



Studio del processo di progettazione di una stampella sensorizzata

Candidato **Giulia Alessandri**
Matricola **0000887137**

Relatore **Leonardo Frizziero**
Correlatori **Luca De Marchi, Matteo Zauli**

Appello di laurea **5 febbraio 2021**

Alma Mater Studiorum | Università di Bologna
Dipartimento di Architettura | Laurea Magistrale in Advanced Design | A.A. 2019-2020

Sènsi

Studio del processo di progettazione di
una stampella sensorizzata

Giulia Alessandri

Indice

ABSTRACT	9
INTRODUZIONE	11
ROADMAP	12
01. RICERCA PRELIMINARE	15
Analisi dell'ambiente e stato dell'arte	17
Trends e scenario attuale	22
Casi studio	24
02. ANALISI DEL MERCATO	27
Profilo tecnologico	29
Scenario del mercato italiano	31
<i>System map</i>	32
03. IMPOSTAZIONE DEL PROGETTO	35
Metodi dell' <i>Industrial Design Structure</i> (IDeS)	37
Questionario	39
Bisogni emersi	42
QFD: <i>Quality Function Deployment</i>	44
Le <i>Six Questions</i>	44
Matrice di relazione per importanza relativa	46
Matrice di relazione per dipendenza/indipendenza relativa	47
Riepilogo: le caratteristiche qualitative	48
Benchmarking	49
Colonna dell'Innovazione	52

<i>Top-Flop Analysis</i>	53	Sistema prodotto-servizio	94
Matrice Cosa-Come	56	Modalità di utilizzo	94
Funzionalità aggiuntive	58	Modalità <i>real time</i>	96
Matrice di relazione per importanza relativa	59	05. COMUNICAZIONE E MARKETING	99
Obiettivi di progetto	60	Naming	101
Pianificazione	61	Prezzo	102
Budget	63	Target	105
04. SVILUPPO DEL PROGETTO	69	Canali di distribuzione	106
Progettazione del prodotto	71	06. PROTOTIPAZIONE	107
Architettura prodotto	71	Prodotto	109
Stile prodotto	73	Modello estetico	109
Analisi delle tendenze stilistiche	74	Modello funzionale	111
Bozzetti	76	Servizio	119
Sketch del prodotto	77	Modello estetico	119
Dimensionamento	78	Modello funzionale	122
Modellazione CAD	80	CONCLUSIONE	123
Disegno bidimensionale (2D)	80	ALLEGATO	127
Modello tridimensionale (3D)	82	Questionario: Quanto ti stanno simpatiche le stampelle?	129
Rendering	83	FONTI	137
Materiali e componentistica	84	RINGRAZIAMENTI	143
Progettazione del servizio	87		
Obiettivi del servizio	87		
Architettura dell'app	88		
Wireframe	92		
Interfacce utente	93		

Abstract

Lo studio presentato in questa tesi vuole riportare la ricerca e l'analisi di una nuova esperienza di utilizzo di una stampella, spinto dalla richiesta di migliorare la performance e l'interfaccia dello strumento con un paziente con rilevanti difficoltà motorie.

Analizzando lo stato dell'arte e la ricerca in ambito ortopedico, la stampella risulta essere lo strumento più comunemente utilizzato in caso di riabilitazione o difficoltà motorie, ma, allo stesso tempo, comporta rischi e ulteriori danni al paziente, nel caso vi sia un uso scorretto dello strumento.

Lo scopo principale del progetto è fornire un supporto, sia al paziente, sia alla terapia, tramite l'ottimizzazione e il miglioramento di alcuni elementi costituenti di una stampella e l'implementazione di un nuovo servizio.

Durante lo studio sono stati sfruttati i metodi dell'ingegneria industriale, utili per le fasi di sviluppo del progetto, ma si è cercato anche di dare importanza alla *user experience*, riportando considerazioni e opinioni di diversi utilizzatori della stampella.

Si spera che il risultato sia uno strumento funzionale, utile e soprattutto che vada incontro alle esigenze non solo dell'utente, ma anche delle figure che lo assistono, come il medico ortopedico o il fisioterapista.

Introduzione

La tesi vuole portare alla luce lo studio di una nuova tipologia di stampella mosso dalla necessità e dalla richiesta di risolvere problematiche e di migliorare le prestazioni dei dispositivi di assistenza presenti sul mercato attuale.

Di fatto, le stampelle sono uno degli strumenti di deambulazione più comunemente utilizzate in caso di danneggiamento della mobilità ad una gamba o ad entrambe.

Gli utenti interessati sono sia i pazienti con gravi limitazioni motorie, riconosciute come disabili, sia le persone che hanno subito una perdita di mobilità a causa di infortuni o operazioni chirurgiche.

Lo studio presentato nasce con l'intenzione di preoccuparsi che queste persone abbiano i giusti strumenti per poter affrontare la vita con un po' più di supporto e meno difficoltà.

La soluzione proposta non è un semplice *device* assistivo per la deambulazione, ma un oggetto personale e conformabile all'utente, in grado di fornire un sostegno non solo fisico, ma anche emozionale.

Nel capitolo 1 verrà affrontata l'analisi dell'ambiente, ovvero l'ambito ortopedico delle stampelle, e verranno espone le tendenze e i casi studio. Nel capitolo 2 viene rappresentata una panoramica del mercato italiano con le relazioni tra i diversi attori coinvolti. Dal capitolo 3 prende piede l'impostazione del progetto, avvalendosi degli strumenti di analisi dei bisogni e dell'ingegneria industriale, che porteranno, nel capitolo 4, al vero e proprio sviluppo del progetto, sia dal punto di vista del prodotto fisico, sia dal punto di vista del servizio che si vuole integrare. Nel capitolo 5 verrà proposto uno stile di comunicazione, dai valori che si vogliono trasmettere alla pubblicizzazione del progetto. Infine, il capitolo 6 sarà interamente dedicato alla realizzazione dei prototipi, digitali e fisici, e alle loro verifiche dimensionali e funzionali.

Roadmap

Ricerca dello stato dell'arte e dei trends in ambito *health*.

01

Applicazione degli strumenti per la definizione del concept.

03

Studio degli elementi comunicativi del progetto.

05

Analisi del mercato e degli attori coinvolti.

02

Progettazione e sviluppo del prodotto-servizio.

04

Studio e realizzazione dei prototipi.

06

Ricerca preliminare

01

La ricerca preliminare parte dall'analisi del mondo dell'ortesi medica, al fine di avere una buona conoscenza di questo settore.

Le stampelle sono dei dispositivi di assistenza ambulatoriale che forniscono un supporto qualora la mobilità di una o di entrambe le gambe sia compromessa. Sono importanti durante la fase di riabilitazione in quanto permettono alla persona meno abile di riapprendere abilità e conoscenze che gli permettano di diminuire il senso di disagio causato dal malessere.

L'utilizzo delle stampelle non sempre è apprezzato e spesso causa l'insorgere di sforzi aggiuntivi o altre problematiche legate alla salute dell'utilizzatore, il passo è lento e richiede una quantità di energia notevole.

Nonostante siano stati fatti dei progressi per migliorarne le prestazioni, ricerche recenti hanno mostrato la necessità di ulteriori perfezionamenti di questo strumento, approfondendo sia la specificità della disabilità dell'utente, sia la sua interazione e il design.

L'attenzione dovrebbe focalizzarsi sull'utente; in particolare le stampelle dovrebbero rispondere adeguatamente alle specifiche caratteristiche dell'utente stesso. Infatti, il modo di camminare con le stampelle cambia a seconda del tipo di disabilità.

Analisi dell'ambiente e stato dell'arte

La **stampella**, detta anche gruccia, è un **ausilio ortopedico per la mobilità** utilizzato per andare incontro a difficoltà motorie durante la deambulazione.

Tipicamente le stampelle si dividono in ascellari e antibrachiali.

Il primo brevetto registrato risale al 1908 e introduce una **stampella ascellare** con un manico, un appoggio per l'ascella e un sistema telescopico per aggiustare l'altezza (Hargrove, 1908).

Le stampelle ascellari sono utilizzate soprattutto negli USA ed in Canada da persone con temporanea disabilità o lesioni.

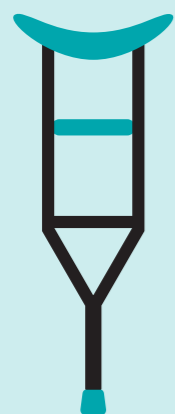
Sono stampelle che offrono un maggior supporto alla persona senza sforzare l'avambraccio e il polso, ma permettono meno libertà di movimento e sono più difficili da utilizzare rispetto alle stampelle antibrachiali.

Le **stampelle antibrachiali** hanno assunto diverse forme e configurazioni nel tempo.

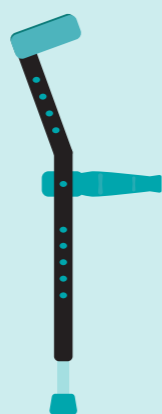
La tipologia più comune è la Lofstrand, spesso erroneamente chiamata stampella canadese, caratterizzata da un bracciolo attorno al braccio e da un'impugnatura per scaricare il peso del corpo e ridurre la pressione sull'ascella (Lofstrand, 1955). Questa tipologia è quella più utilizzata in Europa da persone con disabilità permanenti.

La vera **stampella canadese** predispone dei braccioli attorno al braccio, come una stampella Lofstrand, ma la struttura è quella di una stampella ascellare (Lowman e Rusk, 1961).

Attualmente questa tipologia non è in commercio poiché si è rivelata molto poco funzionale.



Stampella
ascellare
(Hargrove, 1908).



Stampella
antibrachiale Lofstrand
(Lofstrand, 1955).



Stampella
antibrachiale canadese
(Lowman & Rusk, 1961).

Se parliamo di stampelle analogiche, oggi, non vi sono modifiche straordinarie rispetto alle prime diffuse oltre cento anni fa. Ma se si ricercasse tra brevetti e articoli scientifici, si scoprirebbe che, in realtà, sono tante le stampelle intelligenti, ma attualmente non disponibili per la vendita.

Le **stampelle intelligenti**, infatti, mirano ad essere multifunzionali (ad esempio hanno torce per illuminare il percorso, maniglie riscaldanti, pulsanti di chiamata, GPS, segnali per la richiesta di aiuto, controllo del peso e del movimento, ecc.). La loro **entrata sul mercato è difficile** in quanto sono tecnicamente complesse e si discostano troppo da una stampella attualmente in commercio.

Per questi motivi, queste stampelle potrebbero essere utilizzate all'interno di laboratori o centri specializzati, ma non nella vita di tutti i giorni.

In sostanza, le nuove stampelle sul mercato non sono tanto diverse dallo standard; quello che offrono è un miglioramento su prestazioni ed ergonomia per venire incontro alle esigenze dell'utente nel lungo utilizzo, ma ancora non propongono una funzionalità *smart*.

Le stampelle sono strumenti necessari per tante diverse disabilità, come la paralisi parziale, la sclerosi multipla, lesioni al midollo spinale, ecc. Ognuna di queste disabilità richiede una valutazione basata sui sintomi, sulle limitazioni e sull'abilità fisica, alla quale deve corrispondere una tecnologia assistiva idonea.

