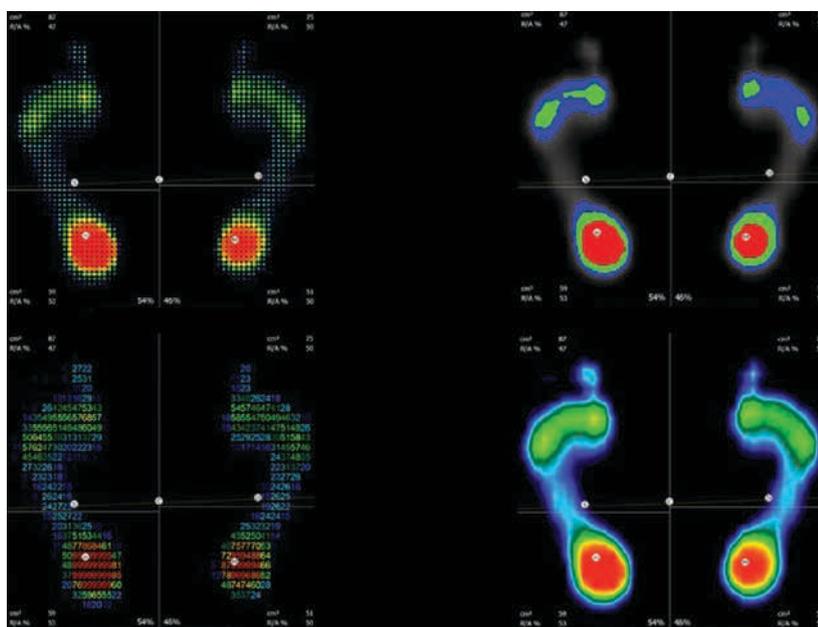


Anatomia muscoli, tendini e legamenti

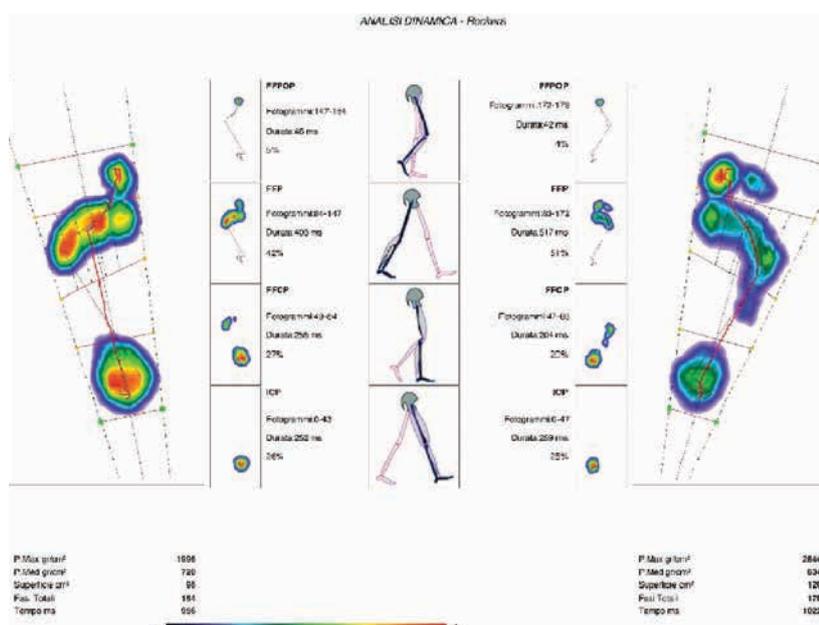


ANALISI BAROPODOMETRICA

La baropodometria è la materia che studia il carico del peso del corpo distribuito nella pianta del piede. Tramite l'analisi baropodometrica fatta con l'ausilio di un determinato macchinario disposto di centinaia di sensori e con l'aiuto di un software è possibile visualizzare come il piede appoggia e con quanto peso. Spesso questo esame viene fatto con piedi con appoggi anormali ma nel mio caso guarderò un appoggio sano. Questo mi servirà per capire l'intensità del reticolato da mettere nelle diverse zone. Come è facilmente visibile dalle immagini sottostanti il peso del corpo viene scaricato principalmente dal tallone quando si sta in una posizione eretta e ferma, mentre nella fase di rullata del piede il peso si trasferisce all'avampiede.



Analisi baropodometrica da fermo



Analisi baropodometrica in movimento

TIPOLOGIE DI PIEDE

In generale possiamo distinguere cinque tipologie di conformazione del piede ed alcune sono più popolari ed altre meno. Nonostante questo bisogna precisare che non esiste una tipologia migliore delle altre, semplicemente differiscono leggermente per forma ma sono tutte uguali per funzionalità. Circa il 70% della popolazione ha il piede egizio mentre il secondo più popolare è il piede romano con circa una presenza del 20%.

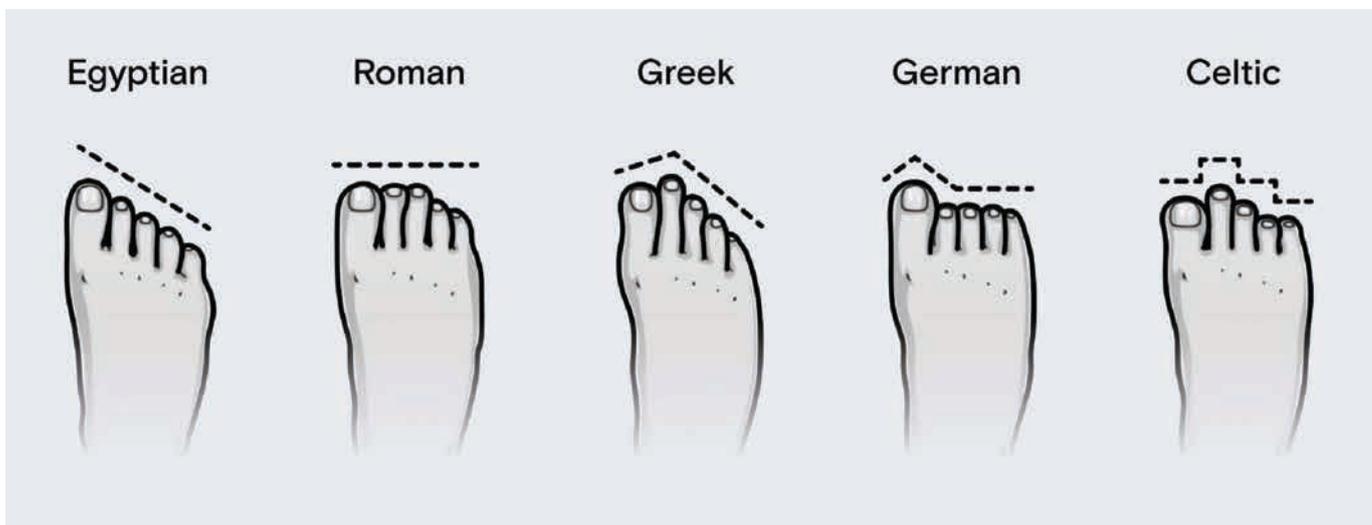


Illustrazione forme del piede

ARCO DEL PIEDE

A differenza delle tipologie di piede l'arco plantare mediale del piede ha una sola formazione corretta chiamata anche "arco normale". Nel caso di un arco danneggiato il piede viene definito cavo, nel caso di un arco sopraelevato, o piatto nel caso di un arco assente. Le due varianti di anomalità creano dello squilibrio per il paziente dovuto ad un appoggio della pianta non corretto. Dalle immagini sottostanti si può vedere in modo chiaro quale siano le parti di appoggio di ogni tipologia di pianta. Nel nostro caso, non progettando una scarpa ortopedica, ci interessa guardare l'appoggio di un piede con arco normale.

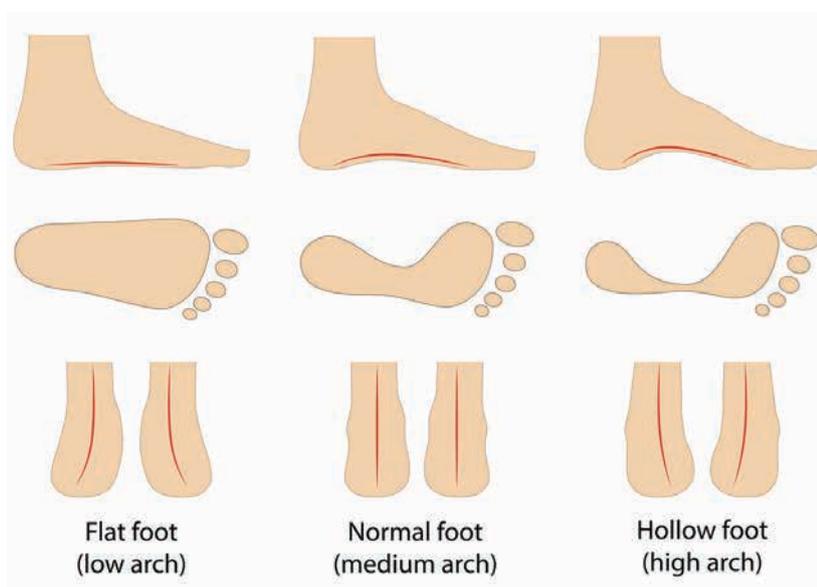


Illustrazione con varie tipologie di pianta

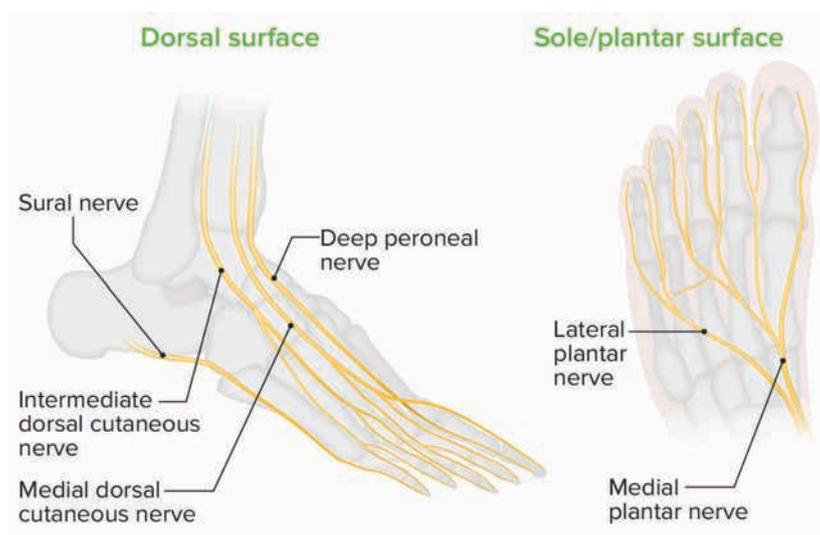


Impronta tipologie di pianta

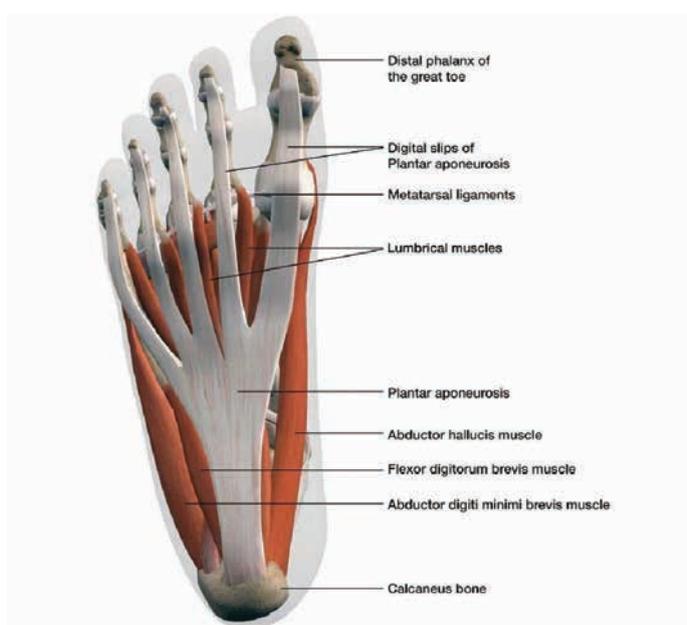
NERVI PLANTARI

Nel piede ci sono diversi nervi differenti ma fortunatamente la maggior parte si trovano nel dorso. Nella parte della pianta possiamo trovare solo il nervo plantare laterale, il nervo plantare mediale ed una parte del nervo tibiale. Questi sono protetti dalla fascia plantare che non è altro che una banda di tessuto connettivo fibroso posizionata poco sotto lo stato di pelle. La fascia plantare serve anche per sostenere l'arco plantare, assorbire le sollecitazioni, prevenire l'eccessiva dorsiflessione, distribuire il peso del corpo e funge anche da aggancio per alcuni muscoli del piede. In definitiva, se il piede non ha infiammazioni, non ci sono punti particolarmente dolorosi.

Nervi dorsali e plantari



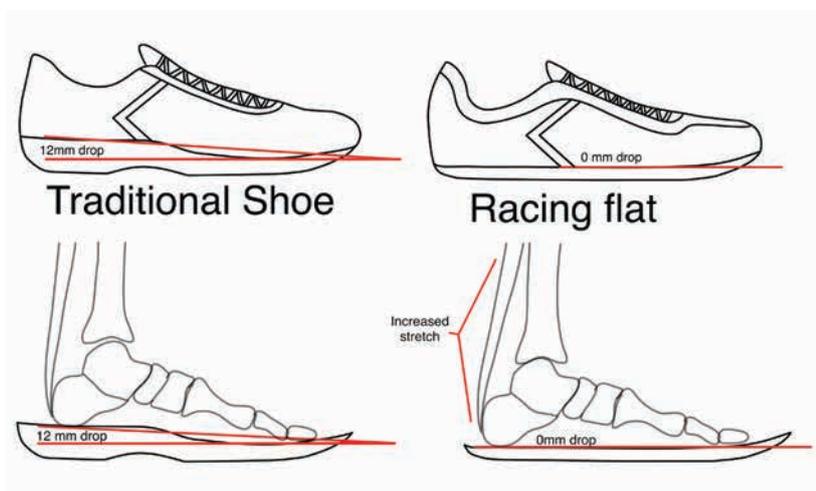
Fascia plantare



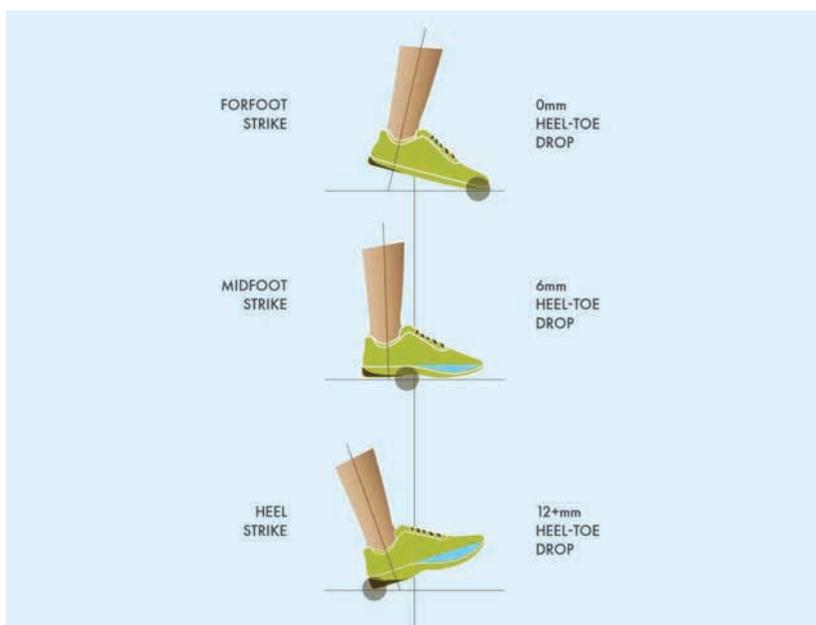
HEEL DROP

Lo "Heel Drop" è esattamente la differenza dal suolo tra il tacco e la punta. La stragrande maggioranza delle scarpe o ciabatte presenti nel mercato hanno la suola leggermente in discesa, cioè un heel drop poco maggiore di zero, per facilitare e rendere confortevole la camminata. Possiamo dividere questo drop in quattro diverse categorie: zero drop (=0mm), low drop (1-4mm), mid drop (5-8mm) e high drop (>8mm). Nel caso di calzature da riposo o camminata leggera è consigliato usare un drop di piccole dimensioni, tra un low drop e un mid drop per non sovraccaricare il ginocchio.

Differenza tra due altezze differenti



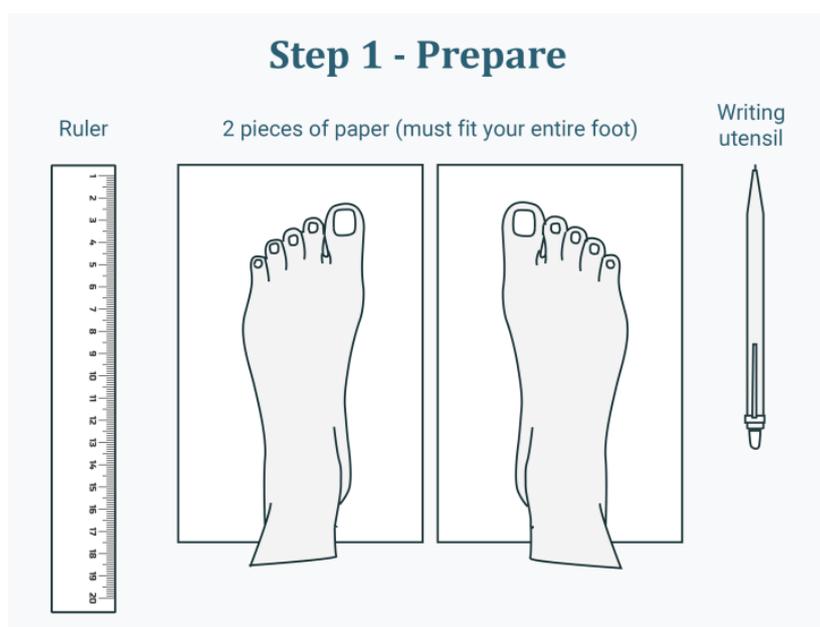
Urto del piede in camminata



OCCORRENTE PER LA MISURAZIONE DEL PIEDE

La misurazione del piede può sembrare una cosa banale ma in realtà ci sono dei piccoli accorgimenti che vanno saputi prima della misurazione, altrimenti una misura sbagliata comprometterebbe la realizzazione della ciabatta. Ci sono due modi per svolgere questo passaggio, o artigianalmente o con un dispositivo apposito. Nel caso della misurazione artigianale ci serviranno:

- due fogli di carta (a4 fino ad un 45 di numero, a3 per misure superiori),
- una matita o un pennarello,
- un metro da sarta o flessibile.



