

# ALIQUA

LO SVILUPPO ATTRAVERSO IL DESIGN COMPUTAZIONALE  
DI UN GILET DI IDRATAZIONE









Il folclore descrive l'inventiva come un lampo di genio, un'intuizione improvvisa. Ma raramente è così, temo. Questa caratteristica ha più a che vedere con il fallimento che con il successo definitivo. [...] Le persone vogliono leggere del successo. Curiosamente, gli ingegneri bravi a inventare le cose non sono mai soddisfatti della loro ultima creazione. Tendono a guardarla con espressione perplessa, dicendo: <<Ora so come migliorarla!>>, atteggiamento che rappresenta una fantastica opportunità. È l'inizio della reinvenzione, che segna un altro balzo nelle prestazioni.

*James Dyson, Invention*

ABSTRACT

ABSTRACT

**ABSTRACT**

ABSTRACT

ABSTRACT

*“Viviamo in un periodo storico molto speciale, un periodo raro, un periodo in cui la confluenza di quattro campi sta fornendo ai designer strumenti che mai prima d’ora avevamo a disposizione. Questi campi sono il design computazionale, che ci permette di creare forme complesse partendo da semplici formule; la produzione additiva, che ci consente di produrre parti aggiungendo materiale invece di sottrarlo; l’ingegneria dei materiali, che studia il comportamento dei materiali in alta definizione; e la biologia sintetica, che ci permette di dare vita a nuove funzionalità biologiche agendo sul DNA.”*

Questo è ciò che Neri Oxman, designer e professoressa al MIT Media Lab, ha detto durante un Ted Talk tenutosi ormai sette anni fa. La potenza del suo messaggio rimane così attuale e interessante, che continua ad ispirare ancora oggi tantissimi designer, scienziati e ingegneri, compreso me e il tema di questa tesi.

In particolare, la mia attenzione si è rivolta al **design computazionale**. A seguito di una prima fase di ricerca è emerso che è già stato fatto molto in questo campo, si sono analizzati alcuni dei suoi vantaggi e limiti, si sono creati strumenti e algoritmi che ogni giorno vengono migliorati e potenziati, ma c’è ancora molto da esplorare.

Questa tesi si pone di contribuire ad indagare questa disciplina, avendo come obiettivo l’analisi di un aspetto specifico del design computazionale: il suo uso come aiuto e **booster creativo** di cui il designer può avvalersi nelle diverse fasi del percorso progettuale, dalla ricerca del tema e del brief, alle fasi creative di concept e

ideazione, fino all’estetica finale del prodotto. Per farlo, ho deciso di sperimentare tramite un esempio pratico: la progettazione di un gilet di idratazione per corridori.

Inizialmente, sono stati studiati quali sono i requisiti che deve avere un progetto perché il designer possa sfruttare efficacemente il design computazionale durante tutta la progettazione. Nella fase di concept, è stato analizzato come l’approccio di questa disciplina aiuta il progettista nell’identificazione dei problemi e delle priorità progettuali. Sono poi stati usati e testati diversi strumenti del design computazionale, quali algoritmi e design generativo, per determinare alcune caratteristiche del prodotto definitivo. Il risultato di questo percorso di tesi è **Aliqua**, un gilet di idratazione per corridori più efficace e performante rispetto a quelli ora esistenti, progettato integrando il design intuitivo con quello computazionale. Sicuramente ci sono ancora molte cose che possono essere migliorate per rendere l’uso degli strumenti di questo campo più intuitivi, più veloci da usare e più performanti, ma questa tesi dimostra che il design computazionale è fin da ora un valido alleato del designer durante tutte le fasi di progettazione.

Viviamo già in un mondo dove tutte le nostre capacità sono aumentate da sistemi esterni con cui collaboriamo quotidianamente. Nel futuro, questa collaborazione non farà che consolidarsi sempre di più arrivando ad essere necessaria: è quindi fondamentale che i designer imparino già da ora ad interfacciarsi con strumenti di intelligenza artificiale per poter contribuire a progettare il mondo di domani.

# INDICE

## 01

---

### Metodo

	Introduzione _____	11
<b>1.1</b>	Il design computazionale _____	15
<b>1.2</b>	Il panorama odierno _____	21
<b>1.3</b>	Tracciare una mappa _____	35

## 02

---

### Ricerca

<b>2.1</b>	Capire lo strumento _____	43
<b>2.2</b>	Scegliere il brief _____	47
<b>2.3</b>	Gilet di Idratazione _____	51

# 03

---

## Analisi

<b>3.1</b>	Planificare _____	65
<b>3.2</b>	Temperatura corporea _____	69
<b>3.3</b>	Biomeccanica _____	77
<b>3.4</b>	Sudorazione _____	87

# 04

---

## Concept

<b>4.1</b>	Progettazione intuitiva _____	97
<b>4.2</b>	Allqua _____	105
	Conclusioni _____	129



# Introduzione

Tutti i giorni ci interfacciamo costantemente con sistemi esterni che aumentano le nostre capacità fisiche e mentali. Ormai interagiamo con essi senza nemmeno pensarci: siamo circondati dai cosiddetti smart objects che potenziano le nostre abilità naturali, la conoscenza, la forza, la memoria e molto altro. Eppure, questi oggetti definiti smart sono davvero così intelligenti? Sicuramente sono sistemi molto avanzati e complessi, ma che rimangono ancora passivi, eseguono solo quello che gli diciamo di fare tramite comandi specifici ed espliciti, ma non molto di più. In effetti, l'uomo ha utilizzato strumenti passivi per tutta la sua esistenza, ed è soltanto negli ultimi anni che si sta iniziando ad assistere al cambiamento.

Maurice Conti, designer e innovatore, sta studiando questo fenomeno e ha affermato che siamo all'alba di una nuova era: la **Augmented Age**, un'era in cui i sistemi con cui collaboriamo stanno passando dall'essere passivi ad essere intuitivi, gli edifici dall'essere costruiti ad essere coltivati, e le cose dall'essere fabbricate ad essere allevate. Oltre a lui, sono molti gli studiosi che si stanno facendo domande su questo tema, chiedendosi come sarà il mondo di domani e come costruirlo. Una di queste è Neri Oxman, designer e visionaria, che spiega come in questo momento si stanno scontrando due mondi: quello antico fatto di moduli, standardizzazioni e pezzi con quello nuovo, organico, continuo e sostenibile. Anche per lei ci stiamo avvicinando ad una nuova era che ha superato quella delle macchine e che deve creare una simbiosi tra corpo umano, microrganismi, prodotti che usiamo e ambienti in cui viviamo. Per lei, l'ultima frontiera del design è infondere vita agli oggetti e agli edifici che ci circondano portandoci da un design ispirato alla natura ad una natura ispirata al design. Questi scenari sono molto interessanti e presto non saranno solo ipotesi, ma realtà. Eppure, nonostante si rivolgano ad un futuro non

molto lontano, ci sono ancora anni che ci separano da essi: come fare allora a portare queste visioni più vicine a noi? Come può il design avvicinarsi oggi a questo futuro? Cosa può fare il singolo designer per implementare questi strumenti intuitivi nella progettazione? E in ultimo, questi strumenti in quale parte sono passivi e in quale intuitivi? Ci possono veramente aiutare o ci ostacolano? Da questi dubbi e riflessioni è nata questa tesi, il cui obiettivo è indagare che cosa abbiamo ora a nostra disposizione per creare design migliori usando **l'intelligenza artificiale** e il **design computazionale**, per capire quali strumenti sono utili al designer e come usarli al meglio.

Nel primo capitolo verrà illustrata la ricerca iniziale, fornendo definizioni e basi utili per fare luce sul design computazionale e le diverse forme che può assumere, oltre che per spiegare il parere di vari designer e ingegneri in merito e per analizzare diversi casi studio. Da questa ricerca si sono poi estratti i pattern comuni nell'utilizzo del design computazionale per capire come è stato integrato alla progettazione e quali sono stati i vantaggi e gli svantaggi del suo utilizzo. Successivamente, nel secondo capitolo, si arriverà a definire il brief di progetto in quanto questa tesi non vuole essere una tesi di pura ricerca, ma usare quest'ultima per applicare in un caso pratico quello che è stato studiato in primo luogo. Nel terzo capitolo, infatti, si passerà alla parte progettuale dove il design computazionale verrà utilizzato come booster creativo durante le diverse fasi di ideazione per arrivare al risultato finale: **Aliqua**, un gilet di idratazione per corridori migliorato e più performante rispetto a quelli ora esistenti. Infine, si tireranno le somme di questo percorso per capire quanto il design computazionale è stato utile e fin dove il designer può spingersi nel suo utilizzo.

# Capitolo

---

**01**



METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO  
METODO METODO METODO

**METODO**

# 1.1

# Il design computazionale

*Lo sviluppo attraverso il design computazionale di un gilet di idratazione, questo è il sottotitolo di questa tesi.* Per poter quindi iniziare ad entrare nel vivo di questo percorso e comprendere la progettazione di Aliqua è importante capire cos'è il design computazionale, come si differenzia da quello intuitivo e come i due possono interagire tra loro.

In particolar modo, con design computazionale si intende un metodo di progettazione in cui le geometrie sono generate a partire da **algoritmi**. Per funzionare, gli algoritmi hanno bisogno di parametri o input iniziali e di relazioni tra essi che determinino l'output. Si utilizza quindi un approccio matematico per creare geometrie e oggetti. Rispetto al disegno CAD tradizionale la novità è che quest'ultimo parte da geometrie fisiche che si combinano o sottraggono per arrivare al design finale, perciò si ha già in mente una forma e la si realizza in digitale. Al contrario, nel design computazionale, la forma geometrica è l'ultimo step a cui si arriva dopo che si sono determinate le relazioni tra le parti. Ci si concentra quindi sul **processo** e non sulla forma che sarà solamente una conseguenza diretta dell'algoritmo: non si progettano più gli oggetti, ma le relazioni tra gli input.

Un'altra importante definizione da sottolineare è quella di **design generativo**, anche questo usato per progettare Aliqua. Molto spesso il design generativo viene considerato una sottocategoria del design computazionale, la cui definizione è più vasta e meno specifica e per questo motivo nel sottotitolo si fa riferimento solo a design computazionale e non anche a quello generativo. Ad ogni modo, con quest'ultimo termine, si intende il processo iterativo durante il quale un programma genera un vasto numero di soluzioni,

questa volta usando come dati di input obiettivi e vincoli che si vogliono ottenere come risultati. Sapendo quindi che lo scopo è rispettare certi parametri e obiettivi, il programma produce un dato numero di soluzioni iniziali, poi, a partire da queste, continua a fare ripetute iterazioni per migliorarsi sempre più: si evolve da solo.

È quindi questo aspetto che rappresenta la parte davvero interessante: il design generativo non è più passivo ma diventa **intuitivo**. Questo passaggio è molto importante perché segna un vero passo avanti verso le due visioni riportate nell'introduzione. Inoltre, possiamo notare che nel design computazionale e generativo, la definizione delle condizioni iniziali e degli obiettivi è la chiave della progettazione, che si sposta dall'essere incentrata sulla forma, al processo e l'analisi del problema fino alla relativa soluzione.

Anche il **ruolo del designer** dovrà cambiare quando utilizzerà questi metodi nella progettazione, in quanto dovrà riporre più risorse ed energie nella definizione del problema e nella creazione dell'algoritmo, rispetto alla forma finale del prodotto. Rimane però importante sottolineare come il suo ruolo rimarrà sempre centrale e non potrà essere sostituito né da programmi né da algoritmi.

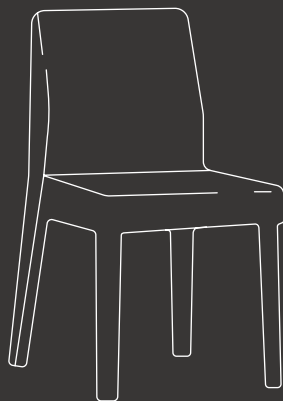
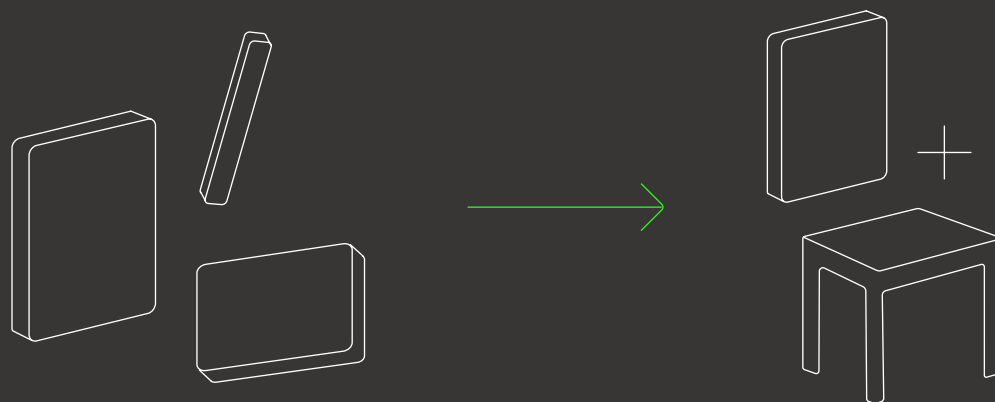
La sfida principale ora è infatti quella di imparare a progettare in maniera nuova, avendo un dialogo aperto con computer e **intelligenze artificiali** che diventeranno sempre più performanti e intuitive. Ci sono già esempi di come le AI possono aiutare il designer durante le varie fasi della progettazione: possono per esempio creare delle immagini avendo come input poche parole, possono migliorare sketch grezzi e colorarli, oppure possono anche creare dei render. Questo ci

porterà, in parte già ora e in parte in futuro, a non avere più bisogno di capacità di rendering e/o sketching, in quanto un designer potrà esprimere le proprie idee direttamente parlando con l'AI che creerà la sua visione. Anche in questo caso però, l'essere umano rimarrà la mente principale e l'AI lo potenzierà aiutandolo sia nei processi più facili che nella parte più creativa in quanto svilupperà nuovi design che prima non si potevano nemmeno pensare.

Il designer sarà colui che saprà capire i problemi, metterli in prospettiva e applicare metodi schematici per creare un design intelligente dialogando con le AI e rispettando il proprio stile. Riguardo al ruolo del designer ci sono molte discussioni in atto, ma la maggioranza di chi lavora con questi metodi è concorde nell'affermare che il ruolo del designer sarà quello di un insegnante che deve spiegare all'alunno, in questo caso il computer, quello che deve fare: l'insegnante coordina l'alunno, ma quest'ultimo al tempo stesso apporta input interessanti e nuovi. Non ci sarà quindi una relazione conflittuale tra designer e computer/AI, ma i due diventeranno un team migliore e più performante.

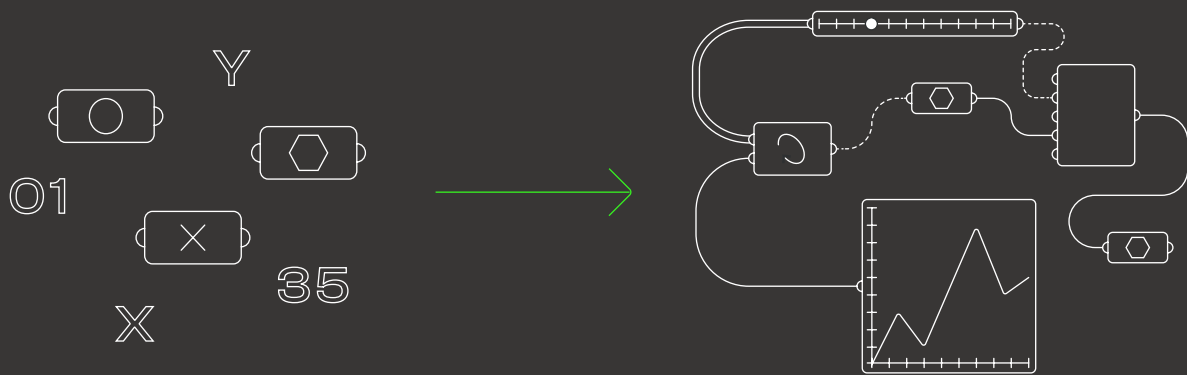
Not  
**enemies**  
but  
**friends**

## Design tradizionale



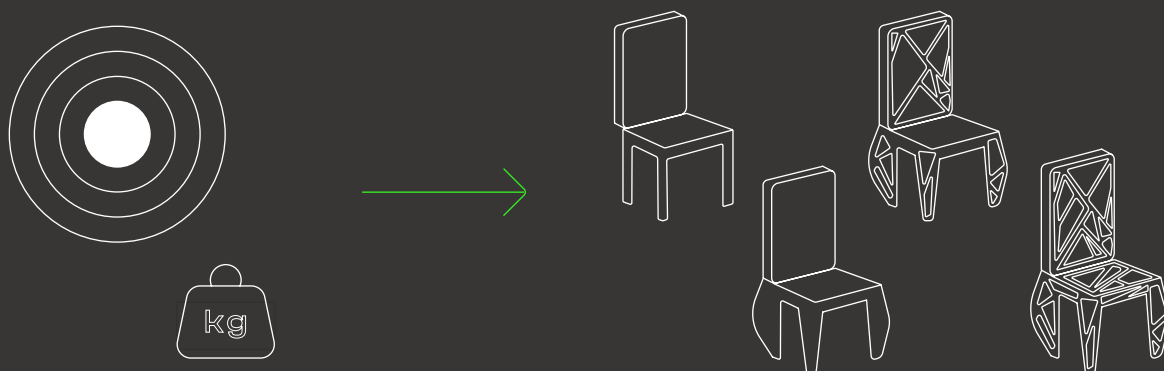
Forme geometriche base vengono combinate con sottrazioni e addizioni per arrivare al prodotto finale

# Design computazionale



Parametri iniziali di input vengono messi  
in relazione tra loro tramite algoritmi per  
arrivare al prodotto finale

## Design generativo



Obiettivi e vincoli sono gli input usati dal programma per generare le prime forme, da queste, il software, con continue iterazioni si evolve fino ad arrivare al prodotto finale

# 1.2



# Il panorama odierno

Dalle riflessioni e dalle definizioni descritte si può certamente iniziare a farsi un'idea sul design generativo, computazionale e su come le AI possono aiutarci nella progettazione, ma è necessario vedere qualche **applicazione pratica** di queste metodologie per comprenderne le reali potenzialità. Di seguito, verranno descritti alcuni dei casi studio analizzati durante la ricerca. Sono stati scelti i più significativi che danno una panoramica di come il design computazionale può essere usato in modi differenti e in diverse fasi della progettazione. Ognuno è accompagnato da considerazioni, raccolte poi in grafici, per aiutare a delineare un'immagine più chiara del loro utilizzo. I grafici presentano cinque indicatori, cioè cinque caratteristiche sull'uso che è stato fatto del design computazionale e generativo, a cui si è dato un punteggio da 0 a 5: rispettivamente non presente nel caso studio e molto presente. Gli indicatori sono:

## **Versatilità**

Come spiegato, il design computazionale si basa su un algoritmo, perciò, dopo che l'algoritmo è stato realizzato basta cambiare i parametri iniziali per ottenere risultati diversi. Questa caratteristica può sembrare un piccolo dettaglio, ma ha moltissime potenzialità perché permette di creare design unici e personalizzati per il singolo individuo, ma non solo, permette anche di riutilizzare l'algoritmo o parte di esso per progetti diversi o futuri;

## **Biomimetica**

Il design prende molto spesso a riferimento la natura, a volte per motivi puramente estetici, mentre altre per studiarne meccanismi o dettagli che possono poi essere riportati in ciò che si sta progettando. Questo aspetto è tenuto in conto nel design computazionale quando, tramite l'algoritmo, si riescono a ricreare comportamenti o aspetti estetici visti nel mondo naturale;

## **Booster creativo**

Il design computazionale e generativo può anche assumere un importante ruolo come aiuto creativo in fase di progettazione. La particolarità di questi metodi è infatti quella di poter avere iterazioni facili e veloci che permettono di creare moltissimi design diversi in pochi istanti, aiutando il progettista a creare forme a cui non avrebbe pensato o a cui si sarebbe arrivati solo dopo più tempo. In questo aspetto è di grande importanza anche l'uso delle intelligenze artificiali che permettono di visualizzare idee astratte in immagini o di creare moodboard di molte immagini a partire da poche parole;

## **Big-data**

Un'altra caratteristica del design computazionale è quella di poter lavorare con una quantità di dati molto superiore a quella che potrebbe gestire un singolo essere umano. Questo è fondamentale da tenere in considerazione quando si lavora a progettazioni complesse e molto importanti in quanto sempre più spesso i progetti si basano su dati da analizzare e gli scenari futuri avranno sempre più variabili da tenere in conto come statistiche, preferenze degli utenti e molto altro;

## **Stampa 3D**

Molto spesso il design computazionale e, in particolare modo quello generativo, generano forme molto complesse che in pochi casi possono essere prodotte così come sviluppate dall'algoritmo da macchinari utilizzati normalmente per grandi produzioni in serie. La maggior parte delle volte quindi il design computazionale si sposa molto bene con i metodi di produzione additiva.



In alto: la scarpa Nike Zoom Superfly Elite con la suola ultimata  
Sotto a sx: l'atleta Shelly-Ann Fraser-Pryce con indosso i sensori per lo studio del movimento. Sotto a dx: diversi pattern per diversi numeri di scarpe

# Zoom Superfly Elite

Nike

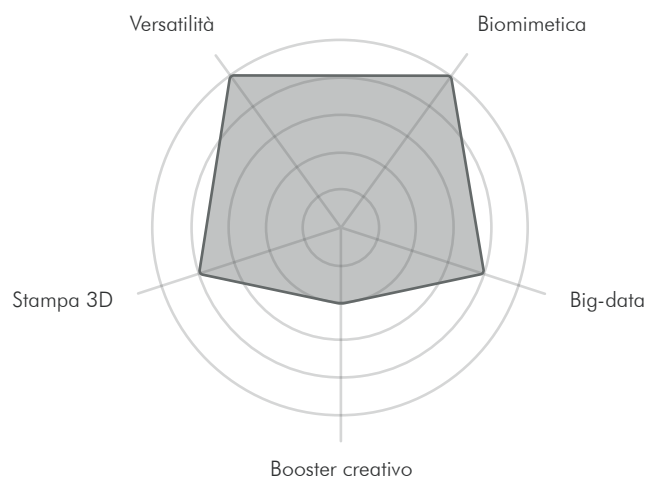
## Descrizione

Il primo caso studio analizzato è quello della Nike Zoom Superfly Elite, una scarpa realizzata dal team del Nike Sports Research Lab insieme all'atleta centometrista Shelly-Ann Fraser-Pryce. L'obiettivo era progettare una scarpa più performante che portasse l'atleta ad aumentare le sue prestazioni in pista. Per raggiungerlo, la cosa più importante è stato trovare un equilibrio tra due fattori: il peso e la rigidità della scarpa. Per andare più veloce, infatti, è fondamentale che la scarpa sia molto rigida, ma al tempo stesso deve essere anche il più leggera possibile. Il problema è che questi due fattori di solito si scontrano in quanto una scarpa più rigida si traduce in una più pesante e viceversa. Il team di ricerca ha quindi deciso di rivolgersi al design computazionale per poter migliorare al massimo questo connubio.

In laboratorio i ricercatori e designers hanno catturato le mappe termiche di Pryce mentre correva i 100 metri e hanno studiato i suoi movimenti con dei sensori sulle scarpe e su tutto il corpo. Lo step successivo è stato quello di creare un algoritmo dove poter inserire tutti i dati raccolti e avere come output una piastra a punte ottimizzata per peso e rigidità. Alcuni degli output prodotti sono stati stampati in 3D così da fare molti test su prototipi reali e ogni volta è stato migliorato l'algoritmo fino a quando non hanno ottenuto un progetto che potesse davvero funzionare. Il risultato è stata una scarpa quattro volte più rigida e pesante la metà rispetto alla precedente top di gamma di Nike, la Ja Fly 2. Quando Pryce ha indossato le scarpe Zoom Superfly Elite, ha ridotto i suoi 100 metri di corsa di 0,148 secondi. Potrebbe non sembrare molto, ma per un centometrista questo tempo può essere sufficiente per determinare la vittoria o meno.

## Considerazioni

Rispetto a questo caso studio ci sono vari fattori che vale la pena sottolineare riguardo l'uso del design computazionale. Il primo è che per la creazione dell'algoritmo della suola il team di ricerca si è **ispirato ad organismi oceanici** che per la loro forma sono molto rigidi, ma leggerissimi riuscendo a tenere conto di grandissime **quantità di dati**. Inoltre, grazie alla **prototipazione rapida** e all'uso di test in spazio digitale, i tempi di ricerca e progettazione si sono ridotti drasticamente potendo avere iterazioni facili e veloci. Infine, una volta che l'algoritmo di base è stato sviluppato, si è potuto riutilizzarlo modificando i parametri d'ingresso così da creare scarpe **personalizzate** per diverse misure di piede, per tipi di performance diversi (dai 100 metri fino ai 10 chilometri) e perfino per sport diversi in quanto sono poi state studiate e prodotte scarpe sia per il football americano che per il baseball.



# MaRS Office Toronto

The Living

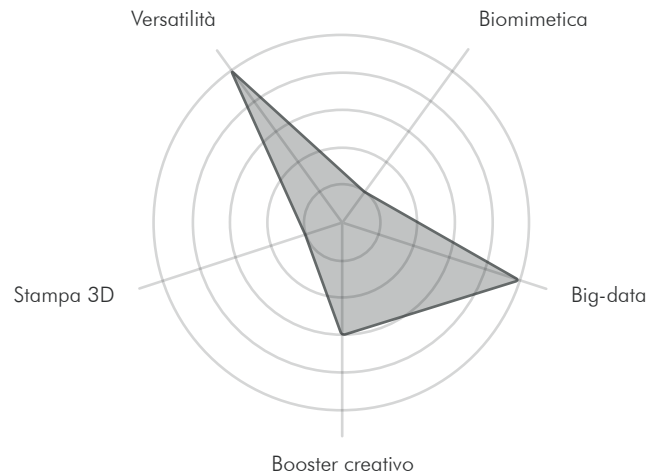
## Descrizione

Autodesk, in collaborazione con gli uffici dello studio The Living, ha deciso di progettare i nuovi uffici della sede di Toronto con l'uso del design computazionale. Per realizzare il progetto il primo step è stato di tipo quantitativo: si sono inseriti i vincoli fisici dei diversi piani e si sono indicati gli spazi adibiti a riunioni, servizi e singole postazioni di lavoro. Dopodiché si è passati ad un approccio qualitativo inserendo nel progetto sei obiettivi per rendere uno spazio di lavoro migliore e più confortevole. Gli obiettivi dovevano essere misurabili, perciò sono stati presi in considerazione: le preferenze dei dipendenti di chi avere più vicino calcolando le distanze tra scrivanie; le preferenze sullo stile di lavoro per capire come dividere l'ufficio in zone più o meno movimentate e con diversi tipi di rumore; il brusio che è stato massimizzato nelle aree comuni e minimizzato nelle aree di lavoro; la produttività che minimizza le distrazioni visuali e uditive per ciascuna scrivania, la luce solare e le viste sull'esterno. La raccolta di tutti questi dati è stata fatta tramite sondaggi e studio dell'edificio.

Grazie al design computazionale si è potuto creare un algoritmo che riuscisse a tenere in considerazione tutti questi dati e a gestirne la complessità. Cambiando i parametri iniziali, il sistema ha generato moltissimi tipi diversi di soluzioni definendo per ognuna dei punteggi così da sapere quale parametro fosse tenuto più in considerazione rispetto agli altri per quella soluzione. In questo modo i ricercatori non hanno dovuto scegliere tra migliaia di soluzioni semplicemente guardandole, ma hanno potuto definire il range di punteggi da tenere in considerazione così da definire il risultato vincente che è poi stato realizzato.

## Considerazioni

Uno dei fattori più interessanti è l'utilizzo di un solo algoritmo che tiene conto di tantissimi dati piuttosto complessi e che una volta realizzato può essere riutilizzabile su qualsiasi tipo di edificio e infatti è stato utilizzato per tutti e tre i piani della struttura cambiando ogni volta i parametri iniziali. Inoltre, durante la progettazione, il team ha introdotto **metriche qualitative** nel compito tradizionalmente quantitativo della pianificazione dello spazio così da poter inserire nel computer fattori complessi come l'esperienza umana che di solito sono semplificati o non presi in considerazione, risultando in un ambiente di lavoro innovativo e ad alte prestazioni che risponde alle preferenze complesse e ad alta risoluzione di un gran numero di stakeholder. Questo passaggio è molto importante perché segna anche un cambiamento di punti di vista in fase di progettazione. È interessante notare come il design computazionale non sia basato solamente sulla pura efficienza, ma anche sulla **creatività**.