Pazienti con disabilità distinte hanno abilità fisiche differenti e quindi utilizzano in maniera diversa uno stesso strumento assistivo (Souza et al., 2010; Lancini et al., 2015). Inoltre, occorre tenere in considerazione l'eventuale inesperienza nell'utilizzo dello strumento: un uso scorretto può portare alla formazione di ematomi, dolori all'avambraccio e ai muscoli ascellari (Fischer et al., 2014).

L'obiettivo di una progettazione di strumenti di questo tipo è trovare una soluzione che migliori il rapporto dell'utente con esso e che prevenga ulteriori dolori dovuti ad uno scorretto utilizzo.

Per fare ciò, **si studiano i movimenti umani durante la deambulazione e come l'utente si interfaccia allo strumento**, in modo da analizzarne e migliorarne le prestazioni.

Per quanto riguarda la locomozione, ricerche e studi hanno valutato le variabili cinematiche e dinamiche per comprendere il comportamento e l'utilizzo delle stampelle.

Usare le stampelle implica un significativo cambiamento delle forze applicate, in particolare sulle estremità superiori (Wilson e Gilbert, 1982; Goh et al., 1986; Tatar et al., 2018), mentre **viene meno la pressione sui piedi**, poiché l'utente utilizza le stampelle per mantenere l'equilibrio durante la camminata (Lee et al., 2011).

Un'accurata analisi dei dati cinematici può valutare l'andatura e quindi la disabilità dell'utente. **Gli angoli delle articolazioni possono essere comparati per la valutazione della camminata con le stampelle**, così come **la lunghezza del passo può essere indice di una maggiore o minore disabilità**: più la cadenza del passo aumenta, meno l'utente ha l'abilità nel movimento (Wells, 1979; Noreau et al., 1995). **La velocità** è la variabile più considerata durante gli studi, i quali convergono nel notare come questa **diminuisce in un'andatura con le stampelle rispetto ad un'andatura normale** (Sankarankutty et al., 1979; Noreau et al., 1995).

Per la progettazione di un nuovo design, invece, sono molti i fattori da tenere in considerazione, in particolar modo **si tende a prestare attenzione all'impostazione dell'impugnatura**, la quale dovrebbe ottimizzare il carico corporeo, riducendo il rischio di danni neuro-vascolari agli arti superiori, **dell'asta**, che dovrebbe assorbire gli shock riducendo l'impatto a terra, **e del puntale**, il quale dovrebbe garantire una buona stabilità (Melis et al., 1999).

Alte pressioni applicate sull'impugnatura della stampella possono indicare un uso improprio dello strumento.

Uno studio condotto da Bertolaccini et al. (2017) ha sottolineato l'importanza dell'ergonomia dell'impugnatura di una stampella, confrontando diverse dimensioni di diametro con i vari parametri dell'andatura e i feedback dei soggetti. **L'uso di un diametro piccolo (20 mm) è stato correlato ad una maggior percezione dello sforzo, poiché non garantisce la sensazione di una presa salda e stabile.** D'altra parte, **un diametro maggiore (40 mm) porta ad un minor sforzo muscolare e maggior rilassatezza.** Come risultato dello studio non è stato definito un valore di diametro ideale per l'impugnatura, ma l'**importanza di una forma anatomica per una migliore distribuzione delle forze e una maggior area di contatto con la mano.**

Eventualmente, è possibile rivelarne lo sforzo applicato e quantificarlo, in modo da evitare che forze ulteriori a lungo termine creino danni ai muscoli degli arti superiori.

L'asta della stampella è regolabile in base all'altezza del soggetto per ottimizzare il consumo energetico.

Lo scopo dell'asta è sia sostenere in sicurezza l'utilizzatore della stampella, sia attutire i colpi ogni volta che questa viene appoggiata a terra.

Questo spesso viene permesso con l'inserimento di una molla, che però rilascia una forza elastica troppo elevata, o di un materiale elastomerico ammortizzatore per garantire più stabilità.

Infine, il puntale è la parte che ha subito meno modificazioni nel tempo.

Il classico puntale di una stampella è piatto, di forma circolare e in gomma, in grado di garantire stabilità, equilibrio e aderenza.

Una ricerca (Rasouli e Reed, 2020) ha osservato che, poiché il puntale è il punto di contatto con il suolo, può essere fondamentale per migliorare le dinamiche dell'andatura, reindirizzando le forze applicate. Un puntale con raggio non costante, chiamato *Kinetic Crutch Tip* (KCT), sposta il punto di contatto indietro, generando un momento che direziona forze verticali in orizzontali (Handzic e Reed, 2017). In effetti, **un puntale asimmetrico potrebbe generare più forze assistive e meno forze resistive, agevolando quindi la camminata di un utilizzatore di stampelle.**

La deambulazione con le stampelle richiede una quantità di energia e di forza nelle braccia e nelle spalle maggiore rispetto ad una camminata normale: occorre, in generale, un buon controllo dei propri movimenti e del proprio equilibrio.

Si può dedurre, perciò, che le stampelle non vengano utilizzate da persone anziane, le quali prediligono l'utilizzo di altre tecnologie assistive, come i deambulatori.

Di norma, **un utilizzatore di stampelle riceve determinate istruzioni dal medico ortopedico o dal fisioterapista sul quantitativo di carico da applicare sulla gamba infortunata.**

Uno studio interessante è stato condotto da Merrett et al. (2009) su una stampella antibrachiale strumentalizzata che monitora il peso caricato per la durata della riabilitazione. Lo scopo della stampella strumentalizzata è quantificare la forza trasferita lungo l'asta della stampella a terra e, di conseguenza, la forza applicata sull'impugnatura.

Potenzialmente questo concept, osservato anche da Sesar et al. (2019), **permetterebbe il controllo in tempo reale dell'utilizzo della stampella, di un'analisi clinica, grazie all'acquisizione dei dati, della ricezione di un feedback immediato all'utente e di un monitoraggio più costante e personalizzato** durante una fase delicata come quella della riabilitazione.

L'obiettivo è quello di pensare a stampelle adattabili al singolo paziente e utilizzabili per un periodo di tempo lungo.

Trends e scenario attuale

Il 2020 è stato un anno rivoluzionario dal punto di vista medico-sanitario: l'emergenza Covid-19 ha contribuito alla **spinta verso una medicina di prevenzione personalizzata, guidata dall'assistenza virtuale e remota, facilitando la cura e la diagnostica incentrata sul paziente.**

Le tendenze che coinvolgono il mondo della sanità sono garantite soprattutto dalla **digitalizzazione dei servizi** promuovendo la **dematerializzazione dei dati**. Le terapie digitali e la telemedicina verranno fortemente integrate al servizio sanitario per offrire una assistenza continua a distanza, mentre le nuove tecnologie di *Augmented Reality* (AR) e *Virtual Reality* (VR) amplificheranno ambienti e costruiranno nuove esperienze. Infine, l'archiviazione di dati e di servizi sarà sempre più accessibile grazie all'aumento di connessioni possibili.

- **Digitalizzazione**
Dematerializzazione dei dati e dei servizi sanitari.
- **Terapie digitali**
Interventi terapeutici specifici che agiscono sul comportamento del paziente per migliorarne lo stato.
- **Telemedicina**
Monitoraggio ed assistenza sanitaria a distanza.
- **AR & VR**
Tecnologie che amplificano o sostituiscono ambienti, creando nuove esperienze.
- **Cloud**
Storage di dati e servizi sempre accessibili tramite connessione.

L'emergenza COVID-19 ha cambiato altresì la modalità di erogazione dei **servizi**, rendendoli maggiormente **accessibili da remoto**. Tante sono state le situazioni in cui il sistema sanitario nazionale si è ritrovato sovraccaricato, non riuscendo a gestire le proprie risorse per l'urgenza di reindirizzarne altre per i casi più urgenti. Molte persone si sono ritrovate visite ed esami specialistici annullati, quando invece la loro apprensione verso la salute è aumentata, causando sconforto e disagio. In questo momento di panico generale, una soluzione utile potrebbe essere quella di **introdurre servizi telematici**, in modo da limitare il senso di abbandono che, probabilmente, si sta sempre più amplificando.



Casi studio

Ricerare i casi di studio è un metodo di ricerca per estendere le proprie conoscenze e rafforzare ciò che è già noto da ricerche altrui.

La loro analisi può chiarire l'obiettivo della studio.

● iWalk 2.0

L' iWalk 2.0 è un'alternativa efficiente ed economica alle stampelle standard.

Il vantaggio principale è che è uno strumento di mobilità a mani libere che utilizza il supporto del ginocchio e della coscia e la cui altezza è regolabile per adattarsi ad un'ampia gamma di altezze degli utenti.

La stampella iWalk 2.0 è specificatamente **progettata per i pazienti ai quali è impedito appoggiare la gamba ferita sul pavimento** o di caricarvi sopra un peso e ai quali viene consigliato di mantenere l'arto in posizione sollevata per favorire la guarigione.

Per agevolare il posizionamento del ginocchio è presente una piattaforma imbottita, dal design anatomico, robusta e rigida per supportare comodamente il peso del ginocchio stesso e che si adatta alla forma naturale della gamba.



● E-Crutch

E-Crutch è uno studio concettuale di un deambulatore riabilitativo integrato ad una app per osservare l'andamento del recupero.

Questione centrale di questo progetto è **migliorare il dialogo tra terapeuta e paziente** al fine di accelerare il processo riabilitativo rendendolo più efficace.

Nel supporto dell'avambraccio è integrato un sensore che rileva le forze, i movimenti e le accelerazioni in atto.

I valori di carico vengono visualizzati nell'app e confrontati con i valori consigliati dall'ortopedico.



Al fine di prevenire la perdita di stabilità durante lo spostamento del peso corporeo, è presente un sistema a parallelogramma sotto la maniglia: se il paziente si appoggia alla stampella, il bracciolo si avvicina automaticamente all'avambraccio. Questa accortezza della stampella favorisce il movimento dell'utente e rafforza il senso di sicurezza dei pazienti.

● M+D Crutch

La stampella M+D è stata progettata da una coppia di ingegneri industriali e si sforza di migliorare la qualità della vita dell'utente sia dal punto di vista funzionale che emotivo.