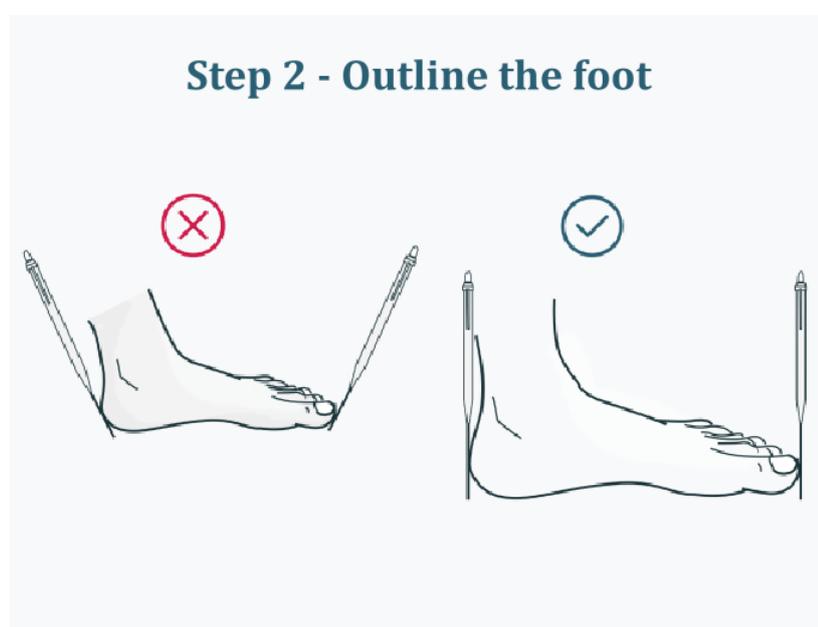
Misurazione fattibile in casa



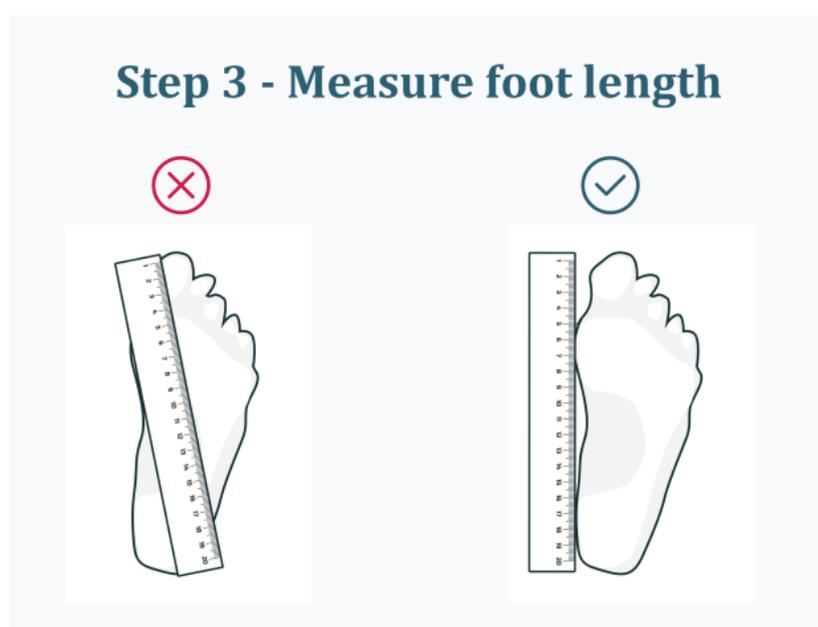
Misurazione con apposito dispositivo

QUANDO E COME MISURARE

Ecco alcuni accorgimenti da seguire. Per prima cosa la misurazione del piede deve avvenire con calzini (se si pensa di indossarli con quel tipo di calzatura) e mentre si sta in piedi, altrimenti il piede non toccherà la superficie come nella fase di camminata e risulterà più stretto. Per seconda cosa, è importante fare le misurazioni, successivamente descritte, alla sera o a fine giornata lavorativa, questo perchè dopo essere stati seduti o in piedi per diverse ore il sangue tenderà ad andare verso il basso e renderà i piedi leggermente più gonfi. Per evitare una calzatura scomoda e stretta è opportuno misurare le dimensioni alla fine della nostra giornata.



Tenere la matita perpendicolare al foglio



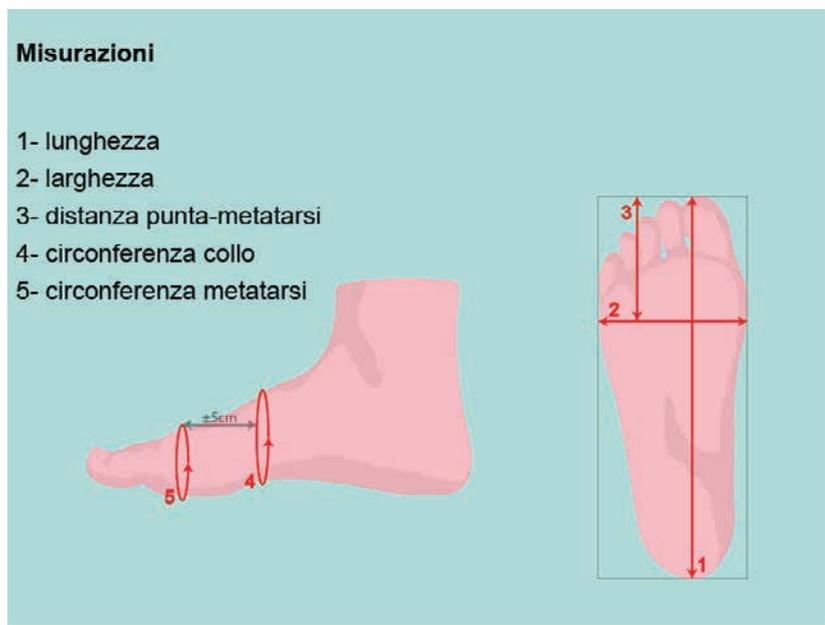
Misurare perpendicolarmente

MISURAZIONI DA FARE

A seconda della calzatura che dobbiamo realizzare ci sono quantità di misure diverse da prendere. Ad esempio un calzolaio prenderà sei misure per piede (il piede destro è difficilmente uguale al sinistro) per realizzare una scarpa su misura. Nel nostro caso per la realizzazione di una ciabatta ci serviranno cinque misure più l'identificazione della tipologia del nostro piede tra quelle cinque descritte sopra. Le misure da rilevare sono: la massima lunghezza del piede, la massima larghezza, la distanza fra la punta del piede ed i metatarsi, la circonferenza nella parte più larga e la circonferenza del collo del piede.

Misurazioni

- 1- lunghezza
- 2- larghezza
- 3- distanza punta-metatarsi
- 4- circonferenza collo
- 5- circonferenza metatarsi



Misure necessarie

Tipologia

Egiziano Romano Greco Germanico Celtico



Scelta tipologia

GIANCARLO ZEGARRA

Giancarlo Zegarra è un artigiano calzaturiero da oltre 20 anni che ha iniziato la sua carriera in Colombia. Trasferitosi in Italia (Monsummano Terme) ormai da più di 10 anni ha potuto apprendere il mestiere anche da artigiani italiani così da aumentare la sua esperienza dal punto di vista di due culture differenti. Dal 2015 ha deciso di aprire la sua bottega personale dove realizza scarpe fatte a mano e su misura e contemporaneamente con il progetto Scuola Digitale Calzature insegna tramite dei corsi il suo mestiere. Collabora anche con una start up come tecnico modellista 2d/3d di calzature.



- Come effettua la misurazione dei piedi al cliente?

- La misurazione del piede è una fase semplice ma delicata perchè è la base da cui poi deriva tutto il lavoro. Si parte facendo appoggiare il piede del cliente su un foglio di carta per poi disegnare la sagoma con la matita. A questo punto con un metro da sarta si possono prendere le misure di circonferenza delle dita, la circonferenza del collo del piede e la circonferenza dell'entrata. Segniamo queste misure sul foglio e facciamo un segno per specificare in che parte del piede sono state fatte. Rappresentiamo sul foglio anche la posizione del malleolo e misuriamo l'altezza da terra. Adesso le misurazioni sono finite ma è bene disegnare in modo grossolano l'andamento del collo del piede da una vista laterale.

- La forma della suola può essere piatta o deve essere obbligatoriamente curva nella parte della punta?

- La suola non deve essere assolutamente piatta ma deve esserci un certo spazio vuoto fra la punta ed il suolo. Questo è molto importante perchè serve per la deambulazione, cioè per portare il corpo in avanti quando si cammina.

- Pensa che le stampanti 3d possano aiutare il suo mestiere?

- Per quanto riguarda la stampa 3D, la stiamo già usando per fare prototipi di soles di sneakers ed è validissimo. Si possono usare anche per personalizzare le scarpe con accessori tipo fibbie, morsetti e sono efficaci per risparmiare stampi in metallo.

UBALDO MALVESTITI

Ubaldo Malvestiti è il proprietario dell'azienda Search n Design che viene portata avanti di generazione in generazione dalla sua famiglia a Civitanova Marche. SnD si occupa sia della progettazione che della produzione delle scarpe anche per conto terzi; l'unica componente della scarpa che viene acquistata da fuori è la suola, che a volte viene prodotta a partire da un loro disegno. Lavorano molto con marchi di lusso sia italiano che internazionale e sono molto propensi all'innovazione per poter evolvere sempre i loro prodotti. L'azienda è stata fondata per una conduzione familiare ma ad oggi conta più di trenta dipendenti. Nonostante Ubaldo sia ancora operativo i figli stanno cercando di apprendere al meglio il mestiere per facilitare la transizione generazionale.



- Quale è il materiale più utilizzato per produrre le soole delle scarpe?

- Oggi a differenza di venti anni fa non c'è un materiale predominante, ma ce ne sono alcuni che rappresentano la maggioranza del mercato. Il materiale che da molti anni viene utilizzato per molte soole è l'Eva, ossia il etilene vinil acetato anche se negli ultimi anni si sta espandendo l'utilizzo della gomma e del tpu. Ovviamente ogni materiale ha i suoi vantaggi e svantaggi che vanno tenuti in mente ma la decisione finale va sempre concordata con il cliente.

- In azienda utilizzate le stampanti 3d e quale è il suo pensiero a riguardo?

- Internamente non abbiamo nessuna macchina a prototipazione rapida perchè quelle di buona qualità hanno dei costi elevati e non possiamo permettercele ma tutti i prototipi li faccio realizzare da una azienda qua vicino tramite stampante 3d. Questa tecnologia mi affascina molto ed ho iniziato ad utilizzarla quando era proprio agli albori, circa venti anni fa. Credo che siamo vicini al punto in cui questa tecnologia diventerà di massa per la produzione delle scarpe nonostante ancora i suoi limiti legati principalmente alla stretta scelta dei materiali. Bisogna dire però che dall'altra parte delle medaglia abbiamo delle potenzialità mai viste prima e impareggiabili. Seguo con molta attenzione gli studi ed i concepts che le grandi aziende calzaturiere fanno e mi piacerebbe poterli fare anche nella mia azienda in un futuro più vicino possibile.

- Secondo lei quale è la misura migliore per fare l'heel drop?

- Qui entriamo in un argomento molto soggettivo, infatti ci sono diverse scuole di pensiero ma ognuna è valida. Io personalmente uso spesso un drop di 12mm nella progettazione delle scarpe perchè penso sia la misura giusta per facilitare la rullata del piede e non sovraccaricare troppo la parte anteriore dei metatarsi. Nel caso di una ciabatta utilizzerei un drop tra i 5 e i 10mm.

MARTA RUSCELLO

Marta Ruscello è la responsabile del dipartimento di ricerca e sviluppo dell'azienda BASF Forward AM presso la sede di Heidelberg in Germania. L'azienda per cui lavora è una multinazionale del settore chimico che tra le tante cose produce anche materiali per le stampanti 3d. Nel dipartimento di ricerca e sviluppo si fanno quotidianamente test dei materiali in svariati campi di applicazione e tra questi risulta anche il footwear. Collaborano con diverse aziende e start up per migliorare le prestazioni dei loro materiali e per facilitare la produzione del prodotto finito, fornendo anche assistenza con analisi strutturali e modifiche formali.



- Nelle soles stampate in 3d ci sono problemi di abrasione?

- Nelle schede tecniche ci sono i relativi dati riguardanti l'abrasione però devi considerare che quei valori derivano da una prova con un componente pieno di materiale. La parte del battistrada della scarpa o ciabatta non può essere in reticolato perchè in quel caso, avendo piccole porzioni a contatto con il terreno, l'abrasione diventa elevata. Ti consiglio di utilizzare una parte piena a contatto con il terreno.

- Per la realizzazione di una calzatura cosa pensa sia meglio utilizzare? Resina o tpu?

- Tutto dipende da quale resina consideriamo però ad oggi ci sono alcune resine che sono meccanicamente simili alla polvere di tpu. Nonostante questo ci sono delle piccole differenze che non compaiono nei numeri delle schede tecniche ma che bisogna sapere. Tutti i tipi di resina tendono ad ingiallire leggermente nel tempo ed è per questo che consiglio sempre di utilizzare materiali scuri, così da aggirare questo problema. Un altro problema riguardante le resine è relativo ai raggi uv. Va saputo che questi materiali essendo fotosensibili se esposti ai raggi del sole per un lungo periodo di tempo anche se in minima parte tendono a modificarsi. Questi problemi non riguardano le polveri di tpu però va considerato che esse sono più costose.

- A livello strutturale per una calzatura sono meglio i reticolati periodici o stocastici?

- Noi lavoriamo e valutiamo sempre entrambe anche se posso dirti che nel caso di una suola dove i carichi sono distribuiti in maniera non uniforme sarebbe preferibile utilizzare reticolati stocastici o periodici modificati però da una relativa analisi delle forze. Utilizzare un reticolato periodico e omogeneo per tutta la suola sarebbe uno spreco di materiale e non capace di esprimere il massimo delle capacità.

MATERIALI SPECIFICI

Guardando i cataloghi delle diverse aziende produttrici di materiali per la stampa 3d e parlando con persone del settore si riesce a stringere il campo di scelta a otto materiali. Questi rientrano tutti nelle categorie o di polvere o di resina, dovuto anche alla tecnologia di stampa per realizzare parti cave. Nelle successive slides si possono trovare le relative schede tecniche dei materiali ed i fattori che più ci interessano sono: massima forza a trazione, resistenza al rimbalzo, coefficiente di abrasione e la durezza.



Ultracur3D FL 60



Ultracur3D FL 300



Ultracur3D EL 60



Ultracur3D EL 150



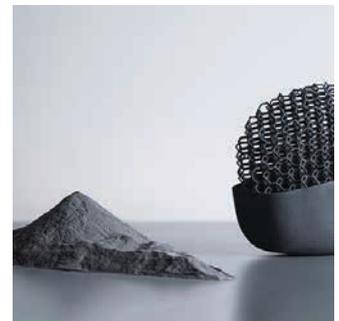
Ultracur3D EL 4000



Ultrasint TPU01



Ultrasint TPU 88A



Ultrasint TPU 88A black

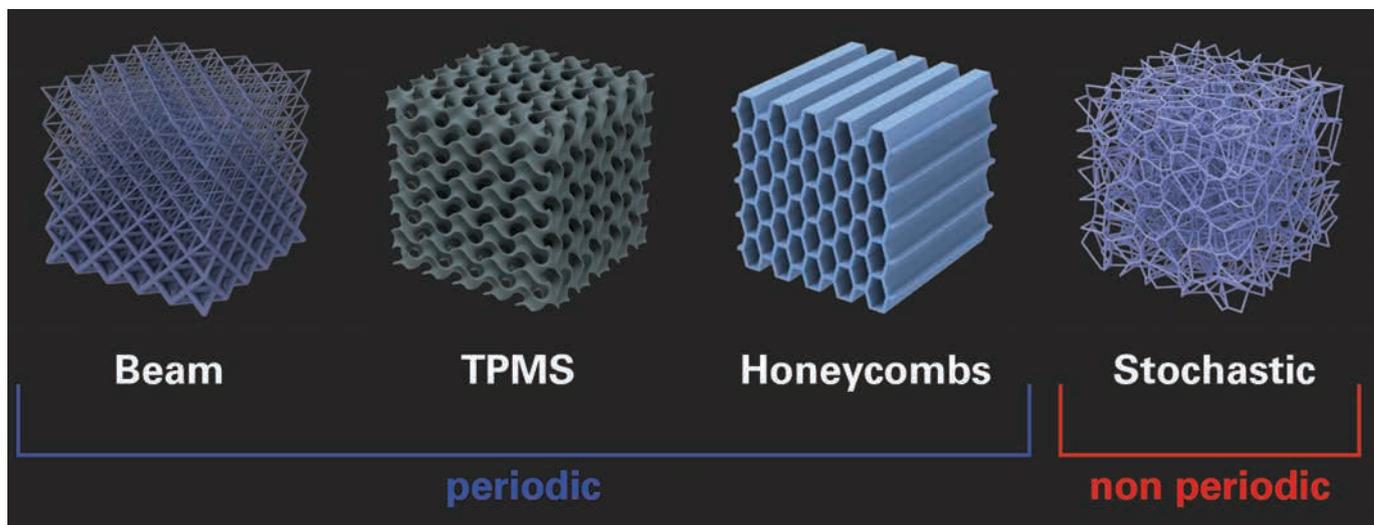
DATI TECNICI

Una volta selezionati i materiali che possono essere utilizzati per la produzione della calzatura ho creato una tabella comparativa con le specifiche tecniche più rilevanti dei diversi materiali per poterle confrontare facilmente. Tutti i dati scritti qui sotto sono stati presi dalle schede tecniche fornite dal produttore. Ogni test fatto rispetta una determinata norma: densità (ASTM D792), durezza (ASTM D2240), modulo e (ASTM D412C), carico di rottura e allungamento a rottura (ASTM D412C), resistenza allo strappo (ASTM D624), resilienza di rimbalzo (ASTM D7121), perdita relativa per abrasione (ISO 4649), resistenza di flessione (ASTM D1052), modulo di trazione (ISO 527-2), modulo di flessione (DIN EN ISO 178), massima energia assorbita (DIN EN ISO 179-1).

| | Ultracur3D FL 60 | Ultracur3D FL 300 | Ultracur3D EL 60 | Ultracur3D EL 150 | Ultracur3D EL 4000 | Ultrasint TPU01 | Ultrasint TPU 88A | Ultrasint TPU 88A black |
|-----------------------------------|------------------------|------------------------|---------------------------|------------------------|------------------------|--------------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Densità | 1.16 g/cm ³ | 1.07 g/cm ³ | 1.12 g/cm ³ | 1.10 g/cm ³ | 1.13 g/cm ³ | 1.1 g/cm ³ | 1.1 g/cm ³ | 1.1 g/cm ³ |
| Durezza | 60 | 40 | 75 | 77 | 90 | 89 | 89 | 87 |
| Modulo e | / | / | / | 16 MPa | 42 MPa | 80 MPa | 72 MPa | 77 MPa |
| Carico di rottura | 4 MPa | 5 MPa | 9 MPa | 7 MPa | 11 MPa | 9(x) - 7(z) MPa | 8(x) - 7(z) MPa | 8(x) - 5(z) MPa |
| Allungamento a rottura | 90% | 245% | 95% | 182% | 172% | 280(x) - 150(z) % | 270(x) - 130(z) % | 360(x) - 100(z) % |
| Resistenza allo strappo (graves) | 9 N/mm | 9 N/mm | 18 N/mm | 14 N/mm | 37 N/mm | 38(x) - 32(z) N/mm | 43(x) - 37(z) N/mm | 43(x) - 37(z) N/mm |
| Resistenza allo strappo (trouser) | 2 kN/m | / | 3 kN/m | / | 3 kN/m | 21(x) - 18(z) kN/m | 26 kN7m | 26 kN7m |
| Resilienza di rimbalzo | 11% | 16% | 21% | 28% | 30% | 63% | 63% | 64% |
| Perdita relativa per abrasione | 695 mm ³ | / | 781 mm ³ | / | 575 mm ³ | 96(x) - 100(z) mm ³ | 86(x) - 95(z) mm ³ | 121(x) - 123(z) mm ³ |
| Resistenza di flessione (23°C) | / | / | failed after 20000 cycles | >100000 cycles | / | >100000 cycles | >100000 cycles | >100000 cycles |
| Resistenza di flessione (-10°C) | / | / | failed after 10000 cycles | >100000 cycles | / | >100000 cycles | >100000 cycles | >100000 cycles |
| Modulo di trazione | / | / | / | / | / | 85 MPa | 75 MPa | 85 MPa |
| Modulo di flessione | / | / | / | / | / | 75 MPa | 70 MPa | 70 MPa |
| Massima energia assorbita (23°C) | / | / | / | / | / | nessuna rottura | nessuna rottura | nessuna rottura |