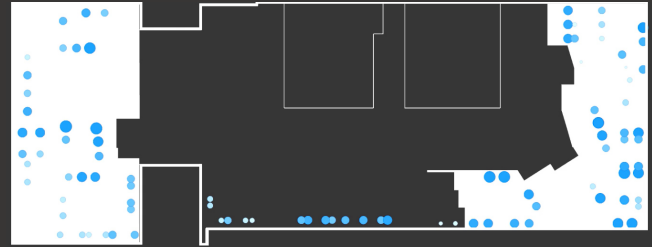
A lato in foto: i 3 piani degli uffici Autodesk ultimati



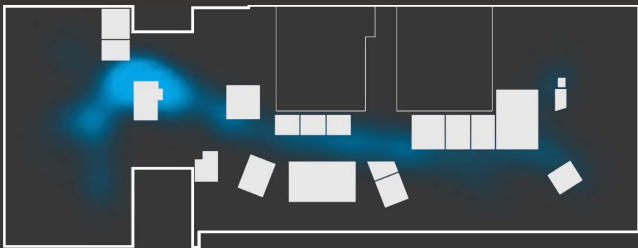




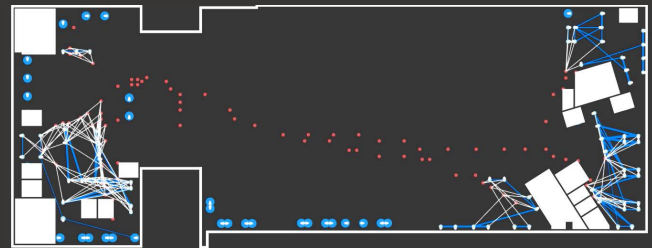
**01** - Calcoli delle distanze tra le diverse scrivanie tenendo in considerazione le preferenze dei dipendenti su chi volere a fianco in ufficio



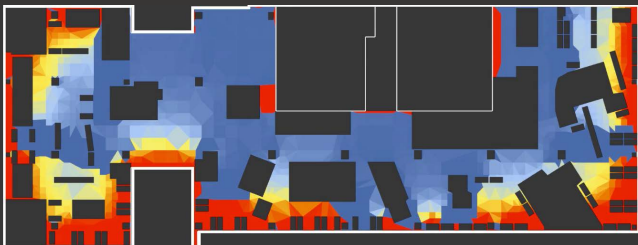
**02** - Divisione dello spazio in zone più o meno movimentate e con livelli differenti di rumore considerando le preferenze dei dipendenti sullo stile di lavoro



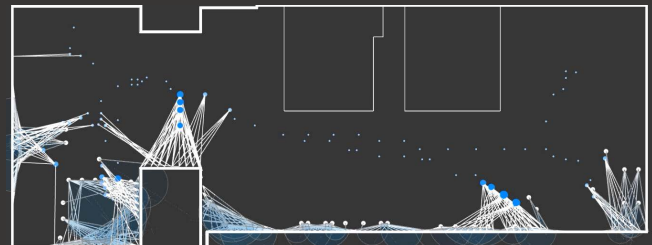
**03** - Studio del brusio: da massimizzare nelle aree comuni per favorire una socializzazione tra i dipendenti e minimizzare nelle aree di lavoro per non disturbare



**04** - Studio per massimizzare la produttività minimizzando le distrazioni visuali e uditive per ciascuna scrivania

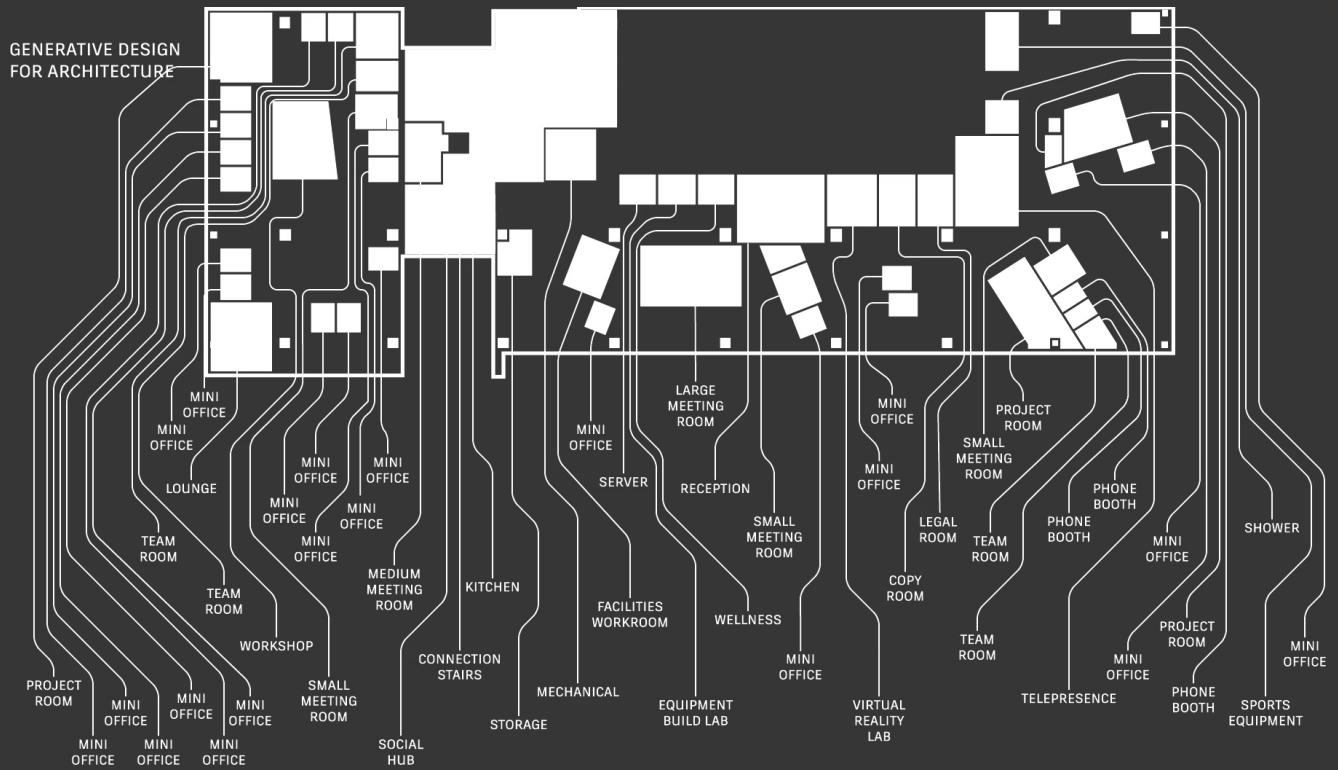


**05** - Studio della luce solare durante i diversi momenti della giornata lavorativa così da eliminare il più possibile fonti di luce artificiale

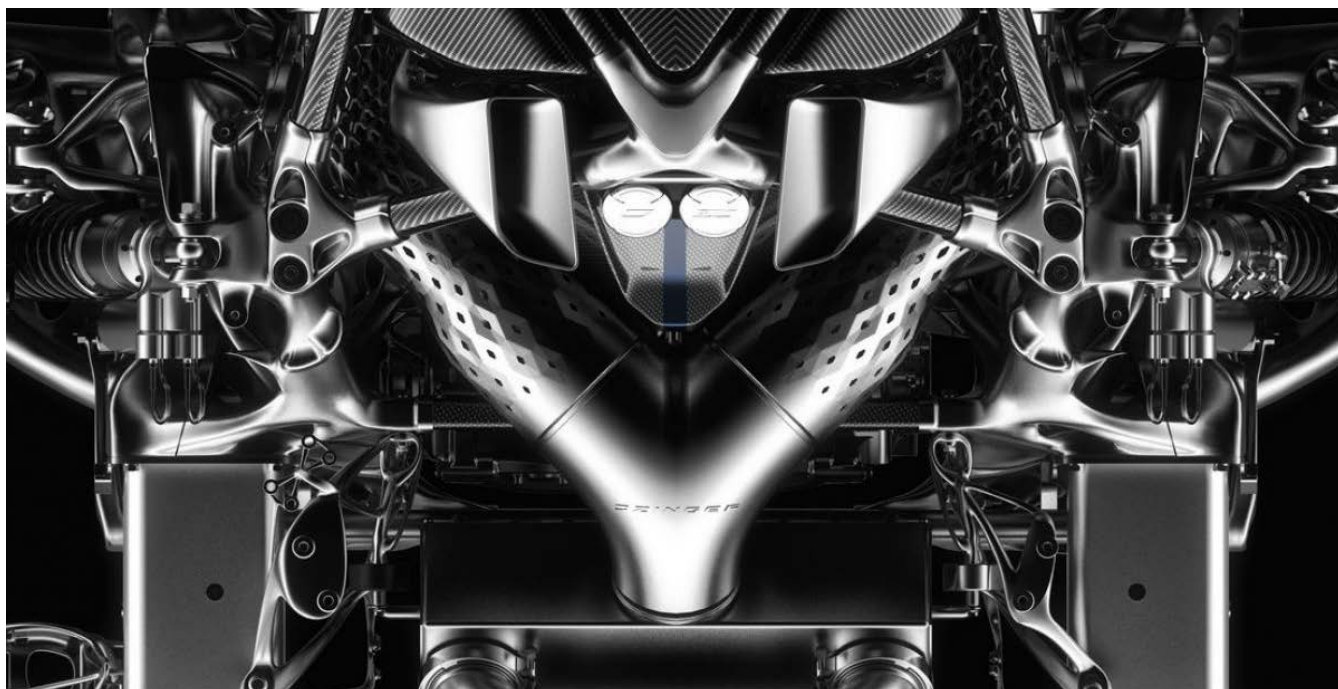


**06** - Studio delle viste sull'esterno così da orientare più postazioni possibili in quella direzione





Dallo studio dei sei parametri elencati a sx per la progettazione delle piante dei tre piani dell'edificio, si è creato un algoritmo che ha generato migliaia di soluzioni che sono poi state valutate secondo diversi criteri. A sx si vede lo studio dei sei parametri su uno dei tre piani e sopra la soluzione scelta



In alto: macchina Czinger 21 C

In basso: telaio e motore con parti stampate in 3D prodotte con il design generativo



# Czinger 21 C

Czinger

---

## Descrizione

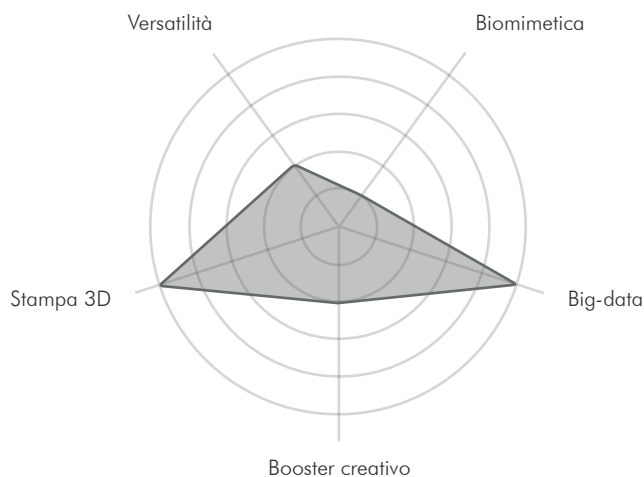
La Czinger 21 C è una supercar unica nel suo genere e molto interessante da analizzare per tre fattori principali: l'uso del design generativo in tantissimi pezzi dell'auto, la comunicazione della macchina con gli ingegneri e i designers tramite molti sensori posizionati al suo interno e l'utilizzo di stampanti 3D per metalli su scala industriale.

La grande novità dell'auto è che il suo telaio è stato interamente progettato usando un software che sfrutta l'intelligenza artificiale creato specificatamente per l'azienda. Questo ha fatto sì che ogni componente della 21C sia stato ottimizzato per la sua precisa funzione in termini di peso, resistenza e altri fattori. Grazie al software ogni parte dell'auto non ha nemmeno un grammo di materiale in più del necessario, rendendo le performance dell'auto molto migliori. Un altro aspetto interessante è che nell'auto sono stati inseriti diversi sensori così che l'auto stessa diventi parte del team di progettazione dal momento che può comunicare i suoi bisogni per poi migliorarsi.

Per poter produrre le forme generate dal software è stato necessario stampare il metallo in 3D e per questo la Czinger ha creato nell'azienda uno spazio dall'atmosfera controllata dove poter ospitare le macchine per la stampa. Ogni pezzo è poi assemblato da robot di alta precisione guidati da laser che assicurano la massima qualità nel prodotto finito. Importante è sottolineare come l'azienda abbia definito la linea di produzione in base alle specifiche del design generativo, un aspetto che non si riscontra molto spesso nemmeno nelle aziende di ultima generazione che si stanno avvicinando a questi metodi.

## Considerazioni

In questo caso la prima cosa che si può notare è l'utilizzo del **design generativo** nella sua forma più pura: a partire da obiettivi e vincoli iniziali molto precisi si arriva ad un output che garantisce il massimo delle prestazioni. Dal momento che la forma generata è molto organica viene usata di conseguenza la **stampa 3D** che è il metodo di produzione più comunemente associato a questo tipo di design. È quindi interessante notare che per alcune parti, quelle che non devono avere particolari funzioni se non quella di contenere pezzi o collegarne altri, si è deciso di optare per un'integrazione del design generativo con pezzi di più facile lavorazione così da abbassare i prezzi in fase di produzione. Questa macchina rimane certamente una supercar e quindi è creata per un gruppo ristretto di consumatori, ma è un importante esempio di cosa si può creare combinando **design generativo, intelligenza artificiale e robot ad alta precisione**.



# Rotational Spine Protector

Edera safety

## Descrizione

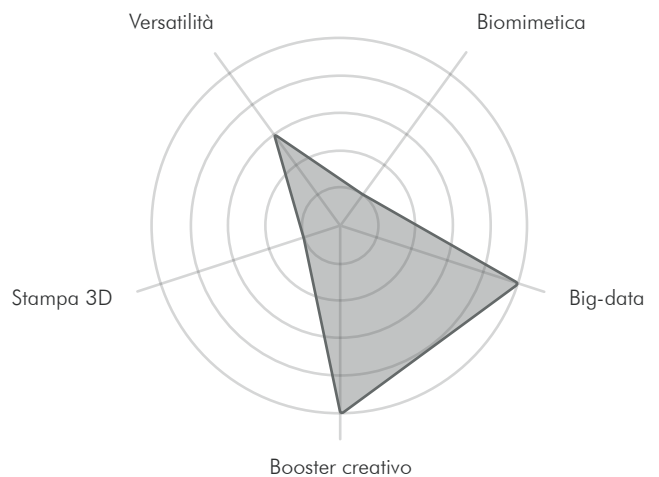
Ad oggi, molte delle protezioni per la colonna vertebrale sono realizzate per i motociclisti, perciò limitano i movimenti e/o si limitano ad assorbire i colpi. Stando però alle indagini mediche sulle lesioni spinali, si nota che le lesioni di tipo rotazionale sono cinque volte più comuni degli impatti spinali diretti rendendo molti degli attuali protettori per la schiena inadatti a certi tipi di utilizzo, come ad esempio per negli sport estremi, dove c'è bisogno di muoversi liberamente, ma essere protetti in caso di lesione rotazionale.

Lo studio Edera Safety ha quindi deciso di creare un nuovo protettore per la spina dorsale che ha un sistema di protezione della colonna vertebrale rotazionale e che agisce come una "seconda pelle". Le cinghie e fibbie si adattano al corpo e "bloccano" il movimento rotatorio nel caso in cui la rotazione spinale entri in un intervallo critico, catturando e assorbendo l'energia rotazionale in eccesso. Il primo passo nella progettazione è stato studiare quali erano le forze e i movimenti in gioco. Il team ha fatto scansioni 3D per raccogliere più dati possibile sulla gamma biomeccanica della colonna vertebrale e ha sviluppato il proprio manichino per crash test con sensori e una spina dorsale che ruotasse correttamente, applicando forze di rotazione in ogni direzione e raccogliendone i dati. Il secondo step è stato quello di riportare tutti i dati raccolti in ambiente digitale e utilizzare un algoritmo generativo per trovare la soluzione migliore. I risultati ottenuti erano però troppo estremi per essere venduti come prodotto e presentavano problemi di usabilità. Dal design generativo si è allora ricavata l'immagine chiave e la geometria di base del prodotto che ha guidato i designer nella forma finale.

## Considerazioni

In questo caso studio è stato molto importante unire al risultato del computer un **know-how intuitivo** per realizzare un prodotto commerciale. È quindi interessante vedere che il design computazionale e generativo può svolgere un importante ruolo non solo nelle fasi finali della progettazione, ma anche in quelle intermedie e iniziali. In questo caso infatti, il suo scopo principale è stato quello di dare un input progettuale iniziale che ha fatto da base sulla quale costruire e sviluppare tutto il resto.

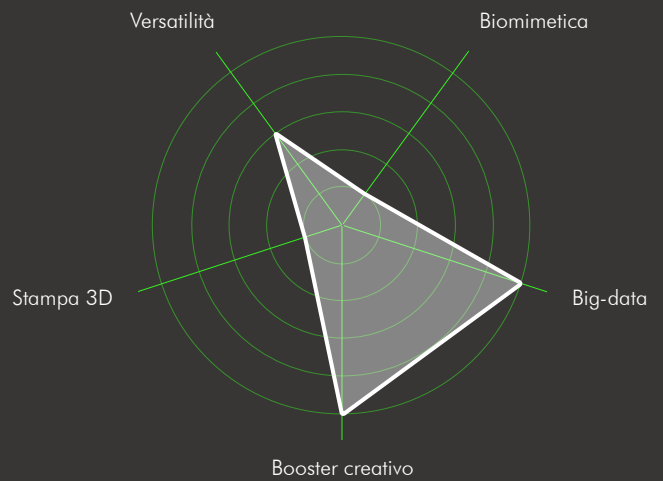
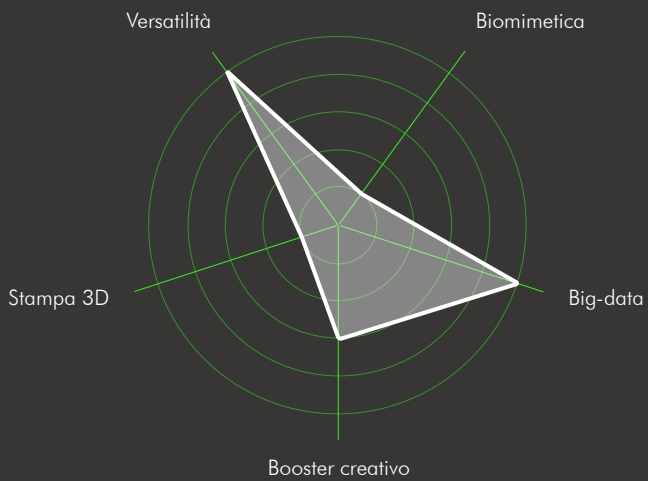
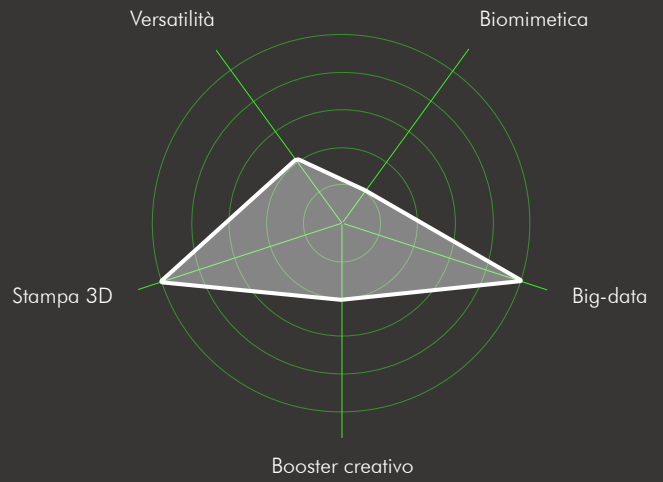
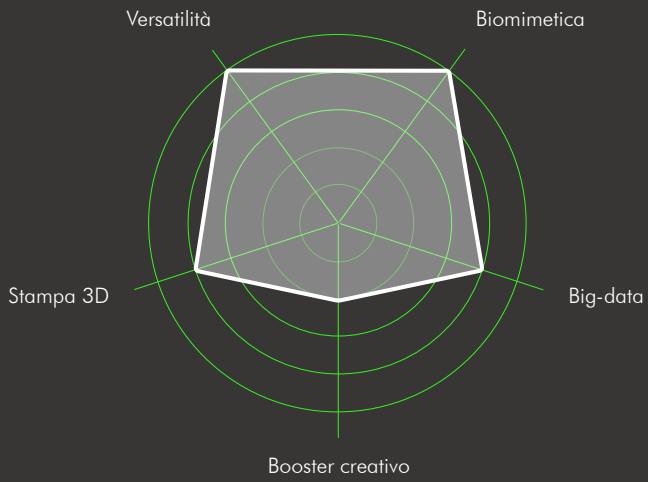
L'altro elemento di grande importanza è l'utilizzo molto importante che si fa dei **dati** iniziali, a partire dalle modalità con cui sono raccolti. Grazie al design computazionale si sono potuti inserire in un unico algoritmo generativo moltissimi dati complessi provenienti da **più fonti**: scansioni 3D, studi e statistiche mediche, sensori posizionati su atleti e sensori del manichino.





In alto: il paraschiena nella sua forma definitiva

In basso a sx: i design creati con il design generativo vengono integrati agli schizzi. In basso a dx: studio dei movimenti rotatori tramite un manichino



In alto a sx: il grafico di Zoom Superfly Elite - Nike  
In basso a sx: il grafico di MaRS Office Autodesk Toronto - The Living

In alto a dx: il grafico di Czinger 21 C - Czinger  
In basso a dx: il grafico di Rotational Spine Protector - Edera Safety

Innanzitutto, confrontando i grafici dei casi studio descritti si possono fare alcune **considerazioni**. Salta subito all'occhio che tutti i progetti hanno punteggi molto alti in due dei cinque punti analizzati: big-data e versatilità. Il design computazionale si "nutre" di dati e input quantificabili, perciò è chiaro che i progetti a cui si decide di applicare questo metodo, più dati hanno a disposizione, meglio è per l'algoritmo che potrà essere più definito e più efficace nel raggiungere gli obiettivi preposti. Rispetto alla versatilità invece si è visto che una volta che l'algoritmo è pronto, questo può essere riutilizzato quante volte si vuole in maniera molto veloce, semplicemente cambiando i parametri iniziali. Oltre questo, si può anche decidere di non riutilizzare un algoritmo per intero, ma una sola una parte di esso. Sono molti i casi in cui mettendo insieme pezzi di più algoritmi se ne creano di nuovi funzionanti ed efficaci con uno sforzo minimo.

Per quanto riguarda gli altri tre aspetti si può notare che, soprattutto in ambito di design industriale, il design computazionale viene spesso associato a tecniche di produzione additiva, questo si verifica specialmente quando si utilizzano algoritmi generativi che creano forme organiche non facilmente riproducibili da altri macchinari. Si nota anche che per alcuni progetti dove viene usato il design computazionale si opta per trarre ispirazione dalla natura osservandola e riproducendone

i meccanismi nell'algoritmo. Molto spesso i designer traggono ispirazione da organismi naturali per riprodurne l'estetica o alcune funzioni strutturali, ma bisogna convertire ciò che si è visto in applicazioni pratiche del progetto e questo non è sempre un passaggio semplice. Gli algoritmi possono aiutare il designer in questo perché si possono evolvere o applicare leggi della natura al progetto. Infine, in alcuni progetti il design computazionale può essere usato durante la fase progettuale. Il computer, infatti, può aiutare il designer a creare non solo delle soluzioni definitive, ma già dalle prime fasi lo porta a ragionare in maniera differente, può realizzare con lui moltissimi concept in tempi molto brevi e arrivare a soluzioni mai viste prima a cui il designer da solo non avrebbe potuto pensare senza l'uso di questi metodi. Questo ultimo punto descritto è particolarmente interessante perché rende il designer e il computer una vera e propria squadra di progettazione che si stimola a vicenda, c'è quindi il passaggio dall'uso del computer in maniera passiva ad un suo uso attivo.

Dal confronto dei grafici è stata anche realizzata una **tabella** per visualizzare ancora meglio le informazioni e i punteggi dati così da far risaltare subito che il design computazionale è specificatamente creato e usato per eseguire progetti con enormi quantità di dati e il suo utilizzo è molto versatile perché applicabile a tantissimi ambiti partendo dallo stesso algoritmo.

	Versatilità	Biomimetica	Big-data	Booster creativo	Stampa 3D
Zoom Superfly Elite Nike	5	5	4	2	4
MaRS Office Autodesk Toronto The Living	2	1	5	2	5
Czinger 21 C Czinger	5	1	5	3	1
Rotational Spine Protector Edera Safety	3	1	5	5	1
<b>TOTALE</b>	<b>15</b>	<b>8</b>	<b>19</b>	<b>12</b>	<b>11</b>

# 1.3

# Tracciare una mappa

Fino ad ora, in questo primo capitolo, sono state illustrate le definizioni del design computazionale e delle sue sottocategorie, si è iniziato a comprendere come il designer, studi e aziende si stanno avvicinando ad esso e si è visto come questo metodo viene usato per diversi tipi di utilizzi e iterazioni. È quindi giunto il momento di iniziare a delineare qualche linea guida sul metodo e capirne le principali caratteristiche in funzione del progetto e del designer stesso.

Consideriamo le fasi principali che un designer attraversa quando si avvicina ad un nuovo progetto per vedere in quale modo per ognuna di esse il design computazionale può assumere un **ruolo** diverso durante ciascuna di esse. Prima di proseguire, è giusto chiarire che qui viene presentata l'interazione uomo-macchina odierna, ma questa continuerà sicuramente ad evolversi man mano che gli algoritmi diventeranno più intelligenti e i designer e gli ingegneri impareranno come utilizzare appieno questi nuovi strumenti in un'ampia gamma di applicazioni.

Partendo dalla fase iniziale di **ricerca** possiamo vedere che l'approccio risulterà leggermente differente: sapendo che il design computazionale ha bisogno di dati quantificabili è molto importante fare ricerca avendo cura di trovarne molti. Il designer, quindi, farà la sua ricerca seguendo i suoi normali metodi, ma parallelamente si terrà nota di che cosa potrà inserire nell'algoritmo e quali dati avrà a disposizione da subito e quali invece dovrà procurarsi in seguito, pratica che lo aiuta anche a definire il problema. Al tempo stesso, si annoterà se qualche aspetto che invece rimane fuori dall'algoritmo sarà da integrare in un secondo tempo alla progettazione. In questa fase è molto utile l'utilizzo di intelligenze artificiali che possono aiutare nella catalogazione dei dati, nella creazione di

mood board o nella ricerca di similitudine tra casi studio che si stanno analizzando.

Passando alla fase di **concept**, l'approccio cambia radicalmente rispetto a quello tradizionale: è importante capire che non si progetta più un oggetto a partire dalla sua forma, ma si deve progettare l'algoritmo. A partire quindi dalla ricerca fatta si deve individuare quali dati sono utili al computer, qual è la loro importanza e soprattutto come si relazionano tra di loro. Si crea uno schema generale dei passaggi che deve fare l'algoritmo e poi, a seguito di prove, si stabilisce se sarà possibile usare algoritmi esistenti o parte di essi. Parallelamente a questo, il designer deve sempre guardare il panorama più ampio e decidere esattamente per quali scopi usare il design computazionale: se costituirà tutto o una sola parte del progetto. In quest'ultimo caso, si dovrà pensare anche a ciò che servirà per completare la restante parte. Anche nella fase di concept possono essere d'aiuto le intelligenze artificiali che permettono di creare schizzi a partire da semplici parole o di colorare/migliorare quelli fatti dal designer. Inoltre, possono creare dei veri e propri render a partire da semplici idee. In questo modo il computer potenzia il designer nella sua creatività aprendogli la mente a nuove strade.

Dopo i concept iniziali si passa alla fase **progettuale** dove l'algoritmo viene creato e testato. A differenza dell'approccio tradizionale in cui si ha una forma e si fanno iterazioni su quella, in questo caso il design computazionale genera già diverse soluzioni e quindi il progettista deve semplicemente capire se l'algoritmo sta funzionando nel modo corretto. Nel caso non andasse bene bisognerà modificarlo, altrimenti ciò che resta da fare al designer è valutare tra le tante opzioni disponibili quella che meglio si avvicina al design finale.

L'intelligenza artificiale è molto utile in questa fase perché aiuta a catalogare le soluzioni per somiglianza così da guidare il designer nella loro scelta in modo più facile e veloce, presentando solamente pochi progetti e non migliaia. Se l'obiettivo è quello di avere un design usufruibile da subito, al designer non resta che farsi aiutare dall'AI a capire costi e metodi di produzione per renderlo reale. Se invece il designer ha utilizzato il design computazionale in una sola parte del progetto o per ispirazione, allora si troverà con molte idee a cui non avrebbe nemmeno pensato senza l'utilizzo di questo metodo e finirà il progetto nel modo tradizionale, ma risparmiando tempo e avendo un progetto che di base è già ottimizzato e più efficace.

Si può quindi concludere che per sfruttare il design computazionale, bisogna cambiare **approccio** fin dalle prime fasi della progettazione, ma non solo, diventa chiaro che si deve considerare anche un altro importante argomento: saper capire per quali progetti si può usare il design computazionale e per quali no. Risulta infatti evidente che non tutti i progetti sono adatti al design computazionale e che questo metodo è efficiente solo se si verificano certe condizioni iniziali che verranno trattate più in dettaglio nel prossimo capitolo.

Prima di passare oltre è però necessario chiarire anche un altro importante aspetto: quando si decide di utilizzare il design computazionale cambiano radicalmente le **tempistiche** dei diversi step progettuali. Rispetto al design tradizionale si noterà che le prime fasi di ricerca e analisi saranno le più lunghe e risulteranno la parte più consistente del processo perché bisogna fare molta attenzione ai dati raccolti e soprattutto bisogna impostare con cura i parametri e definirne le loro relazioni così che l'algoritmo sia efficiente. Queste fasi possono sembrare molto lunghe e per certi versi non di competenza del progettista, ma non è affatto così perché il vero progetto è l'algoritmo. Inoltre, una volta terminate le prime fasi più consistenti, si noterà che il processo subirà un'impennata di velocità rispetto al metodo classico, avendo fasi di concept e sviluppo prodotto velocissime proprio perché queste fasi sono date dall'algoritmo stesso. È anche importante notare che con il design computazionale

i tempi di progettazione si riducono anche se all'inizio sembra che si dilatino.

Nella pagina seguente si trovano due grafici che mostrano proprio queste considerazioni. Da notare che per quando riguarda il processo con design computazionale è stato ipotizzato di creare un algoritmo da niente, ma se venisse riutilizzato un vecchio algoritmo o pezzi di diversi algoritmi i tempi sarebbero ancora minori.