La novità che la stampella M+D presenta è la **culla che consente all'utente di utilizzare i gomiti, invece delle cavità delle braccia, per sostenere il proprio peso e assorbire l'impatto ad ogni passo.**

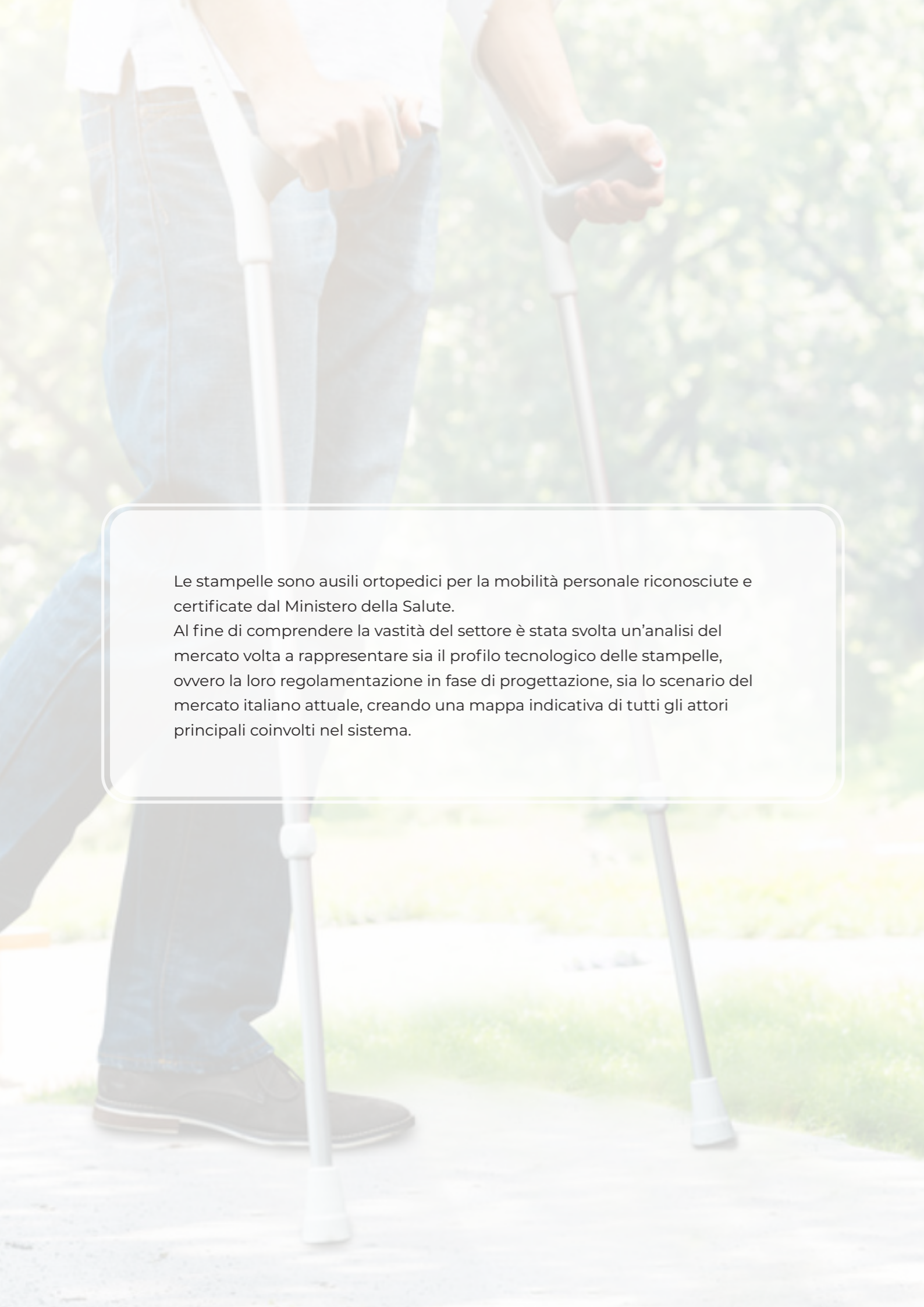
Il bracciolo e l'asta sono regolabili e le alette flessibili del bracciolo assicurano la corretta posizione delle braccia, facilitando, allo stesso tempo, l'entrata e l'uscita dell'arto.

La maniglia, che si trova vicino alla culla, e viene impugnata dall'utente, può essere ruotata per camminare a mani libere (o per portare qualcosa in mano durante il movimento).

Infine, il puntale può essere cambiato adattandolo alle diverse conformazioni del terreno: per sabbia, neve e ghiaccio o per un uso atletico.

Analisi di mercato

02



Le stampelle sono ausili ortopedici per la mobilità personale riconosciute e certificate dal Ministero della Salute.

Al fine di comprendere la vastità del settore è stata svolta un'analisi del mercato volta a rappresentare sia il profilo tecnologico delle stampelle, ovvero la loro regolamentazione in fase di progettazione, sia lo scenario del mercato italiano attuale, creando una mappa indicativa di tutti gli attori principali coinvolti nel sistema.

Profilo tecnologico

Le stampelle sono considerate un dispositivo medico e, in quanto tale, deve essere conforme alle direttive del Ministero della Salute.

Il nuovo **Regolamento Dispositivi Medici (UE) 2017/745 (MDR)** abroga la Direttiva 93/42/CEE che finora regolava la certificazione a marchio CE ed è entrato in vigore il 25 maggio 2017 con la completa attivazione a decorrere dal 26 maggio 2021.

Si segnala che, a causa dell'emergenza COVID-19, l'applicazione del nuovo Regolamento MDR è stata rinviata di un anno.

Tale regolamento è un unico atto legislativo applicabile a tutti i dispositivi medici, compresi quelli in vitro precedentemente disciplinati da due direttive differenti con strumenti giuridici distinti.

È importante ricordare due aspetti fondamentali durante l'iter di certificazione di un prodotto: **occorre garantire il prodotto come oggetto fisico e come software**, per cui è necessario effettuare test sia fisici sia di validazione dell'affidabilità del software.

Inoltre, **anche l'azienda produttrice deve essere assoggettata a norme che certificano la qualità di processo (ISO 13485)**.

Oltre a queste due prerogative, si aggiunge il **fattore usability**, ovvero la facilità di utilizzo da parte di un utente, allo scopo di minimizzare gli errori di eventuali incomprensioni.

La certificazione del marchio CE viene rilasciata da enti certificatori, come TÜV, IMQ, ecc., una volta che il prodotto ha effettivamente superato i test. L'iter può occupare un tempo che va dai 6 mesi fino a 1 anno, con un budget che varia da 50.000€ a 100.000€.

Oltre ad essere un dispositivo medico, **le stampelle rientrano tra le prestazioni sanitarie incluse nei Livelli Essenziali di Assistenza (LEA)**, attraverso cui il Sistema Sanitario Nazionale garantisce alle persone riconosciute invalide o in attesa di riconoscimento dell'invalidità servizi che potenziano e promuovono l'autonomia dell'assistito.

Questo sistema di erogazione è dettato dal **DPCM del 12 gennaio 2017 con la Definizione e aggiornamento dei Livelli Essenziali di Assistenza**. Il precedente nomenclatore risaliva al 1999.

Nel documento, le stampelle sono classificate come **ausili "su**

misura”, fabbricati appositamente in base alla prescrizione medica e successivamente adattati per soddisfare una specifica esigenza del singolo assistito mediante una personalizzazione.

In particolare, sono ausili di serie pronti per l'uso per la mobilità personale (Classe 12).

Norme di riferimento

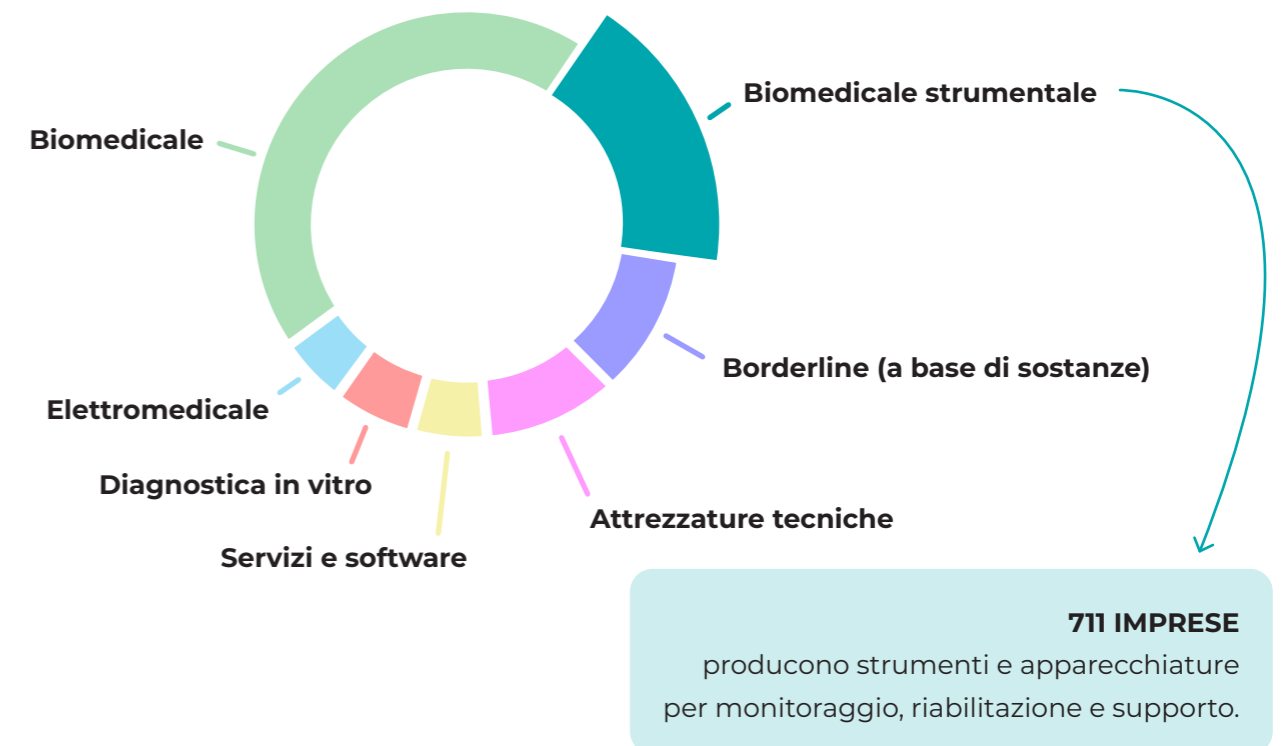
- 1 Regolamento Dispositivi Medici (UE) 2017/745 (MDR)**
- 2 DPCM 12 gennaio 2017**
Definizione e aggiornamento dei Livelli Essenziali di Assistenza (LEA)

Scenario del mercato italiano

Secondo i dati raccolti e rielaborati dal Centro studi di Confindustria Dispositivi Medici, **il settore dei dispositivi medici in Italia genera un mercato che vale 16,5 miliardi di euro** (tra mercato interno ed export) e conta 3.957 aziende tra quelle di produzione, di distribuzione e di servizi. **L'Emilia Romagna è la terza regione con più concentrazione di imprese e fatturato** (457 imprese), dopo la Lombardia (1.213 imprese) e il Veneto (472 imprese).

La spesa sanitaria totale è di 152,4 miliardi di euro, il 5% è rappresentato dalla spesa pubblica impiegata in dispositivi e servizi.

Il settore dei dispositivi medici presenta otto comparti principali che contribuiscono allo sviluppo della Sanità e dell'economia italiana: elettromedicale, biomedicale, biomedicale strumentale, borderline (a base di sostanze), attrezzature tecniche, servizi e software, diagnostica in vitro. Le imprese che si occupano di strumenti e apparecchiature per il monitoraggio, la riabilitazione e il supporto, come possono essere le stampelle, sono 711 (il 18% del totale).