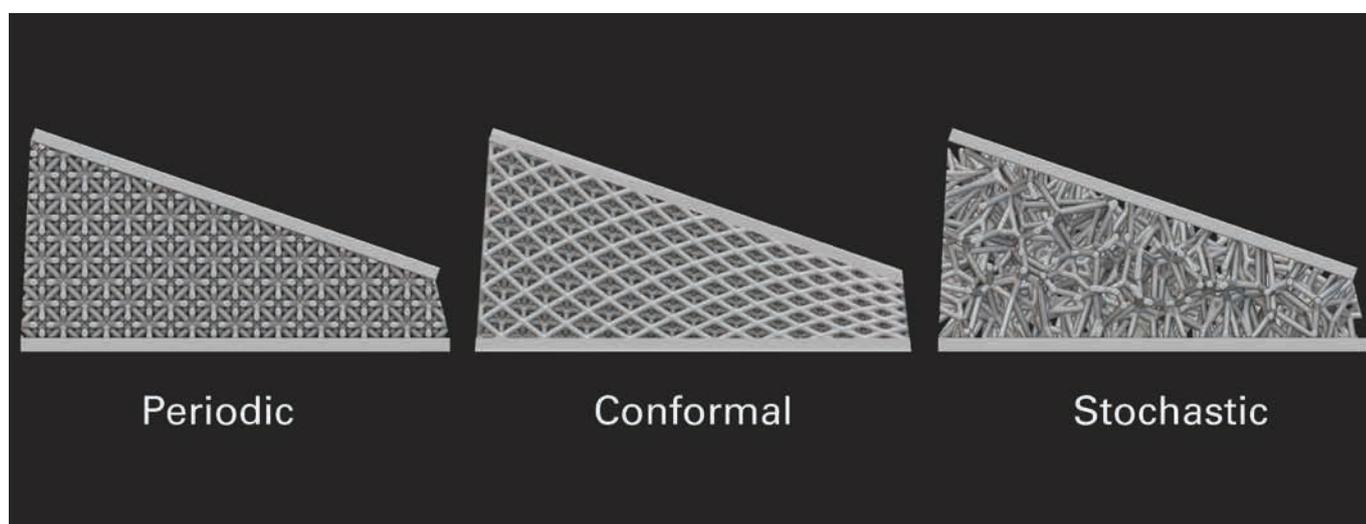
CATEGORIE DI RETICOLATI

Esistono quattro grandi categorie di reticolati che derivano da altri due grandi gruppi di tipologia. I reticolati, a seconda delle forma che usano posso essere di tipo beam, se utilizzano dei rami ripetuti, di tipo TPMS, se utilizzano una tripla superficie minima periodica, di tipo honeycombs, se la forma è alveolare e, stochastic, se utilizza dei rami ma non in maniera periodica. Le tre categorie periodiche di reticolato partono da una unità cellulare che viene ripetuta ugualmente per tutte le volte che serve, mentre nel caso di una struttura stocastica a seconda della forma viene generato un reticolato senza unità ripetute. Calcolare le proprietà meccaniche di un reticolato periodico è fattibile mentre quelle di un reticolato stocastico variano con il variare della forma.



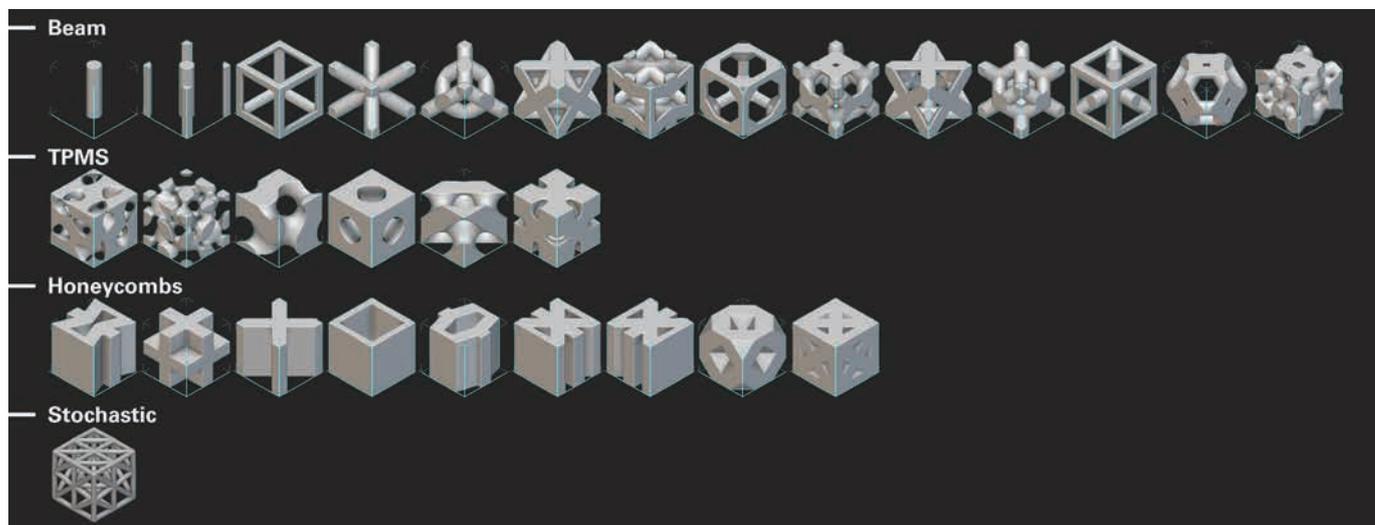
RIEMPIMENTO DEI RETICOLATI

Ogni tipologia di reticolato tranne quello stocastica, può essere utilizzata periodicamente senza nessun tipo di vincolo o conformalmente adeguandosi a dei confini dati dal progettista. La differenza sta nel fatto che se una tipologia di reticolato viene ripetuto periodicamente in una forma non omogenea alcune celle alle estremità non saranno complete. Invece, nel caso di un riempimento conformale la cella periodica si adatterà alla forma così da avere una ripetizione completa in ogni sua successione. Il riempimento di tipo stocastico viene generato a partire dalla forma data e non ha nessuna ripetizione. Potremmo vedere questi riempimenti come se fossero di tre gradi diversi, dal periodico che è più restrittivo allo stocastico che è completamente inusuale.



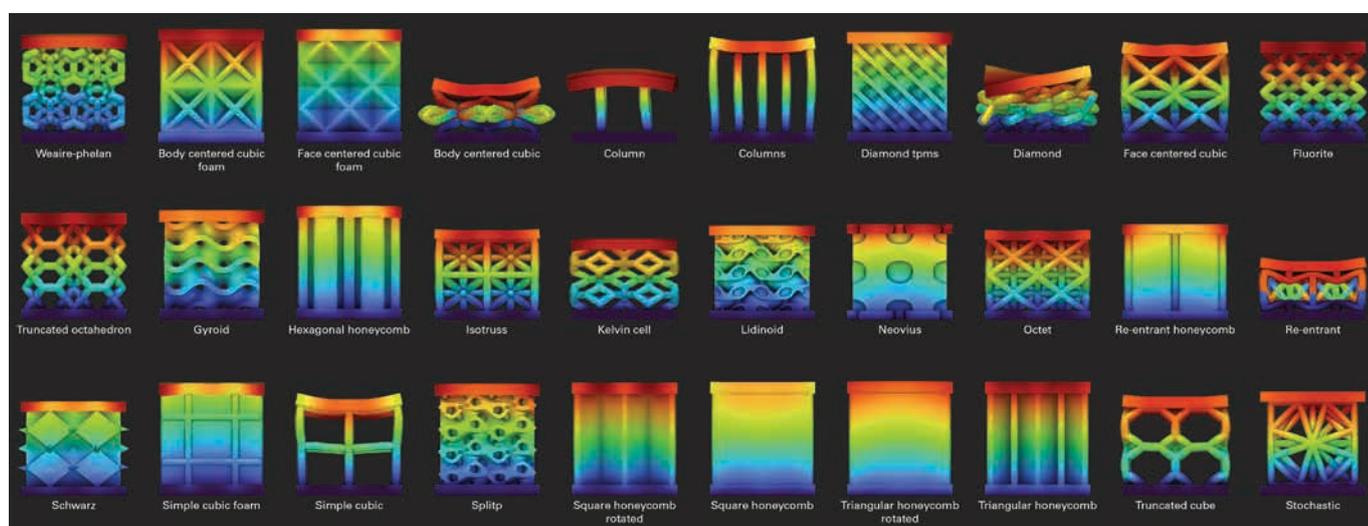
TIPOLOGIE DI RETICOLATI

Queste sono le varie tipologie di reticolati che possiamo trovare nei vari software di modellazione specifici per questa ambito. Volendo si possono anche utilizzare dei reticolati periodici creati da noi stessi con qualsiasi altra forma 3d, anche se questi preimpostati sono i più utilizzati ed i più studiati. Oltre a questo i software permettono di regolare l'angolazione di ogni tipo di reticolato e a seconda dell'angolo che gli viene dato le caratteristiche meccaniche cambiano e anche non di poco. Vista questa ampia scelta non è facile trovare delle prove meccaniche fatte per tutte queste tipologie e con le diverse angolazioni principali. Sempre dal software è possibile ridurre o aumentare lo spessore del reticolato così da renderlo più resistente e pesante o più leggero e fragile.



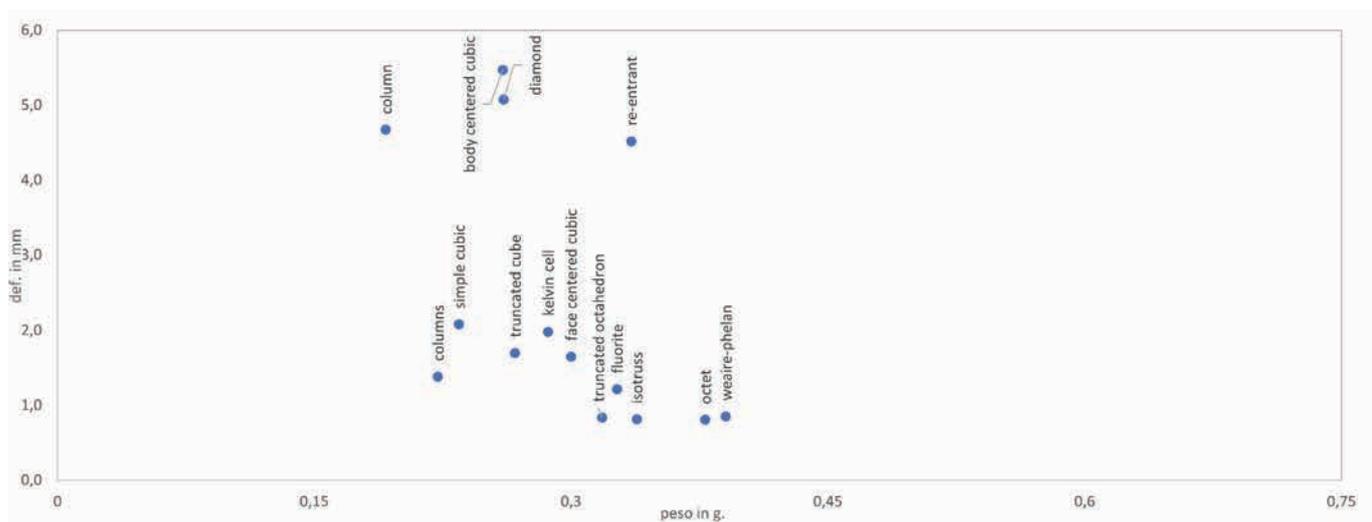
ANALISI RETICOLATI

Per scegliere il reticolato più appropriato per la mia ciabatta ho eseguito delle simulazioni di carico ad ogni tipologia di reticolato. Partendo da un reticolato composto da quattro celle della stessa dimensione e con lo stesso spessore ho applicato un carico di 50N nella parte superiore per vedere quale sia il più adatto all'assorbimento di energia. Dopo questo ho anche calcolato il peso di ogni tipo di cella reticolare, dati i valori di un unico materiale. La simulazione della cella stocastica deve essere presa in maniera non ufficiale vista la non periodicità. Oltre a questi aspetti tecnici va considerato che non tutti i reticolati possono essere stampati in 3d ad alcune angolazioni e cosa non meno importante è non sottovalutare l'aspetto estetico, visto che sarà ben visibile.



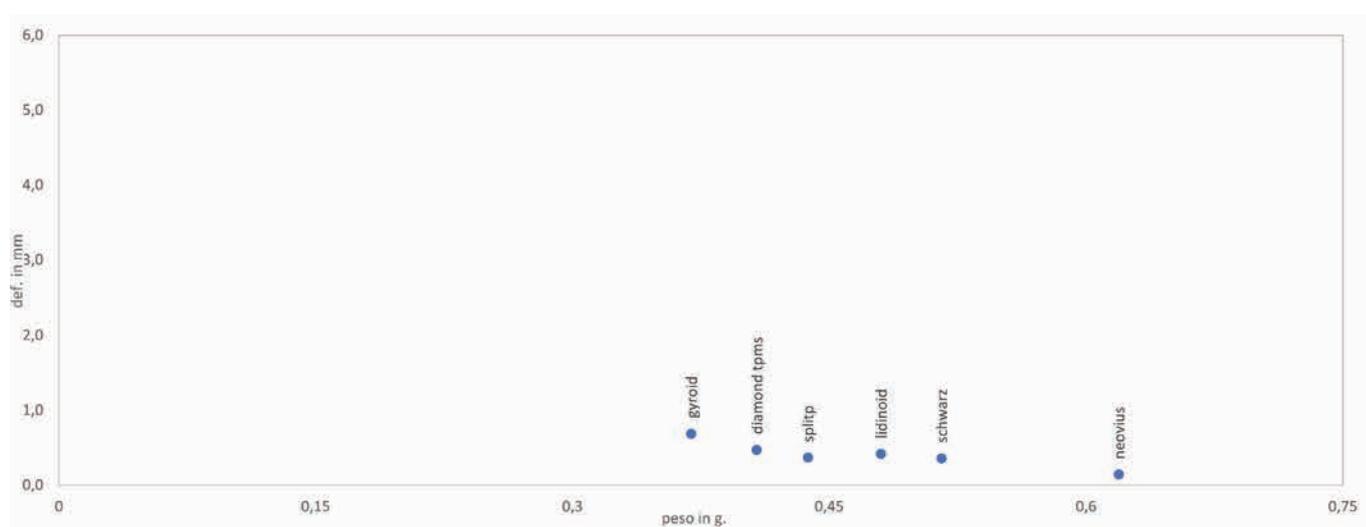
CONFRONTO RETICOLATI BEAM

Prima di confrontare tutte le tipologie di reticolato messe insieme ho fatto un grafico per ogni tipo per vedere se all'interno di questi gruppi ci fossero similitudini. In questo caso ho analizzato le quattordici tipologie beam e come si può vedere cambiano molto nella deformazione mentre tutte rientrano in un range di peso compreso tra i 0,15 ed i 0,45 grammi. Essendo tutti dello stesso materiale possiamo dedurre che la massa è più o meno simile in questa tipologia di reticolato nonostante la differenza di geometria.



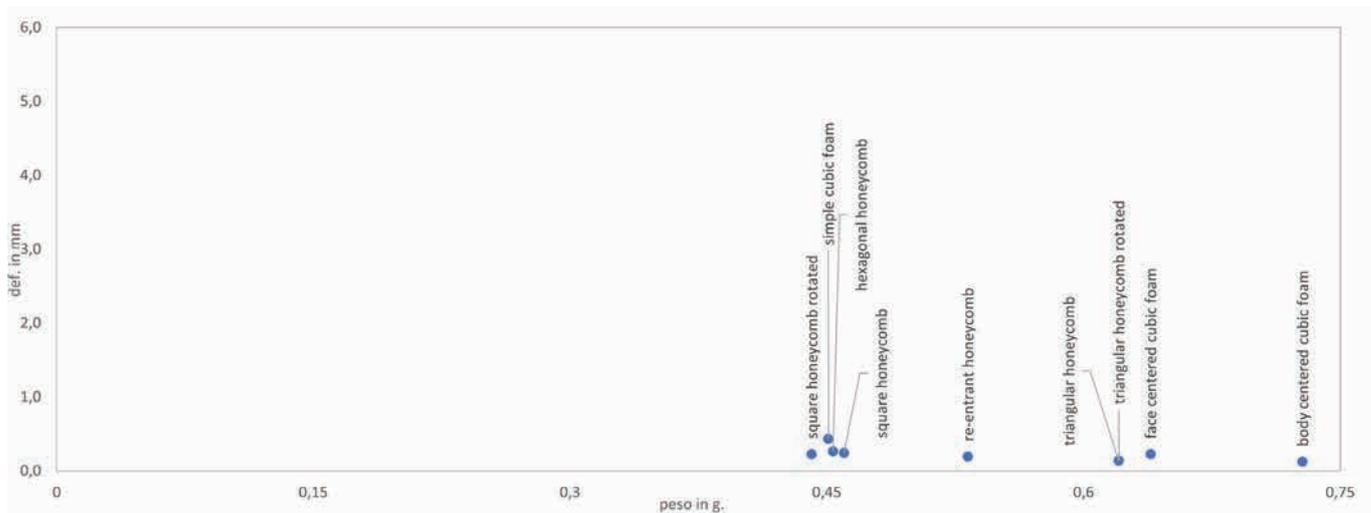
CONFRONTO RETICOLATI TPMS

I reticolati di tipo tpms sono molto compatti infatti come si può vedere dal grafico tutti subiscono una piccola deformazione sotto sforzo. Possiamo dire che sono adatti all'assorbimento di energia se però il peso non è un nostro requisito principale. Nel mio caso in cui il fattore peso è più importante del fattore deformazione va considerato bene e confrontato con tutte le tipologie prima di poter scegliere il reticolato più adatto. A parte il lidinoid, tutti gli altri reticolati all'aumentare del peso diminuiscono la deformazione.



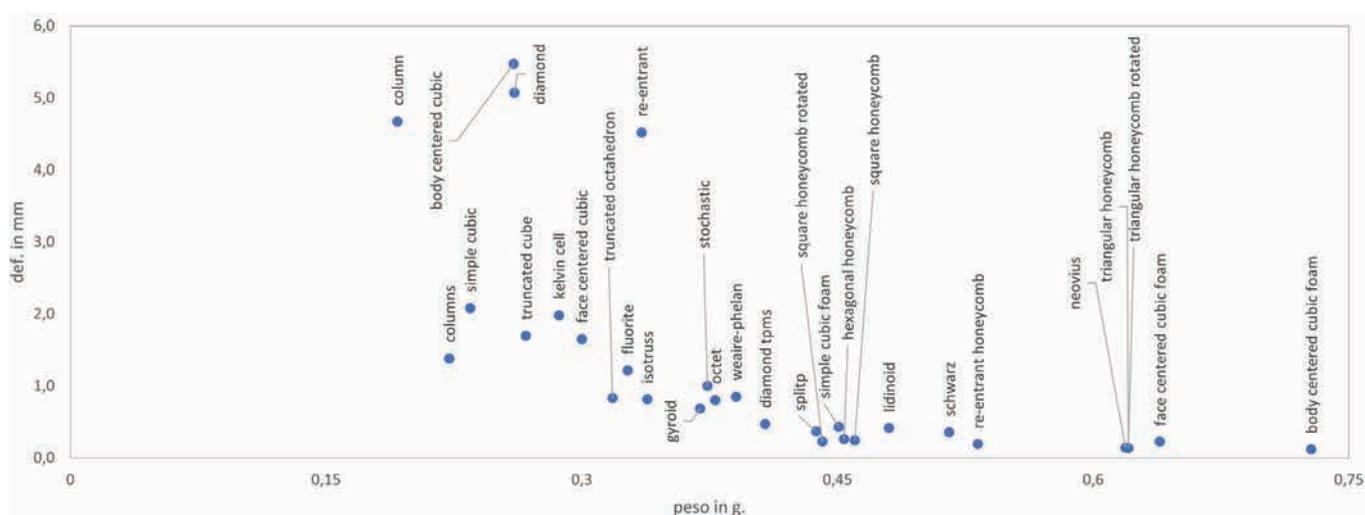
CONFRONTO RETICOLATI HONEYCOMBS

La tipologia honeycombs ha alcuni aspetti simili alla tipologia tpms. Come possiamo vedere tutti questi reticolati si distribuiscono nella parte destra bassa del grafico, questo è sinonimo di una elevata rigidità ma anche di un elevato peso. Visti questi dati, sarà interessante vedere successivamente il peso di un campione di una suola tradizionale e confrontalo con questa tipologia. Va considerato anche che non tutti questi reticolati possono essere stampati in 3d ed altri possono essere stampati solo in certe angolazioni.