# Change your perspective

perspective

perspective

perspective

perspective

nonperspective

## Ricerca

### Designer

Imposta la ricerca identificando caratteristiche, problemi e ispirazioni da cui partire per poi continuare con il progetto

### Computer

In questa fase ha bisogno di dati iniziali forniti dal designer che devono essere quantificabili e utilizzabili dall'algoritmo

### AI

Aiuta nella catalogazione di tutte le immagini, i dati e le fonti di ispirazione trovate dal designer e ne suggerisce di nuove

## Analisi

### Designer

Il designer inizia a sviluppare l'intero percorso di progettazione, che cosa sarà generato con il computer e cosa no

### Computer

L'algoritmo inizia ad essere creato e si fanno prove prendendo spunti da algoritmi precedenti o da varie fonti per iniziare a trovare l'output

### AI

Può aiutare a creare schizzi molto veloci o dei render visualizzando in poco tempo quello che è nella mente del designer

## Concept / Sviluppo

### Designer

Il designer controlla tutti gli output generati dal computer, decide come filtrarli a seconda di ciò che gli serve e come eventualmente modificarli

### Computer

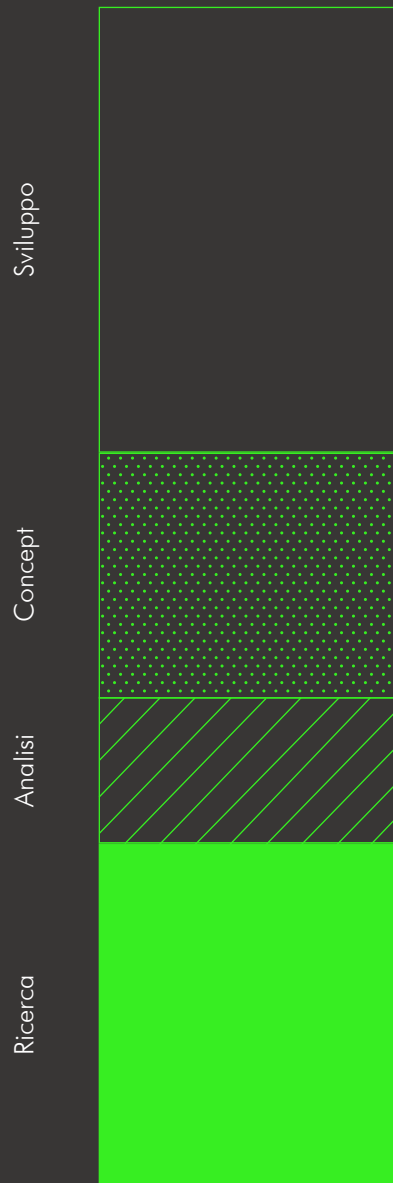
Il computer genera diverse soluzioni a seconda dei parametri iniziali impostati e può anche fare simulazioni in ambiente digitale

### AI

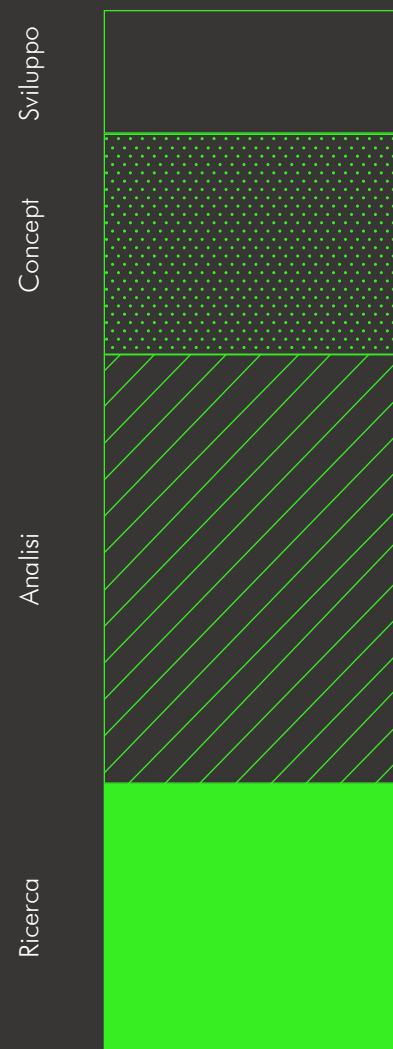
Cataloga tutte le soluzioni generate sulla base di somiglianze di stile o di caratteristiche specifiche per aiutare il designer nella scelta

## Prodotto finito

## Processo tradizionale



## Processo computazionale



# Capitolo

---

**02**

SA RICERCA RICERCA  
RICERCA RICERCA  
CA RICERCA RICERCA  
RICERCA **RICERCA**  
CA RICERCA RICERCA  
RICERCA RICERCA  
CA RICERCA RICERCA  
RICERCA RICERCA  
CA RICERCA RICERCA  
RICERCA RICERCA  
CA RICERCA RICERCA  
RICERCA RICERCA

# 2.1

# Capire lo strumento

Nel primo capitolo si è vista una panoramica di che cos'è e degli usi che si possono fare del design computazionale, ora è importante capire come si può usarlo efficacemente in applicazioni pratiche. Per farlo, è molto importante avere una **visione d'insieme** del progetto: in certe occasioni infatti può essere evitato o in altre potrebbe addirittura peggiorare le prestazioni del prodotto.

A tal proposito è giusto riportare un esempio pratico: il designer Van Rysel ha deciso di usare il design generativo per studiare come migliorare i telai delle biciclette Decathlon. La sfida principale era quella di minimizzare il peso totale. Questo obiettivo è perfetto quando si parla di design computazionale con algoritmi generativi e infatti è stato raggiunto dal team in tempi brevi, ma guardando il quadro più ampio si evince che non era questo il problema da risolvere. Al momento, le biciclette da corsa usano per lo più telai in fibra di carbonio che risulta già essere un materiale molto performante per questo utilizzo, inoltre, si deve tenere conto che questo tipo di telaio non può andare sotto un certo peso, altrimenti si comprometterebbe la resistenza della bicicletta.

Il nuovo design generato è stato quindi utilizzato come scheletro interno del telaio, che però ha dovuto essere rivestito con una intelaiatura esterna per arrivare alla soglia del peso. Inoltre, è emerso un nuovo problema perché il sellino non può più essere modificato in altezza usando il nuovo telaio generato. Il design computazionale, quindi, è risultato efficiente nel raggiungere l'obiettivo dato, ma era sbagliato in quanto è risultato non compatibile con il resto del progetto, già ad un livello di prestazioni sufficienti. Questo esempio rimane comunque interessante da un punto di vista esplorativo per capire vantaggi e limiti del design computazionale e pone in

evidenza come il ruolo del designer sia fondamentale e non potrà mai essere sostituito dalle macchine in quanto deve guidare il computer non solo verso soluzioni efficienti, ma anche **efficaci**.



Sopra: Bicicletta Decathlon di Van Rysel

Come accennato alla fine del capitolo precedente, è quindi importante capire lo strumento per poterlo usare efficacemente. Bisogna perciò trovare il progetto giusto a cui applicare questo metodo e ci si può aiutare seguendo alcuni **principi generali**: i progetti da considerare devono avere problematiche ben definite così che il computer possa avere istruzioni specifiche da seguire, è importante che abbia molti dati quantificabili a disposizione e occorre capire se il problema che va a risolvere è efficace o meno. Seguite queste linee guida, il design computazionale può veramente fare la differenza durante la progettazione perché comporta **vantaggi** evidenti di cui i principali come abbiamo visto sono: la versatilità, la velocità di sviluppo, la creazione di facili e molteplici iterazioni con il prodotto, la gestione di una complessità di dati che un essere umano non potrebbe tenere in considerazione e l'aumento della creatività per il designer.

Sorgono però due domande spontanee: dal momento che si hanno molti vantaggi e che molti dei prodotti sul mercato hanno le caratteristiche giuste per sfruttare questo metodo, perché allora il design computazionale non è così tanto usato? E di conseguenza, come e quanto effettivamente questo metodo viene usato nel mondo della progettazione di oggi? La risposta alle domande è complessa e merita un approfondimento. Al momento, il design computazionale è solo oggetto di studio da parte di molte aziende ed è quindi in fase di ricerca e sperimentazione. È probabile che uno degli **ostacoli** nel suo uso sia l'accettazione da parte delle parti interessate ai prodotti risultanti: in particolare, gli algoritmi generativi producono oggetti che potrebbero essere radicalmente diversi dai loro predecessori progettati dall'uomo. Alcuni osservatori li trovano addirittura "alieni" o inquietanti. Ciò può ostacolare l'accettazione di soluzioni generative da parte degli stakeholder interni, anche quando i progetti proposti sono tecnicamente superiori.

Una seconda grande sfida è **culturale**. Come visto nelle pagine precedenti, i tempi di progettazione cambiano e sembra che all'inizio non ci siano risultati, questo può portare un'azienda a non proseguire nel progetto per mancanza di idee concrete nel primo periodo, in più

l'adozione su larga scala di approcci computazionali potrebbe cambiare i requisiti di un'azienda in termini di talento, know-how e risorse nella funzione di sviluppo del prodotto e questo è un aspetto che non può essere sottovalutato.

La terza serie di questioni riguarda **l'integrazione dei processi**. Le aziende devono pensare a come gli approcci generativi si integreranno nei processi di progettazione, nelle piattaforme di dati e nelle toolchain esistenti. Il rapido ritmo di sviluppo delle tecnologie di progettazione generativa significa che le aziende avranno probabilmente bisogno di maggiore flessibilità per utilizzare strumenti diversi da fornitori diversi, con la possibilità di scambiare e aggiornare i propri strumenti di progettazione man mano che la tecnologia si evolve.

Nei prossimi anni, infatti, gli algoritmi generativi continueranno a migliorare, diventando più potenti, più ampiamente applicabili e più facili da usare. Con la disponibilità di ulteriore potenza di calcolo, sarà possibile estendere l'approccio non solo alle singole parti, ma ad interi insiemi e, in definitiva, ai prodotti completi. Diverse aziende leader stanno già portando il design generativo oltre la fase pilota e lo stanno applicando a tutte le loro organizzazioni, ma ciò richiede investimenti in strumenti, istruzione e cambiamento culturale, che non tutti possono permettersi. Per coloro che però sono disposti a impegnarsi, è probabile che gli effetti positivi sul time-to-market, sui costi e sulle prestazioni del prodotto saranno rilevanti.

Come altre nuove metodologie digitali, le tecniche di progettazione generativa hanno infatti già dimostrato di poter aumentare significativamente le **prestazioni** nelle applicazioni del mondo reale e raggiungeranno il loro pieno potenziale quando le aziende applicheranno questi concetti su larga scala, rendendoli parte integrante dei processi di sviluppo del prodotto.



# **Right tool for the right job**

# 2.2

# Scegliere il brief

Questa tesi è nata per analizzare gli strumenti a disposizione dei progettisti di oggi per creare design migliori usando l'intelligenza artificiale e il design computazionale, è quindi arrivato il momento di passare alla parte pratica.

Solitamente, una tesi di design industriale nasce quando un progettista individua una problematica a cui desidera rispondere creando un prodotto migliore e più efficace rispetto al precedente o addirittura un prodotto totalmente nuovo. Per questa tesi l'obiettivo finale rimane lo stesso, ma cambia l'**approccio** usato per arrivarci. Dall'analisi fatta in precedenza si è definito cosa si intende con design computazionale, si sono analizzate le sue applicazioni pratiche e il suo ruolo nelle diverse fasi di progettazione e si sono poi definite le linee guida da seguire per scegliere i progetti giusti, perciò, per andare a studiare "sul campo" questo metodo, si è deciso di cercare il brief adatto e non di sceglierne uno qualunque.

Ovviamente la scelta si è basata sul risolvere una problematica concreta e, una volta trovata, si è subito verificato se si sarebbe potuto rispondere utilizzando il design computazionale in modo efficace. Solo a questo punto, sulla base della risposta si è deciso con quale progetto procedere.

Inizialmente, si sono individuate delle **tematiche** tra cui poter scegliere il progetto che per loro natura si basano su una grande quantità di dati: dispositivi biomedicali, automotive design, wearable device, attrezzatura sportiva, dispositivi smart home o attrezzatura da lavoro. Per ognuna di queste categorie sono state trovate tantissime problematiche in diversi campi e i progetti che potevano venire fuori erano veramente molti. Alcuni tra quelli che sono risultati più convincenti sono stati la

progettazione di pinne da sub, maschere ospedaliere, tavole da surf e skateboard.

Ognuno di questi potrebbe risultare un progetto interessante, ma un argomento ha attirato più di altri la mia attenzione: la progettazione di un gilet di idratazione. La **scelta** è ricaduta su questo oggetto per svariati motivi: in primo luogo il fatto che alcuni degli altri progetti considerati erano già stati affrontati col design computazionale, mentre la sfida era proprio quella di capire potenzialità della metodologia in campi nuovi. Un altro fattore che ha determinato questa scelta è stata la reperibilità di grandi quantità di dati differenti che per alcuni casi diventava piuttosto complicata. Inoltre, per alcuni dei progetti, il design computazionale poteva essere usato solamente per migliorare una piccola parte dell'oggetto, ma non poteva essere usato in modi differenti sperimentando con algoritmi di tipologie diverse, alcuni parametrici e altri generativi. In ultimo, ha giocato un piccolo ruolo anche il fattore emotivo che mi ha portato a trovare più ispirazione in questo progetto rispetto ad altri.

# What



## Attrezzatura da lavoro

Interessante, ma di caschetti ne sono già stati fatti molti con il design computazionale. Inoltre lo si può usare in maniera efficace in uno solo modo, limitando così la mia ricerca



## Articoli sportivi: pinne da sub

La forma organica sarebbe stata perfetta per il design computazionale, ma per migliorarle si sarebbero dovuti avere software più avanzati che generassero forme tenendo conto della meccanica dei fluidi



## Dispositivi medicali: ginocchiera

Oggetto simile a quello che poi è stato scelto, era una delle opzioni proprio perché si poteva applicare il design computazionale in modi diversi. Avendo già progettato in campo medicale è stato però scartato



### Smart home: domotica casa

Oggetto molto interessante da studiare col design generativo, tanto che ne sono già stati fatti alcuni con questo metodo. Proprio per questo però limitava l'esplorazione di nuovi modi di usare il design computazionale



### Articoli sportivi: tavola da surf

Altro oggetto molto interessante, ma per cui valgono le stesse considerazioni delle pinne da sub e in parte anche dello skateboard

### Articoli sportivi: skateboard

Oggetto potenziale da studiare col design generativo, tanto che ne sono già stati fatti alcuni con questo metodo. Proprio per questo però limitava l'esplorazione di nuovi modi di usare il design computazionale



# Brief

# 2.3

# Gilet di idratazione

Scelto l'argomento, il primo passo è stato quello di studiare le caratteristiche del gilet di idratazione, capirne le problematiche principali e creare un benchmark con i prodotti che si trovano ad oggi sul mercato. Oltre questi step, che rimangono più legati ad un approccio tradizionale, è stato molto importante capire per quali parti del progetto usare il design computazionale e per quali usare algoritmi generativi in modo efficace. L'utilizzo di questi nuovi metodi ha anche interferito in modo positivo con la parte tradizionale perché è stato necessario analizzare caratteristiche e problematiche in modo più schematico e andando più in dettaglio rispetto a quanto si sarebbe potuto fare solitamente.

Partiamo però dalle basi, cosa si intende quando si parla di gilet di idratazione? Con questo termine si indicano quei gilet indossati dai corridori durante le loro uscite. Sono gilet progettati appositamente per adattarsi il più possibile al corpo e minimizzare i rimbalzi durante la corsa. Vengono indossati sulle spalle e sulla schiena e presentano diverse tasche per riporre serbatoi di idratazione, snack, gel e oggetti che vengono comunemente utilizzati quando si va a correre come telefono, chiavi, maglie di ricambio e altro.

Di gilet di idratazione ce ne sono di vari tipi, per mountain bike, per sport sulla neve, per escursionismo e per la corsa, ma in questa tesi verranno analizzati quelli usati dai **corridori per distanze medio-lunghe** su strada o su sentieri. Questo perché questa tipologia di atleti rappresenta la percentuale più alta di stakeholder per questo indumento.

Solitamente, infatti, i corridori di brevi distanze non si portano peso in più durante la corsa visto che sarà breve oppure utilizzano soluzioni più leggere come cinture in

vita che contengono solo piccole borracce. Durante una corsa medio-lunga invece l'idratazione diviene fondamentale perché rimanere adeguatamente idratati è una delle chiavi del comfort e delle prestazioni durante la performance, indipendentemente dal fatto che si stiano percorrendo sentieri o strade asfaltate. I vantaggi di una buona idratazione possono includere più energia e resistenza e una diminuzione del tempo di recupero dopo corse lunghe e impegnative.

Quando si compra un running vest è fondamentale capire quanta **acqua** serve portarsi dietro, se è troppa sarà solo un peso, ma se troppa poca non ci si riesce ad idratare a dovere. Le quantità standard per i serbatoi sono le seguenti: 0,5 litri è la capacità d'acqua minima che si porta generalmente in marsupi che includono una o due bottiglie d'acqua e sono ideali per attività leggere in corsi brevi o camminate. 1 litro o 1,5 litri è una buona scelta per escursionisti e corridori su distanze medie. 2 litri o 2,5 litri sono dimensioni popolari tra i corridori che percorrono tratte lunghe in quanto offrono un buon equilibrio tra peso e ingombri ragionevoli, mentre oltre i 3 litri è consigliato per chiunque esplori terreni in cui l'acqua scarseggia e deve stare fuori molte ore, ma il peso inizia a diventare importante. Per questa tesi verrà quindi considerata una capacità che varia da 1 fino a 2,5 litri.



**Tasche per**  
borracce  
snack  
telefono  
o altro

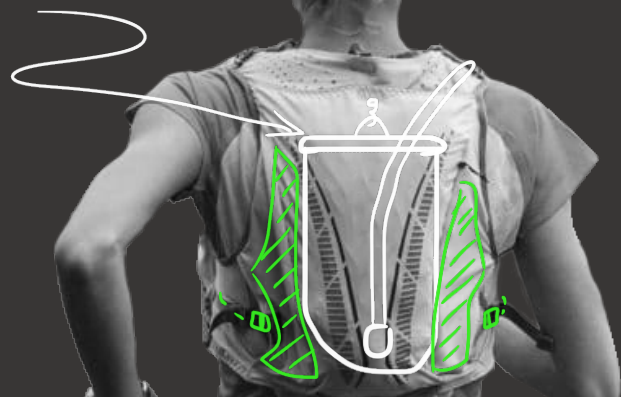
**Tubo**  
per  
idratarsi

**Regolazioni**  
per migliore  
vestibilità

I  
d  
r  
a  
t  
a  
r  
s  
i  
  
I  
d  
r  
a  
t  
a  
r  
s  
i  
  
I  
d  
r  
a  
t  
a  
r  
s  
i



**Serbatoio**  
capiente



**Extra**  
tasche

in corsa  
**in corsa**  
in corsa

Oltre alla capacità del serbatoio è importante considerare anche quella delle **tasche** che devono contenere poche cose, ma essenziali. Per distanze medio-lunghe è importante che riescano a contenere oltre ai serbatoi: alcune barrette energetiche, il telefono e le chiavi. Per chi percorre grandi distanze potrebbe essere necessario anche uno strato aggiuntivo, una mappa, una bussola, il localizzatore satellitare, una lampada frontale e un coltellino svizzero, ma queste non saranno considerate come priorità per questo progetto.

L'ultima caratteristica, ma non per importanza è la **vestibilità** in quanto questi gilet devono essere aderenti, ma lasciare libertà di movimento. Solitamente presentano delle regolazioni per modificare la lunghezza del busto e il girovita, ma variano molto a seconda del modello. A volte si trovano differenze tra gilet da uomo e da donna, ma spesso in realtà grazie alle regolazioni sono unisex.

Prima di iniziare la progettazione è stato importante confrontare alcuni tra gli hydration vests attualmente più venduti sul mercato con un **benchmark**. Ognuno è stato studiato e analizzato per capirne la capacità del serbatoio e delle tasche, il peso, le dimensioni, il materiale e il tipo di regolazioni. Oltre a questo, nel benchmark sono anche state riportate alcune recensioni, sia positive che negative, per iniziare ad indagare sulle problematiche di questi oggetti che saranno viste in dettaglio subito dopo.

## Tipologie di soluzioni per idratarsi durante la corsa:



### **Corse brevi**

Singola borraccia per mano senza tasche



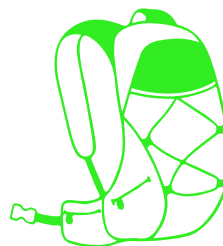
### **Corse medio-brevi**

Marsupio in vita con borracce e tasca singola per piccoli oggetti



### **Corse medio-lunghe**

Gilet di idratazione con serbatoi, borracce e tasche



### **Corse lunghe / escursioni**

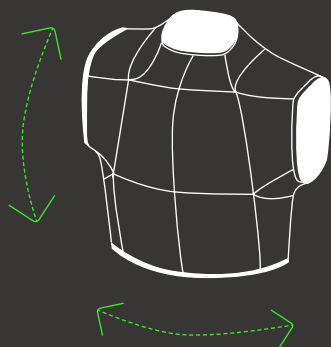
Zaino di idratazione con serbatoi, borracce e tasche grandi

# Caratteristiche

## 01

### Vestibilità

Aggiustamenti in vita e nella lunghezza del busto



## 02

### Serbatoio

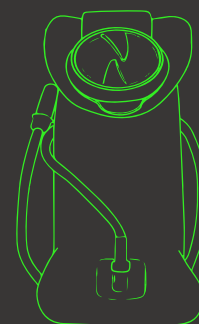
Giusta capienza per il tipo di performance e grande apertura



**Piccolo**  
da 250 a 500 ml



**Medio**  
da 500 ml



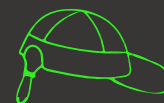
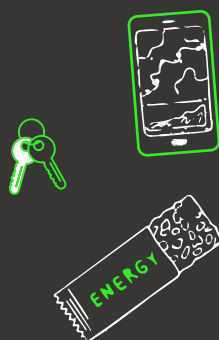
**Grande**  
da 500 a 2000 ml

## 03

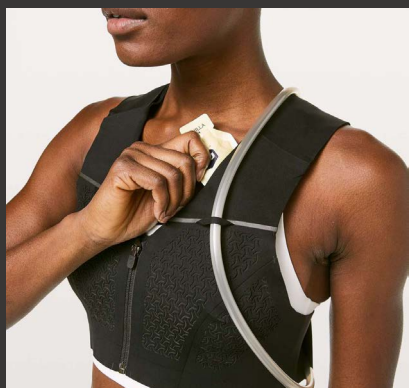
### Capienza tasche

Devono assolutamente contenere gli essenziali ed eventualmente avere spazio per cose extra

Oggetti  
essenziali



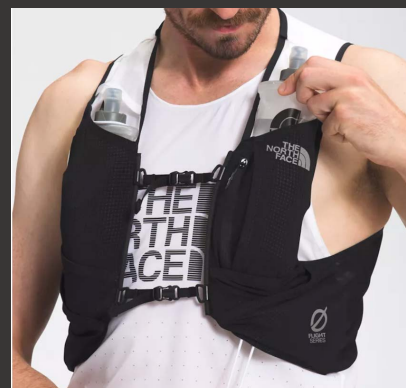
Oggetti  
facoltativi



**LULULEMON  
HYDRAFFINITY VEST**



**SALOMON  
ADV SKIN 5**



**THE NORTH FACE  
FLIGHT SERIES**

Serbatoio:  
uno posizionato sul retro  
da 1,5 litri

Serbatoio: ✓  
uno sul retro da 1,5 litri  
+ due davanti da 0,5 litri

Serbatoio: ✓  
uno sul retro da 1,5 litri  
+ due davanti da 0,5 litri

Capacità tasche extra:  
3 litri

Capacità tasche extra: ✓  
8-12 litri

Capacità tasche extra: ✓  
8 litri

Peso e dimensioni: ✓  
150 gr | 35x40 cm

Peso e dimensioni:  
249 gr | 38x19 cm

Peso e dimensioni: ✓  
120 gr | 42,5x41,9 cm

Tessuto "Ultralu" brevettato per  
essere elastico e aderente ✓

Tessuto "SensiFit" brevettato per  
essere elastico e traspirante

Tessuto "FlashDry" brevettato per  
essere altamente traspirante ✓

Regolazione vestibilità: ✓  
zip sul davanti e croce dietro

Regolazione vestibilità:  
corsetto sul davanti

Regolazione vestibilità:  
fibbie sul davanti


Solo per donne, molto sottile, si adatta molto bene al corpo e fa da sostegno durante la corsa. Non esiste però una versione da uomo ed è piuttosto costoso

Molto versatile sia per corse lunghe che corte e buona aderenza del tessuto al corpo, ma che non traspira molto e alla lunga diventa caldo


Buonissima ventilazione e leggerezza che però non compromette la capacità di serbatoi e tasche. L'aggiustabilità è limitata e si muove durante la corsa




**NATHAN SPORTS  
PINNACLE RACE**

Serbatoio:   
 uno sul retro da 1,5 litri  
 + due davanti da 0,5 litri

Capacità tasche extra:  
 4 litri

Peso e dimensioni:   
 141 gr | 40x40 cm


Tessuto altamente  
 traspirante 


Regolazione vestibilità:  
 fibbie sul davanti e strap

Buon compromesso tra capienza e leggerezza, inoltre la nuova mesh per la traspirabilità ha molto migliorato il prodotto, ma la vestibilità con strap non è buona



**ULTIMATE DIRECTION  
MOUNTAIN VEST 5.0**

Serbatoio:   
 uno sul retro da 1,5 o 2 litri  
 + due davanti da 0,5 o 1 litro

Capacità tasche extra:   
 13 litri

Peso e dimensioni:  
 230 gr | 40x30 cm


Tessuto "FlexoMono Mesh"  
 brevettato per essere più durevole


Regolazione vestibilità:  
 fibbie sul davanti

Pensato principalmente per lunghe camminate/corse in montagna che durano una giornata intera, ma essendo anche per escursioni, per i corridori è un pò pesante




**ULTRASPIRE  
MOMENTUM 2.0 RACE**

Serbatoio:   
 due sul retro da 0,5 litri  
 + due sul davanti da 0,5 litri

Capacità tasche extra:   
 13 litri

Peso e dimensioni:  
 227 gr | 33x22 cm

Tessuto  
 traspirante

Regolazione vestibilità:   
 zip sul davanti e fibbie

Molto leggero e traspirante. Interessante anche il design curvo sulle spalle che migliora l'ergonomia, ma non ha molte tasche per riporre oggetti

A partire dalle recensioni del benchmark possiamo fare alcune **considerazioni**: si molte recensioni sono positive riguardo ai tessuti usati per i gilet e su questo non c'è da stupirsi perché ad oggi i tessuti sono diventati molto tecnici riuscendo a bilanciare leggerezza con resistenza e traspirabilità.

Si notano però le prime problematiche che sono state analizzate come base di progettazione per questa tesi: in primis la **vestibilità** che è abbastanza confortevole in molti modelli, ma rappresenta un elemento con ampi margini di miglioramento. Alcuni dei giubbotti, per limitare i sobbalzi durante la corsa lasciano troppo, mentre altri lasciano libertà di movimento al corridore ma si muovono molto causando fastidio durante la corsa. Una risposta molto buona sembra essere quella della zip centrale, che permette una chiusura veloce, accompagnata da regolazioni laterali che lasciano libertà all'atleta, soluzioni adottate sia da Lululemon che da Ultraspire.

Altra problematica è il **peso** dei gilet stessi che molte volte è eccessivo perché presenta tasche non utilizzate oppure in altri casi ne ha troppe poche. Il peso più confortevole si è visto che si aggira tra i 150 e i 200 gr.

Oltre alle problematiche emerse dalle recensioni, si è condotta una ricerca online su blog, siti di escursionisti e corridori, magazine e anche dal vivo per capire quali sono i punti di miglioramento dei gilet da idratazione. Per quanto riguarda i **serbatoi** è importante che questi siano sfilabili dal gilet e abbiano una bocca larga per facilitare il loro riempimento e la pulizia. Quest'ultima però non è sempre facile perché i serbatoi in commercio sono spesso lunghi e necessitano di molte ore per asciugarsi completamente rendendo necessario l'utilizzo di pastiglie di pulizia così da eliminare virus e batteri. Una caratteristica molto positiva è che quasi tutti i gilet presentano tasche compatibili con diversi tipi di serbatoi e abbastanza ampie.

Un'altra problematica fondamentale è che il **tubo dell'acqua** in quasi tutti i gilet è sempre esterno e questo porta a tantissime problematiche: d'inverno

l'acqua esterna potrebbe congelarsi, mentre d'estate si scalda moltissimo rendendo il primo sorso che si beve spiacevole per la temperatura eccessiva, ma ancor più grave in certi casi un rischio per la salute. Sono infatti stati riportati diversi episodi in cui l'acqua, rimasta a lungo nel tubo sotto al sole, ha poi causato dissenteria al corridore, nonostante fosse naturale e filtrata. Alcuni corridori decidono di sputare il primo sorso per evitare il problema, ma è veramente uno spreco dal momento che l'acqua è stata portata come peso aggiuntivo solo per essere buttata e in considerazione che la quantità è limitata.

Ulteriore elemento da considerare quando si parla di serbatoi è che spesso i corridori vogliono avere sia acqua naturale che acqua con integratori sciolti al suo interno. Ad oggi, devono fare questa scelta prima di partire perché il serbatoio grande portato sulla schiena è uno solo, perciò si deve rinunciare ad uno o all'altro.

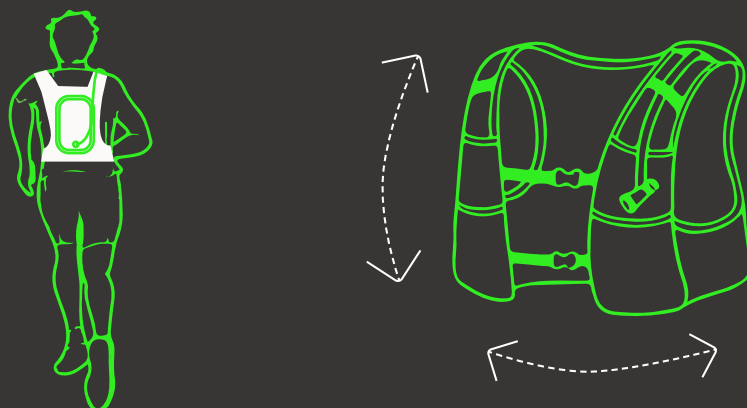
Sulla base di questi punti si è quindi fondata la progettazione di un gilet di idratazione migliore e più efficiente che potesse rispondere alle problematiche presentate. Grazie al design computazionale sono emersi **miglioramenti ulteriori** a cui non si era nemmeno potuto pensare basandosi solo sulla ricerca tradizionale che verranno chiariti nel prossimo capitolo. Prima di iniziare la progettazione infatti manca ancora uno step fondamentale, quello dell'analisi dei dati e di conseguenza della pianificazione dell'utilizzo del design computazionale con algoritmi generativi e non.

	Lululemon Hydraffinity Vest	Salomon Adv Skin 5	The North Face Flight Series	Nathan Sports Pinnacle Race	Ultimate Direction Mountain Vest 5.0	Ultraspire Momentum Race
Capacità serbatoio	3	5	5	5	5	5
Capacità tasche	2	5	5	2	5	5
Peso e dimensioni	5	3	5	5	3	3
Tessuto	5	2	5	5	3	3
Vestibilità	5	2	3	3	3	5
<b>TOTALE</b>	<b>20</b>	<b>17</b>	<b>23</b>	<b>20</b>	<b>19</b>	<b>21</b>

# 01

## Vestibilità e peso

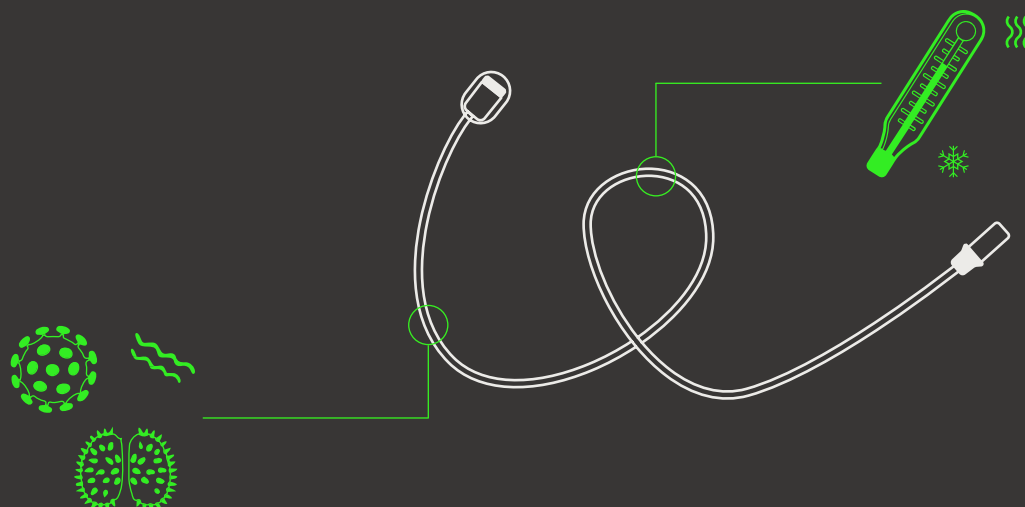
Alcuni sobbalzano troppo, altri sono troppo stretti o pesano troppo



# 02

## Tubo dell'acqua

Rimane quasi sempre scoperto facendo sì che si raffreddi o scaldi molto, in alcuni casi può comportare danni per la salute.