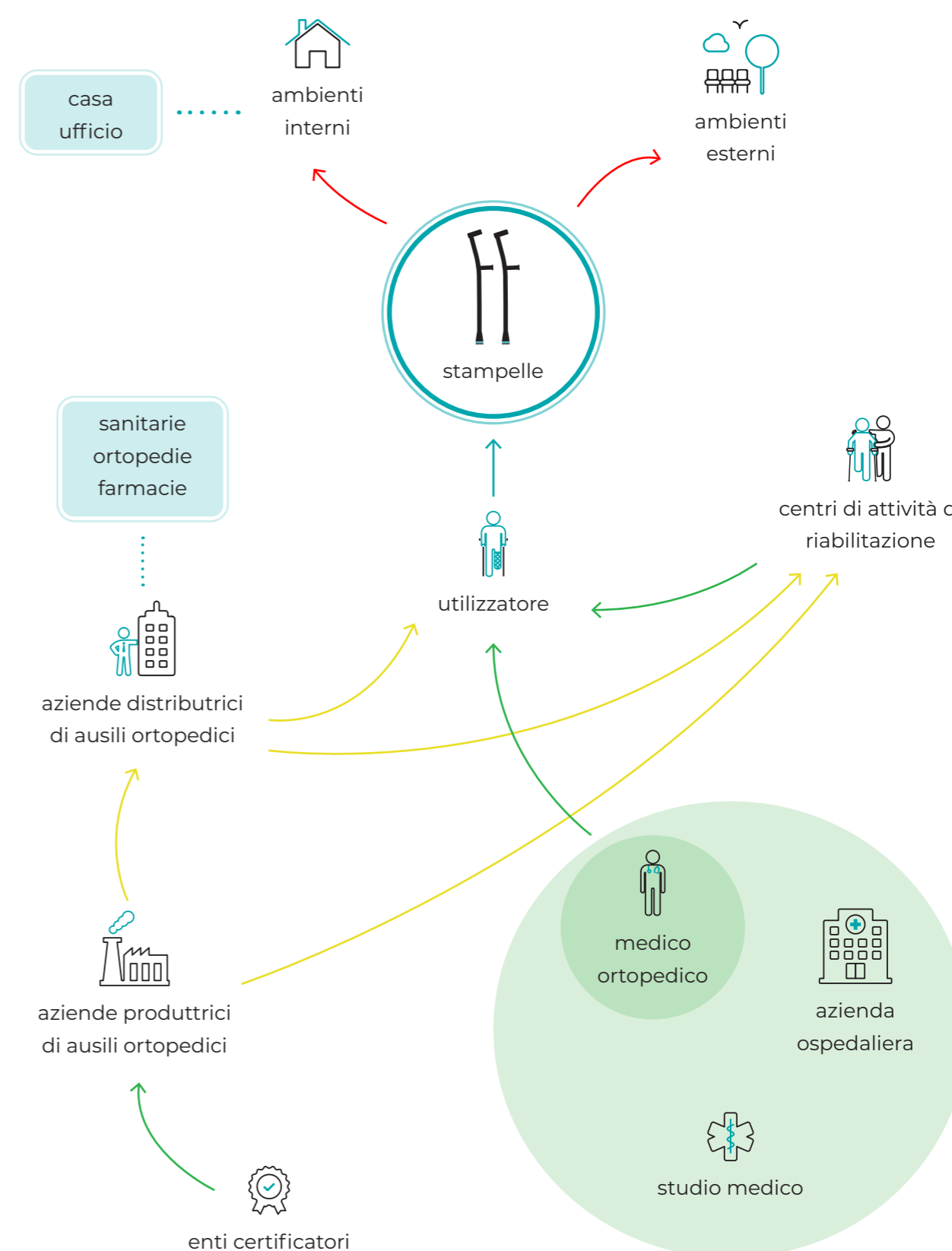
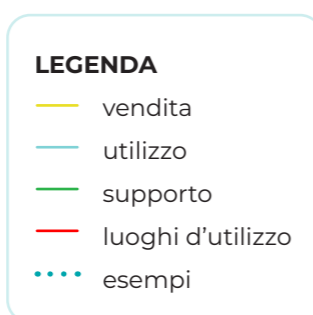


Fonte: Centro Studi Confindustria Dispositivi Medici - dati 2017; Europages

System map

La system map è uno strumento utile a rappresentare il sistema di attori coinvolti in un servizio attraverso la visualizzazione delle relazioni e dei flussi economici, dei materiali e delle informazioni che intercorrono tra di loro. Questo tipo di rappresentazione permette di avere una visione completa delle entità coinvolte, facendo emergere i ruoli, i *touchpoint* e i flussi di comunicazione e finanziari.

Nel caso presente si rappresenta la **sfera degli attori coinvolti nella gestione di produzione, di distribuzione e di utilizzo delle stampelle**. Le **aziende produttrici** sono quelle che hanno il compito di realizzare il prodotto, di testarlo e di certificarlo, grazie alla collaborazione con gli **enti certificatori**, e di lanciarlo sul mercato attraverso **aziende distributrici** di ausili ortopedici, ad esempio le sanitarie, le ortopedie o le farmacie, oppure **enti specializzati** nell'utilizzo di ausili ortopedici, ad esempio i centri di attività riabilitative. Presupponendo che un **utente** abbia subito un trauma tale da perdere mobilità ad una o ad entrambe le gambe e che necessariamente avrà bisogno di ausili da utilizzare, sia in proprio sia nei centri medici specializzati, troverà un supporto derivato dal sostegno del **medico ortopedico** e, più in generale, dall'**azienda ospedaliera** o dallo **studio medico**.



Impostazione del progetto

03

Metodi dell'Industrial Design Structure (IDeS)

I **metodi dell'Industrial Design Structure** sono il QFD, ovvero *Quality Function Deployment*, il benchmarking, la *Top-Flop Analysis* e, infine, la matrice Cosa-Come, da cui si ottengono i requisiti di progetto.

Il **QFD** è uno strumento utile per la gestione della qualità applicata al progetto e aiuta ad integrare le funzioni desiderate dal cliente durante il processo di progettazione di un prodotto o di un servizio.

Il QFD si compone di tre analisi:

1. le *Six Questions*;
2. la matrice di relazione per importanza relativa;
3. la matrice di relazione per dipendenza/indipendenza.

Queste tre analisi generano un **elenco di informazioni che definiscono le caratteristiche con maggior impatto sulla soddisfazione dell'utente**.

Le **Six Questions** (*Chi usa il prodotto? Dove è utilizzato il prodotto? Quando è utilizzato il prodotto? Come è utilizzato il prodotto? Cosa costituisce il prodotto? Perché è utilizzato il prodotto?*) permettono di inquadrare un **brainstorming sul prodotto-servizio**.

Per questa fase si è pensato di somministrare un questionario per poter raccogliere più informazioni possibili e pareri distinti.

Dal brainstorming emergono le caratteristiche che il prodotto-servizio dovrebbe avere che vengono poi confrontate nelle matrici di relazione attraverso tabelle a doppia entrata.

Nella compilazione della **matrice di relazione per importanza relativa** è necessario assegnare un valore numerico a tutte le celle, rispondendo a questa domanda: "*Il requisito della riga è più importante del requisito della colonna?*".

Si assegna 0 se il requisito della riga è più importante di quello della colonna; 1 se il requisito della riga e quello della colonna sono ugualmente importanti; 2 se il requisito della riga è più importante di quello della colonna.

Dopo aver sommato tutti i valori di ogni colonna, si considerano le caratteristiche con il punteggio più alto, considerandole come i **requisiti più importanti**.

Dopo l'analisi del contesto si apre la fase di impostazione del progetto, in cui si applicano gli strumenti di *Industrial Design Structure* (IDeS) che analizzano la concorrenza e delineano i requisiti del prodotto-servizio da progettare.

Durante questa fase, i metodi dell'*Industrial Design* sono stati implementati con alcune considerazioni ricavate da un questionario, come base per stanare i bisogni latenti degli utenti.

In maniera simile, nella **matrice di relazione per dipendenza/indipendenza relativa** vengono assegnati i valori numerici in base a quanto una caratteristica dipende dall'altra. In questo caso la domanda da porsi è: *"Il requisito della riga quanto dipende da quello della colonna?"*. Si assegna 0 se il requisito della riga è totalmente indipendente da quello della colonna; 1 se il requisito della riga è poco dipendente da quello della colonna; 3 se il requisito della riga è molto dipendente da quello della colonna; 9 se il requisito della riga è totalmente dipendente da quello della colonna.

In questo caso, sommando i valori di ogni riga si ottengono le **caratteristiche dipendenti**, sommando quelli di ogni colonna si ottengono, invece, le **caratteristiche indipendenti**.

Queste ultime saranno quelle da considerare, insieme alle caratteristiche più importanti ottenute dalla matrice precedente, ottenendo così un primo elenco dei requisiti di progetto.

Il secondo strumento è il **benchmarking** che analizza e confronta le prestazioni e le funzioni dei *competitors* del prodotto-servizio in una tabella. La **Colonna dell'Innovazione** contiene il miglior valore per ogni riga del benchmarking.

Successivamente, la **Top-Flop Analysis** confronta i valori migliori e peggiori tra le prestazioni: la differenza tra i *Tops* e i *Flops* di ogni colonna e la loro somma totale definiranno il numero di caratteristiche che occorre migliorare tra quelle individuate nella Colonna dell'Innovazione per ottenere innovazione.

Per capire quale di queste caratteristiche è opportuno innovare, si utilizza la **matrice Cosa-Come**, che incrocia i primi requisiti ottenuti dal QFD con le performances della Colonna dell'Innovazione.

Anche in questo caso si tratta di una tabella a doppia entrata, le cui celle vengono compilate con un valore numerico che dipende da quanto una caratteristica influenza una determinata performance del prodotto-servizio.

Occorre domandarsi: *"Il requisito della colonna quanto influenza quello della riga?"*.

Si assegna 0 se la performance della colonna non influenza la caratteristica della riga; 1 se la performance della colonna influisce poco sulla caratteristica della riga; 3 se la performance della colonna influenza molto la caratteristica della riga; 9 se la performance della colonna influenza totalmente la caratteristica della riga.

Sommando i valori di ogni colonna, è finalmente possibile ottenere le caratteristiche che devono essere innovate e quindi i **requisiti di progetto**.

Questionario

Per poter applicare al meglio lo strumento del QFD, è stato distribuito un **questionario** al fine di raccogliere informazioni ed eventuali disagi delle persone che hanno utilizzato le stampelle e permettere una miglior valutazione dei bisogni latenti.

Il questionario è stato suddiviso in **quattro sezioni**: una parte introduttiva con le generalità dell'intervistato, domandando se avesse mai utilizzato delle stampelle; coloro che hanno utilizzato le stampelle vengono indirizzati nella seconda parte, nella quale viene chiesto se si hanno avuto difficoltà e quali; altrimenti nella terza parte viene chiesto se si conoscesse qualcuno che avesse utilizzato le stampelle e se si fosse notato qualche problema durante l'utilizzo; nell'ultima sezione è stato chiesto un parere sulla possibilità futura di doversi interfacciare con una stampella che "guidasse" l'utente durante la deambulazione, intendendo il termine "guida" nel senso di sostenere, supportare, monitorare.