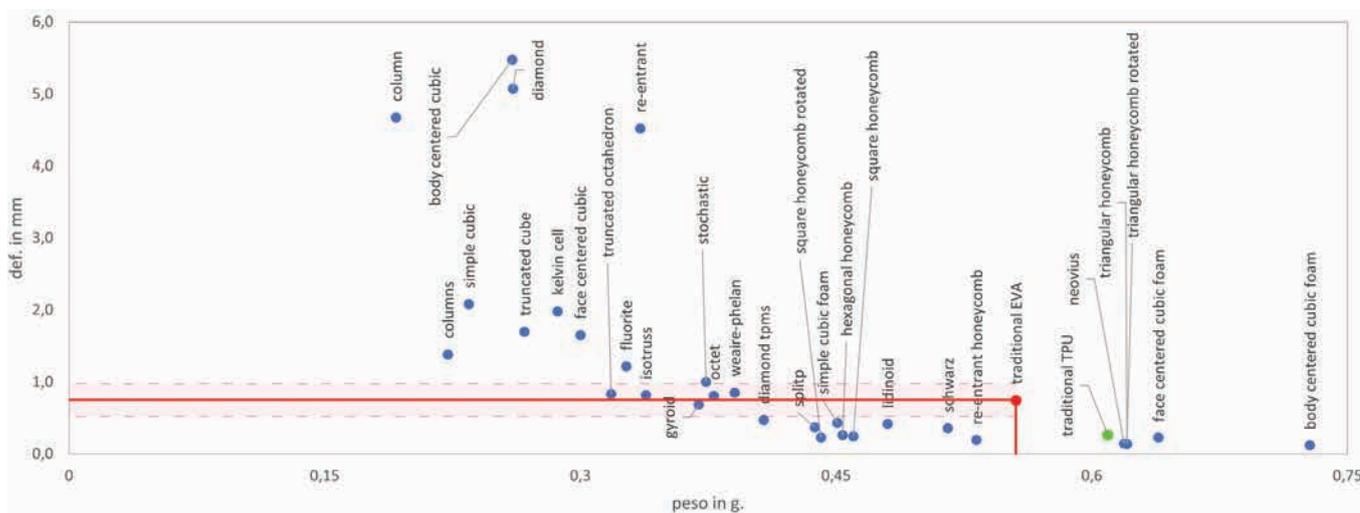
CONFRONTO TOTALE RETICOLATI

Una volta estrapolati dal programma di simulazione i dati relativi al peso di ogni singolo reticolato e la deformazione in millimetri ho potuto incrociare tutti questi dati di ogni singola tipologia di cella. L'intento è quello di scegliere il reticolato con il miglior rapporto tra il peso e la capacità di assorbire l'energia, così da poter realizzare una calzatura resistente quanto serve e più leggera possibile; meno è il peso e meno sarà il materiale. Ci tengo ancora a precisare che i valori per la cella stocastica non sono molto attendibili visto che a seconda della forma cambiano e solo in questo caso è possibile regolare il riempimento della cella pur mantenendo la stessa dimensione.



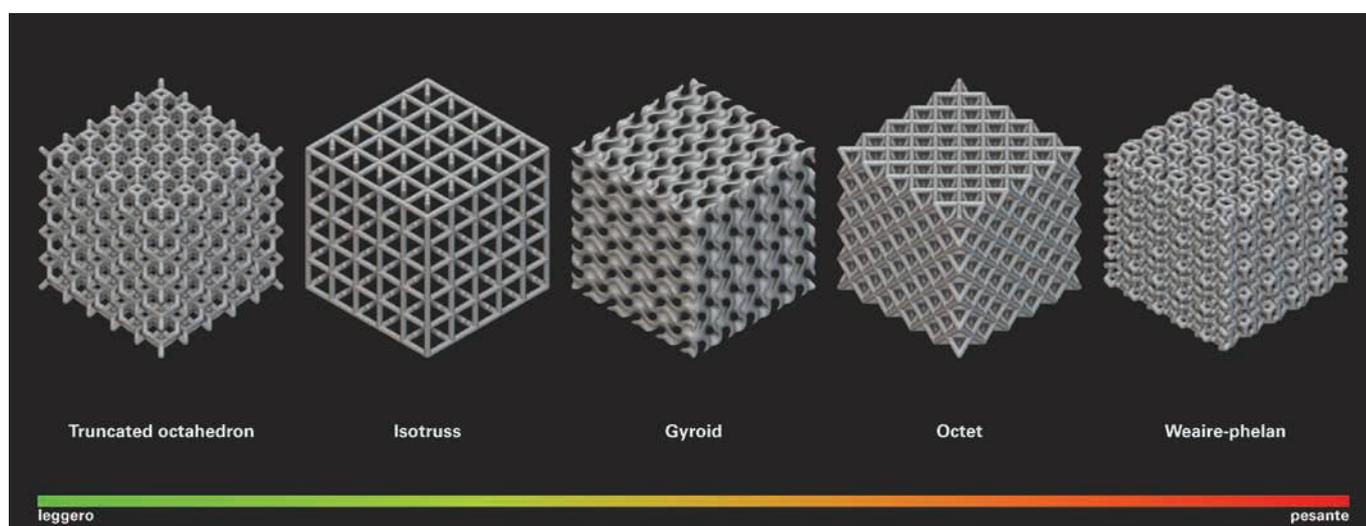
CONFRONTO RETICOLATI CON SUOLA TRADIZIONALE

Dopo aver analizzato tutti i diversi tipi di reticolato ho aggiunto all'interno del grafico i valori di due campioni, della stessa misura, di due soles realizzate tradizionalmente con stampaggio ad iniezione. I materiali presi in considerazione sono l'EVA, che è il materiale utilizzato per la maggiore ad oggi nelle soles, e il TPU visto che i reticolati sono stati considerati in questo materiale. I due campioni presi hanno la stessa forma e non sono completamente pieni, considerando che anche le soles classiche hanno delle scanalature fatte per poter ridurre il materiale utilizzato ed il peso. Ho definito con delle linee tratteggiate un piccolo margine dalla classica suola in EVA così da poter scegliere un reticolato con una deformazione simile ma più leggero.



RETICOLATI ADEGUATI

Dal grafico precedente è facilmente interpretabile quali siano i reticolati che rientrano nel range prefissato, ma, va anche considerato che non tutte le tipologie sono stampabili in 3d con le macchine a prototipazione rapida adatte alla polvere di tpu. A seconda della tipologia di reticolato ci sono tecnologie di stampa che sono più o meno predisposte. In questo caso fortunatamente tutti i cinque tipi di reticolato sono realizzabili in polvere. In questa immagine ci sono i riempimenti che rientrano nel range prestabilito definito nel grafico precedente, e messi in ordine dal più leggero al più pesante. Non ho differenziato per la deformazione visto che essendo molto simile tra tutti è trascurabile. Considerato il peso e l'aspetto estetico ho deciso di scegliere il primo reticolato.



DEFINIZIONE DI SANDALO

La definizione di sandalo è una calzatura leggera ed estiva che viene fissata al piede avanti e dietro con delle strisce o fasce originariamente in pelle o cuoio. Questo permette di far respirare il piede ed allo stesso tempo rimanere ben allacciata, così da avere una presa salda in ogni situazione. L'evoluzione ha portato queste calzature a sviluppare sandali con i tacchi per un pubblico femminile. Il nome deriva dall'albero, il sandalo, che veniva utilizzato nell'antichità come risorsa per ricavarci il legno e successivamente lavorato per la realizzazione di calzature perlopiù femminili. In quel periodo questo legno era pregiatissimo e potevano permetterselo solo ricchi e persone di cariche importanti come i vescovi.



Sandali da donna



Sandali da uomo

CENNI STORICI

Il sandalo è una calzatura molto antica ed i primi ritrovamenti risalgono al 3500 a.c. in Egitto. Inizialmente questa calzatura soddisfaceva un bisogno completamente funzionale che era quello di dover camminare scalzi nel terreno rovente egiziano; infatti inizialmente il sandalo si sviluppò nelle civiltà particolarmente calde dove era facile che il piede sudasse. Anche nell'antica Roma veniva utilizzato per le battaglie ed è proprio da qui che nasce il modello del sandalo da gladiatore particolarmente di moda oggi tra il pubblico femminile. Il sandalo è stato il predecessore delle attuali scarpe anche se non è mai stato sostituito. Solo dai primi decenni del 1900 è entrato a far parte della moda con la creazione di moltissime varianti più o meno eleganti.



Primi sandali



Sandali oggi

DEFINIZIONE DI CIABATTA

La definizione di ciabatta è una calzatura leggera e aperta che viene indossata all'interno dell'abitazione. Essa è composta solo da una suola ed una tomaia. Nel caso di una ciabatta bassa e con un appoggio della suola totale nel terreno viene anche chiamata pianella. Può anche essere chiamata pantofola anche se è riferito più ai modelli invernali. Il nome deriva dal sabato ebraico, Shabbat, che era il giorno di riposo della popolazione. Infatti la ciabatta o pianella veniva utilizzata per stare comodi e far riposare i piedi. In italiano il termine ciabatta viene utilizzato in modo molto generico e non specifica una precisa categoria, mentre se guardiamo la traduzione in inglese che è "slipper" riusciamo subito a capire a cosa ci riferiamo ed al suo contesto di utilizzo.



Ciabatte estive



Ciabatte invernali

CENNI STORICI

Tra le varie tipologie di ciabatte le infradito sono di gran lunga le più antiche, infatti esse risalgono allo stesso periodo dell'apparizione dei sandali, circa 5500 anni fa. Ovviamente erano calzature estive ma erano riservate solo a persone ricchissime, non solo per i materiali utilizzati che erano papiro e cuoio ma principalmente perchè venivano indossate da persone che non svolgevano lavori fisici e durante momenti di riposo, spesso all'interno dell'abitazione o in zone limitrofe. Durante il periodo medievale compaiono anche delle calzature in tessuto con una forma simile ad una scarpa che venivano utilizzate all'intero delle abitazioni. Con lo sviluppo della gomma intorno al 1500 si iniziano a sviluppare nuove forme e nuove tipologie con un interesse crescente.



Prime ciabatte infradito



Ciabatte oggi

ANALISI PRINCIPALI AZIENDE

Dopo aver letto la storia dei due brand più popolari dell'ultimo ventennio nell'ambito della produzione di ciabatte ho deciso di riportare nella mia ricerca le informazioni che mi sembrano più importanti. Faccio questo perchè ho notato che ci sono molti aspetti in comune tra queste due aziende, Crocs e Birkenstock, e penso che conoscerli mi potrebbe aiutare di molto nello sviluppo della mia calzatura. Per coincidenza entrambe le aziende producono delle ciabatte clog, ma questo non nega che il loro approccio possa essere trasferito in un'altra tipologia di calzatura.

BIRKENSTOCK®

crocs™

BIRKENSTOCK

L'azienda Birkenstock può essere sicuramente definita una tra le più longeve del settore visto che la fondazione risale al 1774 in Germania dal tedesco Johann Adam Birkenstock. Inizialmente era una piccola bottega dove Johann faceva il calzolaio e si occupava di piccole produzioni su misura o di riparazioni di calzature. Solo qualche generazione dopo, nel 1896, ci fu un cambio di traiettoria quando Konrad decise di buttarsi nella produzione di solette plantari flessibili. Contemporaneamente alla produzione di plantari Konrad andava spesso in giro per la nazione ha tenere seminari rivolti a specialisti del settore, esponendogli le sue idee e parlando dei possibili sviluppi futuri del prodotto.



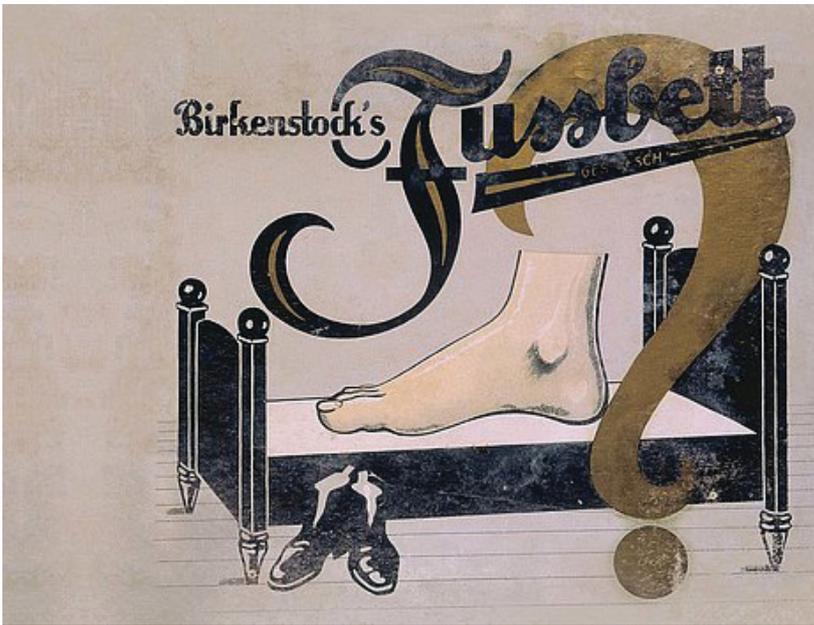
Primi plantari Birkenstock



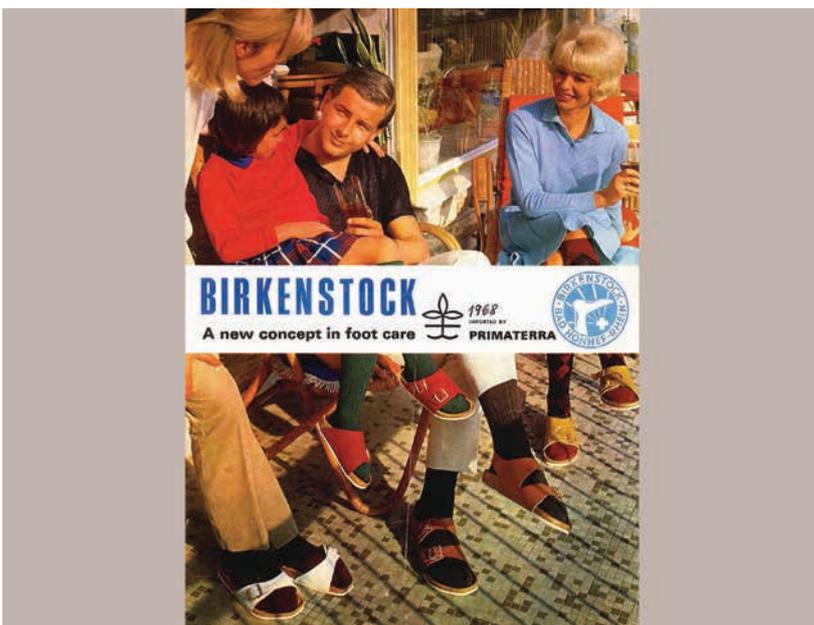
Suole Birkenstock

I PLANTARI

È proprio negli anni 30 che i plantari Birkenstock iniziano ad essere venduti a grandi quantità e gli acquirenti principali sono coloro che lavorano nell'ambito sanitario, questo grazie all'elevato comfort che erano in grado di fornire i Birkenstock. La domanda era in crescita e le persone del settore sanitario continuavano a comprare questi plantari e l'interesse derivava principalmente da un passaparola molto positivo tra le persone del mestiere ma anche da delle campagne di marketing molto particolari per quel tempo. Proprio questa azienda ha coniato il termine "footbed" per inserirlo all'interno delle loro pubblicità e veniva utilizzato per trasmettere un'idea di estrema comodità, cosa che poi si rivelava vera al momento dell'acquisto del prodotto.



Pubblicità Birkenstock



Volantino Birkenstock

LA PRIMA CIABATTA

Nel decennio del 1960 avvengono due grandi svolte per l'azienda tedesca lanciando nel 1963 la prima ciabatta con all'interno una suola progettata da loro e risultato di tutta l'esperienza dei decenni precedenti. Poi fanno sbarcare il marchio anche negli Stati Uniti nel 1966. Fino a quel momento la loro disponibilità era solo interna alla Germania anche a causa di una produzione industriale ma limitata ad un paio di stabilimenti. Arrivata negli Stati Uniti per la prima volta suscita interesse anche ad una nicchia di persone al di fuori dell'ambito sanitario, persone che non erano interessate alla moda ma che anzi la rifiutavano. Le persone hippie indossavano queste calzature e il loro interesse verso queste ciabatte aumentava con l'aumentare delle critiche verso le birkenstock.



Hippie con le Birkenstock



Birkenstock negli Stati Uniti

ATTENZIONE ECOLOGICA

Ormai conosciuta in tutto il mondo l'azienda già nel 1990 inizia ad essere attenta in ambito ecologico ed avvia un processo di aggiornamento della produzione delle proprie calzature con colle ecologiche e con macchinari a minor consumo così da ridurre le emissioni. Negli anni 2000 iniziano ad essere viste in un altro modo dal pubblico; fino a quel momento erano considerate calzature brutte e non sicuramente associabili al mondo della moda, ma grazie ad alcune celebrità come Heidi Klum che collaborano per la realizzazione di Birkenstock personalizzate e le indossano per promuoverle l'interesse verso l'azienda cambia.



Produzione Birkenstock



Birkenstock in collaborazione con Heidi Klum

OGGI

L'azienda Birkenstock è stata acquistata nel 2021 dall'enorme gruppo LVMH ed è ormai un brand solido ed altamente riconoscibile. Sono sempre più consistenti le collaborazioni di notevole importanza con altri brand e celebrità come Valentino, Proenza Schouler, Stussy, Jil Sander e molti altri ancora. Iconiche sono diventate anche diverse delle campagne pubblicitarie dell'azienda molto diverse dallo standard, dove viene sempre messa l'attenzione alla salute delle persone e non all'aspetto estetico del prodotto. L'amministratore delegato dell'azienda in diverse occasioni ha voluto precisare che alcuni modelli che vengono venduti oggi sono sostanzialmente gli stessi del 1960 e che non sono considerabili oggetti di moda vista la qualità del prodotto.



Pubblicità Birkenstock "ugly for a reason"



Birkenstock in collaborazione con Valentino

CROCS

L'azienda Crocs è relativamente una neonata a confronto con Birkenstock infatti questa azienda americana viene fondata in Colorado nel 2001 da tre fondatori: Lyndon Hanson, Scott Seamans e George Boedecker. Una delle particolarità che caratterizza sin da subito questa calzatura è il materiale utilizzato, il Croslite, che è una resina brevettata dall'azienda e che promette di avere delle qualità di assorbimento degli urti maggiore alle resine tradizionali. Oltre a questo il materiale era impermeabile e la forma insolita della ciabatta permetteva la ventilazione del piede e la fuoriuscita di sudore ed acqua. Questi aspetti sono molto importanti considerando che il lancio del prodotto è stato fatto al Fort Lauderdale Boat Show e la Crocs veniva proposta come calzatura da barca.