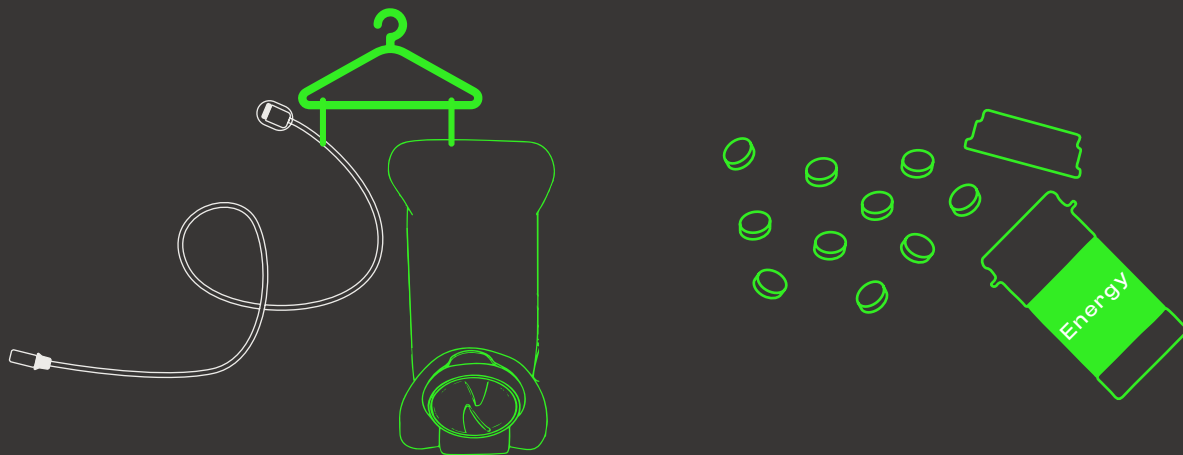


## 03

### Serbatoi

---

Asciugatura lenta a causa della lunghezza e si deve scegliere a priori se mettere acqua naturale oppure con integratori



## 04

### Ulteriori miglioramenti

---



**Può essere che il design computazionale metta in luce altre problematiche a cui non si era nemmeno pensato**

# Capitolo

---

**03**

ANALISI ANALISI A  
ISI ANALISI ANAL  
ANALISI **ANALISI** A  
ISI ANALISI ANAL  
ANALISI ANALISI A  
ISI ANALISI ANAL  
ANALISI ANALISI A  
ISI ANALISI ANAL  
ANALISI ANALISI A  
ISI ANALISI ANAL

# 3.1

# Pianificare

Fino ad ora abbiamo visto cosa serve ad un progetto per poter sfruttare il design computazionale efficacemente e i diversi metodi per utilizzarlo. Si è poi visto che il brief scelto rispetta nella teoria le caratteristiche di un buon progetto per design computazionale e si è fatto un primo studio tradizionale sull'oggetto individuandone le caratteristiche e le problematiche principali. È quindi ora di passare a capire dal punto di vista pratico come usare il design computazionale e per farlo si è dovuto pianificare il processo delineando quali output ci si aspettava e come fare per ottenerli.

Le caratteristiche e problematiche delineate in precedenza non fornivano abbastanza dati, ma non solo, è subito risultato chiaro che non si poteva migliorare i gilet di idratazione esistenti, ma si doveva tornare indietro e capire gli scopi originali dell'oggetto nella loro purezza. Si è quindi deciso di tornare alle basi e studiare la **fisiologia umana durante la corsa** individuando tre campi d'azione sui quali il design computazionale poteva venire in aiuto.

Una delle problematiche riscontrata è stata la temperatura dell'acqua nel serbatoio e nel tubo di erogazione che spesso diventa eccessivamente alta, si è andati perciò alla radice del problema prendendo in esempio le **mappe termiche** di diversi corridori di entrambi i sessi per capire come varia la loro temperatura corporea durante la corsa così da posizionare l'acqua nei punti meno caldi possibile. L'altra problematica molto importante è stata la vestibilità che risulta avere eccessivo o poco movimento del corpetto durante l'uso, è stato quindi chiaro fin da subito che era necessario studiare la **biomeccanica** della parte superiore del corpo dei corridori per individuare in quali zone poter mettere del tessuto e in quali no e anche per capirne la resistenza richiesta. Infine, sempre

in riferimento ad entrambe le problematiche riportate sopra, un altro studio effettuato è quello relativo alla **sudorazione** che è stato fondamentale per capire come realizzare delle mesh traforate nel tessuto del gilet.

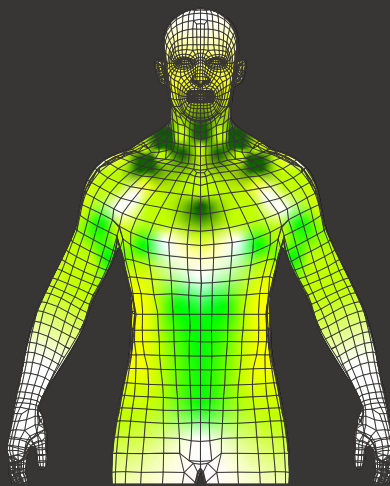
Questi tre aspetti sono stati studiati grazie all'utilizzo del design computazionale e generativo che ha potuto considerare grandi quantità di dati tutti insieme e ha generato delle forme che sono diventate la base di Aliqua, oggetto definitivo. Queste forme base sono poi state integrate tra loro e adattate tenendo conto di tutte le problematiche precedentemente presentate risultando una perfetta collaborazione tra design computazionale, generativo e design intuitivo, cioè la progettazione del designer.

Nei paragrafi successivi, i tre studi appena descritti verranno mostrati in dettaglio per capire come si sono usati i metodi, quali sono stati i punti di forza e di debolezza di ognuno e come si è arrivati al prodotto finito, **Aliqua**, che rappresenta quindi un esempio di come possono essere usati questi strumenti in maniera efficace durante tutta la progettazione e apre la strada a futuri usi del design computazionale che si spera possano essere sempre più parte integrante dell'intero percorso di progetto.

# 01

## Mappe termiche

Da studiare per capire come e dove posizionare l'acqua sul corpo così che non si scaldi troppo



# 02

## Biomeccanica

Utile per studiare come realizzare il gilet così che non sobbalzi durante la corsa e rimanga aderente, ma lasciando libertà di movimento

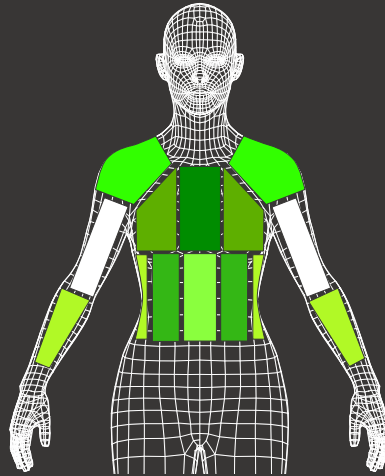


# 03

## Sudorazione

---

Molto importante per il pattern di sudorazione di diversi atleti così da poter realizzare una mesh apposita che dia la massima traspirabilità



Building a  
tool,  
not using it

# 3.2



# Temperatura corporea

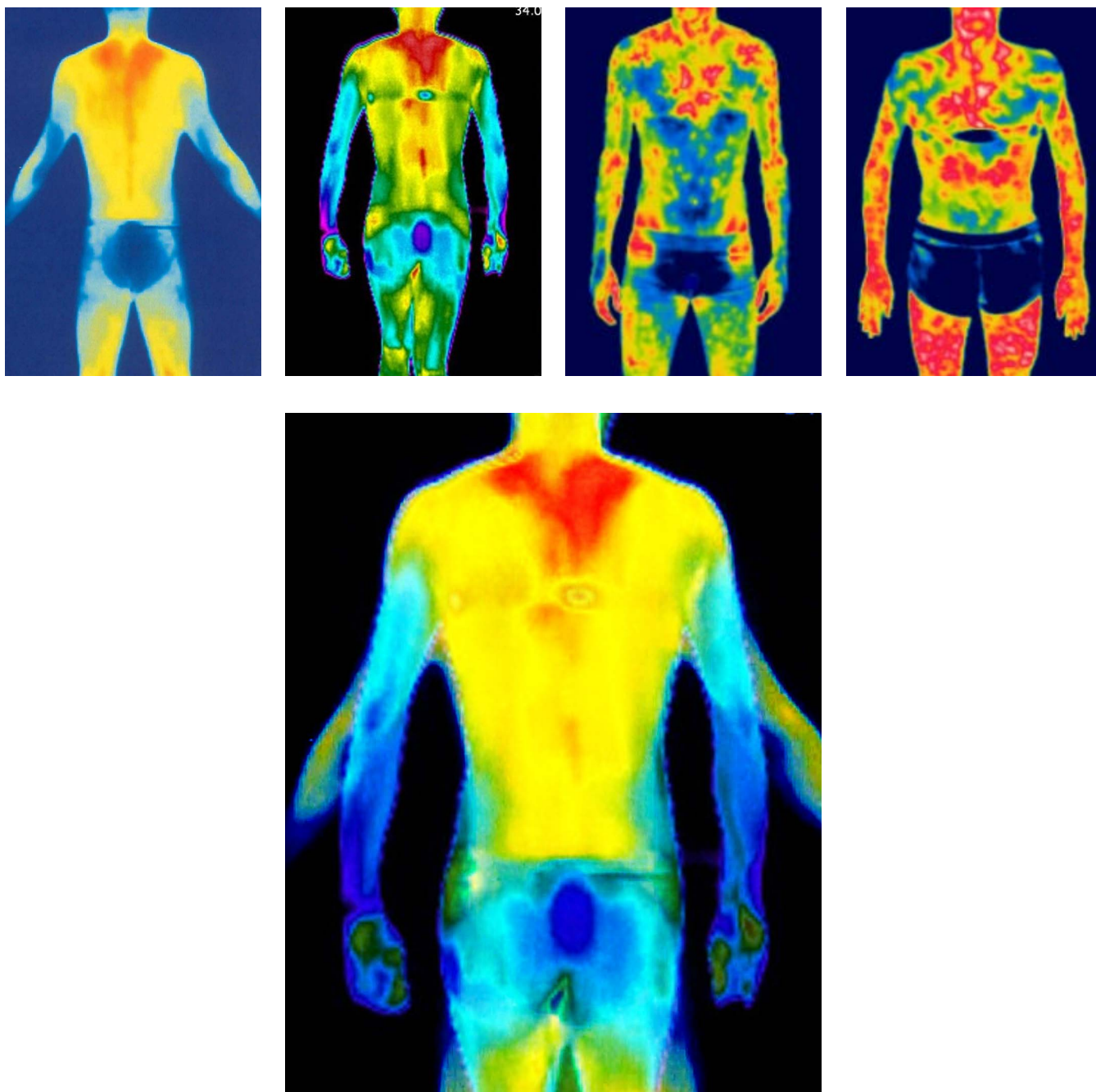
Come accennato nel paragrafo precedente, uno dei primi studi fatti usando il design computazionale è stato quello di capire come si distribuisce la temperatura corporea di una persona durante la corsa così da usare il risultato così da posizionare al meglio l'acqua nei serbatoi che verranno indossati.

In primis, è stato quindi necessario recuperare i dati trovando le mappe termiche di corridori durante lo sforzo fisico e in questo sono venuti in aiuto molti studi scientifici. In particolare, sono state indagate quattro analisi scientifiche che hanno rilevato la temperatura corporea superficiale sia di uomini che di donne durante lo sforzo fisico della corsa. Tutti e quattro gli studi usavano gli stessi tempi di recupero per i corridori e calcolavano la temperatura corporea superficiale, perciò a livello di pelle, dei corridori. Questi dati "grezzi" dovevano poi essere elaborati per diventare input efficienti per l'**algoritmo computazionale**, perciò dai vari studi sono state estrapolate le immagini delle mappe termiche che sono state divise in quattro categorie: corpo davanti della donna e davanti dell'uomo, corpo dietro della donna e dietro dell'uomo. Per ogni categoria erano diverse le immagini da considerare ed erano tutte simili tra loro, si è perciò deciso di incrociarle per avere una sola immagine per categoria, così da comprendere la totalità delle informazioni iniziali e fare un'analisi più corretta. L'incrocio delle mappe termiche ha generato un'unica immagine che è poi stata convertita in vettoriale per creare un gradiente più uniforme e preciso così da poterlo utilizzare come input per l'algoritmo.

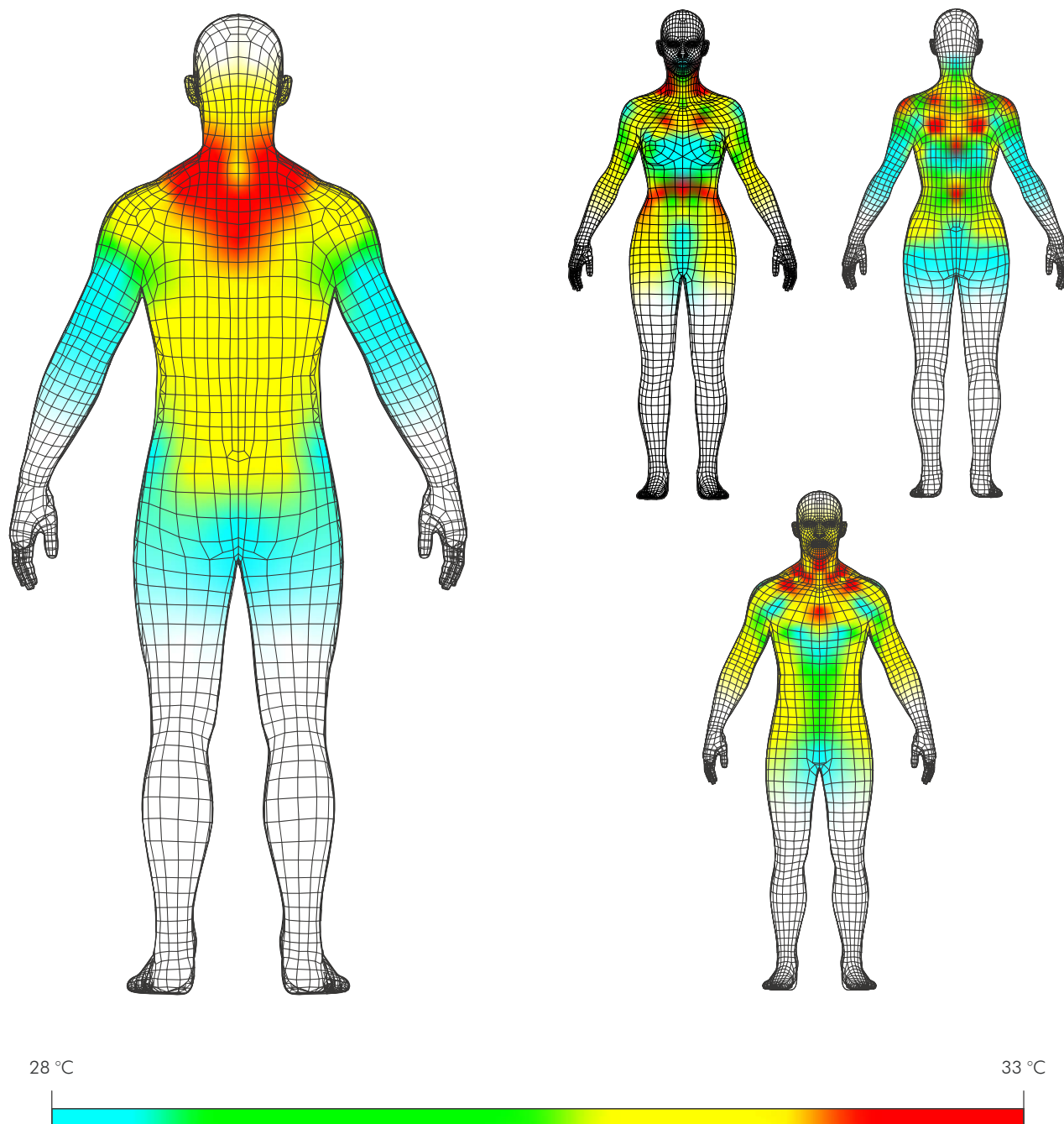
L'algoritmo è stato realizzato in questo modo: a partire dalle immagini di input, vengono estrapolati i dati di colore e luminosità per ogni pixel. Ogni pixel dell'immagine è poi stato fatto corrispondere ad una

superficie a forma di quadratino che, messi insieme, hanno riprodotto l'immagine 2D su una superficie. A questo punto era necessario dare tridimensionalità alla superficie passando da 2D a 3D e per farlo si è giocato con le altezze. Ricordandosi infatti che ogni pixel e quindi di conseguenza ogni quadratino aveva in sé dati di colore e luminosità si è giocato su quest'ultimi per assegnare un'altezza 3D ad ogni singolo quadratino a seconda della quantità di luminosità di quel determinato pixel. In questo modo si è ottenuta una superficie 3D le cui altezze erano le informazioni di temperatura corporea dell'immagine. È bastato quindi sovrapporre la grafica di una persona, prima davanti e poi dietro, a questa superficie per individuare come si posiziona l'acqua a seconda delle diverse temperature corporee.

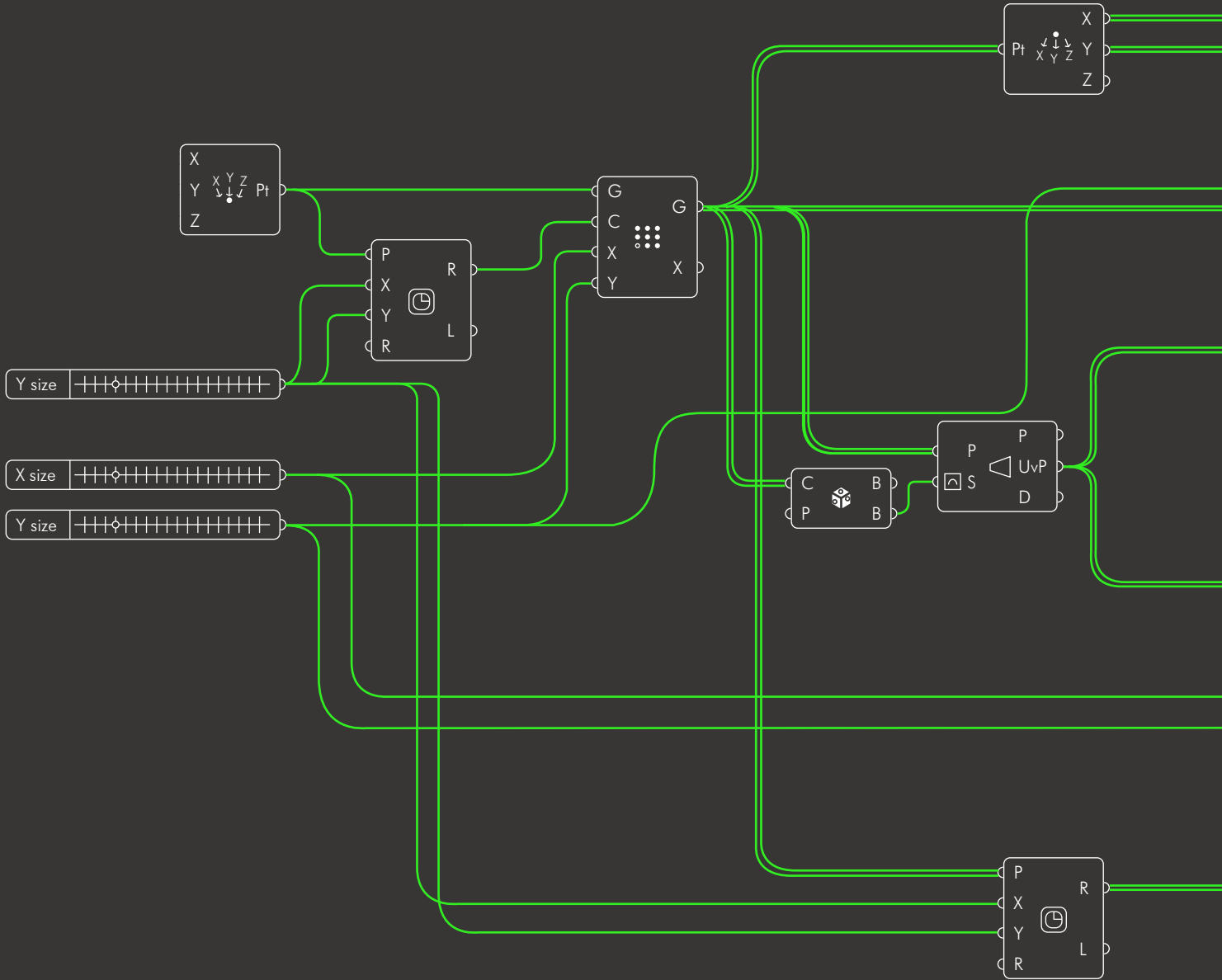
Il risultato è una **visualizzazione immediata** di dove posizionare l'acqua sul corpo a seconda della temperatura corporea ed è importante per vari motivi: rende un dato usufruibile in maniera veloce, chiara e visiva al designer facendogli capire istantaneamente in che direzione andare. Inoltre, cambiando i parametri iniziali avere la visualizzazione di tutte quante le categorie è velocissimo rendendo questo algoritmo utilizzabile in maniera pratica e con la possibilità di essere ripreso e riutilizzato anche per altri progetti. Di seguito quindi vengono visualizzati i passaggi chiave solo per una delle categorie, in questo caso per la temperatura dietro dell'uomo, ma per tutte le altre il processo è stato identico.



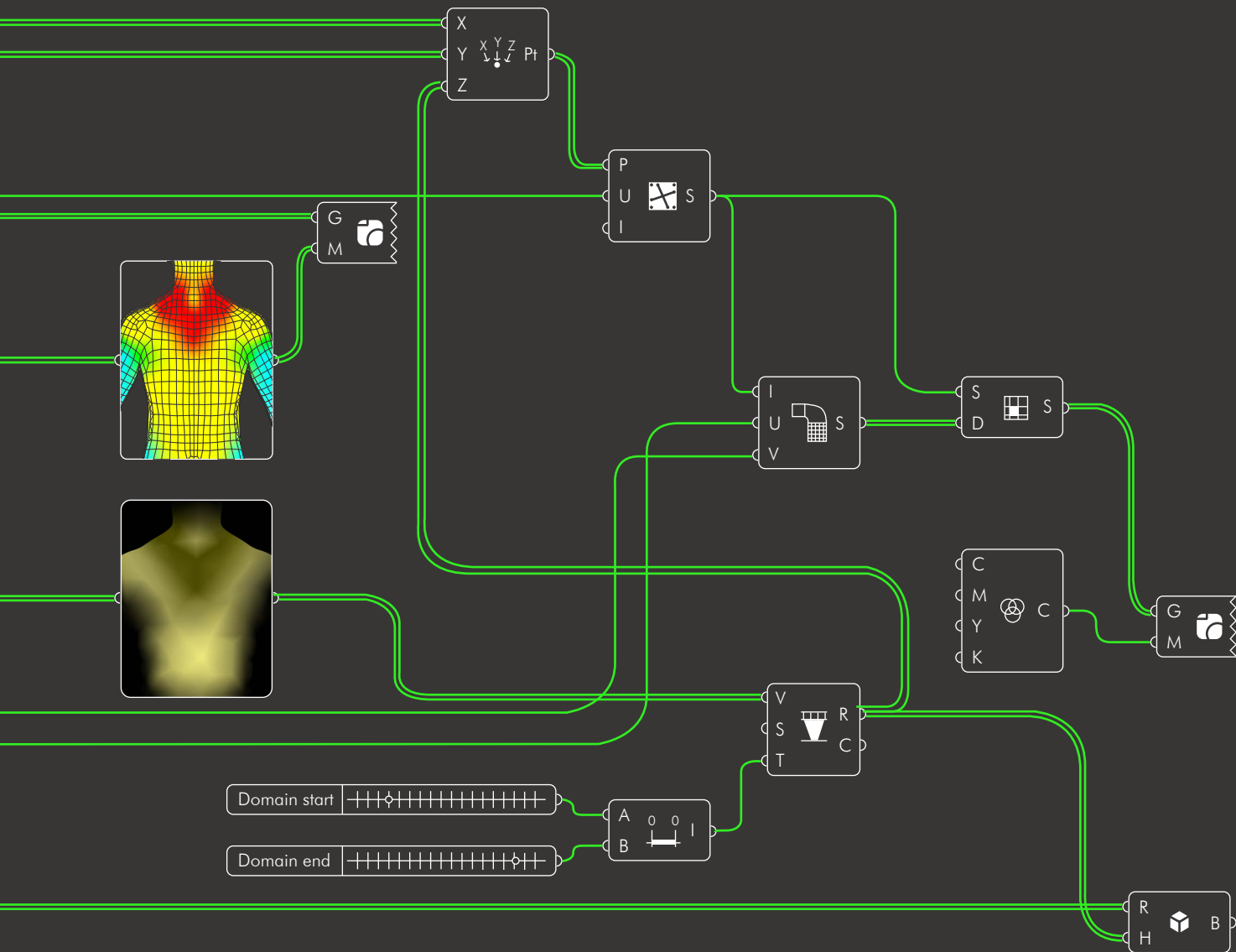
Sopra: quattro immagini prese dai diversi paper scientifici citati mostrano le mappe termiche della schiena di atleti uomini mentre corrono  
Sotto: le quattro immagini sono state fuse insieme per crearne una unica da convertire in vettoriale

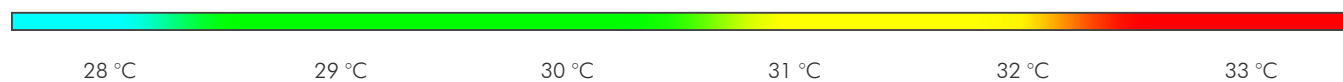
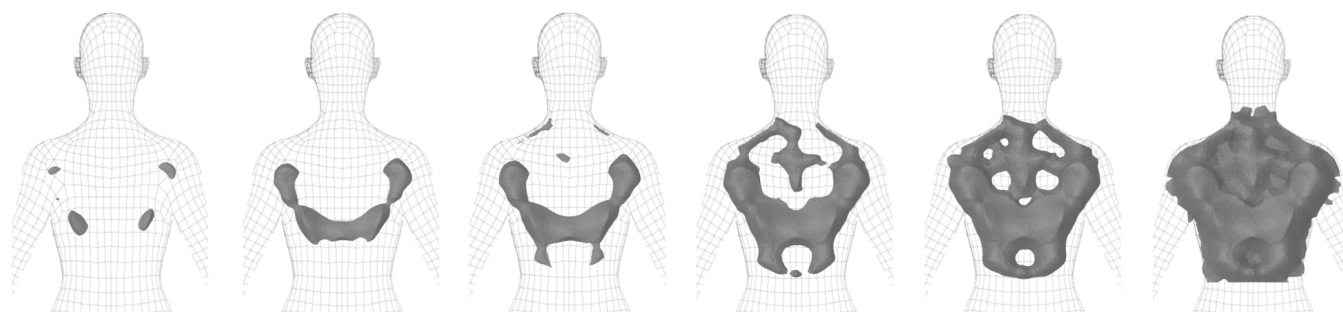
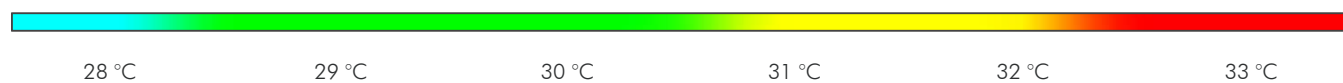
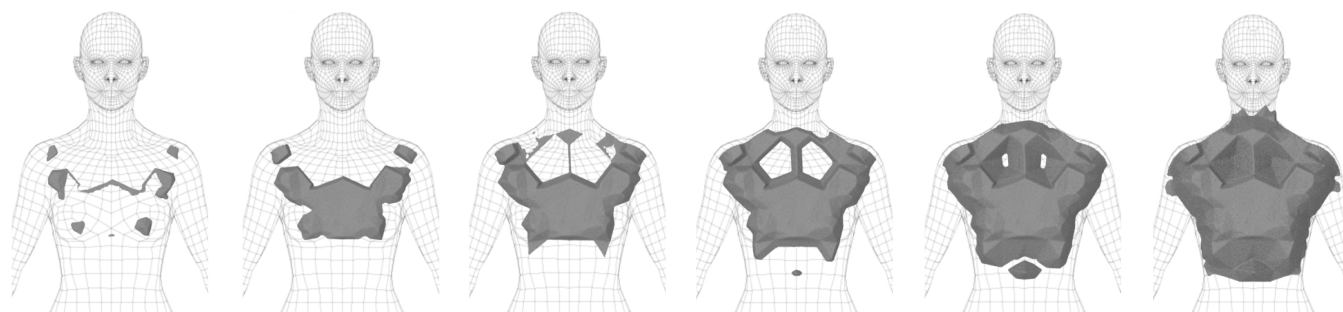


A sx: dall'immagine unica creata dalle mappe termiche è stata creata la versione vettoriale più pulita e pronta per diventare input nell'algoritmo  
A dx: le versioni vettoriali delle mappe termiche della donna, fronte e retro e del fronte dell'uomo (per questi non sono stati riportate le immagini)

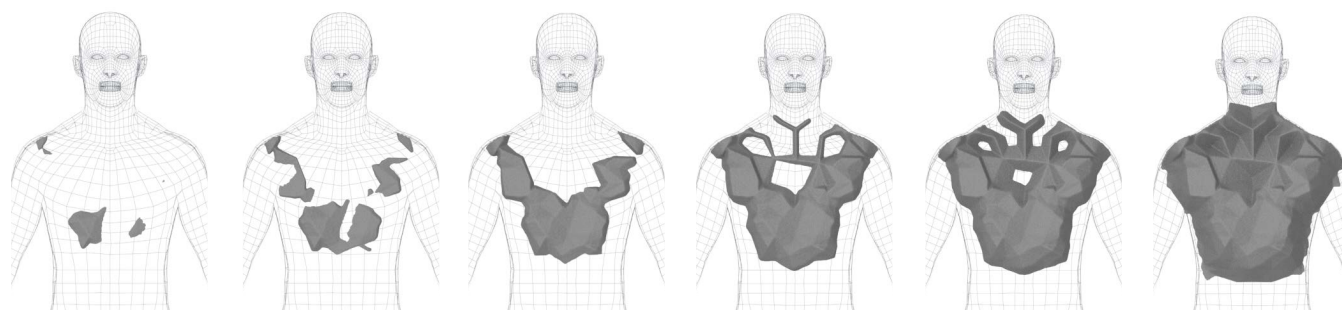


Algoritmo Grasshopper per processare dati delle mappe termiche





Sopra: come varia la posizione dell'acqua sul corpo della donna di fronte al variare della temperatura corporea durante la corsa  
 Sotto: come varia la posizione dell'acqua sul corpo della donna sul retro al variare della temperatura corporea durante la corsa



28 °C

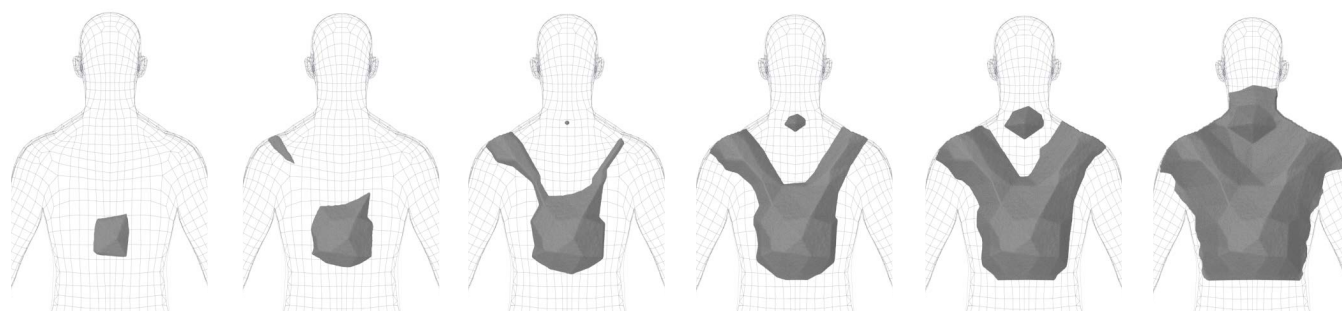
29 °C

30 °C

31 °C

32 °C

33 °C



28 °C

29 °C

30 °C

31 °C

32 °C

33 °C

Sopra: come varia la posizione dell'acqua sul corpo dell'uomo di fronte al variare della temperatura corporea durante la corsa  
Sotto: come varia la posizione dell'acqua sul corpo dell'uomo sul retro al variare della temperatura corporea durante la corsa

# 3.3



# Biomeccanica

Un'altra analisi fondamentale che è stata realizzata è quella dello studio della biomeccanica, molto importante per capire, a partire dai movimenti del corpo durante la corsa, in quali zone il tessuto doveva garantire resistenza ed elasticità e in quali invece poteva essere più leggero o addirittura inesistente. Per realizzare questo studio è stato usato un **algoritmo generativo** in quanto si conoscevano gli obiettivi finali da raggiungere in termini di peso e resistenza e i vincoli iniziali applicati, cioè le forze e le torsioni del busto.