Il questionario è stato reso disponibile e **divulgato interamente online**, tramite le piattaforme social Facebook, Instagram e WhatsApp. Se da un lato si è consapevoli di aver "tagliato fuori" dal campione tutte quelle persone non solite a usare questi strumenti, dall'altro si è stati in grado di raggiungere opinioni anche di specialisti del settore, ad esempio i fisioterapisti.

Il questionario ha avuto **232 adesioni** i cui risultati si possono consultare nell'Allegato. Si cerca qui di analizzare i dati più rilevanti raccolti.

Il **58% degli intervistati ha utilizzato le stampelle**, la situazione più comune è stato l'utilizzo di una coppia di stampelle Lofstrand. I motivi più frequenti sono stati **l'infortunio, un'operazione agli arti inferiori o una perdita di mobilità**.

L'utilizzo medio delle stampelle è **dai 15 giorni a un mese**.

In generale, c'è stato un **apprezzamento dello strumento** (il 67% delle persone che hanno espresso un giudizio ha riferito un punteggio positivo), nonostante siano stati molti i richiami all'insorgenza di problematiche agli arti superiori, alla perdita della propria autonomia e della mobilità e alla difficoltà dell'apprendimento e del coordinamento durante l'uso. Alla domanda se si avessero ricevuto istruzioni d'utilizzo della stampella, il 23% degli intervistati fa parte del gruppo di persone competenti e del

settore che conoscono le linee guida, il 34% ha risposto positivamente, facendo riferimento al medico ortopedico o al fisioterapista, mentre **il 43% non ha mai ricevuto insegnamenti sull'effettivo uso di questo strumento**. Dall'altra parte, sono stati molti i commenti di fisioterapisti che facevano notare questa mancanza.

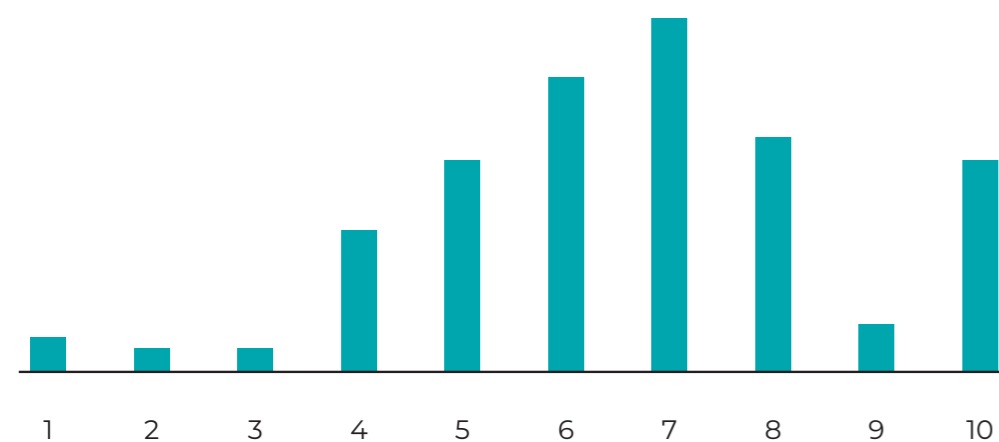
Ti è mai capitato di utilizzare le stampelle?



Infortunio
Operazione agli arti inferiori
Perdita di mobilità

L'utilizzo medio è
circa un mese.

Qual è il grado di apprezzamento delle stampelle?



Insorgenza di altri problemi | 36 %
Perdita di autonomia e mobilità limitata | 19 %
Difficoltà di apprendimento dell'uso | 16 %

Hai ricevuto istruzioni su come utilizzare le stampelle?



In tutti i casi, il 75 % dei soggetti non ha avuto problemi nel seguire le istruzioni consigliate.



Insight

“Forse **una stampella che guida eccessivamente renderebbe il movimento troppo corticale** e quindi non automatico, di conseguenza non terapeutico.” - *Studente e lavoratore, 19-25 anni.*

“Mi piacerebbe che [le stampelle in futuro] **non fossero associate alle classiche stampelle** (che purtroppo danno suggestioni negative come il pensiero dell'ospedale, la malattia e il pensiero immediato al dolore che potrebbe provare una persona!” - *Studente e lavoratrice, 26-35 anni.*

“[Se le stampelle avessero] la possibilità di **registrare le indicazioni del proprio fisioterapista**, che sa di cosa ha bisogno il paziente, potrebbe essere meglio.” - *Lavoratrice, 36-45 anni.*

“Se [una stampella] **mi segnalasse situazioni di non corretto utilizzo**, in modo da non assumere posture scorrette, sarebbe un aiuto gradito.” - *Lavoratore, 56-65 anni.*

Sono stati interrogati 232 soggetti: 70% Femmine, 30% Maschi. Le fasce di età sono state: 53% 19-35 anni, 15% 36-45, 18% 46-55, 13% 56+.

Bisogni emersi

Il questionario è un valido strumento adatto a scovare i bisogni più nascosti degli utenti.

Dopo un'analisi delle risposte e delle considerazioni degli intervistati, si possono delineare più o meno chiaramente le esigenze di un utilizzatore di una stampella.

Sono emersi tanti suggerimenti, tante problematiche e tanti spunti.

All'utilizzatore di una stampella importa essere seguito da una persona competente (per esempio il medico ortopedico e/o il fisioterapista), **sia per evitare ulteriori complicanze dovute alla difficoltà nell'uso di questo strumento (azione preventiva), sia per correggere eventuali errori di utilizzo e per migliorare il passo (azione attiva).**

La maggior parte dei soggetti (il 55% tra quelli che hanno utilizzato le stampelle) ha anche espresso il **desiderio di apportare modifiche alle stampelle per diminuire il loro stato di disagio.**

L'utente, e l'uomo in generale, vuole controllare ed **essere consapevole dei propri movimenti** e quindi anche dello strumento stampella, che deve assolutamente soddisfare il **requisito di sicurezza, affidabilità e stabilità.**

Essendo essere umani è una cosa innata l'essere indipendenti, per cui un ulteriore focus per poter minimizzare il disagio è il **rispetto della propria autonomia** e la capacità di fare le azioni quotidiane con la stessa o minor difficoltà di quando non si utilizzano le stampelle.

Tra le modifiche desiderate da apportare vi è quella di ammorbidire l'appoggio degli arti superiori, considerato spesso troppo rigido. Questo potrebbe nascondere un **bisogno di personalizzazione dello strumento sulla base della propria fisionomia** e quindi il desiderio di avere uno strumento che sia complementare all'utilizzatore e non un semplice oggetto standard.

Infine, vi è il **desiderio di non sentirsi in difetto rispetto agli altri:** una stampella può essere vista come segno di disabilità e, come tale, condiziona in maniera negativa l'utilizzatore *in primis*, ma anche gli osservatori.

- **Acquisire più sicurezza e affidabilità dallo strumento.**
- **Adattare lo strumento alla propria fisionomia.**
- **Preservare la propria autonomia.**
- **Non sentirsi in difetto.**

QFD: Quality Function Deployment

Le Six Questions

Dopo una prima raccolta di dati con il questionario, si compilano le **Six Questions** integrando le risposte con le considerazioni riportate dagli intervistati.

Chi usa il prodotto? Chi ha subito un danno alla mobilità ad uno o ad entrambi gli arti inferiori, con forza sufficiente agli arti superiori per poter sorreggere il proprio peso.

Da questa definizione emergono la **resistenza** e l'**ergonomia** come caratteristiche fondamentali di una stampella.

Dove è utilizzato il prodotto? Gli spazi interessati sono sia gli ambienti interni (ad esempio la casa, l'ufficio, la palestra, ...) sia gli ambienti esterni (ad esempio la strada, i parchi, i mezzi di trasporto, ...).

La superficie d'appoggio dovrebbe essere più o meno omogenea per garantire l'equilibrio in qualsiasi condizione del suolo.

Da qui emerge la **stabilità** come caratteristica importante da osservare.

Quando è utilizzato il prodotto? Le stampelle vengono utilizzate soprattutto per gli spostamenti, ma anche durante una terapia di riabilitazione, per esempio.

L'utilizzo può essere giornaliero e per un periodo più o meno lungo, da qualche settimana fino a qualche mese.

È importante considerare la **leggerezza** di una stampella, la sua **trasportabilità** e la sua **durabilità** nel tempo.

Come è utilizzato il prodotto? Le stampelle vengono utilizzate come supporto durante un'incompleta mobilità degli arti inferiori.

L'analisi del cammino individua una fase di appoggio delle stampelle e una fase di oscillazione in avanti del proprio corpo.

Qui vengono riprese caratteristiche come la stabilità e la leggerezza dello strumento.

Cosa costituisce il prodotto? Le stampelle sono tecnologie assistive caratterizzate da un'asta regolabile e da un'impugnatura per scaricare il proprio peso a terra.

Nel tempo hanno subito diverse forme e configurazioni che ne migliorano le performances.

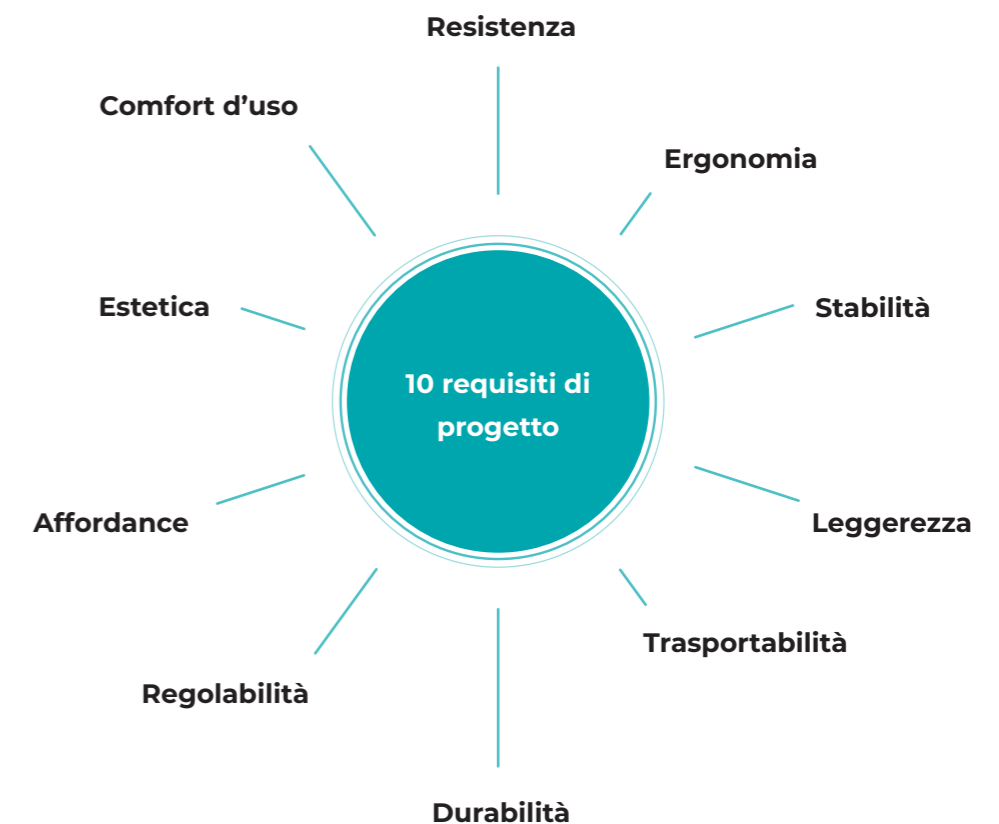
Requisito fondamentale è la **regolabilità** dell'altezza.