Prime Crocs



Fondatori dell'azienda

SETTORI INASPETTATI

Nonostante le Crocs erano state pensate per un uso specifico nelle imbarcazioni l'azienda si rende subito conto che anche altri settori iniziano ad interessarsi alla calzatura. Infatti negli anni successivi al lancio le Crocs si espandono nell'utilizzo da parte dei lavoratori delle cucine e di chi lavora nell'ambito sanitario. Questo interesse derivava da un'elevata comodità e versatilità di utilizzo e, notato questo sviluppo l'azienda ha subito iniziato a produrre nel 2006 colorazioni di Crocs in grado di abbinarsi con i grembiuli ed i camici dei dottori e dei cuochi. Nel giro di pochi mesi in tutte le cucine newyorkesi erano adottate le Crocs come indumento di lavoro e l'azienda produsse anche dei modelli senza fori così da garantire maggiore sicurezza ai lavoratori del settore.



Crocs nel settore sanitario



Chef Mario Batali in Crocs

ALTI E BASSI

Dal 2007 in poi le Crocs si iniziano a vedere indossate da persone di alto spessore anche molto al di fuori dei settori annunciati in precedenza. Anche grazie alla nascita dei social network e con l'aiuto di personaggi importanti la popolarità schizza alle stelle anche se molta gente conosce il brand ma non lo compra, perchè la ciabatta veniva considerata brutta e quasi imbarazzante. Ed in questo periodo avvengono due fatti contrapposti che però fanno pubblicità positiva e negativa al brand; alcuni giornali americani di notevole importanza come il "Time" inseriscono nella classifica degli oggetti più brutti le Crocs ma contemporaneamente girano foto dove vengono indossate da George Bush, allora presidente americano, Michelle Obama ed altre persone di questo calibro.



George W. Bush in Crocs



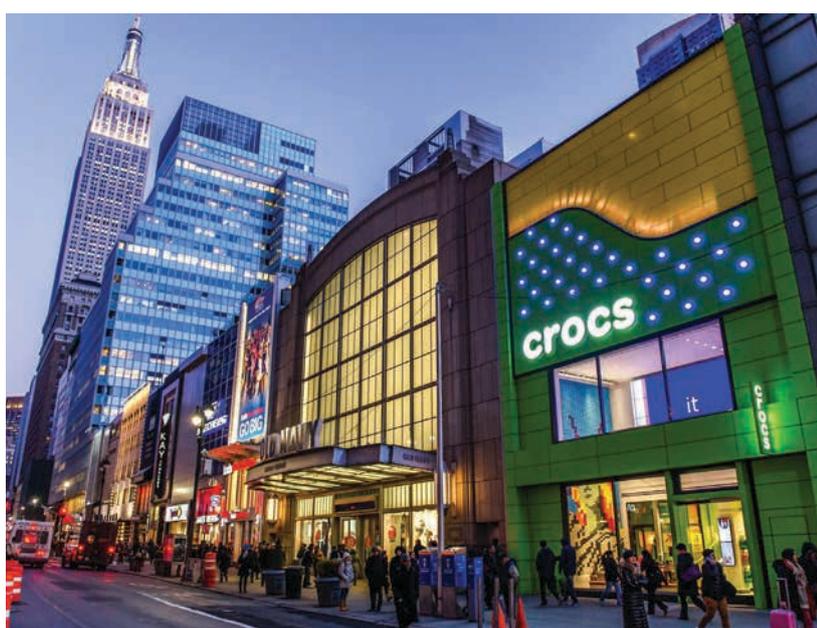
Bill Maher sbeffeggia le Crocs in tv

L'ADOZIONE DI MASSA

Fu durante la crisi del 2008 che le persone comuni e senza interessi per la moda iniziarono a comprare le Crocs ed ha capire quanto utili e confortevoli sono queste ciabatte. In quell'anno la crisi ha ridotto di molto anche le entrate di questa azienda ma è grazie all'esplosione nell'utilizzo da tutti i giorni che ha permesso a Crocs di passare questo periodo difficile. Negli anni successivi con l'economia che andava crescendo le vendite e la popolarità del brand si sono affermate in tutto il mondo e questo prodotto è entrato a far parte dei pochi in grado di restare nel tempo senza subire modifiche particolari. Tra il 2009 ed il 2013 l'azienda ha vissuto un periodo d'oro per poi però vedere negli anni successivi un leggero calo di interesse da parte dei consumatori.



Crocs nell'immaginario quotidiano



Primi negozi Crocs fuori dagli US

NEL MONDO DELLE SFILATE

Negli ultimi cinque anni l'azienda ha fatto e continua a fare numerose collaborazioni con aziende e personaggi tra i più conosciuti del momento; solo per citarne alcuni: Post Malone, Justin Bieber, Balenciaga e Bottega Veneta. La prima idea fu nel 2017 quando alla fashion week di Londra tutte le modelle del brand Christopher Kane sfilarono con le Crocs. Da quel momento in poi ogni collaborazione lancia dei prodotti sviluppati con l'interessato e li produce a numero limitato. In queste collaborazioni vengono sempre prese delle Crocs già nel mercato e vengono applicate delle modifiche formali, di texture o di colore che le rendono uniche. Questa strategia le permette di essere sempre sulla bocca di tutti e di dare visibilità al brand.



Crocs in collaborazione con Post Malone



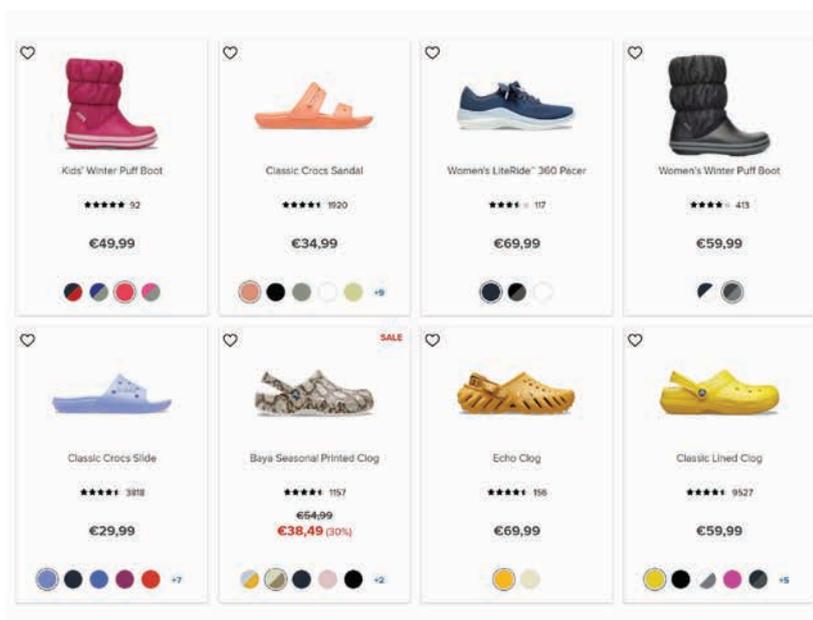
Crocs alla fashion week di Londra

OGGI

Nonostante siano usciti negli anni diversi modelli e diverse tipologie di ciabatte il prodotto principale è l'originale di 20 anni fa a cui sono state applicati piccolissimi miglioramenti. Oggi si trovano anche delle scarpette da barca, delle infradito e delle ciabatte a fascia nel catalogo dell'azienda ma per ora non sembrano essere di molto interesse anche se il materiale utilizzato è lo stesso e questo dovrebbe garantire un comfort simile ai famosi zoccoli. La longevità della calzatura fa capire la qualità del prodotto che è ancora in grado di venderci ed il brand è anche diventato un porto sicuro riguardante il comfort e le prestazioni della ciabatta. È anche grazie a questa popolarità che il brand riesce a stringere ogni anno decine di nuove collaborazioni di altissimo livello.



Collaborazione Crocs con Salehe Bembury



Parte del catalogo attuale Crocs

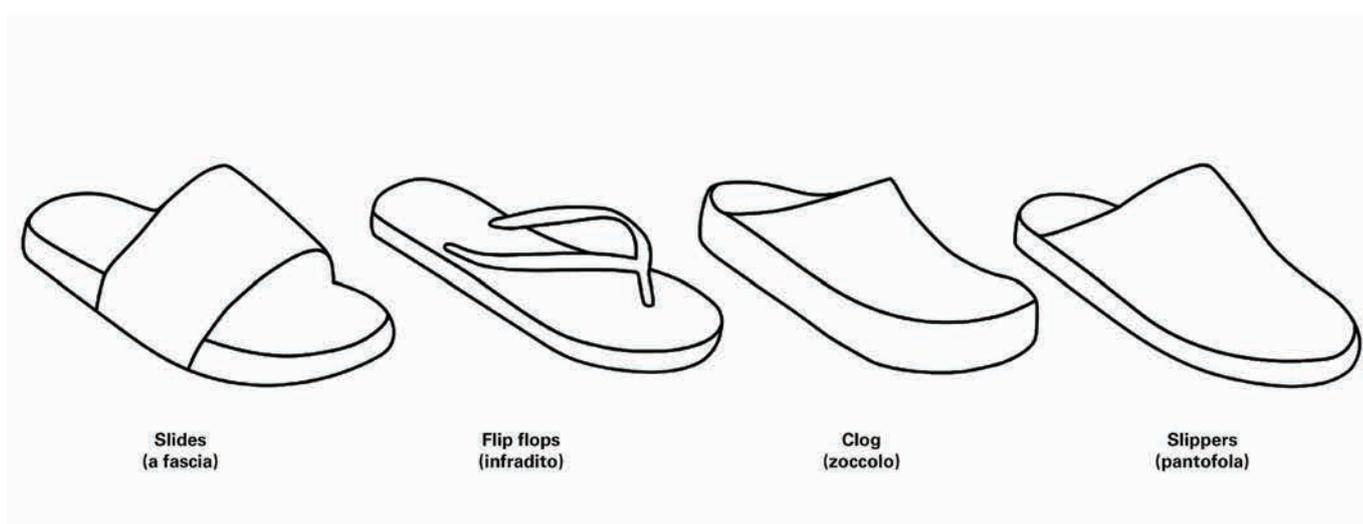
ELEMENTI IN COMUNE

Come avrete potuto leggere precedentemente ci sono vari aspetti in cui le aziende si assomigliano molto. Nonostante siano nate in periodi molto diversi, utilizzino materiali molto diversi ed abbiano un target molto diverso, in questo momento storico sono i due brand che interessano di più al pubblico. L'aspetto in comune che più sembra strano, soprattutto nel campo della moda, è che nei primi anni nessuno dei due prodotti veniva considerato esteticamente attraente ma, solo successivamente è diventato un vero punto di forza. Un'altra particolarità che ha caratterizzato entrambi è il campo di utilizzo, cosa che a distanza di decenni è tramutata in settori a cui non era rivolto inizialmente e sono anche diventate oggetti di uso quotidiano senza necessità di funzioni specifiche.



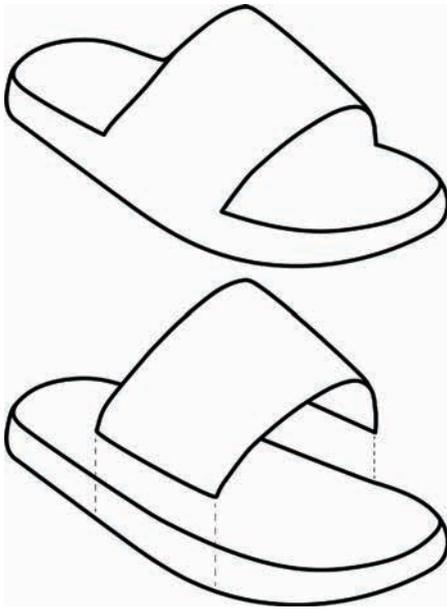
TIPOLOGIE DI CIABATTE

Ad oggi nel mercato esistono quattro grandi categorie di ciabatte, anche se sempre di più compaiono delle ibridazioni tra diverse tipologie. Queste categorie si distinguono sia per la composizione della ciabatta ma anche per i materiali che vengono utilizzati, questo perchè influisce notevolmente sul possibile contesto di utilizzo. Le tipologie sono: infradito, a fascia, zoccolo e pantofole. Visto il materiale che andrò ad utilizzare e pensando ad alcuni contesti di utilizzo la progettazione della mia calzatura potrà essere riferita alla tipologia a fascia o lo zoccolo. Questa decisione obbligata verrà spiegata bene nelle successive slides.

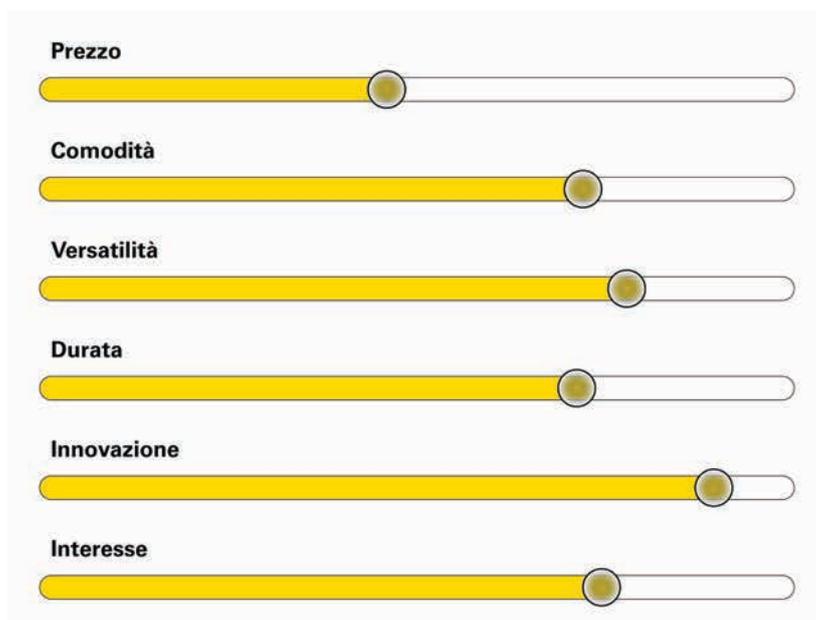


SLIDES

Una caratteristica principale delle ciabatte a fascia è sicuramente il materiale utilizzato, infatti generalmente per questa tipologia si usano materiali polimerici e allo stesso tempo impermeabili. Spesso questa calzatura ha un comfort abbastanza elevato ma non maggiore di uno zoccolo, ed è prodotta generalmente in due modi: o monocomponente o in due parti, suola e tomaia. Il costo generalmente è medio però hanno una lunga vita di utilizzo. I contesti d'uso sono molti e le ciabatte a fascia vengono utilizzate in ambiti anche contrapposti. Ad esempio vengono utilizzate per andare in piscina, per andare al mare, per un utilizzo domestico o limitrofo all'abitazione e in alcuni casi estremi anche come oggetto fashion al posto delle scarpe.



Componenti ciabatta



TENDENZE SLIDES

Tramite una moodboard ho cercato di esporre tutte le nuove uscite e le più desiderate ciabatte di questa tipologia. Nonostante non ci sia molta innovazione in questa categoria il mondo del fashion è molto attivo e spesso e volentieri l'attenzione del pubblico ricade per la maggioranza in prodotti di brand di notevole importanza e del lusso che rilasciano periodicamente collezioni a numero limitato. Oltre a questo ci sono anche delle ciabatte prodotte in scala industriale che però rappresentano un certo status simbol e che da diversi anni rimangono nella lista delle più acquistate.

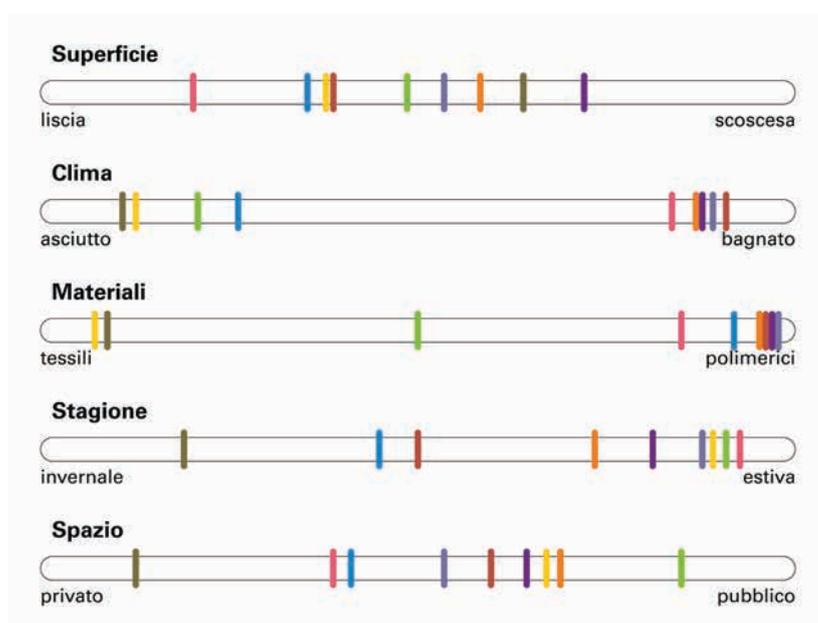


ANALISI TENDENZE SLIDES

Una volta trovati i trend ho deciso di trovare cinque punti che riguardano il contesto di utilizzo di una ciabatta e successivamente assegnare una valutazione ad ogni calzatura il più oggettiva possibile. Quello che mi interessa vedere da questa analisi non è tanto il contesto di utilizzo di un singolo modello ma vedere se e dove ci sono degli elementi in comune che possono caratterizzare questa tipologia di gruppo. In questo caso possiamo dire che le ciabatte a fascia hanno una suola adatta a terreni di media irregolarità e per questo motivo vengono usati o all'interno delle abitazioni o in piscina e mare. Anche la stagione di utilizzo è prevalentemente quella estiva o nel caso di calzature apposite per la piscina sono utilizzate tutto l'anno.



Modelli scelti per l'analisi

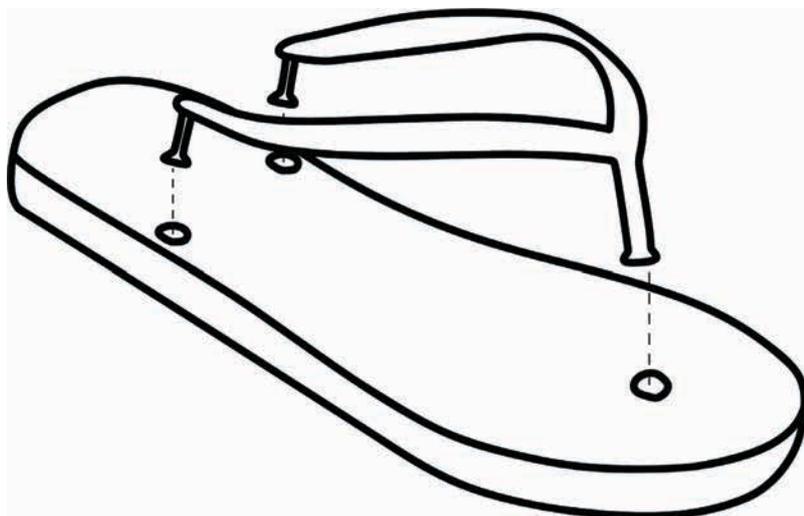


Analisi contesto di utilizzo

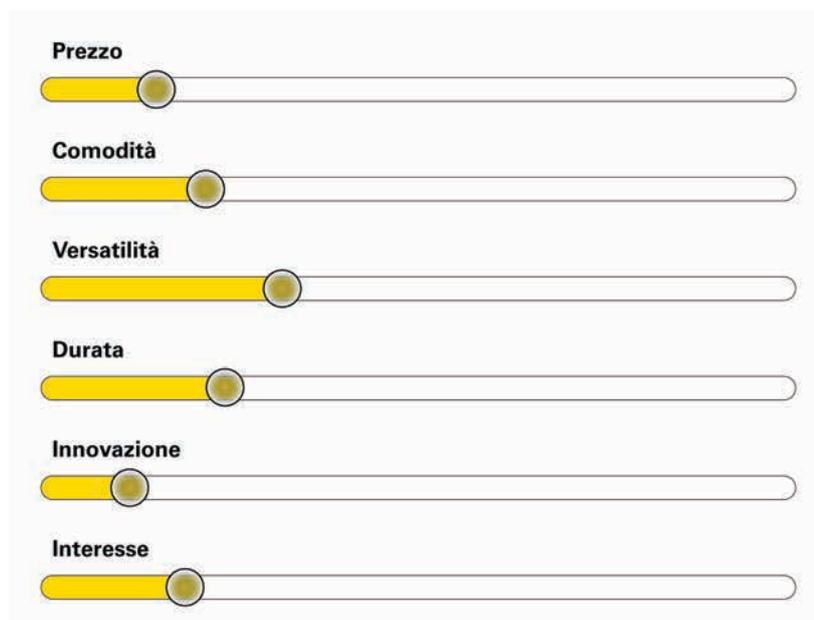
FLIP FLOPS

Le ciabatte ad infradito sono probabilmente le più diffuse e questo successo deriva sicuramente dalla facilità di produzione e al relativo basso costo di vendita. Queste calzature sono composte da una suola piana e da una stringa superiore a forma di y che serve per far infilare il piede. Vengono prodotte in tanti materiali differenti come in nylon, in gomma, in pvc, in paglia, in sughero, in pelle ecc. Il comfort non è sicuramente il suo forte vista la forma piana della suola e spesso la durata della vita è corta, visto che la stringa si sfilava o rompe facilmente. I contesti d'uso sono abbastanza limitati vista la scarsa aderenza al piede e principalmente vengono utilizzate per fare poca strada. Si usano principalmente al mare ed in piscina.