Per prima cosa, è quindi stata fatta un'analisi della **fisica** di un busto durante la corsa: si è studiata solo questa zona in quanto è quella sulla quale viene indossato il gilet. È subito stato chiaro che, mentre ci sono centinaia e centinaia di studi su quali forze, pressioni e torsioni entrano in gioco nelle gambe, e soprattutto sui piedi, mentre si corre, non sono molti gli studi che fanno ricerche sulla parte superiore del corpo, perciò si è dovuta fare un'indagine a parte per capirne vincoli, forze e torsioni. Per questa ricerca si sono ovviamente usate delle semplificazioni e lo studio è riportato interamente e in dettaglio nelle pagine a seguire.

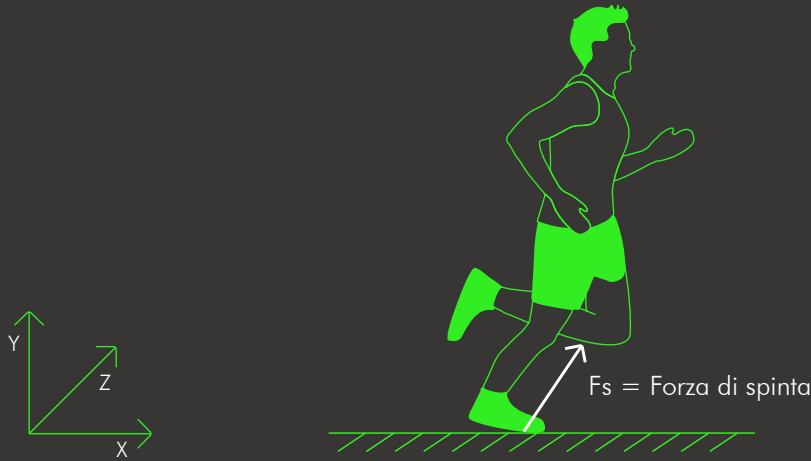
Terminata l'analisi e individuati tutti gli input iniziali, questi sono stati inseriti nel programma insieme agli obiettivi che, principalmente, si possono riassumere nella riduzione al minimo del materiale mantenendo una buona resistenza ed elasticità. Questi studi sono stati generati con materiali diversi dal tessuto, in quanto il programma lavora principalmente con plastiche o metalli, ma questo non è stato un problema. Prendendo infatti esempio dal caso studio di Edera Safety riportato nel primo capitolo, il loro team di ingegneri ha affermato che è comunque corretto usare altri tipi di materiali durante questa analisi perché la forma finale che genererà il programma sarà

poi rivisitata, come nel caso di questa tesi, dal designer e quindi può comunque essere usata e considerata valida perché sarà adattata al tessuto in seguito. In pratica, le forme generate dal programma indicano lo scheletro della struttura da seguire, sul quale poi andare ad aggiungere gli altri componenti.

Per generare le forme a partire dagli input iniziali è stato usato il software Autodesk Fusion 360° e sono stati fatti più studi con diversi parametri per capire come cambiasse la struttura a seconda dei parametri immessi. Si è quindi lasciato che il programma iniziasse a studiare il problema e arrivasse alle prime soluzioni progettuali che sono state poi iterate molte volte fino ad arrivare alle soluzioni definitive. Ogni studio infatti ha generato come risultato diverse forme che un'**intelligenza artificiale** ha poi catalogato per somiglianza e per proprietà rendendo più facile la loro scelta.

Alla fine delle diverse generazioni è risultato chiaro che una forma è presente molto più spesso delle altre garantendo il miglior connubio tra leggerezza e resistenza. In seguito, è stato quindi preso in considerazione questo modello come **base** e scheletro per il resto della progettazione. Nelle pagine che seguono tutti questi passaggi vengono mostrati nel dettaglio.

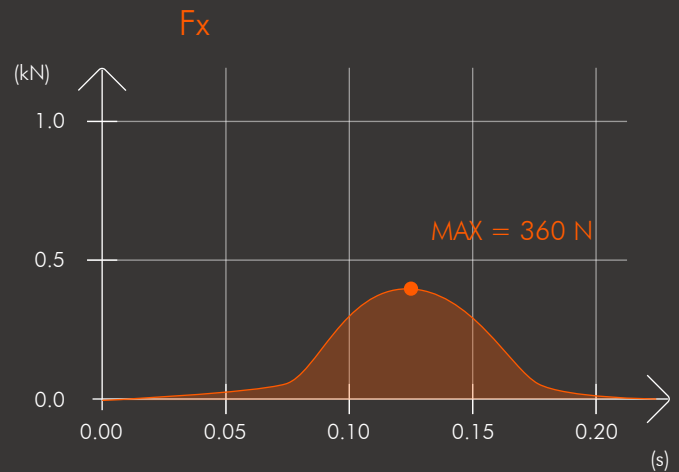
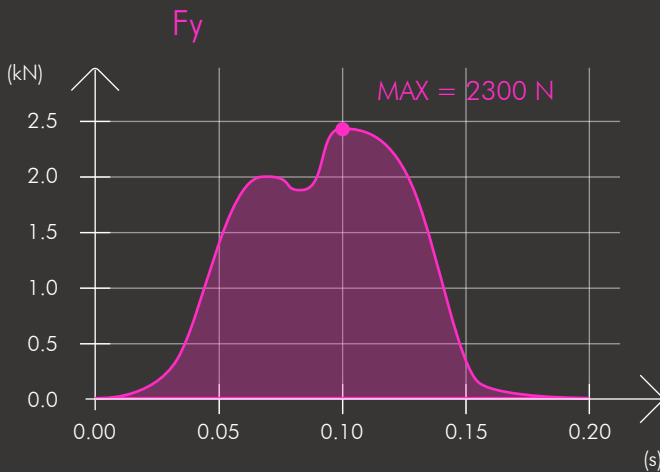
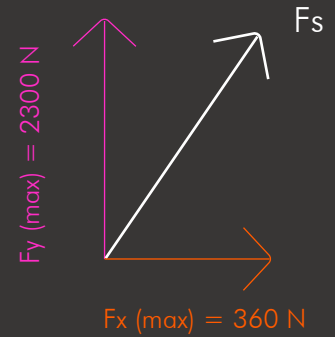
Consideriamo un uomo che sta correndo e che in questo momento sta appoggiando a terra il piede destro per darsi la spinta per andare avanti e cerchiamo di capire quali forze entrano in gioco. Nella nostra semplificazione, consideriamo come unica forza quella di spinta in questo modo:

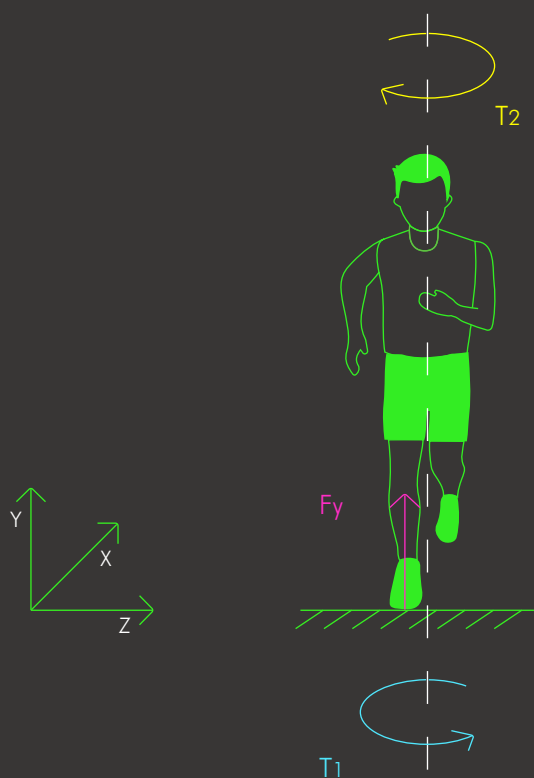


Analizzando la forza di spinta, detta anche GRF, cioè Ground Reaction Force, si vede che la forza può dividersi in due componenti,  $F_y$  ed  $F_x$ , i cui valori sono indicati nei grafici riportati in basso. Si vede quindi che:

$F_y (\text{max}) = 2300 \text{ N}$   
 $F_x (\text{max}) = 360 \text{ N}$

Studi scientifici eseguiti in laboratorio hanno evidenziato l'andamento delle due componenti della forza da quando il singolo piede appoggia in terra fino a quando si dà la spinta per spingersi in avanti:





Ora che si sa l'intensità della  $F_s$  in entrambe le componenti, possiamo passare ad analizzare una vista frontale del corridore.



Si può notare che la forza, non essendo passante per l'asse centrale dell'atleta, ma applicata in un punto leggermente distanziato, in questo caso il piede destro, genera una torsione  $T_1$  che deve essere controbilanciata dalla parte superiore del corpo con una torsione  $T_2$  uguale e contraria per poter permettere all'atleta di andare dritto.

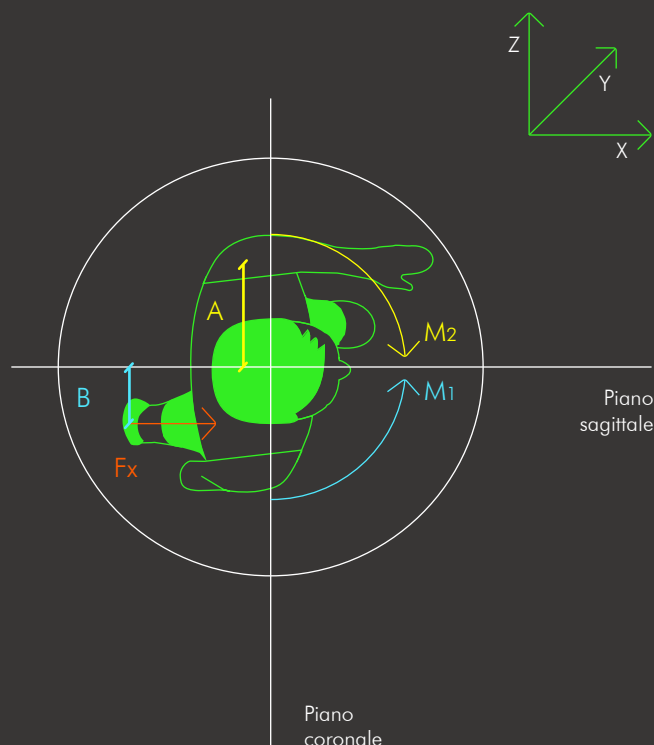
Guardando una vista dall'alto, questo fenomeno si nota ancora meglio.

Definendo  $B$ , la distanza tra la  $F_x$  applicata nel piede destro e il piano sagittale e  $A$ , la distanza tra la spalla e lo stesso piano, possiamo notare che la componente  $X$  della  $F_s$  crea un momento antiorario pari a  $M_1 = B \cdot F_x$  che, per far sì che il corridore avanzi in linea retta, deve essere controbilanciato dalle spalle con un altro momento,  $M_2$ , che sarà uguale, ma in senso opposto.

Le distanze possono essere facilmente trovate in molte riviste scientifiche e prendendo quelle della media nazionale si trova che:

$$A = 210 \text{ mm}$$

$$B = 140 \text{ mm}$$



Piano  
sagittale

Piano  
coronale

A questo punto, possiamo considerare le forze e i momenti in gioco nella parte alta del corpo. Come riportato sopra, per questo studio non era necessario un grado di realismo troppo elevato, che sarebbe solo risultato in un'indagine molto lunga e laboriosa sui movimenti del corpo umano in corsa, spostando troppo l'attenzione dallo scopo di questa tesi, perciò si sono decise delle semplificazioni. In questo caso, la forza di spinta applicata nel piede si è considerata traslata secondo la linea retta della gamba fino all'anca, considerando quindi  $F_x$  e  $F_y$  applicati all'anca destra.

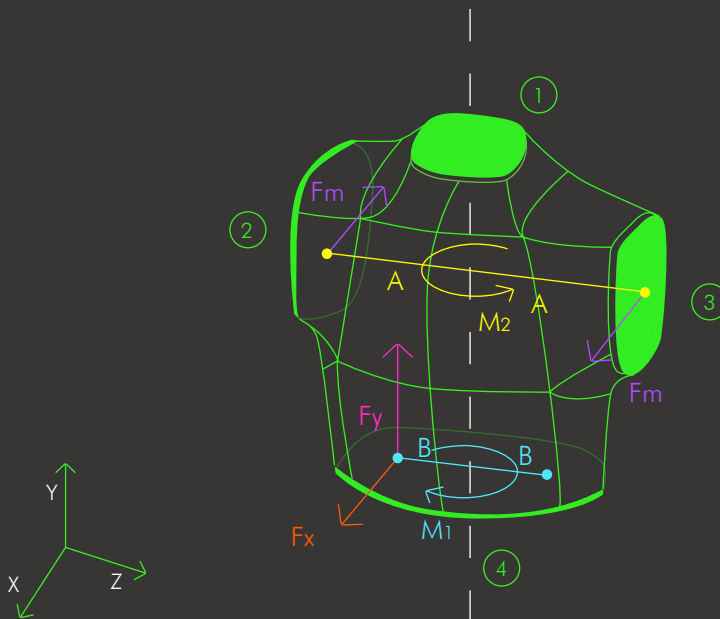
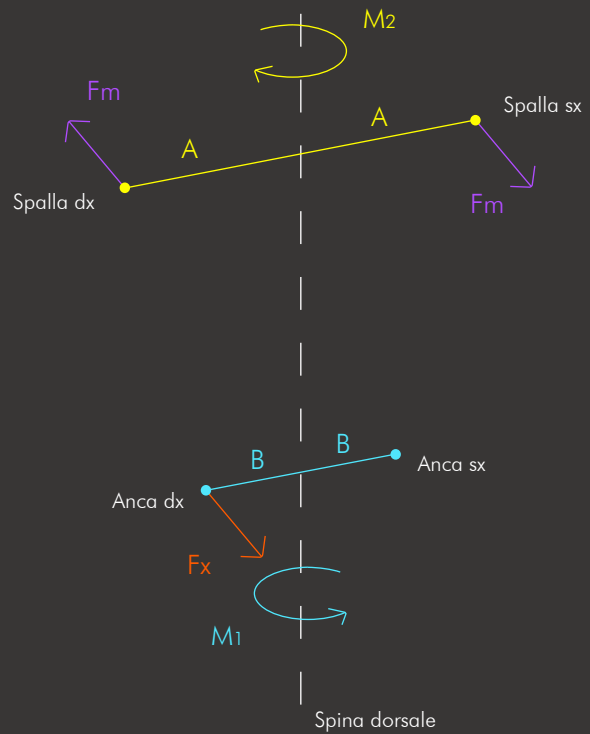
Dalle considerazioni precedenti, abbiamo quindi visto che  $F_y$  dà la spinta verso l'alto senza generare alcun momento, mentre  $F_x$  genera un momento  $M_1$  che deve per forza essere contrastato da un momento uguale e contrario, in questo caso chiamato  $M_2$ . Si può allora notare che  $M_2$  è un momento torcente, cioè dato da una coppia di forze che chiameremo  $F_m$ . Pensandoci, ogni volta che corriamo noi muoviamo le braccia avanti e indietro proprio per accentuare ancora di più questo momento a seconda della velocità a cui stiamo correndo. Per trovare le forze  $F_m$  si avrà che:

$$M_1 = M_2$$

$$B * F_x = F_m * 2A$$

$$F_m = (F_x * B) / 2A = (360 \text{ N} * 140 \text{ mm}) / (2 * 210 \text{ mm}) = 120 \text{ N}$$

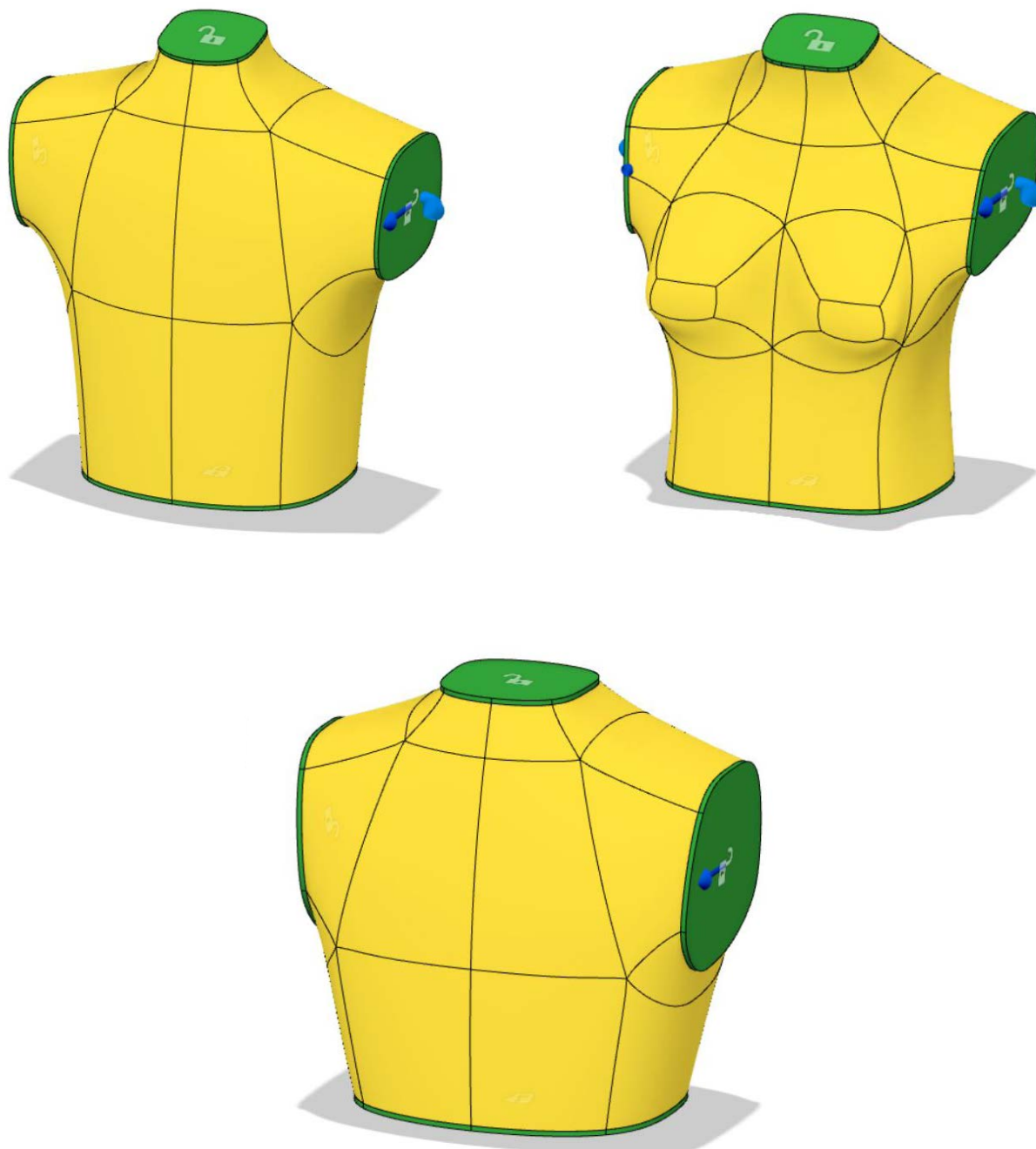
$$F_m = 120 \text{ N}$$



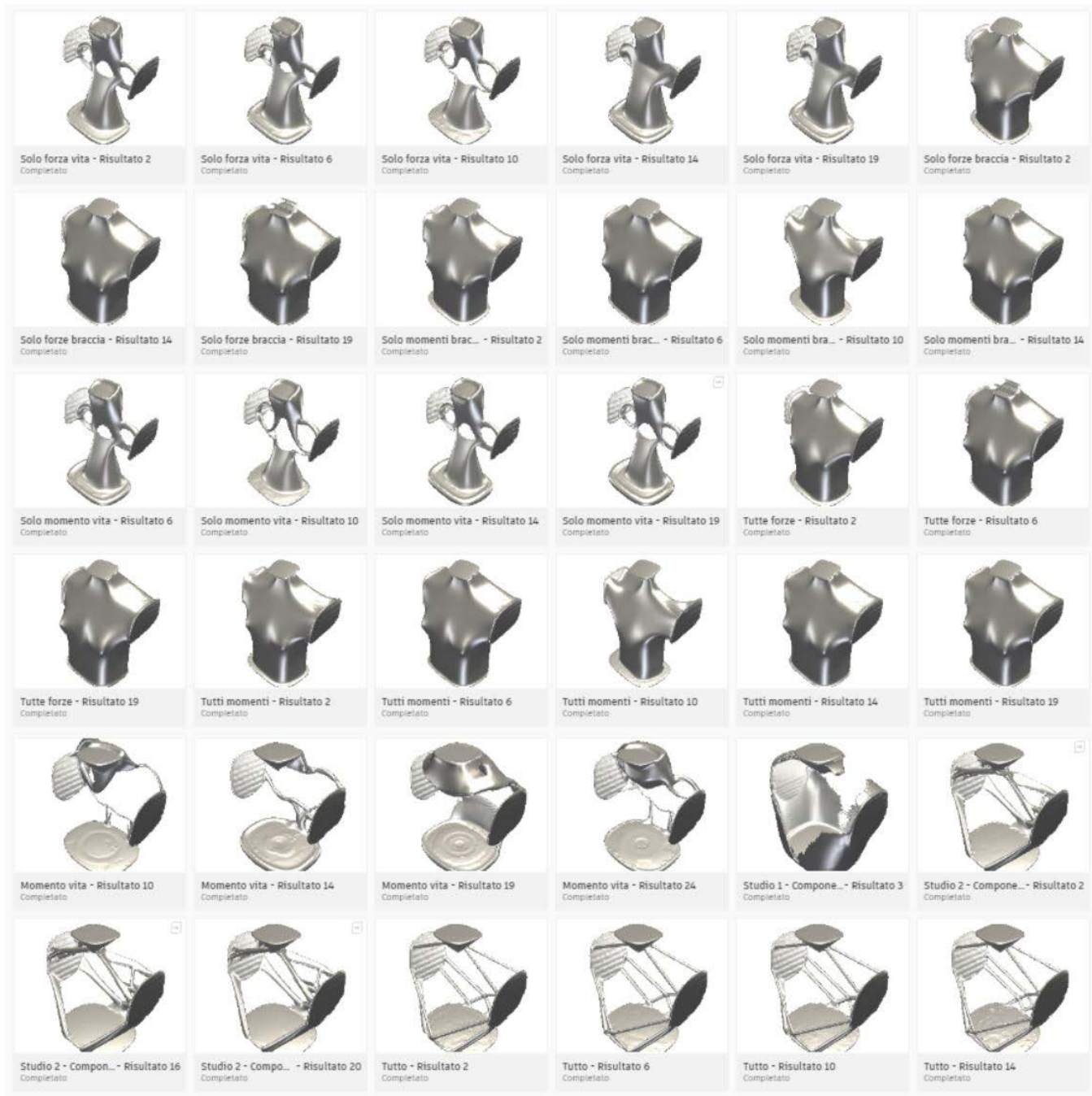
Avendo creato un modello digitale della sola parte alta del corpo di una persona in corsa, avrò quindi che dovrò applicare questi carichi e vincoli:

- Vincolo 1: non agisce nulla
- Vincoli 2 e 3: su entrambi agisce  $F_m = 120 \text{ N}$  con direzione opposta e distanza  $A = 210 \text{ mm}$  dall'asse centrale che generano un momento orario pari a  $M_2 = 50.400 \text{ N*mm}$
- Vincolo 4: agiscono  $F_x = 360 \text{ N}$  e  $F_y = 2300 \text{ N}$  rispettivamente in orizzontale e verticale e ad una distanza  $B = 140 \text{ mm}$  dall'asse centrale

I vincoli posso imporli liberi di ruotare intorno a Y, ma non agli altri assi



Si vede come le considerazioni appena spiegate sono state riprodotte su 3 modelli digitali: in alto a sx sul busto di un uomo, in alto a dx sul busto di una donna e in basso su un busto generico. Si è deciso di testare tutte e tre le forme e non solo la generica per capire come potevano variare le generazioni del programma che si vedono nella pagina a seguire

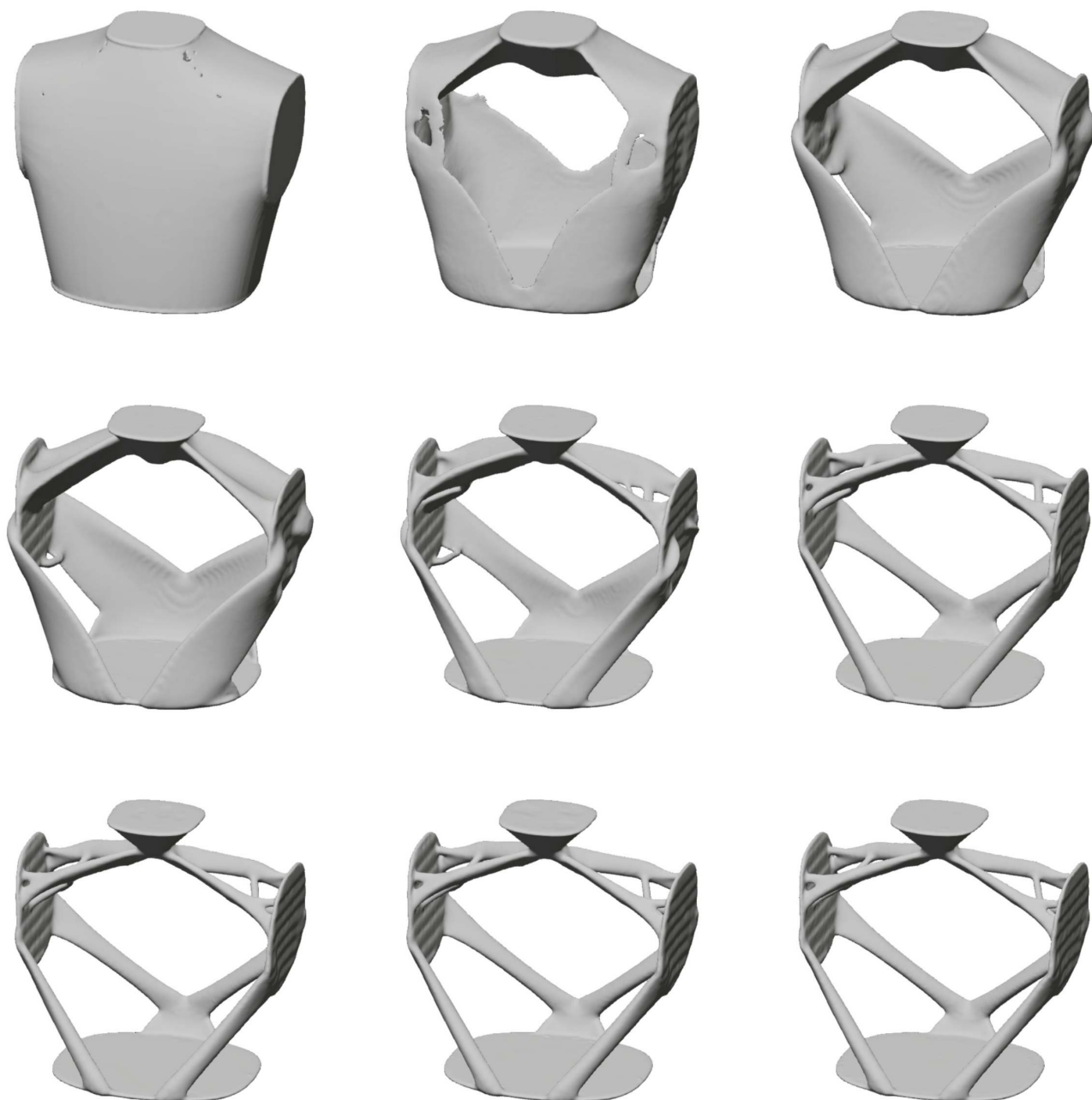


Tutte le generazioni create dal software ponendo i vari vincoli e carichi prima insieme e poi separati per i tre diversi manichini così da vedere e capire quali caratteristiche cambiavano ogni volta. Nelle prime quattro righe ci sono le generazioni fatte a partire dal busto di donna, sotto quelle dell'uomo