Perché è utilizzato il prodotto? Come ausilio, le stampelle vengono utilizzate per sostenere l'utente durante il cammino senza caricare l'arto infortunato più del dovuto.

Sono utili in quanto facilitano il recupero della mobilità, accelerando i tempi di guarigione e aiutano a conservare una propria autonomia.

Caratteristiche da considerare sono una buona **affordance**, ovvero la capacità di far intuire un utilizzo corretto, una buona **estetica** e un buon **comfort d'uso**, in modo da risultare il meno scomode possibile.

Da questo brainstorming si ottengono i dieci requisiti di progetto.



Matrice di relazione per importanza relativa

I requisiti ottenuti dalle *Six Questions* vengono utilizzati per compilare la prima matrice di relazione per definire quali tra questi siano più importanti.

Ogni cella contiene un valore numerico (0, 1 o 2) a seconda di quanto i requisiti delle righe siano più o meno importanti di quelli delle colonne e sommando i valori di ogni colonna, si ottiene la classifica delle caratteristiche più importanti.

In questo caso sono emerse l'**ergonomia**, la **stabilità** e la **regolabilità** della stampella.

Matrice di importanza relativa

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
1. Resistenza	1	1	1	1	0	1	2	2	1	2
2. Ergonomia	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
3. Stabilità	1	1	1	0	0	0	1	1	0	1
4. Leggerezza	1	2	2	1	1	2	2	1	0	1
5. Trasportabilità	2	2	2	1	1	2	2	1	1	2
6. Durabilità	1	2	2	0	0	1	1	0	0	1
7. Regolabilità	0	1	1	0	0	1	1	1	0	1
8. Affordance	0	1	1	1	1	2	1	1	0	1
9. Estetica	1	2	2	2	1	2	2	2	1	2
10. Comfort d'uso	0	1	1	1	0	1	1	1	0	1
TOTALE	8	14	14	7	4	12	14	11	3	13

Matrice di relazione per dipendenza relativa

Nella seconda matrice di relazione vengono definite quali caratteristiche siano più o meno dipendenti dalle altre.

Ogni cella è riempita da un valore numerico (0, 1, 3 o 9) a seconda di quanto i requisiti delle righe siano più o meno dipendenti da quelli delle colonne. Sommando i valori di ogni colonna si ottiene la classifica delle caratteristiche indipendenti, mentre sommando i valori di ogni riga si ottiene quella delle caratteristiche dipendenti.

In questo caso occorre considerare quelle più indipendenti, che sono risultate essere la **resistenza**, la **leggerezza** e la **regolabilità**.

Matrice di dipendenza e indipendenza relativa

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.	TOTALE DIP.
1. Resistenza	■	1	1	1	0	3	0	0	1	0	7
2. Ergonomia	1	■	3	3	3	1	3	0	1	3	18
3. Stabilità	3	0	■	1	0	1	3	1	1	1	11
4. Leggerezza	1	1	0	■	0	0	1	0	0	0	3
5. Trasportabilità	0	0	0	3	■	0	0	1	1	1	6
6. Durabilità	9	0	0	0	0	■	0	0	0	1	10
7. Regolabilità	1	1	0	1	1	0	■	1	0	1	6
8. Affordance	1	1	1	0	1	0	1	■	3	1	9
9. Estetica	1	0	1	1	0	1	0	1	■	1	6
10. Comfort d'uso	3	3	3	3	3	3	3	3	3	■	27
TOTALE INDIP.	20	7	9	13	8	9	11	7	10	9	

Riepilogo: le caratteristiche qualitative

Ai fini dell'impostazione di progetto, si considerano **le caratteristiche più importanti e le caratteristiche indipendenti**.

Per ricapitolare, le caratteristiche qualitative emerse dal QFD sono:

- **Ergonomia**, ovvero la qualità di uno strumento di porre attenzione all'interazione con l'utente e alla funzione per cui viene progettato.
- **Stabilità** dello strumento stampella, garantendo l'equilibrio durante il suo utilizzo.
- **Regolabilità dell'altezza** della stampella, in modo da potersi adattare al meglio alla fisionomia dell'utente.
- **Resistenza** dello strumento data dal materiale, in particolare si intende la resistenza dell'asta.
- **Leggerezza** della stampella per potersi spostare agilmente senza ulteriori sforzi.

Benchmarking

Nel **benchmarking** mostrato nelle pagine seguenti sono state confrontate le stampelle più comuni o particolari presenti sul mercato sulla base dei materiali dell'asta, dell'impugnatura, dell'appoggio antibrachiale e del puntale, del peso totale e della portata massima, della possibilità di regolazione, delle varianti cromatiche e, infine, del prezzo.

Attualmente non esistono sul mercato stampelle sensorizzate o tecnologiche (come già riportato nel Capitolo 1 - Ricerca preliminare), per questo motivo in questa fase vengono riportate solo stampelle analogiche.

Si vuole ricordare però che modelli di stampelle sensorizzate sono state largamente brevettate; alcune di esse hanno la funzione di monitorare il carico applicato e inviare i dati via wireless ad un PC (Siepen, 2006; Chamorro, 2011), o che possono inviare un segnale di aiuto tramite sensori o pulsanti (Hu, 2019), solo per citarne alcuni.

Queste stampelle hanno una complessità tecnologica tale da impedirgli l'entrata sul mercato.

Le stampelle analizzate sono:

- **Stampella antibrachiale DEMARTA;**
- **Stampella antibrachiale INDESMED;**
- **Stampella antibrachiale MOPEDIA;**
- **Stampella antibrachiale Ellipse MEDILAND;**
- **Stampella antibrachiale Zeda TOMPOMA.**

Benchmarking



	Stampella antibrachiale DEMARTA	Stampella antibrachiale INDESMED	Stampella antibrachiale MOPEDIA	Stampella antibrachiale Ellipse MEDILAND	Stampella antibrachiale Zeda TOMPOMA
Asta	Alluminio anodizzato	Fibra di carbonio	Alluminio anodizzato	Alluminio anodizzato	Lega alluminio-titanio
Impugnatura	Ergonomica	Silicone ipoallergenico	Rigida	Ergonomica	EVA
Appoggio brachiale	Polipropilene	Nylon	-	Polipropilene	-
Puntale	Antiscivolo	TPU e Nylon	Antiscivolo	Antiscivolo	Antiscivolo
Peso	-	0,220 kg	1,050 kg	0,620 kg	0,760 kg
Carico massimo	120 kg	200 kg	100 kg	100 kg	150 kg
Altezza regolabile	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì
Varianti colore	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì
Prezzo	18 €	240 €	12 €	25 €	120 €

COLONNA DI INNOVAZIONE

Fibra di carbonio

EVA

Polipropilene

TPU e Nylon

0,220 kg

200 kg

Sì

Sì

12 €

Colonna dell'Innovazione

Nella **Colonna di Innovazione** sono state selezionate e riportate le caratteristiche ideali per ogni riga corrispondente.

Il **materiale ideale per l'asta** di una stampella è la **fibra di carbonio**, in quanto rappresenta il miglior compromesso tra leggerezza e resistenza, requisiti che occorre tenere in considerazione. La lega alluminio-titanio e l'alluminio anodizzato sono comunque scelte più che valide da applicare ad un'asta di una stampella, quindi non scartabili. La discriminante dipende da ciò che si vuole ottenere: la fibra di carbonio garantisce prestazioni meccaniche decisamente migliori dell'alluminio, ma il prezzo aumenta e la riciclabilità viene meno.

L'**impugnatura** deve essere in un materiale soffice e la forma deve essere più anatomica possibile per poter contribuire all'ergonomia dello strumento. Il materiale **EVA** è particolarmente flessibile ed elastico e quindi ha una grande capacità di smorzamento, è igienico, anallergico e atossico.

Anche l'**appoggio brachiale** contribuisce nell'ergonomia dello strumento: tra **polipropilene** e nylon è stata scelta la prima opzione, poiché molto resistente agli urti e all'usura, flessibile e può sopportare un allungamento molto elevato prima di rompersi.

Il nylon è sicuramente un materiale valido in fatto di resistenza, ma è molto sensibile all'umidità, per cui un'esposizione prolungata in ambienti particolarmente umidi può causare problemi strutturali e, in quando l'appoggio brachiale è fondamentale per garantire una buona stabilità, è un rischio da non sottovalutare.

Infine, il **puntale** non è molto studiato in fase di progettazione, ma è importante che sia in materiale morbido capace di attutire i passi e con proprietà **antiscivolo**.

Per quanto riguarda il **peso dello strumento**, questo **dipende dai materiali** scelti per ogni singola parte, così come la **portata massima** sopportabile.

La **possibilità di regolare** una stampella è un requisito fondamentale, mentre la **variante cromatica** è una possibilità opzionale che contribuisce alla soddisfazione dei gusti dell'utente.

Per concludere, il **prezzo: più è contenuto, più è accessibile.**

È un elemento variabile che viene calcolato fin dalla fase di progettazione, ma che alla fine avrà un impatto significativo all'entrata sul mercato del prodotto.

Top-Flop Analysis

Nelle pagine successive viene mostrata la **Top-Flop Analysis**.

Per ogni riga viene valutata la caratteristica migliore (*Top*), segnata in verde, e la caratteristica peggiore (*Flop*), segnata in rosso.

In ogni colonna si contano le quantità di *Tops* e di *Flops* e se ne calcola la loro differenza.

Sommando ogni Δ (delta) si ottiene il **numero di performances da migliorare tra quelle individuate nella Colonna dell'Innovazione**.

In questo caso, occorre innovare **almeno due performances**.