Componenti ciabatta



Specifiche generali



TENDENZE FLIP FLOPS

Il mercato delle ciabatte infradito sembra essere meno affetto dalle mode, infatti è difficile trovare dei nuovi prodotti che influenzino le persone. Nonostante questo però ci sono molti prodotti evergreen che dominano il mercato e che sono diventati con il tempo dei punti di riferimento. Anche qui possiamo dire che l'innovazione è quasi nulla ed anche l'aspetto formale viene trascurato a causa della poca possibilità di personalizzazione vista la semplicità dell'oggetto. Possiamo dire che un prodotto economico e con poche possibilità di restyling non risulta interessante per le grandi case di moda. Tra le case produttrici di prodotti evergreen dobbiamo sicuramente nominare Birkenstock ed Havaianas.

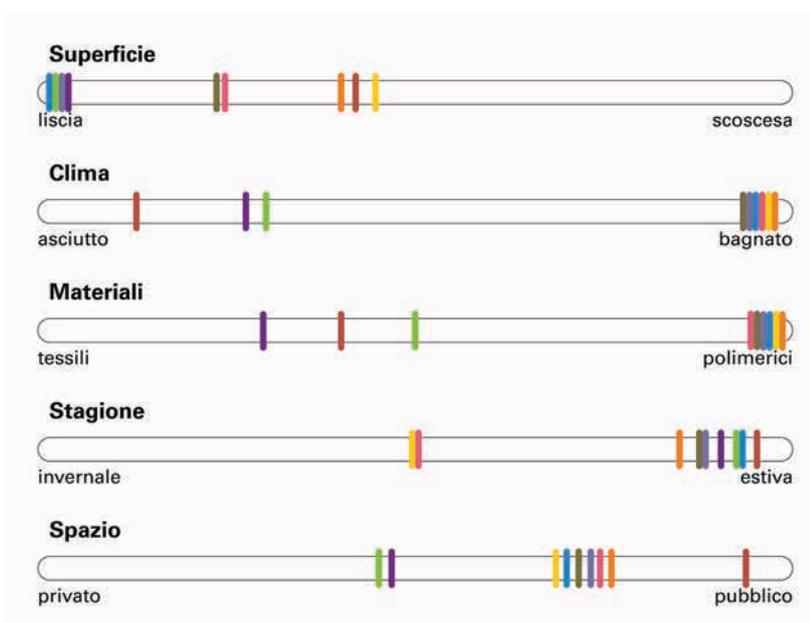


ANALISI TENDENZE FLIP FLOPS

In questa tipologia di ciabatte è molto evidente il contesto di utilizzo visto che, come si può vedere dall'analisi, per molti modelli la valutazione è molto simile nelle varie voci analizzate. Ci sono delle piccole eccezioni come le ciabatte nel riquadro giallo che sono progettate per un uso specifico, cioè quello della piscina a livello sportivo. Le soles sono generalmente per terreni poco sconnessi anche se molte vengono utilizzate nella spiaggia quando si va al mare. Generalmente resistono all'acqua ma non sono adatte per l'immersione, questo non per il materiale ma per la poca presa che ha sul piede. Le calzature per escursioni marine sono differenti e si chiamano scarpette da scoglio. Vista l'apertura delle infradito vengono usate in estate e difficilmente nelle abitazioni.



Modelli scelti per l'analisi

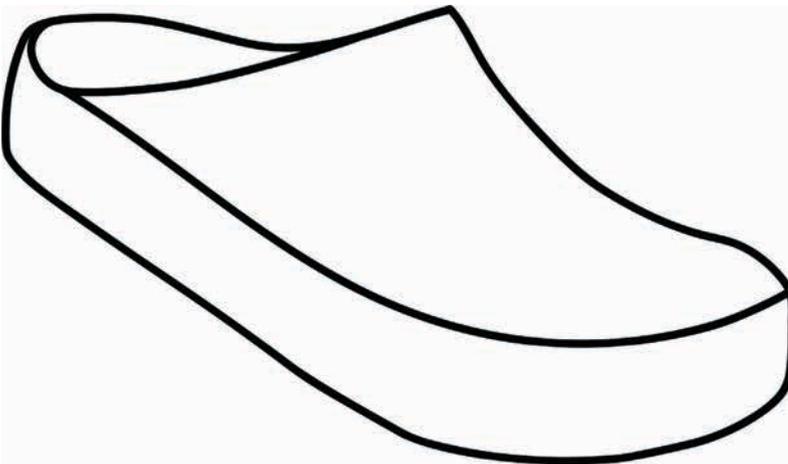


Analisi contesto di utilizzo

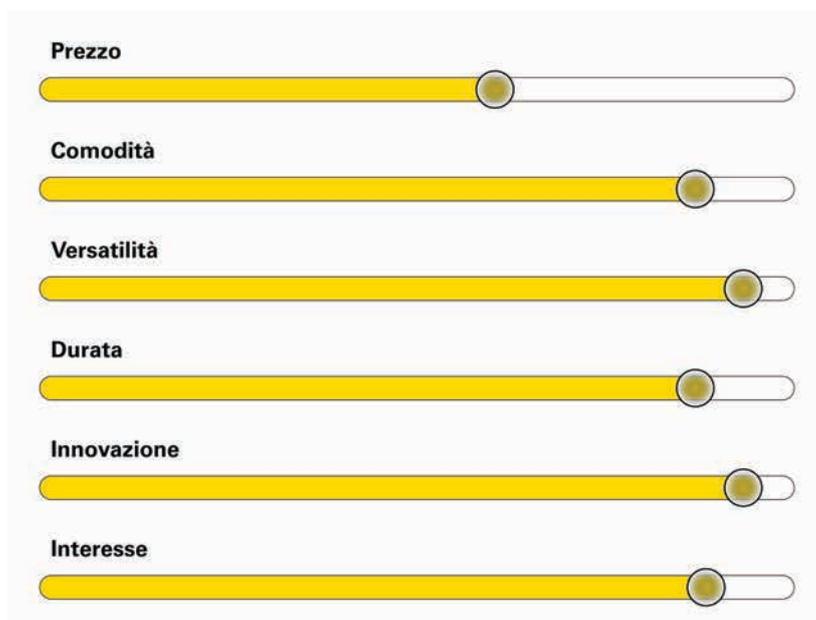
CLOGS

Le ciabatte clog o zoccolo sono sicuramente la tipologia che si avvicina di più ad una scarpa. Questa calzatura è caratterizzata da avere la punta del piede completamente coperta mentre solo il tallone è lasciato libero, anche se bisogna dire che alcuni modelli come le famosissime crocs permettono anche di poter fissare il piede dalla parte posteriore con una semplice stringa. Sono prodotte di solito in monocomponente in materiali polimerici ed a volte vengono rivestite internamente con del tessuto per renderle più confortevoli. Sono molto comode da indossare e permettono una respirazione del piede maggiore rispetto ad una scarpa. I contesti di utilizzo sono svariati e vanno dalla piscina, essendo impermeabili, all'utilizzo giornaliero esterno.

Componenti ciabatta



Specifiche generali



TENDENZE CLOGS

Nella categoria degli zoccoli o delle calzature con la punta coperta la moda è molto presente ed è forse anche per questo motivo che questo mercato sta crescendo esponenzialmente. Molte aziende del fashion di lusso negli ultimi anni stanno lanciando prodotti di questa tipologia e, come nel settore delle scarpe, sono sempre di più le collaborazioni tra personaggi famosi e brand produttori che rilasciano collezioni stagionali. Gli acquirenti sono disposti a spendere anche cifre più elevate rispetto alle altre tipologie di ciabatte perchè queste sono adatte per quasi ogni situazione. Vengono utilizzate principalmente schiume polimeriche perchè garantiscono un elevato comfort. Crocs è sicuramente la prima azienda che viene associata a questo settore.

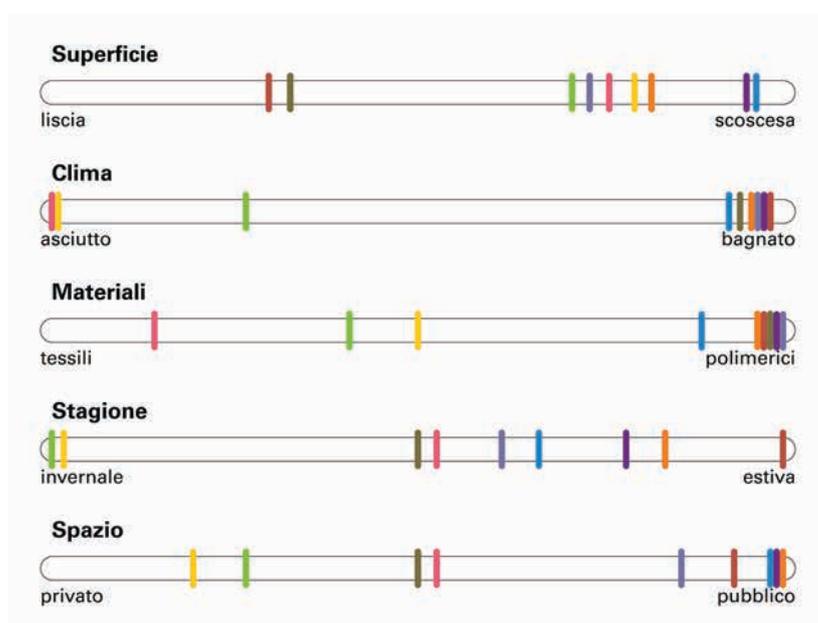


ANALISI TENDENZE CLOGS

In questa categoria ci sono alcuni parametri valutati che risultano abbastanza distribuiti uniformemente, come nel caso della stagione e dello spazio di utilizzo. Questo comporta che come detto in precedenza i zoccoli sono molto versatili ed a volte non nascono con un uso specifico. Possiamo anche notare che la maggior parte delle calzature analizzate sono in materiale polimerico e di conseguenza possono essere utilizzate in condizioni di bagnato. Va sottolineato però che se una calzatura è resistente all'acqua non è strettamente collegato che venga utilizzata in queste situazioni ma che lo permette. Guardando le soles utilizzate si può vedere come sia possibile utilizzare le ciabatte anche in contesti esterni alla propria abitazione.



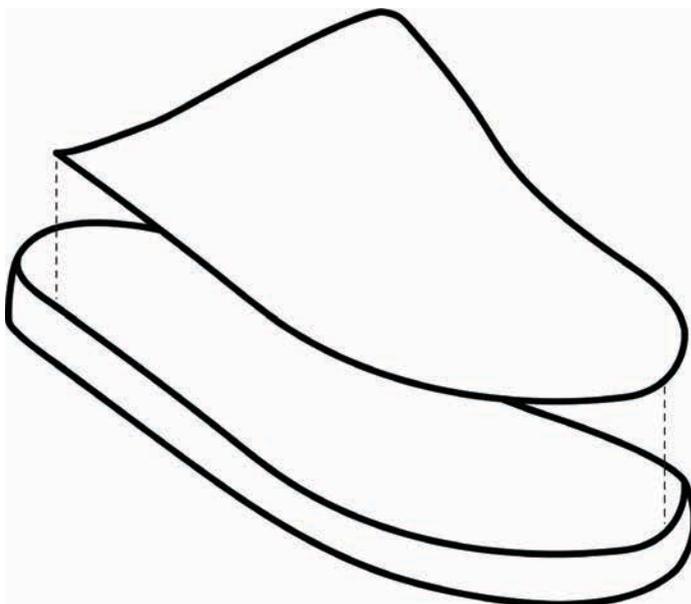
Modelli scelti per l'analisi



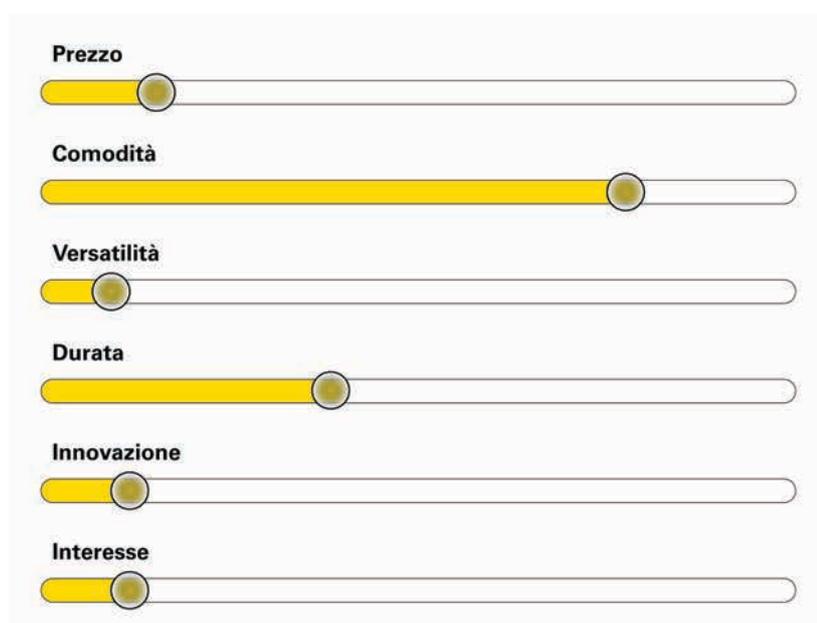
Analisi contesto di utilizzo

SLIPPERS

Le slippers o in italiano pantofole sono delle ciabatte molto comode che vengono utilizzate esclusivamente all'interno della propria abitazione. Per garantire un elevato comfort la tomaia è realizzata in tessuto così da garantire un'elevata morbidezza ed a volte anche la suola è composta da tessuto con all'interno, o nella parte sottostante, delle solette piane fatte in materiali economici come il cartone. Visto il materiale utilizzato non sono impermeabili e quindi non utilizzabili in altri contesti, anche la suola essendo a volte molto fina non è adatta a terreni non omogenei. Nonostante il suo campo di utilizzo sia molto ristretto è una calzatura che tutti noi abbiamo e che a differenza delle altre ci garantisce anche una maggiore pulizia domestica.



Componenti ciabatta



Specifiche generali

TENDENZE SLIPPERS

Nonostante le pantofole siano simili formalmente agli zoccoli sembrano essere meno interessanti dalle famose aziende produttrici. Questo deriva sicuramente dal fatto che essendo utilizzate esclusivamente all'interno dell'abitazione l'aspetto estetico è poco importante ma quello che conta principalmente è la comodità. Le aziende produttrici di queste calzature sono tante ma perlopiù sconosciute o quasi e difficilmente fanno utilizzo di marketing anche a causa dei margini molto bassi. Basti pensare che raramente troviamo scritto o rappresentato il brand nella ciabatta. Sorprendentemente va detto però che a queste pantofole vanno date costantemente forme nuove e divertenti per differenziarsi dalla concorrenza.

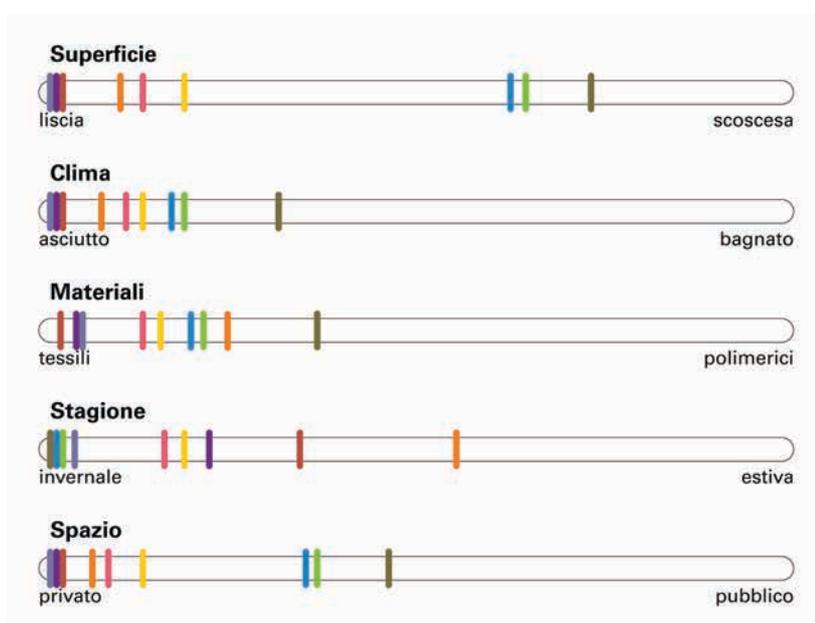


ANALISI TENDENZE SLIPPERS

Analizzando la categoria delle pantofole è anche in questo caso facilmente visibile il loro contesto di utilizzo. Una cosa particolare che si può notare in qualche modello preso in considerazione è come ha volte vengano utilizzate caratteristiche opposte per lo stesso prodotto. Ad esempio se guardiamo la ciabatta nel riquadro color ocra la suola è adatta a terreni molto scoscesi ma poi guardando la parte superiore vediamo un imbottitura non adatta agli esterni. Questa contraddizione mi fa pesare che la suola alta sia stata utilizzata solo per motivi estetici e non di funzionamento. In generale però possiamo dire che questa categoria è rivolta principalmente a spazi privati, per stagioni invernali o autunnali e con materiali principalmente tessili.



Modelli scelti per l'analisi



Analisi contesto di utilizzo

TIPOLOGIA SCELTA

Adesso che mi è più chiaro il campo di utilizzo di ogni singola categoria ho deciso di proseguire nella progettazione di una ciabatta slides od a fascia. Questa scelta deriva da alcune caratteristiche tecniche del materiale e dalle tecnologie di stampa utilizzate che sono più adatte a determinati tipi di contesto. Una piccola parte della decisione deriva anche da un mio interesse personale verso questa tipologia di calzatura. Ho riportato quì sotto il grafico di valutazione fatto in precedenza e inserito all'interno un range in cui la progettazione della mia calzatura dovrà rientrare per più voci possibili per far parte della tipologia selezionata. A sinistra l'immagine è solo indicativa per far capire a primo impatto il campo in cui si è deciso di progettare.