Tutte le generazioni create dal software ponendo i vari vincoli e carichi prima insieme e poi separati per i tre diversi manichini così da vedere e capire quali caratteristiche cambiavano ogni volta. Nelle prime due righe ci sono le generazioni fatte a partire dal busto di uomo, sotto quelle del generico



Qui si vede un esempio di iterazione fatta dal computer che, a partire dalla forma base, inizia a togliere materiale fino ad arrivare ad un buon compromesso tra resistenza e leggerezza facendo un dato numero di iterazioni. Il numero di iterazioni può essere modificato a proprio piacimento, ma ovviamente aumenta di molto i tempi di calcolo





Tra tutte le generazioni fatte, questa forma è quella che risultava più presente tra tutti e tre i busti presi in considerazione, perciò è stata scelta per essere utilizzata più avanti nella progettazione di Aliqua, come si vedrà nel prossimo capitolo

# 3.4

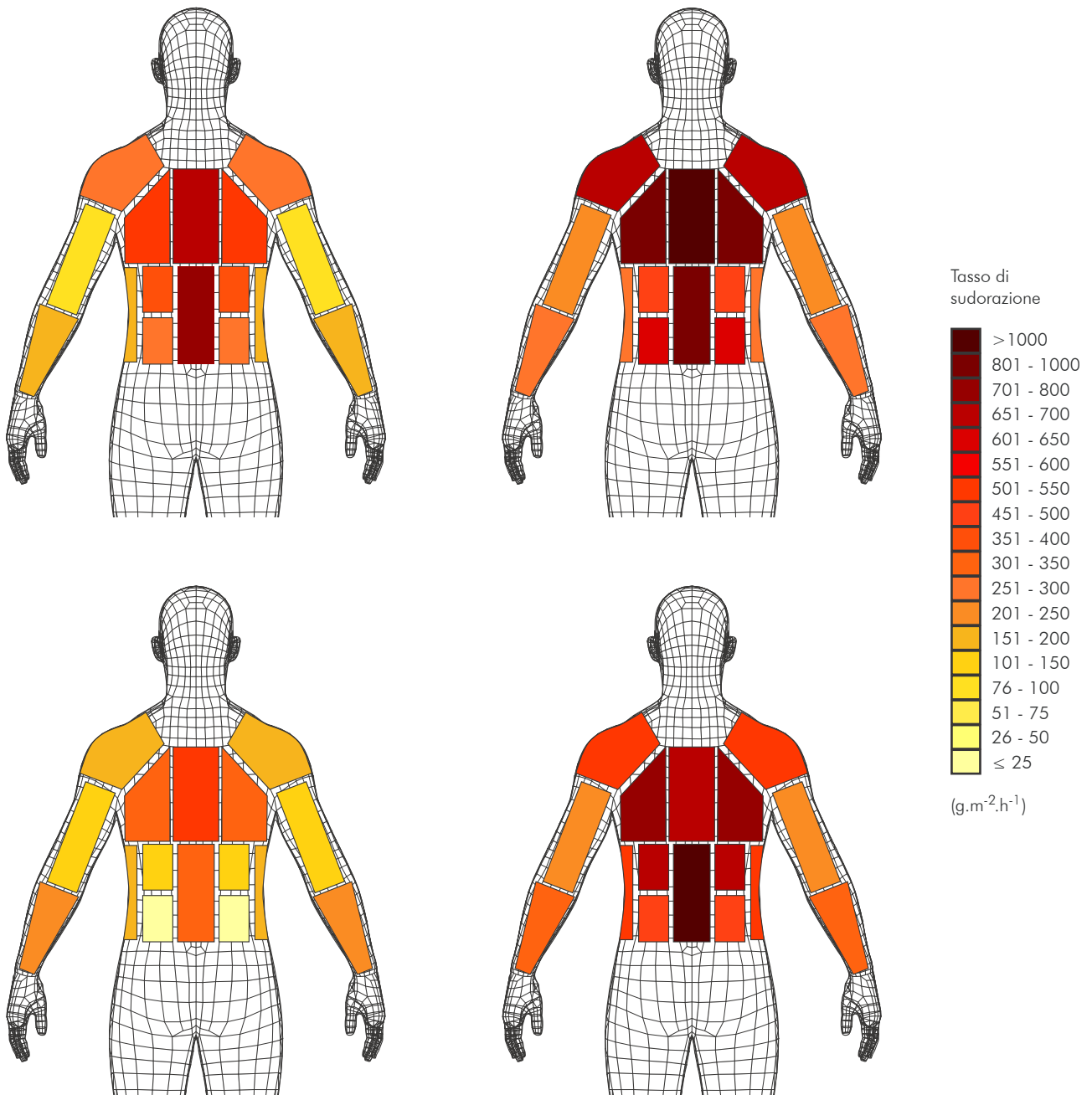
# Sudorazione

L'ultimo studio in cui il design computazionale ha avuto un ruolo fondamentale è stato quello relativo al tema della sudorazione. Certamente questo tipo di indumenti vengono solitamente indossati sopra maglie tecniche o reggiseni sportivi che quindi garantiscono già una buona **traspirabilità**, ma allo stesso tempo, proprio per questo motivo, è importante mantenere alta questa caratteristica anche nel **tessuto** del gilet di idratazione. È infatti molto importante che chi indossa questo secondo strato non si senta soffocato e non sudi più del necessario. Il metodo con cui si è fatto questo studio inizialmente è stato molto simile a quello seguito per le mappe termiche. Si è infatti dovuto trovare, leggendo studi e paper scientifici, le mappe di sudorazione di atleti, sia uomini che donne, durante la corsa. Sono stati quattro gli studi analizzati che usavano sia gli stessi tempi di sforzo e recupero sul tapis roulant che gli stessi metodi di raccolta dati. Come per le mappe termiche, si è reso necessario elaborare le mappe di sudorazione trovate per passare da "dati grezzi" iniziali ad input efficienti.

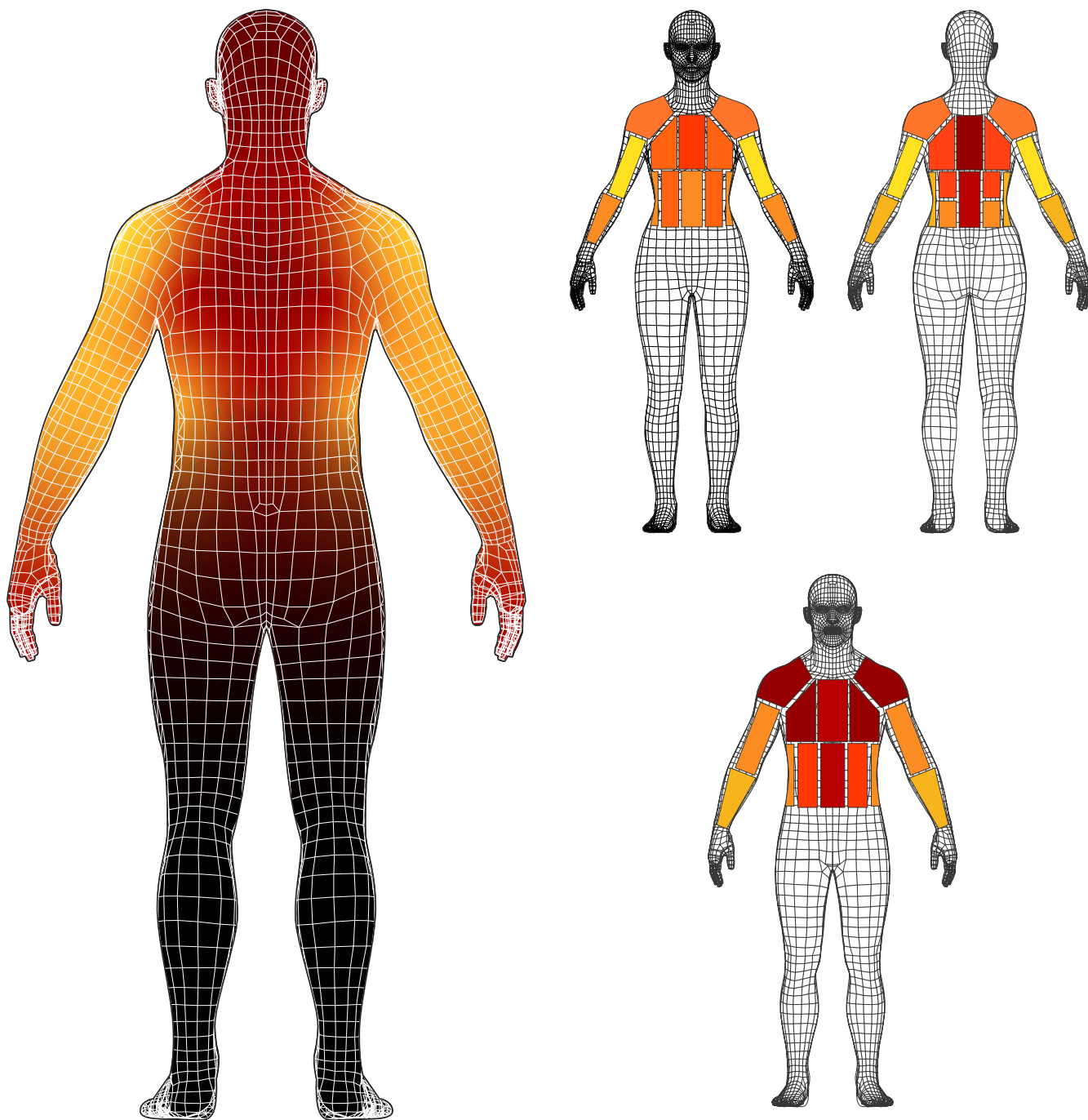
Anche in questo caso si sono state estrapolate le immagini delle mappe termiche che sono state divise in quattro categorie: corpo davanti della donna e davanti dell'uomo, corpo dietro della donna e dietro dell'uomo. Per ognuna, si sono incrociate le immagini prese per averne una sola per categoria così da comprendere la totalità delle informazioni iniziali e fare un'analisi più corretta. L'incrocio delle mappe di sudorazione ha generato un'unica immagine che è poi stata convertita in vettoriale per avere un'immagine più uniforme e precisa così da poterla utilizzare come input per l'**algoritmo**. Per creare l'algoritmo, in questo caso si è deciso di sfruttare anche un altro grande vantaggio del design computazionale: quello di poter usare pezzi o interi codici scritti da altri e modificarli per i propri scopi. In

questo modo, si sfruttano le piattaforme open source e si semplifica e velocizza ancora di più il processo creativo. L'algoritmo è stato quindi trovato dopo brevi ricerche online e si è solamente modificato l'input dei parametri inserendo le mappe di sudorazione in vettoriale e ottenendo risultati in brevissimo tempo. Il suo funzionamento è piuttosto semplice: viene per prima cosa definita una griglia di punti e per ognuno di questi vengono assegnati dei valori presi dall'immagine in input della sudorazione, riguardanti il colore e la luminosità di ogni pixel. A seconda del valore che si è assegnato al singolo punto, il passo successivo è quello di creare intorno ad esso un cerchio dalle dimensioni variabili a seconda dei valori di luminosità del pixel. In questo modo si avrà una griglia di cerchi dalle dimensioni differenti per ogni punto che corrispondono all'input iniziale preso dalle mappe di sudorazione. Se il risultato è soddisfacente, ci si può fermare qui e prendere in considerazione il disegno creato, altrimenti si può creare una superficie che colleghi tutti i punti, traforarla ed estrarla per avere un oggetto tridimensionale da analizzare. Sovrapponendo l'output trovato con la sagoma di una persona si ha subito a colpo d'occhio quale pattern deve seguire la mesh di sudorazione.

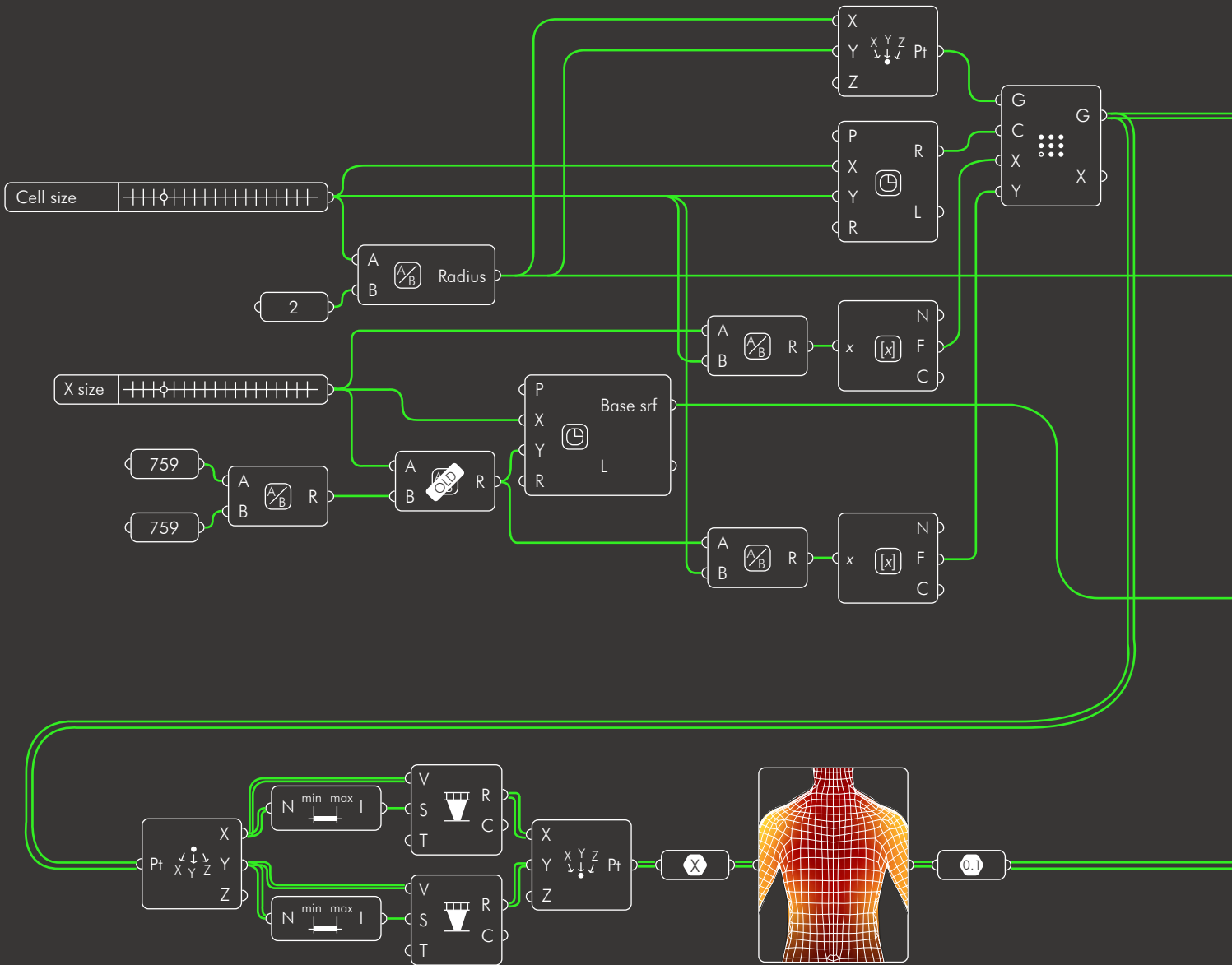
Il risultato è una visualizzazione immediata della **mesh di sudorazione** per creare un tessuto resistente ad alta traspirabilità, personalizzato per diverse esigenze. Così un dato, che doveva essere integrato manualmente, è stato reso fruibile in maniera veloce. Inoltre, cambiando i parametri iniziali, si ha una visualizzazione velocissima di tutte quante le categorie. Nelle pagine a seguire vengono visualizzati i passaggi chiave solo per la temperatura dietro dell'uomo, ma per tutte le altre il processo è identico. Si è deciso di considerare sempre la medesima categoria così da poterla confrontare facilmente.



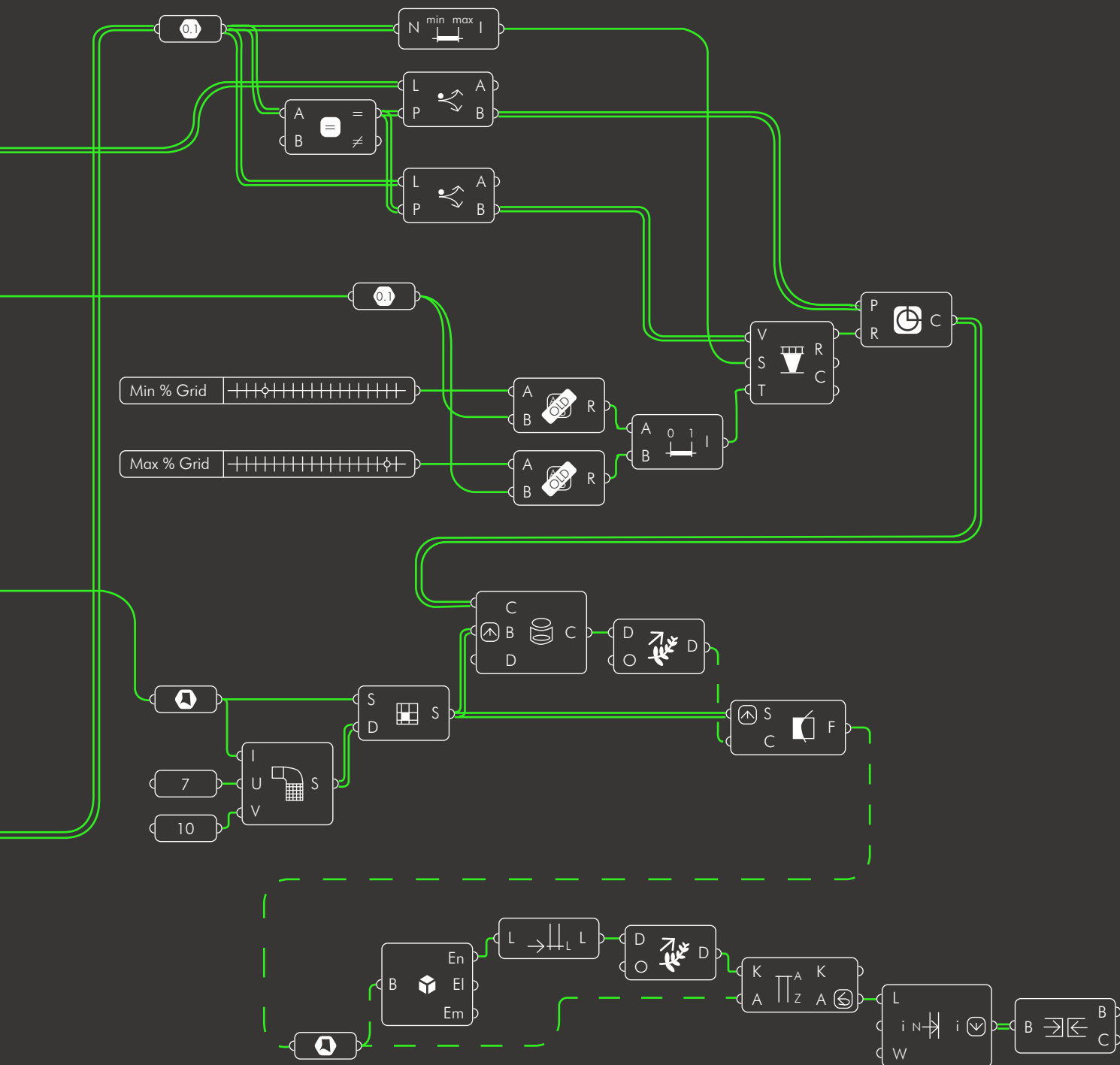
Le quattro immagini prese dai diversi paper scientifici citati mostrano le mappe di sudorazione della schiena di atleti uomini mentre corrono

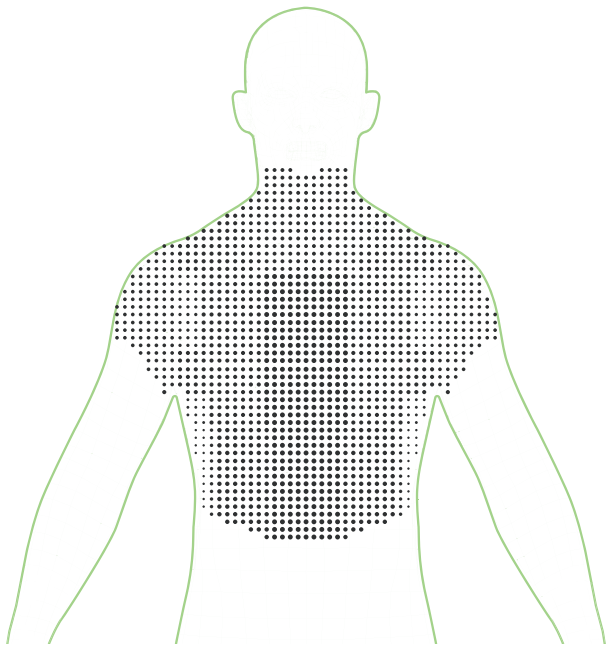


A sx: combinazione in una sola immagine vettoriale delle mappe di sudorazione creata per essere pronta per diventare input nell'algoritmo  
A dx: le versioni vettoriali delle mappe termiche della donna, fronte e retro e del fronte dell'uomo (per questi non sono stati riportate le immagini)

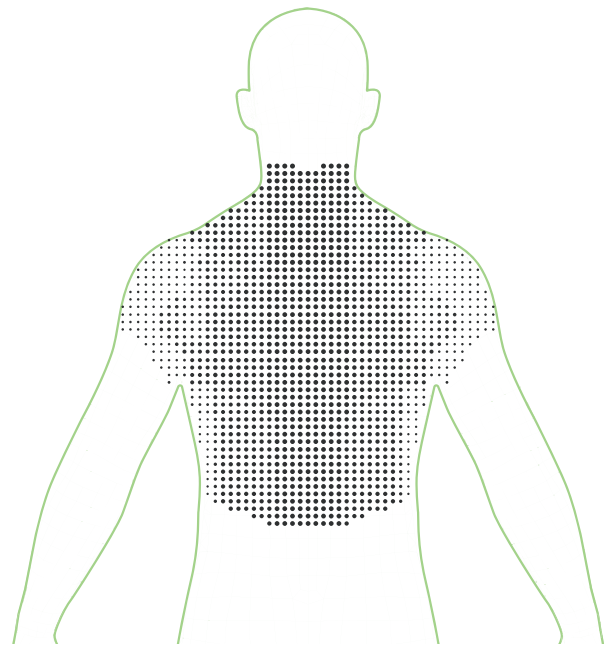


Algoritmo Grasshopper per processare dati delle mappe di sudorazione





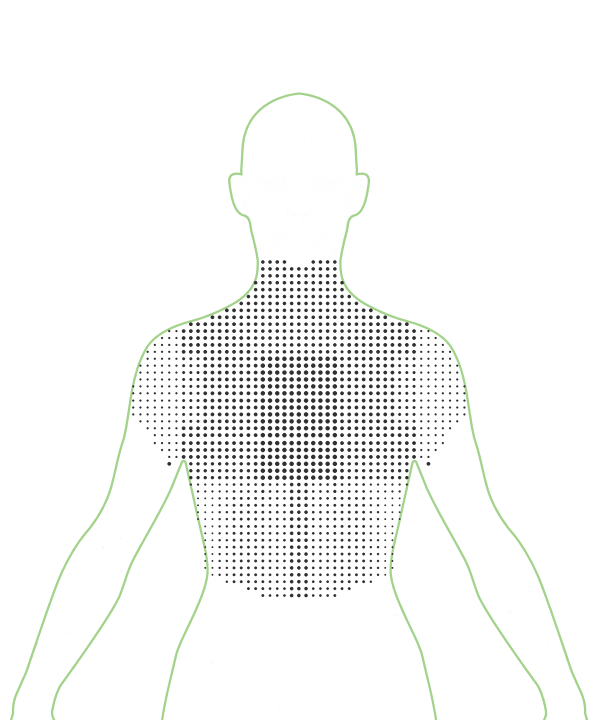
**Uomo  
davanti**



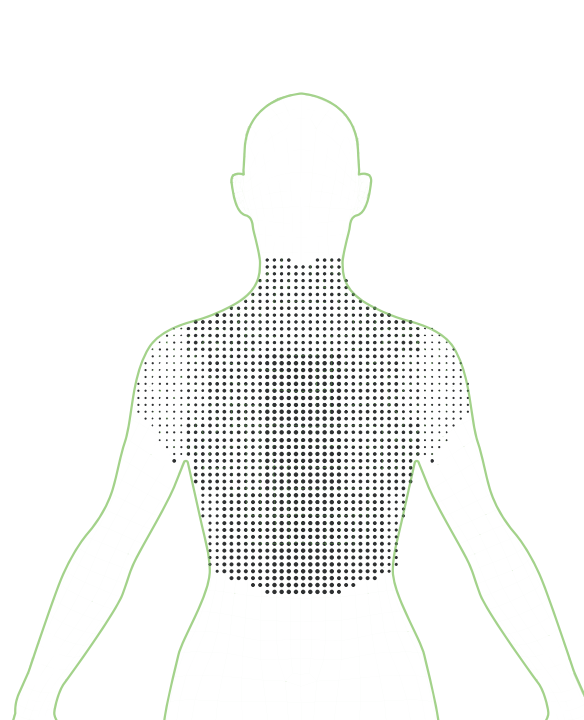
**Uomo  
dietro**

Le immagini create dall'algoritmo che mostrano la traforatura da seguire per il tessuto del gilet durante la corsa per gli uomini





**Donna  
davanti**



**Donna  
dietro**

Le immagini create dall' algoritmo che mostrano la traforatura da seguire per il tessuto del gilet durante la corsa per le donne

# Capitolo

---

**04**

CONCEPT CONCEPT

PT CONCEPT CONCEPT

CONCEPT **CONCEPT**

PT CONCEPT CONCEPT

CONCEPT CONCEPT

PT CONCEPT CONCEPT

CONCEPT CONCEPT

PT CONCEPT CONCEPT

CONCEPT CONCEPT

PT CONCEPT CONCEPT

# 4.1

# Progettazione intuitiva

Arrivati all'ultimo capitolo, in una tesi di progettazione di design, ci si aspetta solitamente di avere già visto uno o più concept, degli schizzi, un'evoluzione del progetto e in generale ci si è fatti un'idea di quello che sarà l'oggetto definitivo. Come visto però nel terzo paragrafo del primo capitolo, quando si usa il design computazionale nel processo, queste dinamiche sono differenti: si lascia molto più spazio alla ricerca e soprattutto all'**analisi dei dati** che occupano la maggior parte della progettazione, mentre il concept e, di conseguenza, il progetto definitivo, hanno tempi molto più brevi. Anche questa tesi, quindi, ha seguito questo percorso e per questo solo ora vengono presentati i concept e il progetto finale.

Facendo il punto della situazione, è come se fino ad ora si fossero raccolte tutte le tessere di un **puzzle**, ma che risultano ancora sparse e quindi non rimane che creare l'immagine completa. Si conoscono infatti le caratteristiche dell'oggetto, le sue problematiche, come hanno risposto diversi produttori a quest'ultime e in quanta parte sono state risolte, inoltre ora si conoscono tre fattori fondamentali: quale deve essere la struttura base dell'oggetto da creare, dove posizionare l'acqua per non farla surriscaldare e come realizzare i tessuti per garantire traspirabilità e resistenza. Non resta quindi che prendere questi elementi e metterli insieme per definire il progetto.

Prima di iniziare, una domanda che potrebbe sorgere è perché anche questa parte non poteva essere affidata ad ulteriori algoritmi, o ancora meglio ad intelligenze artificiali, che mettessero insieme tutti i dati trovati. La risposta è piuttosto semplice: in primis, questo compito è veramente molto complesso perché non solo richiede una quantità molto elevata di decisioni da prendere per le quali bisognerebbe istruire su ognuna di esse

un computer, ma soprattutto perché qui entra in gioco l'intuito e al momento gli strumenti non hanno un livello di intuizione così elevato. Entra quindi in gioco il designer e le sue doti progettuali nella sua forma tradizionale. Si ricorda infatti che tra gli obiettivi di questa tesi c'è anche quello di capire come il design computazionale può essere usato come booster creativo dal designer così da creare un team di progettazione vincente e con la progettazione intuitiva si fa proprio questo.

Per questa parte si è deciso di procedere in questo modo: è stato molto importante partire dalle basi fornite dal design computazionale per poi aggiungere a mano a mano dettagli tenendo conto delle problematiche e del benchmark. Dagli algoritmi generativi sono state selezionate le forme più ricorrenti e si sono identificati i punti in comune, notando che una forma più di tutte le altre era quella con i migliori risultati. Questa forma ha indicato esattamente quali parti dovevano fornire più resistenza, ma al tempo stesso ha evidenziato anche quali erano le parti che risultavano avere una minore libertà di movimento. È quindi stato chiaro che queste zone dovevano essere realizzate in materiale elastico che fornisse grande resistenza al tessuto lasciando però la massima libertà di movimento.

TIPO A

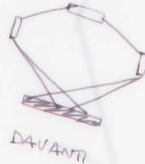


DAVANTI

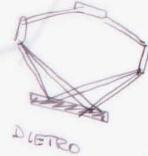


DIETRO

TIPO B



DAVANTI



DIETRO

FORME DA AGG



DAVANTI



DIETRO

CUCITO

5 mm  
univ.  
anche 6 x scure

DAVANTI

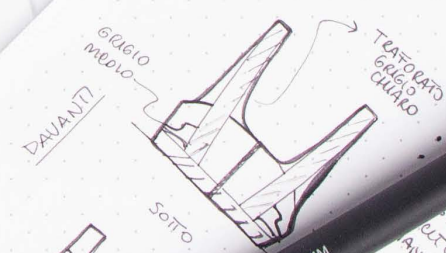


no.

COLORI



DIETRO



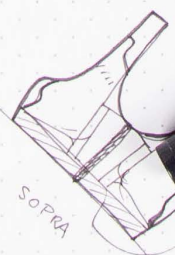
DAVANTI

GRIGIO MEDIO

TRAFORATO GRIGIO CHIARO

SOTTO

0.2MM



SOPRA

GRIGIO MEDIO

TRAFORATO CHIARO

TUBE SOTTO NERE  
PRIVE SOPRA  
FRANTO RIFLENTI  
TUBE ELASTICI  
ANCHE

DIETRO

SOTTO

FERMA ELASTICI  
→ TRAFORATI  
→ TESSUTI



Deciso quindi lo scheletro della struttura, è stato tempo di passare a crearne il corpo e qui sono venuti in aiuto i risultati forniti dall'algoritmo a partire dalle mappe termiche. Studiando per ogni categoria, davanti e dietro dell'uomo e davanti e dietro della donna, dove posizionare l'acqua, sono state generate diverse forme di tessuto che potevano essere compatibili con le mappe trovate. Per farlo si è proceduto attraverso schizzi su carta normale, su carta trasparente e tramite cartamodelli reali per capire le dimensioni. In questa fase, mentre si procedeva a capire la struttura del tessuto, in parallelo è stata studiata anche la forma del serbatoio.