Top-Flop Analysis



	Stampella antibrachiale DEMARTA	Stampella antibrachiale INDESMED	Stampella antibrachiale MOPEDIA	Stampella antibrachiale Ellipse MEDILAND	Stampella antibrachiale Zeda TOMPOMA	COLONNA DI INNOVAZIONE
Asta	Alluminio anodizzato	Fibra di carbonio	Alluminio anodizzato	Alluminio anodizzato	Legna alluminio-titanio	Fibra di carbonio
Impugnatura	Ergonomica	Silicone ipoallergenico	Rigida	Ergonomica	EVA	EVA
Appoggio brachiale	Polipropilene	Nylon	-	Polipropilene	-	Polipropilene
Puntale	Antiscivolo	TPU e Nylon	Antiscivolo	Antiscivolo	Antiscivolo	TPU e Nylon
Peso	-	0,220 kg	1,050 kg	0,620 kg	0,760 kg	0,220 kg
Carico massimo	120 kg	200 kg	100 kg	100 kg	150 kg	200 kg
Altezza regolabile	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì
Varianti colore	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì	Sì
Prezzo	18 €	240 €	12 €	25 €	120 €	12 €
TOP	1	4	1	1	1	
FLOP	0	2	3	1	0	
Δ	1	2	-2	0	1	Δ = 2

Matrice Cosa-Come

Per ottenere innovazione si dovrebbe ottenere un prodotto con almeno due caratteristiche della Colonna di Innovazione migliorate.
 Per determinare quale di questi requisiti ottimizzare, si utilizza la classifica che si ottiene dalla **matrice Cosa-Come**.

Vengono confrontate le caratteristiche qualitative ottenute dal QFD e le performances della Colonna dell'Innovazione e, a seconda di quanto i requisiti delle righe influenzino quelli delle colonne, si assegna un punteggio (0, 1, 3, 9). Sommando i valori per ogni colonna si ottiene la classifica delle caratteristiche da innovare.

In questo caso sono emersi i valori che riguardano l'**altezza regolabile**, l'**asta** e l'**impugnatura** della stampella.

Matrice cosa-come

	Asta	Presca	Appoggio brachiale	Puntale	Peso		Carico massimo	Altezza regolabile	Varianti colore	Prezzo
Ergonomia	1	9	9	1	3		0	9	0	0
Stabilità	3	9	3	9	1		1	9	0	0
Resistenza	9	1	1	1	3		9	1	0	1
Regolabilità	0	0	0	0	1		0	9	0	1
Leggerezza	9	1	3	1	9		3	1	0	3
TOTALE	22	20	16	12	17		13	29	0	5

Funzionalità aggiuntive

Oltre alle caratteristiche tecniche considerate nelle analisi precedenti, è utile ricercare anche **funzionalità** valide all'utilizzatore dello strumento **tramite l'implementazione di sensori**.

Alcune di queste sono state suggerite in fase iniziale dai soggetti intervistati nel questionario, altre dalla ricerca preliminare e dall'analisi delle stampelle sensorizzate.

Nella fase di brainstorming, come precedentemente, si individuano le funzionalità che verranno confrontate nella matrice di relazione per importanza.



Matrice di relazione per importanza relativa

Compilando la matrice di relazione per importanza relativa e assegnando i punteggi con il metodo spiegato precedentemente, si ottiene la classifica dei requisiti funzionali utili da aggiungere durante la progettazione di una stampella smart.

In questo caso sono stati considerati il **feedback** per uno scorretto utilizzo dello strumento, il **controllo della frequenza cardiaca** e il **monitoraggio del peso caricato**.

Matrice di importanza relativa

	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.
1. Monitoraggio del carico	1	2	0	0	0	0	0	0	1
2. Feedback	0	1	0	0	0	0	0	0	0
3. Allarme caduta	2	2	1	0	1	0	0	0	2
4. Termoregolazione	2	2	2	1	2	2	1	0	2
5. Home Assistant	2	2	1	0	1	0	0	0	2
6. GPS integrato	2	2	2	0	2	1	0	0	2
7. Luci LED	2	2	2	1	2	2	1	1	2
8. Pagamenti NFC	2	2	2	2	2	2	1	1	2
9. Controllo della F.C.	1	2	0	0	0	0	0	0	1
TOTALE	14	17	10	4	10	7	3	2	14

Obiettivi di progetto

Tramite gli strumenti dell'*Industrial Design Structure* si ottengono i **requisiti di progetto**, sia dal punto di vista tecnico, sia dal punto di vista funzionale e sensoristico.

I **requisiti tecnici** sono:

- **Altezza regolabile:** occorre porre l'attenzione sulla corretta regolazione e impostazione dell'altezza della stampella.
- **Design dell'asta:** è necessario rivalutare la forma e il materiale dell'asta affinché si migliori la resistenza e la leggerezza dello strumento.
- **Design dell'impugnatura:** bisogna ripensare alla forma e al materiale della presa per garantire più stabilità ed ergonomia dello strumento.

I **requisiti funzionali**, invece, sono:

- **Feedback immediato** sull'eventuale utilizzo scorretto della stampella da parte dell'utente.
- **Controllo della frequenza cardiaca** che consente di monitorare il livello di tensione e di fatica dell'utente durante l'utilizzo della stampella.
- **Monitoraggio del peso caricato** in maniera da evitare sovraccarichi all'arto infortunato.

Pianificazione

Per un buon sviluppo del progetto, è utile costruire un diagramma che illustri tutti i processi previsti durante la progettazione e le tempistiche entro i quali andrebbero risolti.

Il **diagramma di Gantt** è uno strumento molto efficace per i progettisti perché permette di monitorare tutte le fasi di progettazione e di tenere sotto controllo le date di scadenza.

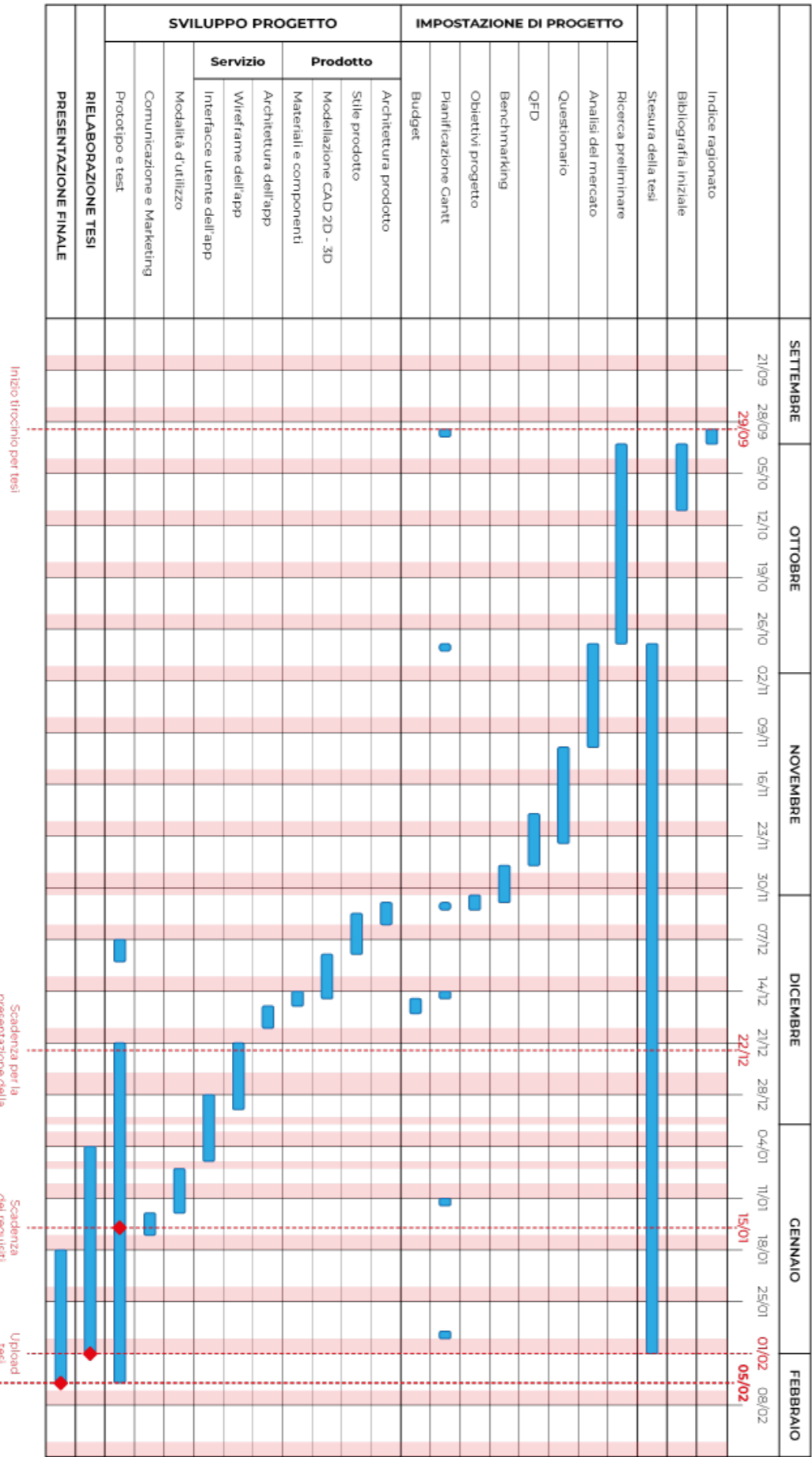
Nella pagina successiva, viene rappresentato un esempio di piano di Gantt applicato a questo progetto.

Il periodo di tempo considerato inizia da circa ottobre, con l'attivazione del tirocinio per tesi presso il Dipartimento di Ingegneria Industriale e si conclude con l'appello di laurea previsto a febbraio.

In questi **quattro mesi**, si è ipotizzata la suddivisione dei processi definendo la WBS, ovvero la *Work Breakdown Structure*, che non è altro che l'organizzazione in tempistiche dell'indice ragionato della tesi.

LEGENDA

- ▬ programmati
- ◆ deadline



Budget

Per concludere il capitolo di impostazione del progetto, si ipotizza il budget di produzione del primo prototipo funzionante valutando i costi delle prestazioni professionali, i costi dei materiali e i costi delle attrezzature prototipali.

Il periodo ipotizzato di realizzazione è di **2 anni**, suddivisi in questo modo:

- 6 mesi di ricerca preliminare,
- 1 anno di progettazione, prototipazione e sperimentazione,
- 6 mesi di test di certificazione, messa a punto, re-design.

Costo delle prestazioni professionali

Per ogni fase individuata, si considerano le **figure professionali** coinvolte che si dedicano direttamente al progetto:

- nella fase di ricerca è stato considerato un designer;
- nella fase di progettazione sono stati considerati un designer e un ingegnere informatico;
- nella fase di prototipazione sono stati considerati un designer, un ingegnere informatico e un operaio;
- nella fase di sperimentazione sono stati considerati un designer, un ingegnere informatico e un operaio;
- nella fasi di test, di messa a punto e di re-design sono stati considerati un designer, un ingegnere informatico e un operaio.

Prendendo in considerazione il **compenso orario di un designer e di un ingegnere informatico pari a 40 €/h** e quello di un **operaio pari a 25 €/h**, moltiplicato per le **ore lavorative giornaliere** (8 ore al giorno) dei periodi di tempo di ogni fase, si ottiene un costo delle prestazioni professionali pari a **411.840 €**.

Costo delle prestazioni professionali

Fase	Tempo	Designer	Ingegneri	Operai	TOTALE
Ricerca	6 mesi	1	0	0	49.920 €
Progettazione	6 mesi	1	1	0	99.840 €
Prototipazione	3 mesi	1	1	1	65.520 €
Sperimentazione	3 mesi	1	1	1	65.520 €
Messa a punto, test e re-design	6 mesi	1	1	1	131.040 €
					411.840 €

Costo dei materiali prototipali

Per il calcolo dei costi dei materiali vengono considerati tutti i **componenti** che costituiscono il prototipo finale.