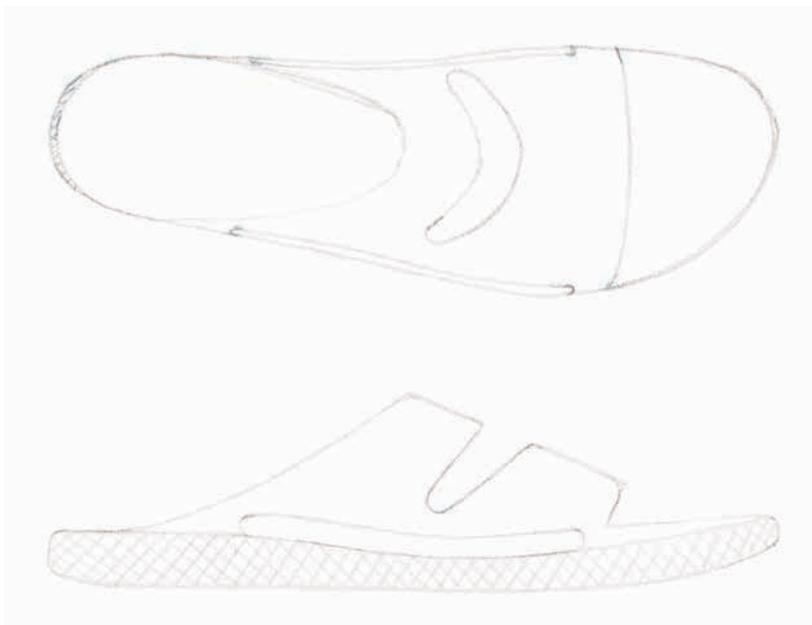
Categoria scelta



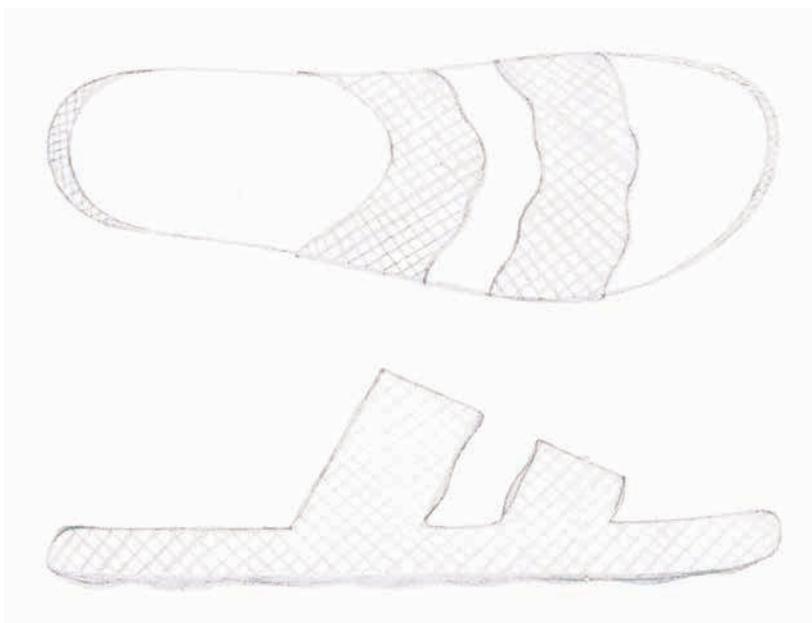
Range contesto di utilizzo slides analizzate

CONCEPTS CLASSICI

Ho portato diverse varianti di calzatura ma quello che cambia tra una e l'altra è solo l'aspetto estetico, infatti l'andamento interno della suola è sempre lo stesso anche se viene ingannato dalla percezione della visione esterna della suola. Mi sono aiutato con una forma per la realizzazione delle scarpe così da fare degli sketches proporzionati e veritieri. Il reticolato disegnato è indicativo e solo per far capire meglio dove andrà. In questo caso, trattandosi del settore della moda, la forma rimane un aspetto puramente estetico e per fare la migliore scelta mi posso aiutare solo visualizzando i trends e mettendoci della mia creatività. Questi primi due concepts sono a livello formale abbastanza classici e non proprio allineati alle mie intenzioni.



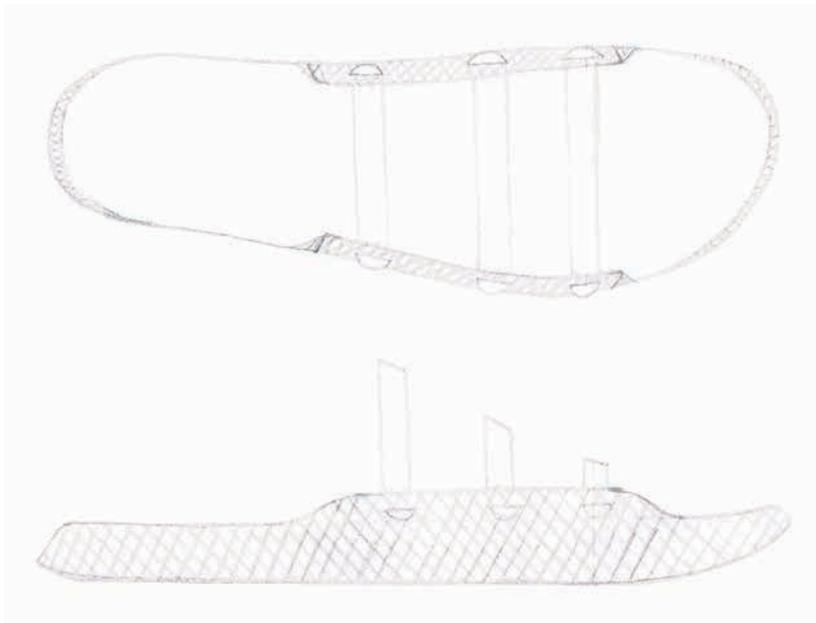
Concept 1



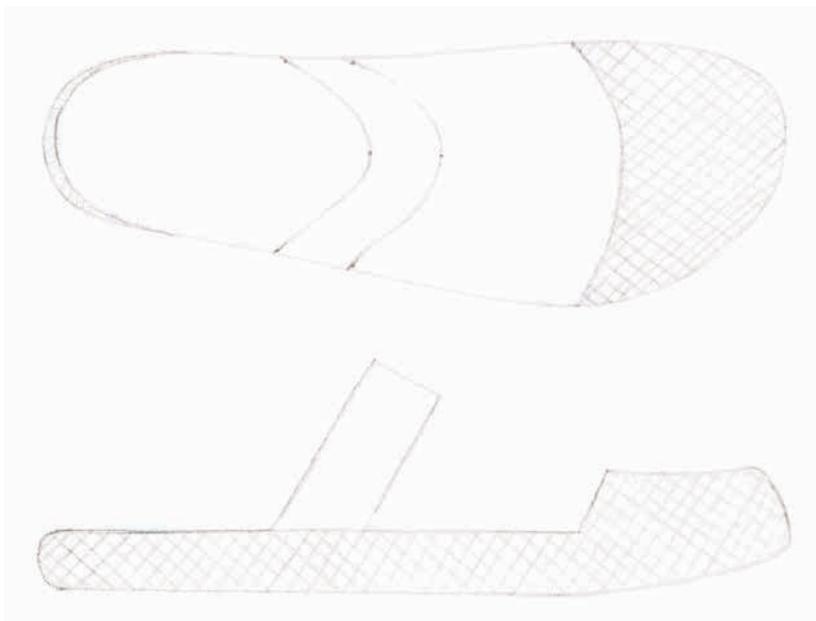
Concept 2

CONCEPTS SPERIMENTALI

In questo caso ho cercato di fare due modelli di ciabatta molto fuori dall'ordinario per cercare di capire e visualizzare se era possibile creare una nuova forma iconica per una nuova calzatura. Ritengo che sia possibile farlo ma per avere un buon risultato sia necessario diverso tempo e sia abbastanza complicato. Nel concept tre ho realizzato una calzatura che è composta da una sola suola e la tomaia è fatta solamente da tre lacci siliconici ed elastici. Nel concept quattro ho cercato di unire la tipologia di ciabatta slides e quella clog così da creare una forma particolare. Secondo me l'idea era interessante ma non sono soddisfatto del risultato dell'aspetto estetico; anche qui sarebbe necessario sviluppare maggiormente il concept.



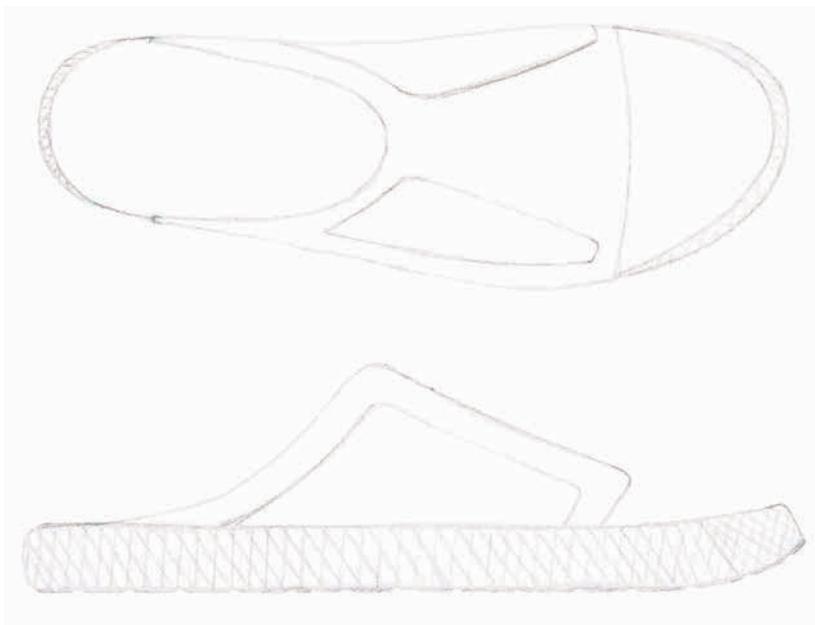
Concept 3



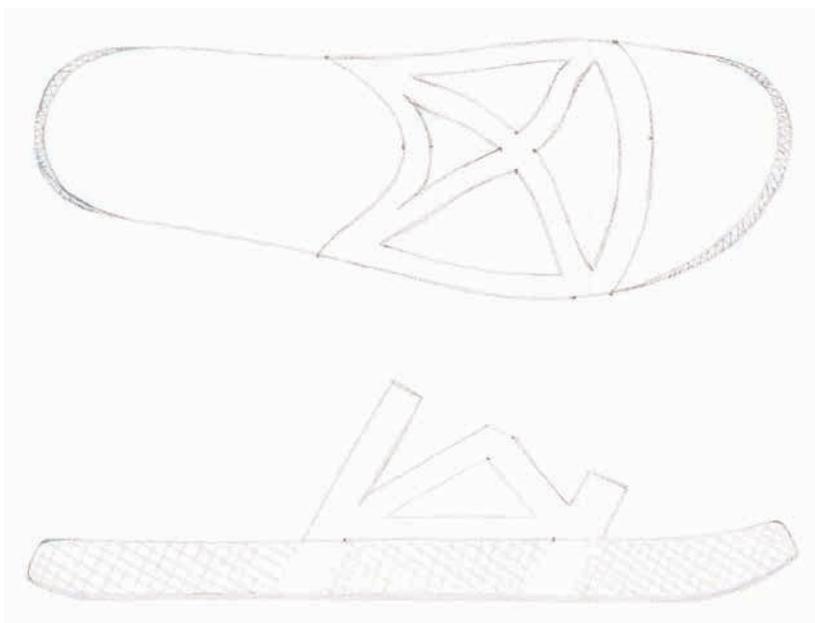
Concept 4

CONCEPTS MODERNI

Dopo aver fatto dei concepts classici e dei concepts molto particolari ho cercato di calibrarmi a metà strada così da realizzare due modelli moderni ma non troppo sperimentali come i precedenti due che potessero essere realizzati come prodotto finale. Il concept cinque è composto da una suola di media altezza come molti dei modelli che troviamo tra i trends elencati in precedenza e una tomaia aperta lateralmente che arriva fino a sotto la caviglia. Questo garantisce una tenuta migliore del piede all'interno della ciabatta. Il concept sei ha una suola di altezza simile ma la tomaia è una fascia classica ed anche in questo caso è molto aperta così da diminuire la sudorazione del piede.



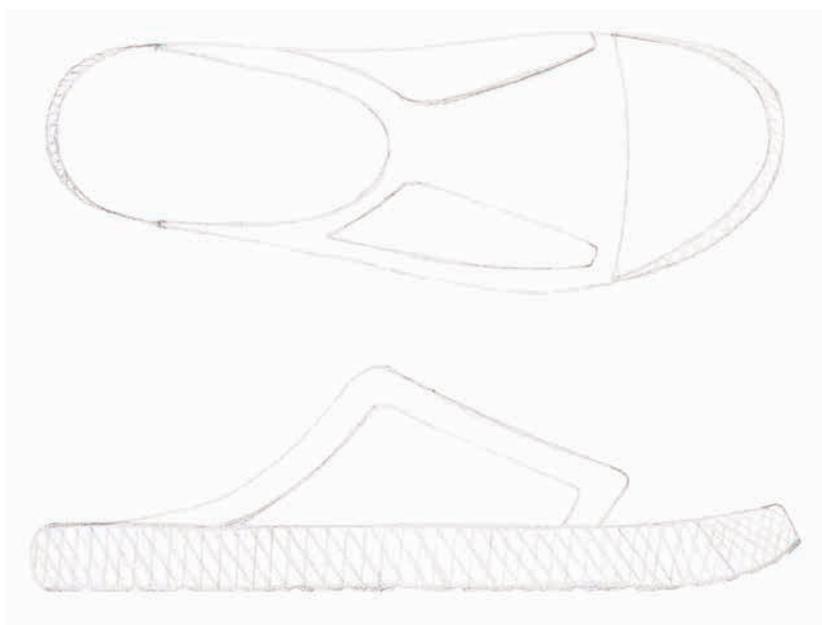
Concept 5



Concept 6

CONCEPT SCELTO

Tra gli ultimi due modelli illustrati ho deciso di portare avanti il concept cinque perchè mi sembra differenziarsi di più rispetto a quelli già esistenti nel mercato e la tomaia rende la calzatura più iconica e funzionale. Una volta passato alla modellazione 3d e soprattutto all'inserimento del reticolato mi sono reso conto che c'erano alcuni aspetti tecnici che dovevano essere modificati altrimenti il risultato sarebbe sembrato diverso dal concept. Quindi il modello ha subito delle modifiche ma restando sempre fedele alla forma inizialmente rappresentata. Per la modellazione mi sono aiutato con le dimensioni di una forma per calzature numero quaranta fornita da una ditta del settore.



Concept di riferimento



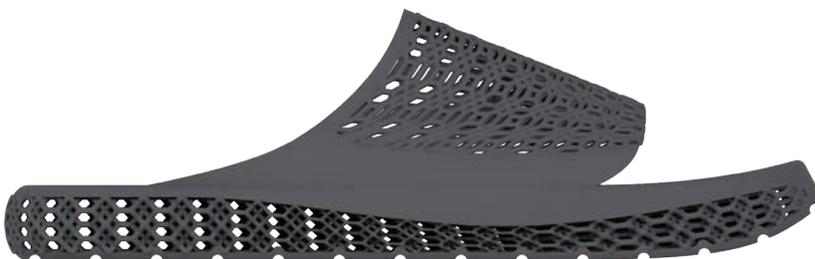
Modello 3d con le modifiche necessarie

RENDER

Il prodotto finale è realizzabile con stampanti 3d utilizzando la tecnologia SLS ed è mono-componente. Una volta finita la stampa il materiale sarà leggermente ruvido ma non creerà nessun disturbo alla pelle. In caso addizionale oggi esistono diverse finiture superficiali che permettono di rendere liscia la superficie e possono essere fatte o tramite una leggera sabbiatura o con una copertura da un sottile strato di polimero fuso. Non sono stati fatti nessun disegno tecnico perchè come spiegato nel percorso progettuale la calzatura sarà realizzata partendo dalle misure del piede dell'utente ed ogni prodotto avrà le sue dimensioni. Qui sotto ci sono alcuni render con vista ortogonale che ho realizzato.



Render vista dall'alto



Render vista laterale

RENDER

Anche nella tomaia è stato inserito lo stesso reticolato della suola però questa volta in forma quasi bidimensionale visto il poco spessore in quel punto. È stato fatto questo per mantenere una continuità formale con la suola. Mentre, nella parte della tomaia dove il piede toccherà con la calzatura è stata mantenuta una forma normale piena così da non creare fastidio alla persona che la utilizza. La parte della suola che sta a contatto con il terreno ha delle scanalature semicircolari così da migliorare il grip. In questo caso la forma delle scanalature è stata pensata apposta per andare in contrasto con la parte superiore e creare un distacco visivo.



Render vista dal basso



Render vista anteriore

- <https://all3dp.com/1/types-of-3d-printers-3d-printing-technology/>
- <https://www.hubs.com/knowledge-base/types-of-3d-printing/>
- <https://www.3dz.it/materiali/tecnologie-di-stampa-3d/>
- <https://formlabs.com/it/>
- <https://www.basf.com/global/en/who-we-are/innovation/our-innovations/superelastic-foam-for-running-shoes.html>
- <https://www.basf.com/global/en/media/news-releases/2021/09/p-21-296.html>
- <https://www.adidas.it/scarpe-4d>
- https://www.asics.com/us/en-us/actibreeze-3d-sandal-unisex/p/ANA_1013A122-001.html
- <https://www.athos-era.com/>
- <https://www.3dnatives.com/en/athos-the-3d-printed-climbing-shoes-020920214/>
- <https://3dprint.com/additive-accelerator-partners-with-telic-will-build-custom-mass-production-line-for-3d-printed-flip-flops/>
- <https://hilos.co/>
- <https://www.carbon3d.com/>
- <https://www.makerbot.com/it/>
- <https://ultimaker.com/>
- <https://medium.com/@ZMorph/the-making-of-customizable-3d-printed-shoes-49433f6c4fe5>
- <https://www.designindaba.com/articles/creative-work/making-sneakers-sustainable-%E2%80%99shoetopia%E2%80%99-project>
- <https://en.futuroprossimo.it/2022/01/print-001-sneaker-parametrica-stampata-in-3d-con-un-solo-materiale/>
- <https://www.youtube.com/watch?v=CzixCTSQehE>
- <https://www.my-personaltrainer.it/salute-benessere/piede.html>
- https://www.podexpert.com/en/blog-pathology-type-feet-pxl-151_159.html
- <https://community.ntopology.com/blogs/your-friendly-community-manager/2022/07/19/footwear-innovation-exploring-the-utility-of-addit>
- <https://formlabs.com/customer-stories/newbalance/>
- <https://www.nike.com/a/how-to-measure-foot-size>
- <https://sinterit.com/>
- <https://runrepeat.com/guides/heel-to-toe-drop>
- <https://forward-am.com/>
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026412751830443X>
- https://research-information.bris.ac.uk/ws/portalfiles/portal/218674381/Final_Copy_2019_11_28_Gu_H_PhD.pdf
- https://www.researchgate.net/publication/280532533_Comparing_mechanical_and_geometrical_properties_of_lattice_structure_fabricated_using_Electron_Beam_Melting

- https://move.forward-am.com/hubfs/White%20Papers/Whitepaper_Transforming%20Product%20Development%20with%20Lattices.pdf?utm_medium=email&_hsmi=207973532&hsenc=p2ANqtz-992y0GPqBm40WzpqOJA_ogwQNNlpW7hUfer3cEi4aEJeNlgWr_7LQIXA_fwzyijVQmAgI7nZVcZzA5x8ev3wM8cp4Wx46wkGZngWdn3pUQQg5Cdyc&utm_content=207973532&utm_source=hs_automation
- [https://ntopology.com/blog/guide-to-lattice-structures-in-additive-manufacturing/#:~:text=Four%20types%20of%20lattice%20structures,a%20stochastic%20lattice%20\(Voronoi\)](https://ntopology.com/blog/guide-to-lattice-structures-in-additive-manufacturing/#:~:text=Four%20types%20of%20lattice%20structures,a%20stochastic%20lattice%20(Voronoi))
- https://www.researchgate.net/publication/341583141_Design_and_optimization_of_cra-shworthy_components_based_on_lattice_structure_configuration
- https://www.researchgate.net/publication/334711254_Design_of_Shoe_Soles_Using_Latti-ce_Structures_Fabricated_by_Additive_Manufacturing
- <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S026412752030664X>
- https://www.researchgate.net/publication/349921967_High_Strength_WE43_Microlattice_Structures_Manufactured_by_Laser_Powder_Bed_Fusion
- <https://www.mdpi.com/1996-1944/15/1/97/htm>
- <https://www.birkenstock.com/it/la-storia/about-us-history.html>
- <https://www.smartalks.it/blog/marketing/birkenstock-storia-del-brand/>
- <https://www.nssmag.com/it/fashion/24403/storia-di-crocs/image:299331>

Le prime persone a cui devo i maggiori ringraziamenti sono la mia famiglia: mia mamma Angela, mio babbo Danilo e mio fratello Nicolò. È certo che senza di loro non sarei qui e non avrei avuto questa possibilità di frequentare l'università cercando e sperando di migliorare il mio futuro. Non so per quale strana coincidenza sia nato in questa splendida famiglia, ma ne sarò per sempre grato. Loro mi hanno sempre aiutato e supportato e penso che lo faranno ancora per molto tempo, io allo stesso modo cercherò con tutto me stesso di renderli fieri di me e di regalargli soddisfazioni che vanno ben oltre le loro aspettative, perchè come disse Michael Jordan "I limiti sono spesso soltanto delle illusioni".