Risultava infatti chiaro che i serbatoi esistenti non potevano essere compatibili con i dati trovati dagli algoritmi e con le forme che si stavano generando; perciò, si è pensato ad un serbatoio dalla conformazione diversa, più organica rispetto a quella in commercio, ma che preservasse alcune caratteristiche fondamentali quali un'ampia apertura per una migliore pulizia e caricamento dell'acqua e una facile chiusura. Come si vedrà più avanti, alla fine è stato chiaro che il serbatoio unico non avrebbe funzionato, perciò se ne sono creati due che portano diversi vantaggi spiegati nel prossimo capitolo.

A questo punto l'oggetto stava iniziando a delinearsi, perciò si è passato a considerare nella progettazione l'analisi del benchmark e tutte le caratteristiche degli oggetti esistenti: si sono mantenute quelle che sono risultate essenziali per un buon gilet di idratazione e si sono eliminate le caratteristiche più criticate dagli utenti. Si sono fatti anche alcuni aggiustamenti per migliorare l'apertura delle tasche, la posizione del tubo e dei diversi accessori. Questa parte di progettazione è stata fatta nel modo tradizionale con schizzi, idee e aggiustamenti continui al progetto in cicli di diverse iterazioni. Quello che è risultato differente è stato il tempo speso per creare il concept, ci è voluto infatti un quinto di quello che si impiegherebbe normalmente per questa fase e in pochi giorni si è arrivati alla forma definitiva.

Come ultimo step, dai risultati ottenuti dall'algoritmo a partire dalle mappe di sudorazione, si è realizzato il pattern di traforazione per garantire massima traspirabilità al tessuto. Finalmente quindi, Aliqua ha preso **forma** diventando l'oggetto che è oggi.

**Data is a tool  
for enhancing  
intuition**



Forma  
Estrutur  
→ Material  
→ Tessuto

Forma  
Estrutur  
→ Material  
→ Tessuto

SCHEMA DA

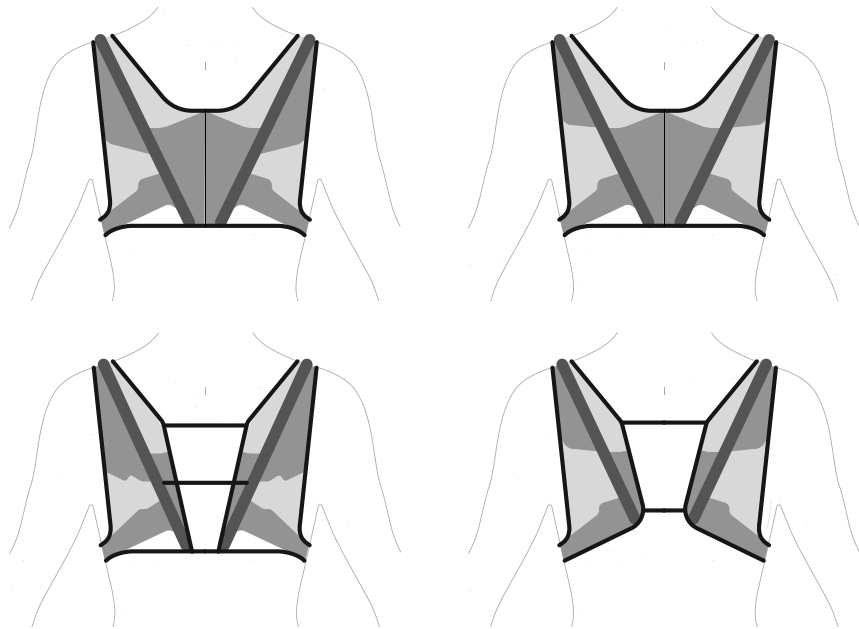
SCHEMA DA

PUNTO

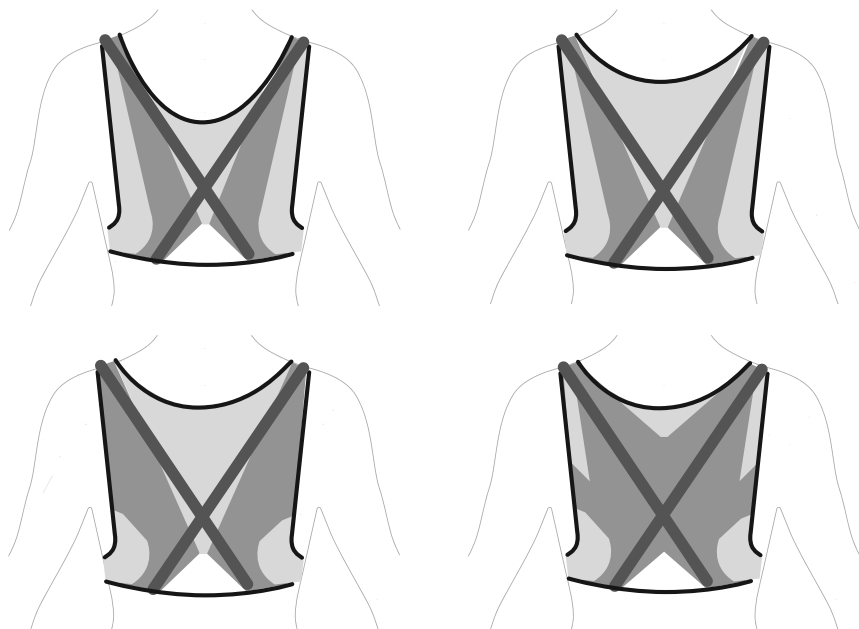
PUNTO



## Studi per fronte



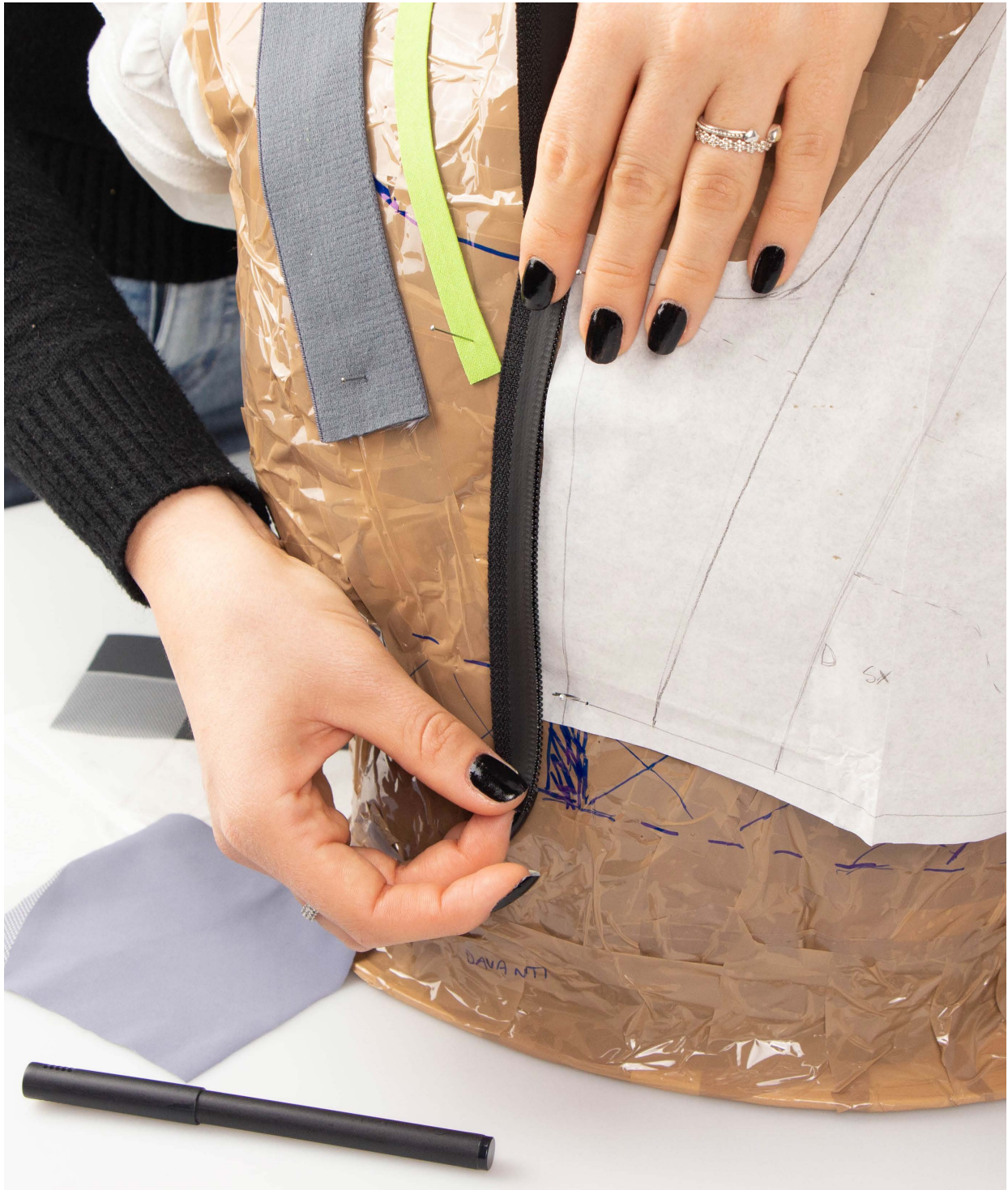
## Studi per retro



A sx: utilizzo della carta lucida per capire come creare la forma definitiva a partire dai risultati degli algoritmi  
Sopra: iterazioni grafiche per esplorare come i risultati ottenuti dagli algoritmi possano combinarsi tra loro per andare a creare la forma definitiva







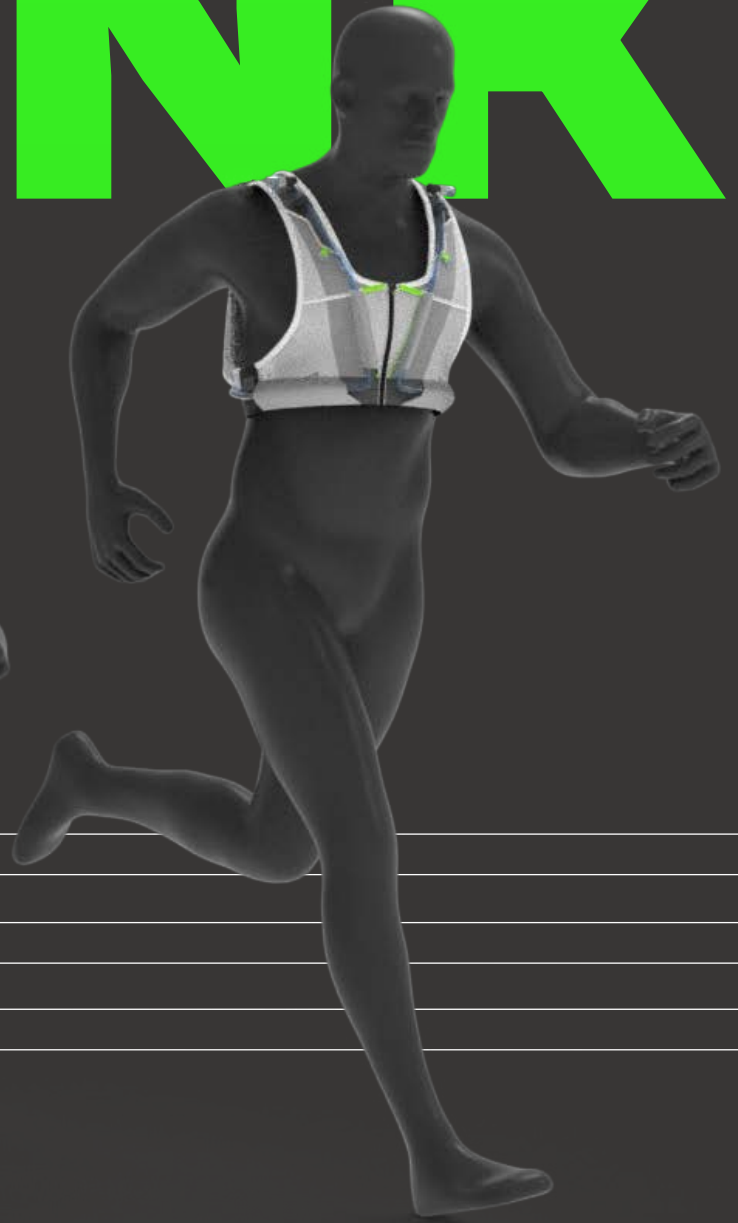
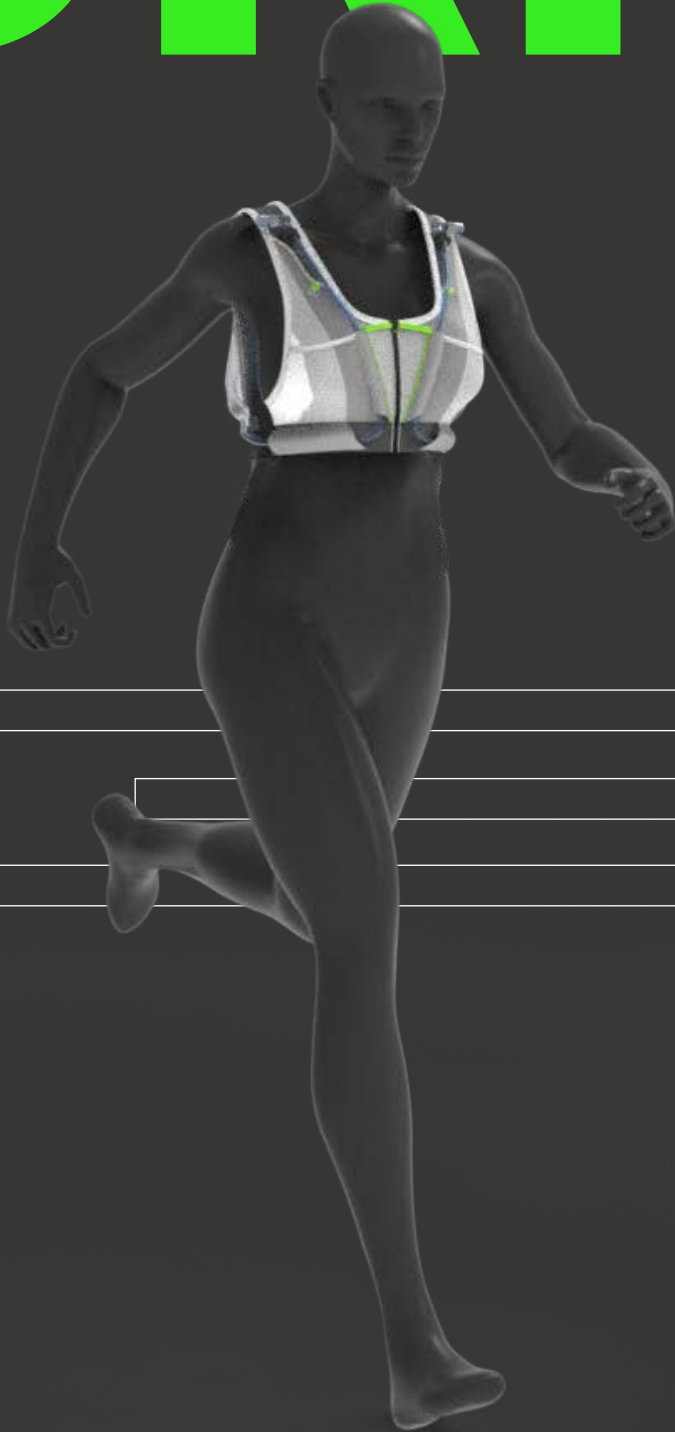
A sx: prove di materiali e cartamodelli  
Sopra: prove di materiali e cartamodelli sul manichino

# 4.2

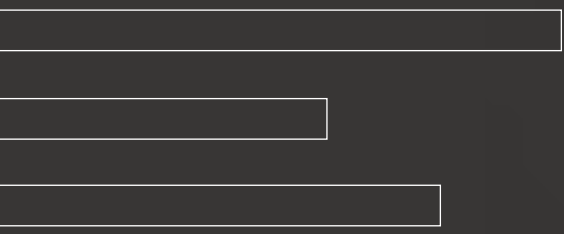
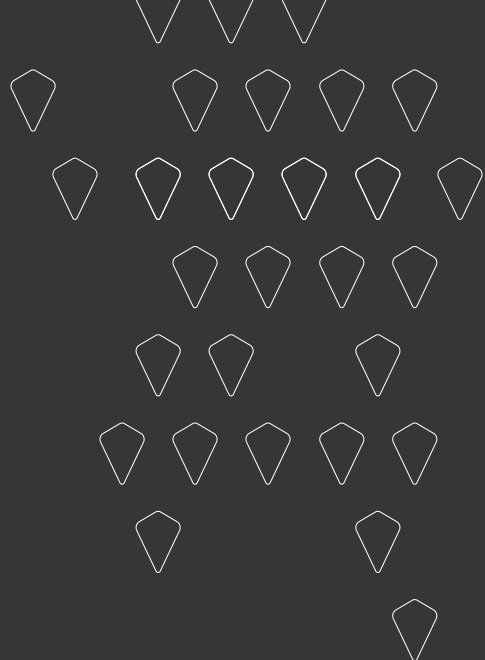
# Aliqua



**DRINK**



**AN**

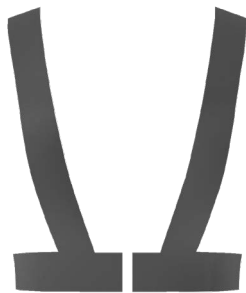


**ID** RUN



**01**

Elastici



**01**

Elastici



**02**

Tessuti  
base



**02**

Tessuti  
base



**03**

Tasche  
traforate



**03**

Tasche  
traforate



**04**

Dettagli  
finali



**04**

Dettagli  
finali



Fronte

Retro

Processo di creazione di Aliqua donna partendo dalla base degli elastici fino ad arrivare ai dettagli



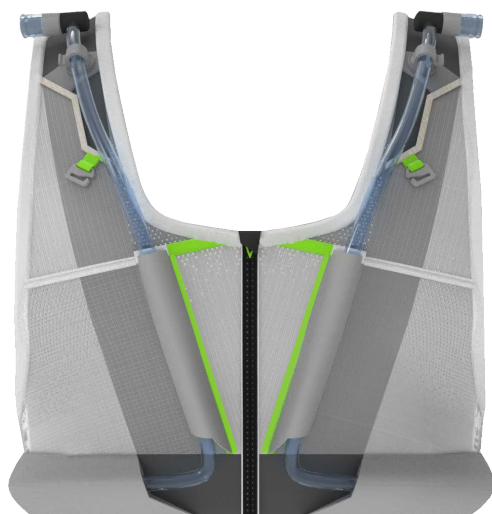
# Struttura

La struttura di Aliqua è stata creata tramite diversi **passaggi**. Come visto nel paragrafo precedente, avendo a disposizione dei dati molto precisi forniti dai diversi algoritmi, non è stato difficile metterli insieme per andare a creare la forma definitiva. Qui a fianco, vengono mostrati i diversi strati di cui è fatto Aliqua per donna e di come si sono realizzati. Ovviamente, per l'uomo il procedimento è stato lo stesso, perciò sono stati riportati solo i risultati finali.

Come base, è stata utilizzata la forma degli elastici che davanti e dietro dovevano avere conformazioni e angolazioni precise per poter seguire la biomeccanica del corpo. Dopodiché si è studiato il tessuto base con i pattern di traspirazione a partire dalle mappe termiche e di sudorazione di diversi atleti. Questo passaggio è stato il più delicato perché si dovevano far combaciare i diversi risultati ottenuti e al tempo stesso capire anche come questo strato si sarebbe unito al successivo. Il terzo

step, infatti, è stato quello di creare il secondo layer di tessuto per ricavarne delle tasche. Ci sono volute diverse **iterazioni** tra il primo e il secondo passaggio per arrivare ad avere Aliqua nella forma definitiva odierna. Inizialmente si era lasciato troppo poco tessuto sotto che non permetteva di avere abbastanza spazio per il serbatoio nel retro, mentre la parte frontale era appena sufficiente per il tubo e una tasca di piccole dimensioni. Studiando e cambiando lentamente i punti critici si è arrivati ad un buon compromesso tra risultati degli algoritmi, fattibilità del progetto, peso e dimensioni ridotte ma con tasche capienti. L'ultimo passaggio è stato quello di definire il tutto con dettagli e cuciture, ma avendo una buona base di partenza è stato piuttosto semplice.

Una nota importante da ricordare è che Aliqua nasce per esser indossato sopra ad altri tessuti tecnici, ma non direttamente sulla pelle, perciò le traforature, anche se molto accentuate, non lasciano trasparire nulla e anzi aumentano solamente la traspirabilità.



A sx: ultimo step della creazione della parte frontale di Aliqua uomo



A dx: ultimo step della creazione della parte retro di Aliqua uomo

# Serbatoio

Il serbatoio è uno degli **elementi fondamentali** del progetto e la sua forma è il risultato diretto di diverse considerazioni. Dietro se ne trovano due, ciascuno dalla capienza di 750 ml, che permettono di trasportare sulla schiena un litro e mezzo di acqua. Se questo non bastasse, le tasche davanti possono ospitare due borracce morbide da 500 ml ciascuna, arrivando ad un totale di **due litri e mezzo** complessivi, più che sufficienti per un corridore di distanze medio-lunghe. Il serbatoio presenta un'apertura larga e metodo di chiusura come quello usato attualmente dai serbatoi Decathlon e si può agganciare nelle tasche dietro tramite piccoli gancetti fissati al loro interno. Essendo le tasche traforate per quando si usa un solo serbatoio o nessuno, i serbatoi sono stati pensati per essere utilizzati con un'apposita **sacca termica** che li copre totalmente fino alla chiusura.

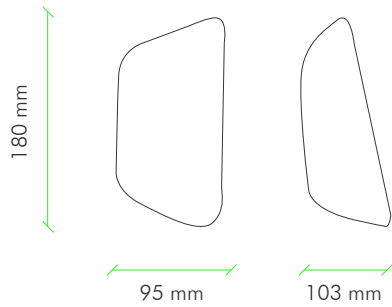
Le mappe termiche hanno mostrato chiaramente come la parte centrale della schiena, sia nell'uomo che nella donna, sia quella che risulta scaldarsi e sudare di più durante l'attività fisica e tutti i serbatoi che sono ora in commercio sono posizionati proprio in quel punto. Per questo motivo molti consumatori lamentano un surriscaldamento del serbatoio che non rende piacevole bere l'acqua contenuta al suo interno anche dopo solo un'ora di percorso. **Dividere** quindi il serbatoio a metà è stata una delle prime idee a cui si è pensato, soluzione che è stata confermata anche da altri due fattori: il primo viene dalla **biomeccanica** per cui risulta vincente dividere il serbatoio per avere più libertà di movimento senza pesare troppo sulle spalle e il secondo viene dagli utenti di gilet di idratazione. Moltissimi atleti, infatti, sciogliono nel serbatoio principale degli **integratori** per bilanciare i sali minerali persi durante la corsa, ma al tempo stesso si trovano costretti a portarsi dietro altre mini-borracce con acqua pulita per non bere sempre e solo dell'acqua con

sostanze disciolte dentro. Questo aspetto può sembrare insignificante, ma è stato riscontrato in molte recensioni e due serbatoi risolvono il problema.

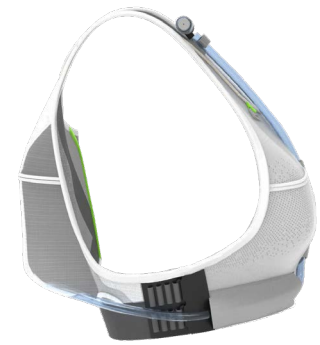
Ulteriore punto di nota è il **tubo** che dal serbatoio, contrariamente a quelli ad oggi in commercio, passa dentro al tessuto fino ad agganciarsi con un piccolo magnete nella parte superiore della spalla. Questo percorso è molto importante perché coprire il tubo ha due vantaggi non di poco conto: tiene il tubo più fermo e al tempo stesso lo protegge maggiormente dal sole. Essendo il tubo sottile, quando si corre sotto il sole, l'acqua che rimane nella sezione del tubo si scalda molto velocemente, così tanto in fretta che dopo due ore può già sviluppare al suo interno dei batteri che possono portare a dissenteria, oltre a essere sgradevole per il corridore che deve bere il primo sorso d'acqua molto caldo. La maggior parte degli atleti ovvia al problema sputando il primo sorso di acqua che bevono. Questo però, oltre ad essere uno spreco, è una beffa: dopo aver portato del peso in più addosso durante la corsa si deve anche buttarne via una parte preziosa. Coprendo il tubo, questi problemi vengono diminuiti di molto se non eliminati. In Aliqua quindi solo la parte finale del tubo, di pochi centimetri, rimane scoperta, per poter permettere di bere facilmente. Una volta bevuto, l'atleta può riporre il tubo, tramite una calamita, nell'apposito alloggiamento con un gesto semplice e veloce.

## Donna

Tavole tecniche serbatoio e confronto del gilet con e senza il serbatoio



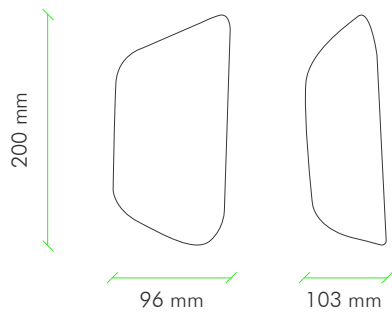
Senza serbatoio



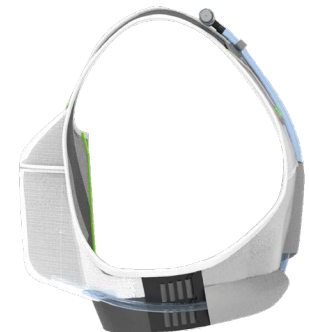
Con serbatoio

## Uomo

Tavole tecniche serbatoio e confronto del gilet con e senza il serbatoio



Senza serbatoio



Con serbatoio



In alto a sx: aggancio magnetico per il tubo dell'acqua al corpetto  
In basso a sx: serbatoio con copertura termina e apertura del serbatoio

In basso a dx: percorso dell'acqua





In alto: utilizzo del gancio magnetico per bere dal tubo

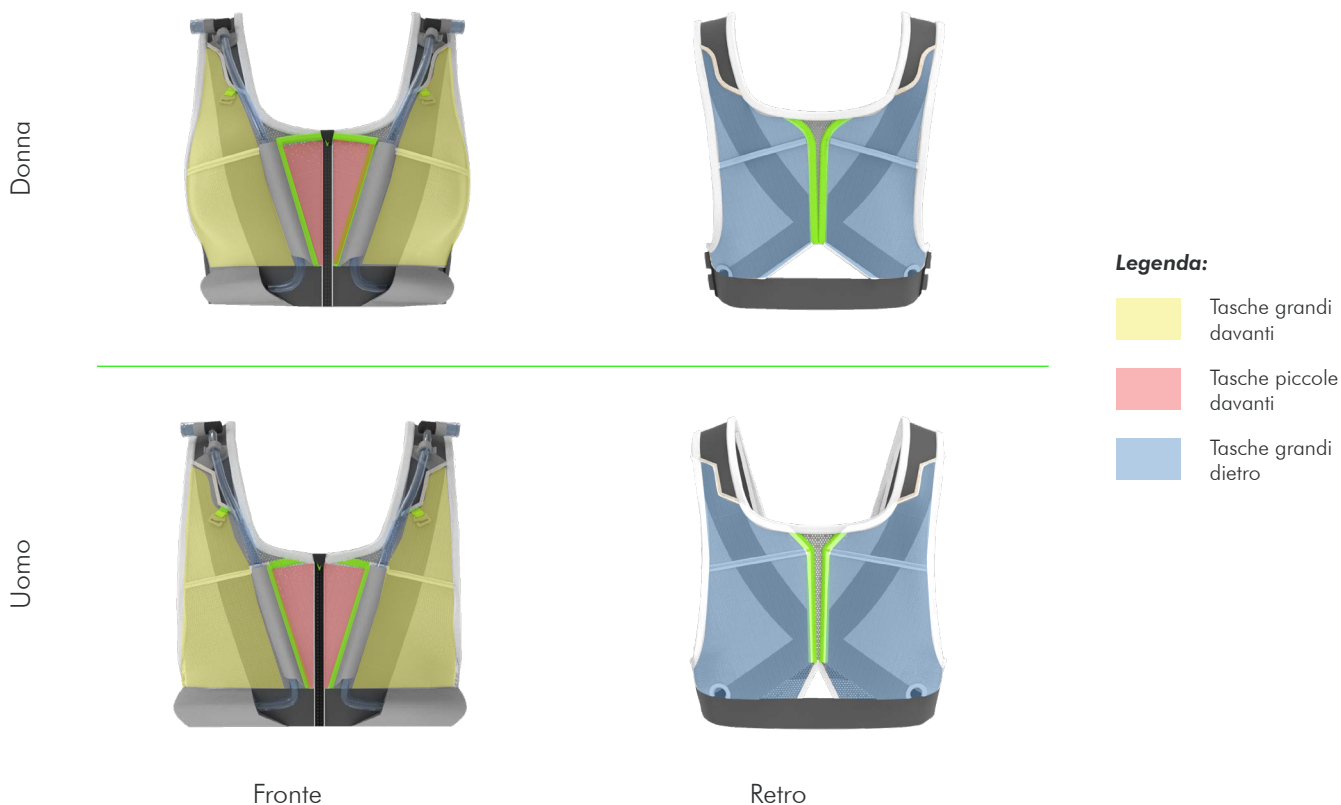
In basso: come il tubo si inserisce nel tessuto diventando parte integrante di Aliqua e rimanendo protetto da agenti esterni durante la corsa

# Tasche

I gilet di idratazione sono indumenti che si indossano quando si ha bisogno di avere con sé alcune cose fondamentali mentre si corre, perciò le tasche e la loro **capienza** ricoprono un ruolo molto importante. Come visto nella sezione del serbatoio, le tasche dietro sono due e possono contenere due serbatoi da 750 ml ciascuno con rivestimento termico, ma nel caso non servisse così tanta acqua si potrebbe anche decidere di tenere un solo serbatoio e usare l'altra tasca per portarsi uno strato di vestiti aggiuntivo o altri elementi di medie dimensioni come batterie di ricarica o cibo. Frontalmente invece, si trovano quattro tasche: le due laterali sono le più capienti e possono contenere un telefono cellulare, del cibo, dei foulard o strati aggiuntivi di piccole dimensioni, oppure

una borraccia morbida da 500 ml nel caso servisse ulteriore acqua durante l'allenamento. Nelle due tasche centrali invece ci stanno perfettamente due barrette o snack energetici oppure oggetti dalle dimensioni più contenute come chiavi o simili.

Ogni tasca, tranne le due centrali, è dotata di **gancetti** interni per fissare bene gli oggetti e far sì che non si muovano eccessivamente, qualità resa ancora migliore grazie al **tessuto traforato elasticizzato**, di cui sono fatte tutte le tasche, adattandosi alla forma dell'oggetto che contengono. Le aperture delle tasche sono doppie e rimane una fascetta elasticizzata a chiuderle.

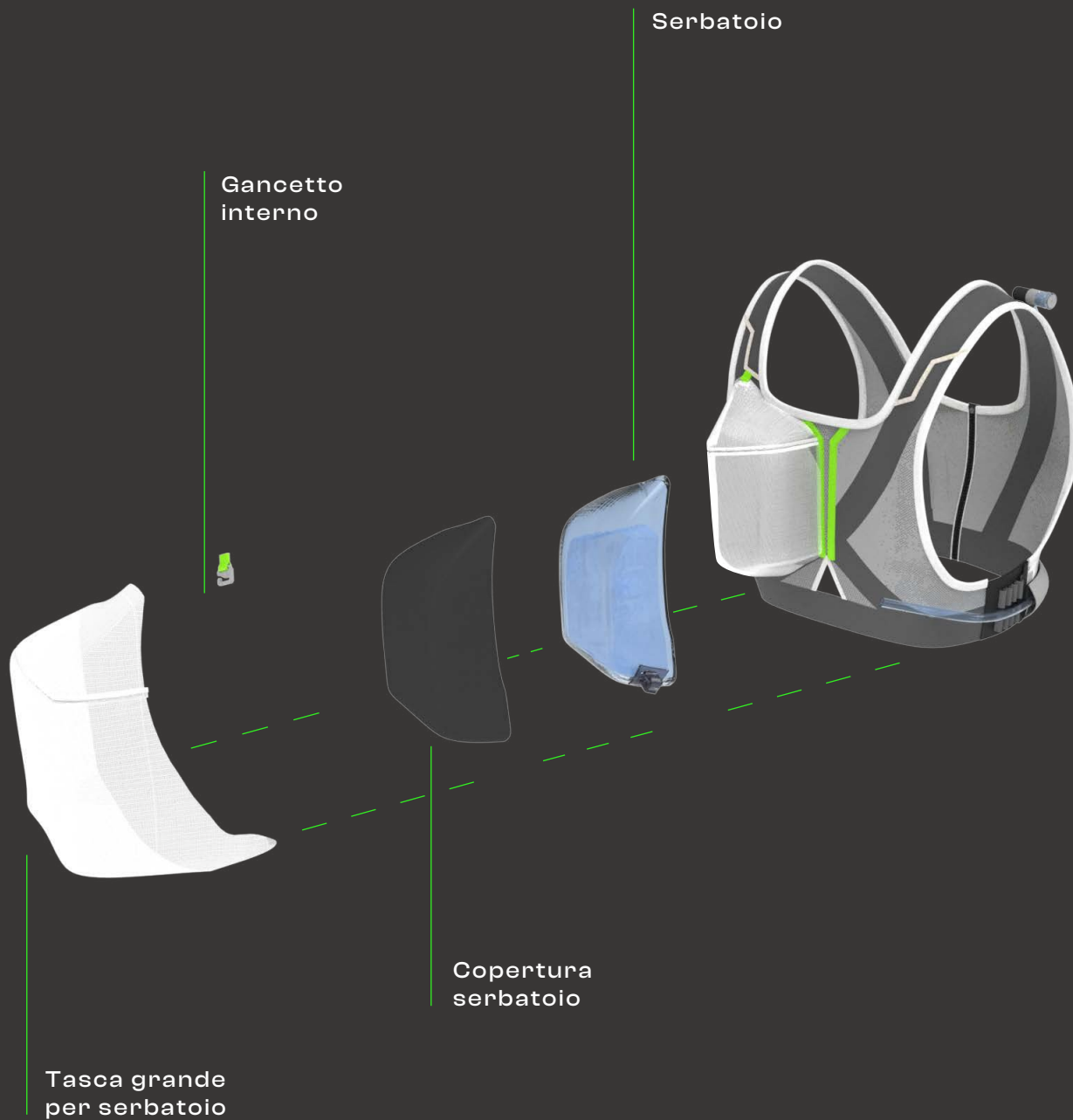




In alto: capienza delle tasche dietro con serbatoio in Aliqua donna indossato

In basso: capienza delle tasche davanti in Aliqua donna indossato





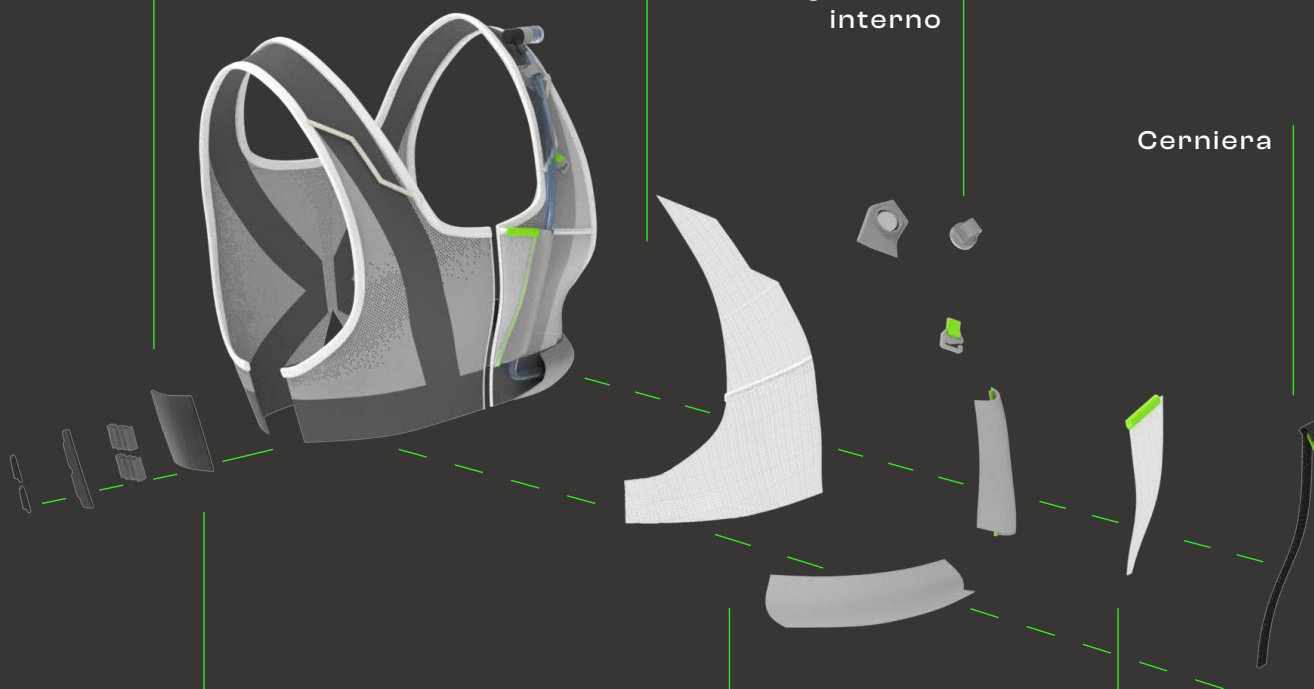


Gancetti  
laterali

Tasca  
grande

Aggancio tubo  
e gancetto  
interno

Cerniera



Asole

Copri tubo

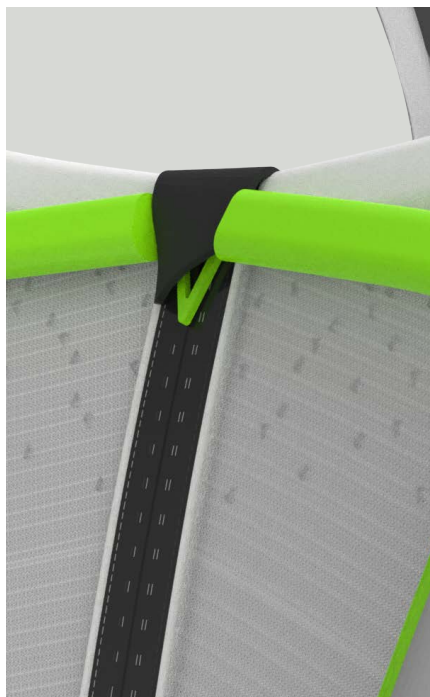
Tasca  
piccola

# Regolazioni

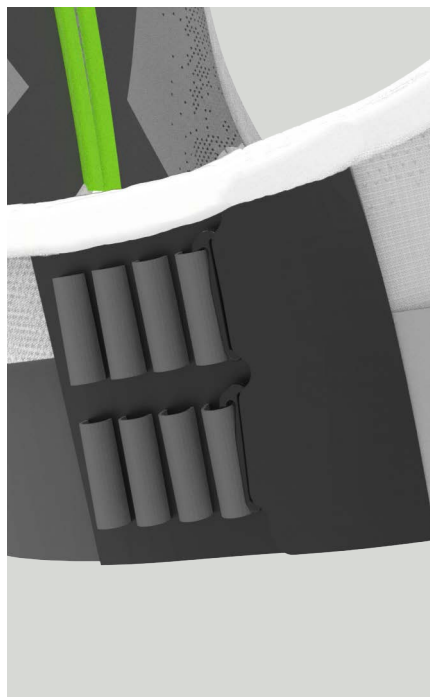
Aliqua deve necessariamente essere un oggetto **comodo da indossare** perché durante lo sport non deve intralciare la performance, ma solo potenziarla. Per questo motivo la sua **vestibilità** è stata dall'inizio un importante dettaglio da tenere in considerazione e si è deciso di agire sulle due dimensioni che permettono ad un gilet di adattarsi al corpo: la circonferenza del busto e la sua lunghezza. Per quanto riguarda il primo punto, Aliqua presenta una fascia elastica per tutta la circonferenza che lo tiene ben saldo al corpo, inoltre ha dei gancini laterali che permettono di adattarsi alle esigenze di ogni atleta. Per il secondo punto invece

bastano gli elastici a rendere Aliqua comodo e efficiente per il suo scopo: rimanere aderente, ma senza soffocare. Gli elastici, che vanno da una parte all'altra, passando per le spalle, compiono bene questo compito.

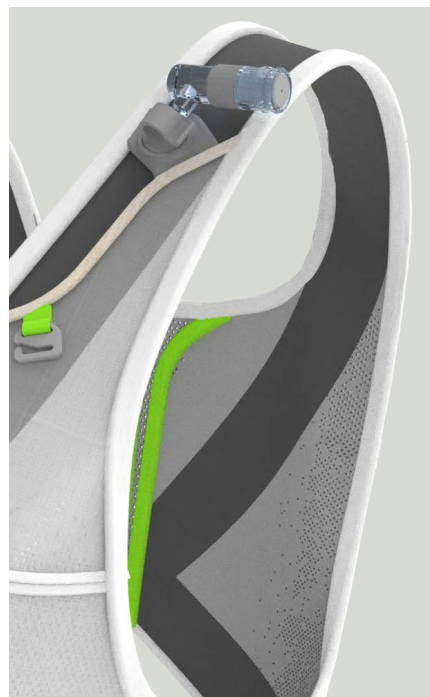
Per avere una facile apertura e chiusura si è deciso di optare per una chiusura a zip sul davanti, così che le regolazioni laterali vengano modificate solamente nelle prime occasioni e poi, una volta capita la misura perfetta per il corridore, non vengano più toccate, ma rimangano sempre le stesse. Indossare e togliersi Aliqua in questo modo è facile e veloce.



Regolazione apertura e chiusura tramite cerniera



Regolazione circonferenza del busto tramite gancetti laterali



Regolazione altezza del busto tramite elastici

# Elastici

Regolazione per la lunghezza del busto



# Cerniera

Apertura facile e veloce

# Gancetti

Regolazione per la circonferenza del busto









A sx: chiusura della cerniera frontale  
Sopra: regolazione dei gancetti laterali

# Materiali

Per indumenti tecnici i materiali fanno sempre la differenza e Aliqua non fa eccezione. I materiali scelti sono leggeri, traspiranti e dalle **alte prestazioni**. Essendo Aliqua fatto di più strati, questi sono di diverso tipo a seconda della zona in cui sono utilizzati. In particolare, gli elastici sono abbastanza larghi per garantire maggiore aderenza al corpo. Passando poi al tessuto di base traforato è stato pensato ad un tessuto tecnico ad alta traspirabilità che garantisce leggerezza, resistenza ed elasticità elevate. Le tasche sono di materiale traforato elastico con chiusure anch'esse elasticizzate. I serbatoi sono realizzati in plastica morbida, che garantisce tenuta e flessibilità e ricoperti di un materiale che isola bene dagli agenti

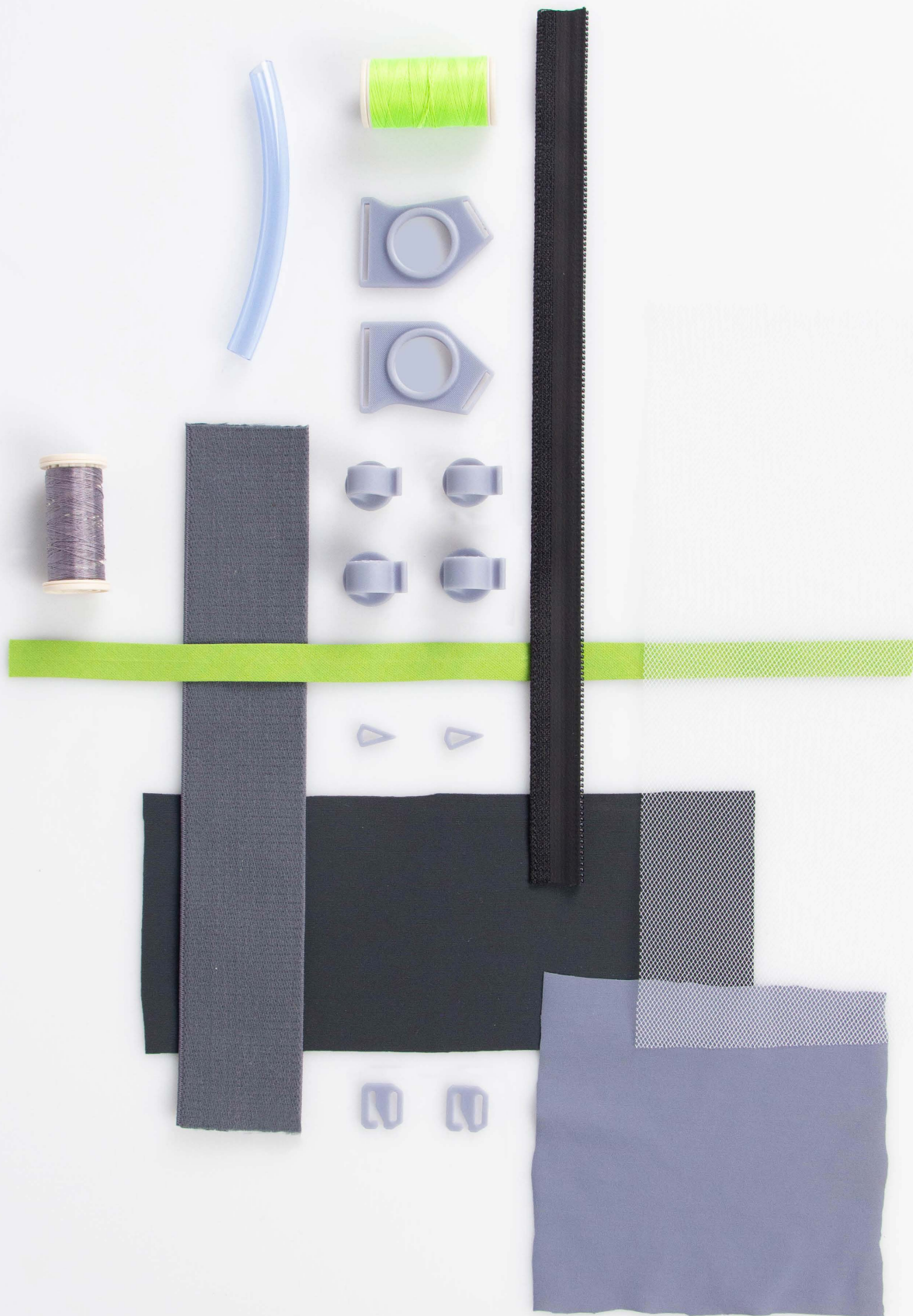
esterni facendo da "borsa termica". Anche i bordi sono realizzati con fettucce elastiche e le cuciture con un filo a pattern diagonale, creato con una apposita macchina da cucire industriale che permette di mantenere intatta l'elasticità dei tessuti. Ci sono anche alcuni dettagli in plastica come i gancetti interni alle tasche e quelli con i magneti per riporre il tubo di plastica. Piccola nota è riservata alle cuciture in alto sulle spalle sia nel fronte che nel retro che sono realizzate con fettucce di materiale rinfrangente così da essere visibili anche durante le corse notturne.

In Aliqua, ogni **dettaglio** non è stato lasciato al caso.



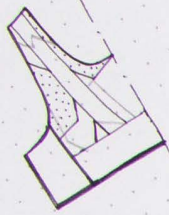
Sopra: la traforatura delle tasche permette di lasciar vedere il pattern sotto, in più le cuciture diagonali lasciano intatta l'elasticità  
A dx: moodboard dei materiali utilizzati





IRSAP

ALIQUA



OVINO

DAVANTI

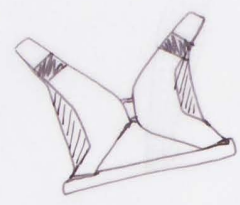
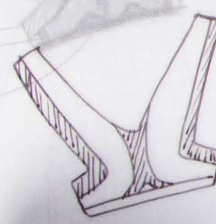
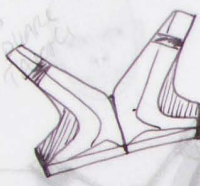
LINEA  
DRIFE,  
OPPOSIZIONE  
ALCA DONNA  
+ MORBIDA

Cinabarra Frontale

0.7MM



LINEA ESTERNA  
VAIHO SOLO  
AD INDIVIDUARE  
EUTRICO



TESSO

MEDI



→ tiene ?









Prototipo di Aliqua donna fronte





Prototipo di Aliqua donna retro



# Conclusioni

Questo percorso di tesi mi ha portato a creare **Aliqua**, un gilet di idratazione per corridori più efficiente rispetto a quelli ad oggi in commercio, grazie all'uso del design computazionale, che è stato usato in diverse modalità durante la fase di progettazione. Si potrebbe dire che Aliqua ha **preso vita** grazie a diversi step: gli algoritmi generativi hanno dato ad Aliqua la sua struttura principale, il suo "scheletro", che ha mostrato quali parti dovevano essere più resistenti e al tempo stesso più elastiche. È stato usato poi un altro algoritmo, che a partire dai dati della temperatura corporea, ha dato ad Aliqua quelli che potrebbero essere definiti come i "muscoli", perciò la posizione esatta dei tessuti di base e la forma del serbatoio dietro, fondamentale per l'intera progettazione e un'innovazione rispetto a quelli odierni. Un terzo algoritmo, a partire dai dati sulla sudorazione corporea, ha definito quali pattern di traforazione seguire per mantenere una buona traspirabilità e andare quindi a creare la "pelle" di Aliqua. Infine, in tutto questo ha avuto un ruolo cruciale anche la progettazione intuitiva, che ha assemblato tutti i dati e ha definito e snellito il progetto, aggiungendo i dettagli e le cuciture, e creando quindi il "sistema nervoso" di Aliqua.

Aliqua è solo uno dei tanti **esempi pratici** tra cui si poteva scegliere per studiare e capire come il design computazionale può effettivamente potenziare il ruolo del designer durante la progettazione. In questo caso, infatti, sono stati presi in considerazione certe tipologie di dati affini al progetto, ma il design computazionale potrebbe essere usato potenzialmente con qualsiasi tipo di dato, purché dietro ad esso ci sia un designer che sappia come gestire quella tipologia di informazione e come creare un algoritmo ad hoc per sfruttarla al meglio per i propri scopi.

Progettare Aliqua ha messo in luce diversi **aspetti del design computazionale**: come questo velocizzi di molto il processo progettuale, come e quanto sia versatile in quanto potrebbe essere applicato ad un'infinità di progetti e come possa essere un valido alleato del

designer in diverse fasi della progettazione. Il design computazionale infatti non è uno strumento definito, ma è in continua evoluzione e assume forme diverse a seconda delle esigenze del designer e del progetto, facendolo risultare l'approccio vincente per più soluzioni.

Una delle **paure** maggiormente associate all'utilizzo di questa tipologia di design è quella della sua difficoltà di apprendimento. Molti designer quando sentono parlare di design computazionale si bloccano pensando come prima cosa: "ma io sono un progettista, non uno sviluppatore di software!". Anche io inizialmente ho avuto questo timore, non lo nego, ma per una sfida contro me stessa mi sono messa in gioco e i risultati sono stati al di sopra delle mie aspettative. Mi sono interessata al tema iniziando questa tesi e in pochissimo tempo, meno di quello preventivato, ho imparato a creare algoritmi diversi tra loro e usare piattaforme di cui non avevo mai sentito parlare. Inoltre, essendo una neofita in questo campo, sicuramente nel futuro velocizzerò ancora di più la creazione dell'algoritmo così da ridurre maggiormente i tempi di progettazione, comunque già minori rispetto ad un percorso tradizionale.

In un mondo dove i **dati** diventeranno la risorsa e probabilmente la moneta principale del futuro, credo che sempre più designer ad oggi debbano avvicinarsi al design computazionale. Alleandoci con il computer potremo essere sempre più veloci nelle progettazioni e nell'ideazione di prodotti che risulteranno migliori.

I dati non sono più degli elementi intangibili, i dati ci influenzano, i dati ci guidano e in definitiva ad oggi dai dati possiamo creare oggetti reali. Il designer è destinato a diventare un **team** con i computer, e vista la velocità con cui quest'ultimi si stanno potenziando, io personalmente non vedo l'ora di scoprire quali altre opportunità si presenteranno da questa collaborazione.

# Bibliografia e Sitografia

Coull, N. A., West, A. M., Hodder, S. G., Wheeler, P., & Havenith, G. (2020). *Body mapping of regional sweat distribution in young and older males*. European Journal of Applied Physiology

Fournet, D., Hacenth, G., Redortler, B. (2012). *A method for whole-body skin temperature mapping in humans*. Thermology International

Fournet, D., Ross, L., Voelcker, T., Redortier, B., & Havenith, G. (2013). *Body mapping of thermoregulatory and perceptual responses of males and females running in the cold*. Journal of Thermal Biology

Havenith, G., Smith, C. J. (2012). *Body mapping of sweating patterns in athletes: a sex comparison*. Institutional Repository Appalachian State University

Smith, C. J., & Havenith, G. (2019). *Upper body sweat mapping provides evidence of relative sweat redistribution towards the periphery following hot-dry heat acclimation*. Temperature journal

Smith, C. J., & Havenith, G. (2009). *Body mapping of sweating in male athletes*. Environmental Ergonomics Research centre

Tanda, G. (2015). *The use of infrared thermography to detect the skin temperature response to physical activity*. Journal of Physics: Conference Series 655

Tanda, G. (2017). *Total body skin temperature of runners during treadmill exercise: A pilot study*. Journal of Thermal Analysis and Calorimetry

---

Brossard, M., Gatto, G., Gentile, A., Merle, T., Wlezien, C. *How generative design could reshape the future of product development* (s.d.). Recuperato 20 maggio 2022, da <https://www.mckinsey.com/capabilities/operations/our-insights/how-generative-design-could-reshape-the-future-of-product-development>

Cambianica, C., (s.d). *Using Generative Design to Build the Performance Bike of the Future* | Autodesk University. (s.d.). Recuperato 07 giugno 2022, da <https://www.autodesk.com/autodesk-university/es/node/132780>

Conti, M. (2017). *The incredible inventions of intuitive AI* | Ted Talk. Recuperato 10 giugno 2022, da <https://www.youtube.com/watch?v=aR5N2Jl8k14>

*Linking running motion to ground force: The concise physics of running*—YouTube. (s.d.-a). Recuperato 10 luglio 2022, da <https://www.youtube.com/watch?v=PfHNOwmmik4>

Mauriello, J. *AI Designed this Product: These Tools are the Future of Design*. Recuperato 25 maggio 2022, da [https://www.youtube.com/watch?v=sy\\_llq2yq9U](https://www.youtube.com/watch?v=sy_llq2yq9U)

Oxman, N. (s.d.). *Neri Oxman: Design at the intersection of technology and biology* | TED Talk. Recuperato 02 maggio 2022, da [https://www.ted.com/talks/neri\\_oxman\\_design\\_at\\_the\\_intersection\\_of\\_technology\\_and\\_biology](https://www.ted.com/talks/neri_oxman_design_at_the_intersection_of_technology_and_biology)

Rhodes, M. (s.d.). *Check Out Nike's Crazy New Machine-Designed Track Shoe*. Wired. Recuperato 13 giugno 2022, da <https://www.wired.com/2016/07/check-nikes-crazy-new-machine-designed-track-shoe/>

*Running Exercises: Why the Upper Body Rotates during Running!* - YouTube. (s.d.). Recuperato 10 luglio 2022, da <https://www.youtube.com/watch?v=tWfhYJYCdMY>

Simonite, T. (2020). *Artist Refik Anadol Turns Data Into Art, With Help From AI*. Recuperato 16 giugno 2022, da <https://www.wired.com/story/artist-refik-anadol-turns-data-art-help-ai/>

*The Ultimate Running Speed Equation. Part 1 of 12—Introduction.* - YouTube. (s.d.). Recuperato 11 luglio 2022, da [https://www.youtube.com/watch?v=\\_PurDOEBB84&list=PLFY2qx\\_fuuWU2YdmXDwzdCtaFtZ5sf3XA](https://www.youtube.com/watch?v=_PurDOEBB84&list=PLFY2qx_fuuWU2YdmXDwzdCtaFtZ5sf3XA)

Wintour, P. (2021, luglio 26). *Generative design fail: Why aligning design goals and digital processes is important*. Parametric Monkey. Recuperato 20 maggio 2022, da <https://parametricmonkey.com/2021/07/27/generative-design-fail/>

RINGRAZIAMENTI

RINGRAZIAMENTI

**RINGRAZIAMENTI**

RINGRAZIAMENTI

RINGRAZIAMENTI



Primo fra tutti, vorrei ringraziare il mio relatore, il prof. Andreas Sicklinger, che non è stato solo un relatore, ma molto di più: mi ha accompagnato in questo percorso accademico per ben tre anni, a partire dall'ultimo anno di Laurea Triennale fino ad oggi. In questi tre anni per me è stato tante cose, è stato un relatore, per ben due volte, un datore di lavoro, un mentore e più in generale una persona che mi ha fatto vedere le cose da un'altra prospettiva. Con il suo ottimismo mi ha portato a conoscere e sperimentare nuove realtà e a spingermi sempre più in là di quello che credevo fosse il mio limite. Per questo e per altro, lo ringrazio infinitamente, grazie a lui sono diventata una designer più completa.

Vorrei poi ringraziare i miei genitori che mi sostengono da sempre in tutto ciò che faccio. In questi ultimi due anni non sono stati da meno, non mi hanno fatto mai mancare niente e mi hanno spronato a migliorarmi e a fare sempre meglio. Grazie a loro ho superato i bassi che ci sono stati e ho gioito degli alti. Grazie, grazie, grazie. In particolare, vorrei ringraziare mia mamma per tutti gli infiniti piccoli aiuti e consigli che mi dà ogni giorno, sono preziosi e anche se sembrano di poco conto senza non saprei come fare. In più è stata una sarta preziosa per la buona riuscita del prototipo, senza di lei non so cosa sarebbe venuto fuori! Vorrei inoltre ringraziare mio babbo per le nostre lunghe chiacchierate, sul futuro e sulle possibilità della vita, sono momenti che rimarranno sempre con me e che mi porterò sempre nel cuore.

Un altro importantissimo ringraziamento è per il mio fidanzato, che oltre ad essere diventato parte della mia quotidianità da un anno e mezzo a questa parte e aver cambiato città e vita per poter avvicinarsi a me, è stato un sostegno prezioso in molti momenti in cui mi sentivo persa. Quando mi è sembrato di smarrire la strada, con lui l'abbiamo ritrovata insieme. Lo ringrazio per tutto l'amore che ci ha accompagnato e che ci accompagnerà ancora, qualunque sarà il futuro. Ringrazio tantissimo anche tutta la sua famiglia che mi ha sempre fatto sentire parte di loro e della loro casa, ogni volta che ci vediamo.

Infine, un super ringraziamento è per tutte le mie amiche. Quelle con cui ci conosciamo da una vita che riescono sempre a donarmi la spensieratezza quando ne ho bisogno e con le quali posso parlare praticamente di tutto senza filtri e quelle che invece ho conosciuto durante questo percorso con cui, oltre a condividere molti progetti, ho condiviso tante ore di chiacchiere, confessioni, lavoro e soprattutto emozioni. Grazie a tutte voi che avete reso tutto questo speciale.

Questi ringraziamenti potrebbero andare avanti ancora a lungo, ma per non dilungarmi ulteriormente, dedico un grazie anche a tutti coloro che non ho riportato qui, ma che sanno di aver fatto parte di tutto questo.

*Tea*







Personalmente, trovo che le parti più difficili in molte cose della vita siano sempre la fine e l'inizio. Inizialmente, infatti, si ha di solito molta confusione in testa, tante idee e ancora più voglia di iniziare e di intraprendere il percorso. Giunti al termine invece, i dubbi si sono sciolti, il lavoro è ben definito e si sente addosso tutta la fatica fatta per concludere ciò che si è iniziato, ma al tempo stesso, se si è lavorato bene, la soddisfazione è tanta. Nel mentre, ci sono alti e bassi, si è sempre molto presi da tutto ciò che accade e il tempo scorre veloce, lasciandoci raramente degli spazi per poter alzare la testa e vedere il quadro più grande.

Arrivata alla fine di questa elaborato è stato quindi necessario prendersi una giornata di pausa, un momento di distacco da tutto il lavoro svolto per poterlo guardare dall'alto, nella sua totalità. È stato un bel momento, un modo per riflettere non solo sulla fine di questa tesi, ma anche su tutto ciò che ho fatto per arrivarci, su due anni di magistrale e su tre anni di triennale. Questo lungo percorso accademico non è stato sempre semplice, ma gli sono molto grata, mi ha permesso di capire meglio chi sono, trovare la mia passione e sapere cosa voglio fare nella mia vita. Non so cosa mi aspetterà ora e quali strade prenderò, ma sono fiduciosa e credo di avere un'ottima base di partenza. Ora vedremo dove mi porterà la vita, ma ci tengo a farmi un augurio: mi auguro di trovare la mia realtà di mondo, di non precludermi nessuna possibilità, di sognare e realizzare ciò che ho sognato. Mi auguro di non disunirmi mai.

*Tea Vignoli*