Un ringraziamento particolare va anche a tutti i miei parenti, partendo principalmente dai nonni.

Devo ringraziare i miei amici e le mie amiche, che come nessuno mai riescono il fine settimana a farmi ridere e dimenticare tutti i pensieri che sarebbe meglio lasciare a casa, perchè con loro c'è solo spazio per la felicità.

Ringrazio anche i miei compagni di università più stretti come Alberto, Matteo, Omar e Nicola che hanno reso questo percorso più semplice e divertente del normale.

Ringrazio me stesso per aver avuto il coraggio di prendere questa strada e di non aver mai pensato di abbandonarla fino alla fine.

Vanno ringraziati anche alcuni professori in particolare che mi hanno aiutato nello svolgere la tesi: il mio relatore Carlo Vannicola, il suo assistente Manuel Scortichini ed il Prof. Davide Paciotti che è stato di fondamentale importanza grazie alla sua conoscenza specifica del settore della stampa 3d.

Ringrazio anche le persone che mi hanno dedicato del loro tempo prezioso come Ubaldo Malvestiti, proprietario dell'azienda calzaturiera Search and Design; Giancarlo Zegarra, artigiano calzaturiero e fondatore di Sneaker Lab; e Marta Ruscello, responsabile del dipartimento di ricerca e sviluppo dell'azienda BASF forward AM.

Non nego che ci sono stati alti e bassi in questa esperienza, ma oggi posso dire che finalmente siamo arrivati alla conclusione di questa avventura, e come è giusto che sia, la fine di qualcosa comporta sempre l'inizio di un'altra.



SLIDERY

Vantaggi della stampa 3d



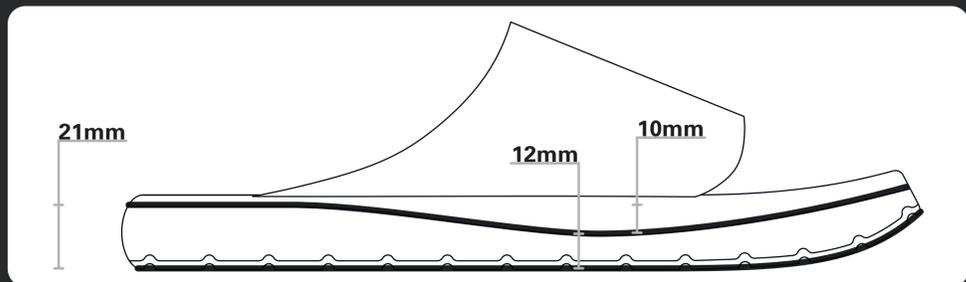
I principali due vantaggi di realizzare un prodotto con tecnologie di stampa 3d sono: la possibilità di produrre ogni volta un oggetto diverso o con misure diverse senza la necessità di costi aggiuntivi per stampi; e la possibilità di realizzare con alcune particolari tecnologie forme cave che non sono producibili in nessun altro modo.

Materiale



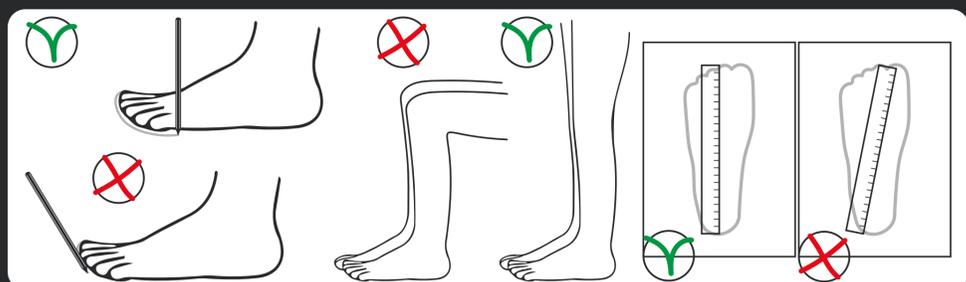
Dopo aver preso in considerazione tutti i materiali utilizzabili con questa tecnologia di stampa la scelta è ricaduta sul TPU. Questo perchè è un materiale con una resistenza al rimbalzo ed una resistenza all'usura molto buona e quasi paragonabile al materiale EVA; il più utilizzato nel settore delle soles con produzione tradizionale.

Heel drop



Per heel drop si intende il dislivello fra l'appoggio del tallone e la parte più bassa del piede che normalmente è il mesopiede. Un dislivello di valore zero è una inclinazione naturale ma favorisce la staticità, mentre un dislivello troppo elevato come una calzatura con il tacco è dannoso per il sovraccarico della parte anteriore del piede.

Come prendere le misure

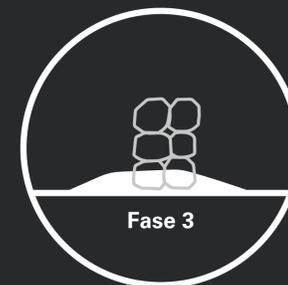
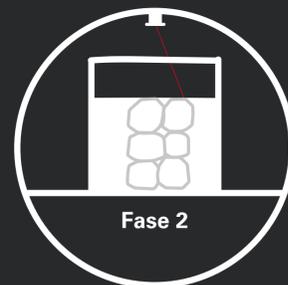
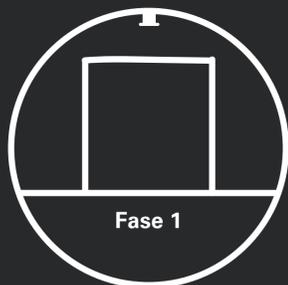


Prendere in modo corretto le misure del proprio piede è il primo passo che porta alla buona riuscita del prodotto finale. Il processo di misurazione è semplice ma ci sono alcuni accorgimenti che sono necessari sapere. Ad esempio è consigliabile fare le misurazioni a fine giornata perchè i piedi tendono a gonfiarsi dopo essere stati in movimento.

Render

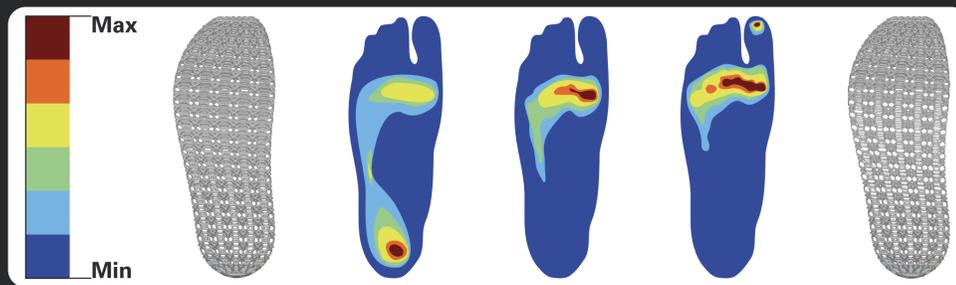


Tecnologia SLS



Esistono decine di diverse tecnologie di stampa 3d ed ognuna ha i suoi vantaggi e svantaggi. Nel mio caso la tecnologia SLS (select laser sintering) è la migliore da utilizzare perchè permette di stampare diversi polimeri in polvere depositando materiale per l'intero strato permette di realizzare parti cave senza supporti.

Analisi baropodometrica



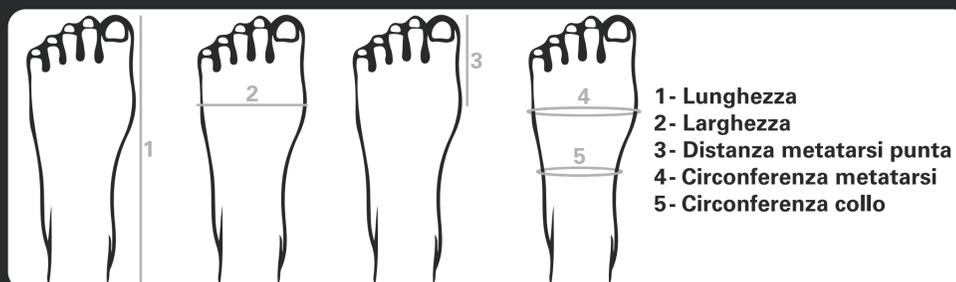
Prendendo un'analisi baropodometrica di un paziente con un appoggio sano del piede si riesce a capire quali sono i punti di contatto più sollecitati sia da fermo che in movimento. Una volta fatto questo ho modificato il reticolato della suola in base alla pressione esercitata in ogni punto così da ridurre il materiale dove non necessario e viceversa.

Tipologie di piedi



Possiamo suddividere i piedi in cinque macro categorie formali. Nonostante questa distinzione, va sottolineato che il 90% della popolazione rientra nella categoria di piede egizio per un 70% e di piede romano per un 20%. Utilizzando la stampa 3d possiamo realizzare la calzatura su misura partendo dalla tipologia del piede dell'utente finale.

Misurazioni da prendere



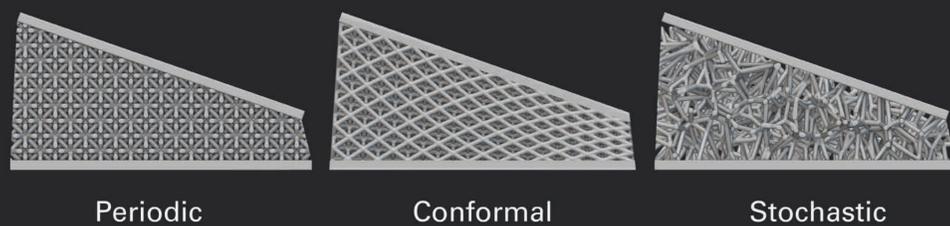
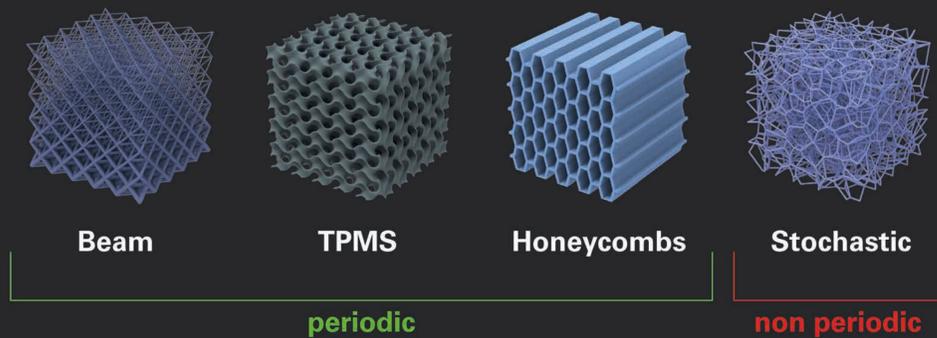
Per la realizzazione di una ciabatta servono cinque misure principali che sono quelle illustrate qui sopra. Successivamente alle misure ed alla tipologia del piede verrà costruito il modello 3d digitale che verrà stampato e spedito. Il cliente potrà scegliere se avere la ciabatta destra della stessa dimensione della sinistra o mantenerle separate.

Render

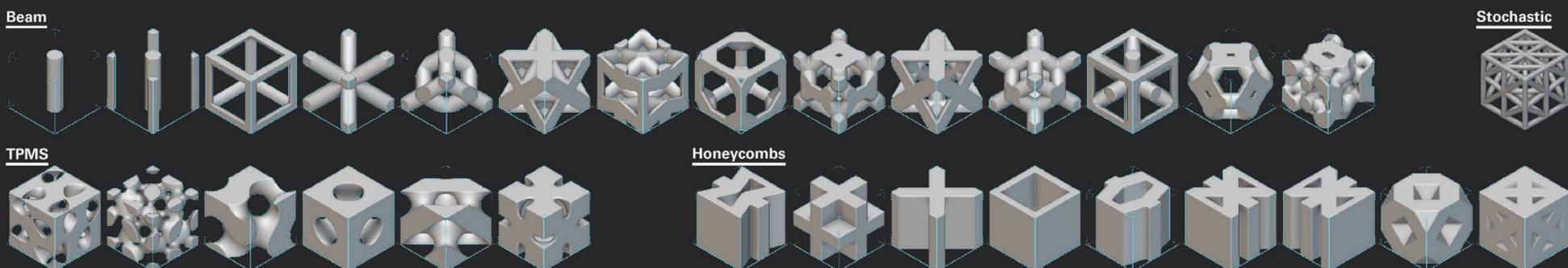


Macro categorie di reticolati

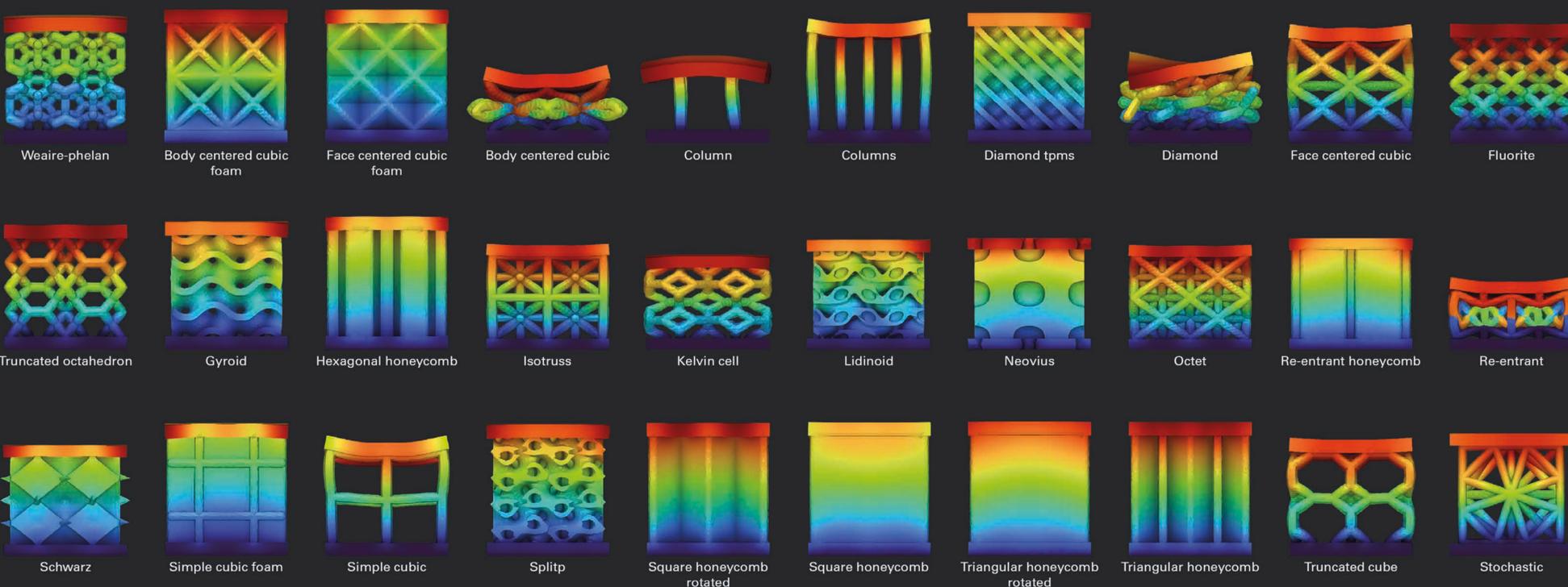
Tipologie di riempimento



Tipologie di reticolati

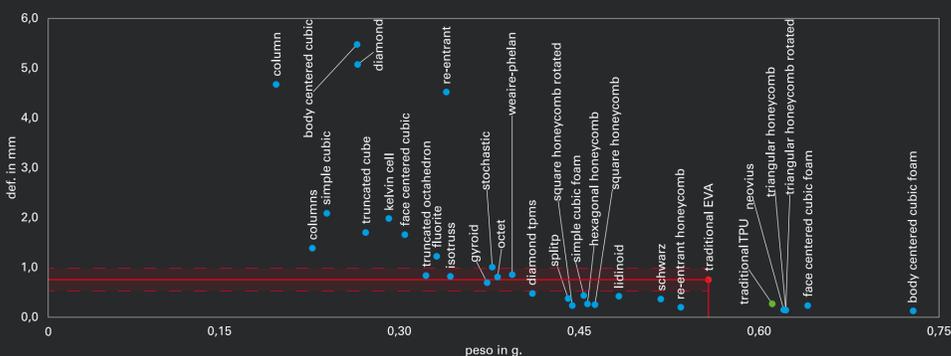


Analisi di carico dei reticolati

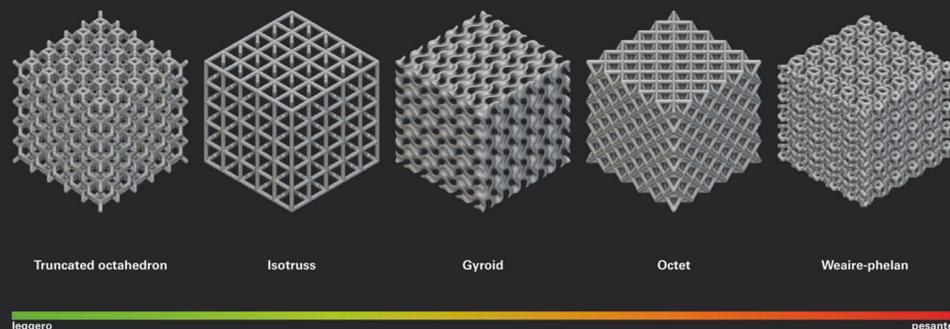


In questa immagine ho riportato i risultati visivi dei test di carico che ho fatto per ogni singola cella con un apposito software. Per ogni tipologia di cella ho generato un cubo di 12mm x 12mm x 12mm con all'interno la cella ripetuta per otto volte, due in verticale, due in orizzontale e due in profondità. Ho applicato a tutti lo stesso spessore di 0,07mm e un carico dall'alto verso il basso di 50N. Sono state applicate anche alcune specifiche tecniche del materiale scelto per la progettazione così da simulare il reale comportamento a sforzo. Oltre a questo risultato visivo ho raccolto e inserito in una tabella i dati relativi al peso ed alla deformazione in mm di tutti i campioni per poi fare una classifica dei più performanti.

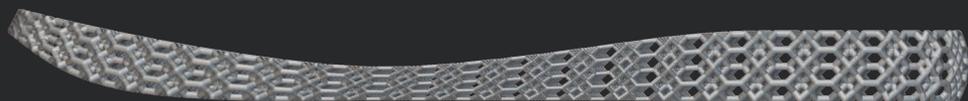
Grafico di confronto



Reticolati migliori



Reticolato suola



Reticolato tomaia