Si indicano qui degli esempi di componenti considerati per il calcolo del budget.

Per la realizzazione di un prototipo, il costo dei materiali ammonta a **142,88 € esclusa l'IVA**.

Costo dei materiali prototipali

	Materiale / Componente	Costo unitario	Quantità	TOTALE
Puntale	cella di carico da 200 kg <i>SparkFun TAS606 (SEN-13332)</i>	52,86 €	1	52,86 €
	unità di cavetti di collegamento	2,63 €	1	2,63 €
Asta	tubo di alluminio anticorrosione (22 x 1 mm)	2,64 €/m	0,41 m	1,08 €
	tubo di alluminio anticorrosione (20 x 1 mm)	2,05 €/m	0,54 m	1,11 €
Appoggio brachiale	EVA (per il rivestimento)	0,75 €	1	0,75 €
	Arduino Nano 33 BLE Sense <i>ABX00031</i>	31,21 €	1	31,21 €
	interfaccia per la cella di carico <i>MIKROE-4047</i>	7,62 €	1	7,62 €
	sensore ottico <i>TinyCircuits AST1041</i>	15,38 €	1	15,38 €
	motore miniaturizzato di vibrazione <i>Adafruit 1201</i>	1,65 €	1	1,65 €
	modulo di ricarica della batteria <i>Adafruit 1944</i>	12,66 €	1	12,66 €
	batteria cilindrica ricaricabile al litio <i>3.7 V - 2200 mAh</i>	13,30 €	1	13,30 €
unità di cavetti di collegamento	2,63 €	1	2,63 €	
				142,88 €

● Costo delle attrezzature prototipali

Il calcolo delle attrezzature prototipali considera il **lavoro macchina** delle stampanti 3D e il consumo materiale per pezzo da realizzare.

Il **costo orario** di una macchina è in media di **0,16 € per Kw/h**.

Per quanto riguarda una stampa 3D di PLA e materiali simili, il consumo è di 0,12 Kw/h, mentre per la stampa 3D di ABS e materiali simili, il consumo è di 0,48 Kw/h.

Per cui si ricava che per stampare in materiale **PLA**, il **costo orario energetico è di 0,02 €/h**, mentre se si vuole stampare in **TPU**, il costo orario sale a **0,08 €/h**.

Nel **costo materiale** della stampa 3D FDM è stato assegnato un valore di **0,02 €/g per il PLA** e un valore di **0,03 €/g per il TPU**.

Infine, il costo della stampante e il suo **ammortamento**: una stampante economica costa fino a **1.000 €** con un fine vita di **1.000 ore**. Per cui il suo ammortamento è di **1 €/h**.

Il costo complessivo per le attrezzature prototipali risulta essere di **12,30€ esclusa l'IVA**.

Costo delle attrezzature prototipali

	Materiale e attrezzatura	Costo unitario	Quantità	TOTALE
Puntale	costo orario energetico TPU	0,08 €/h	1 h	0,08 €
	costo materiale TPU	0,03 €/g	60 g	1,80 €
	ammortamento macchina	1 €/h	1 h	1,00 €
Chiera antiscivolamento	costo orario energetico PLA	0,02 €/h	0,5 h	0,01 €
	costo materiale PLA	0,02 €/g	5 g	0,10 €
	ammortamento macchina	1 €/h	1 h	1,00 €
Sicura a clip	costo orario energetico PLA	0,02 €/h	0,2 h	0,004 €
	costo materiale PLA	0,02 €/g	2 g	0,04 €
	ammortamento macchina	1 €/h	1 h	1,00 €
Appoggio brachiale (2 pezzi)	costo orario energetico PLA	0,02 €/h	12 h	0,24 €
	costo materiale PLA	0,02 €/g	300 g	6,00 €
	ammortamento macchina	1 €/h	1 h	1,00 €
				12,30 €

● Budget totale

Il budget totale viene calcolato sommando i costi per ogni fase di progettazione, aggiungendo eventuali extra.

In questo caso, il progetto richiede un budget di **412.041 €**.

Costi totali

	Fase	Costo delle prestazioni	Costo dei materiali	Costo delle attrezzature
Impostazione del progetto	Ricerca	49.920 €		
	Progettazione	99.840 €		
Sviluppo del progetto	Prototipazione	65.520 €	143 €	12 €
	Sperimentazione	65.520 €	29 €	2 €
Certificazione	Messa a punto, test e re-design	131.040 €	14 €	1 €
TOTALE		411.840 €	186 €	15 €
			412.041 €	

Sviluppo del progetto

04



Con l'impostazione di progetto si è conclusa la fase di ricerca progettuale e di analisi delle informazioni preliminari che costituiscono la base per lo sviluppo del progetto.

Segue la fase di progettazione del nuovo sistema stampella, costituito da un prodotto fisico e da un servizio integrato in supporto all'utilizzatore.

Progettazione del prodotto

La progettazione del prodotto riguarda il processo di ideazione e sviluppo dell'oggetto fisico della stampella, ovvero tutte le caratteristiche del prodotto, dall'analisi della forma e dello stile, alla scelta dei componenti, dei materiali e delle tecnologie.

Architettura prodotto

Definire l'architettura prodotto significa individuare le **parti costituenti di un oggetto**.

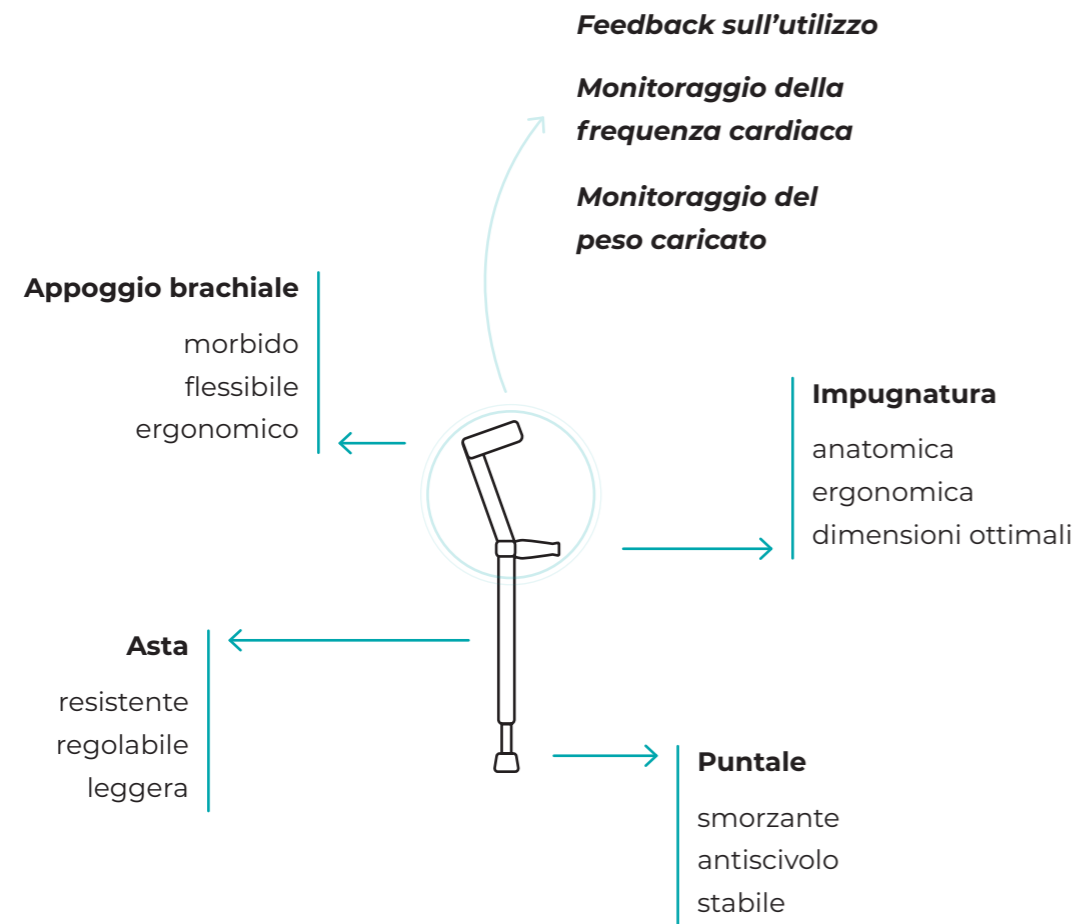
Nello schema illustrato nella pagina successiva sono stati individuati i principali elementi che costituiscono una stampella:

- **appoggio brachiale** in materiale morbido e flessibile, dalla forma ergonomica e di supporto all'utente;
- **impugnatura** ergonomica con un materiale morbido e piacevole al tatto; la forma deve essere anatomica e di dimensioni ottimali per una presa salda (diametro 30 mm circa);
- **asta** della stampella in materiale con buone capacità meccaniche e una buona resistenza alla corrosione; deve essere regolabile per permettere il più possibile l'adattabilità all'utente;
- **puntale** in materiale morbido e antiscivolo; la sua superficie deve garantire una buona stabilità.

Nella zona dell'avambraccio è stata individuata un'area in cui potrebbe essere interessante implementare la sensoristica e quindi aggiungere nuove funzionalità alla stampella, ad esempio:

- **feedback immediato** attraverso un sensore di vibrazione che segnala un eventuale utilizzo scorretto della stampella e quindi invita a rivedere la propria posizione attuale;
- **controllo della frequenza cardiaca** attraverso un sensore ottico basato sulla fotoplethysmografia che consente di misurare le variazioni nella dimensione dei vasi sanguigni e che traduce questi elementi in dati di frequenza cardiaca;
- **monitoraggio del peso caricato** sullo strumento attraverso un sensore di rivelazione di pressione.

Architettura prodotto



Stile prodotto

Per la fase dello *styling* si è applicata parte della metodologia di *Stylistic Design Engineering* (SDE) che permette di studiare le prime **forme concettuali del prodotto**.

Questa metodologia è suddivisa in sottofasi:

- **analisi delle tendenze stilistiche**, che permette di conoscere e combinare forme e colori in un prodotto unico;
- **bozzetti** delle prime proposte di stile;
- **disegno bidimensionale (2D)** per definire le dimensioni;
- **canvas e modello tridimensionale (3D)** per una valutazione volumetrica del prodotto;
- **rendering** con l'applicazione delle texture e dei materiali.

In questo paragrafo verranno applicati i primi due passaggi della metodologia, mentre quelli che seguono verranno inglobati negli step successivi, che approfondiscono nel dettaglio il prodotto finale.

Analisi delle tendenze stilistiche

Non esiste un manuale per individuare le tendenze stilistiche, ma è importante guardarsi attorno per cogliere quali siano le forme, i colori, le sensazioni che il mondo della moda, dell'arredamento, della pubblicità riescono a trasmettere al loro pubblico.

Negli ultimi anni si sono affermati tre filoni stilistici:

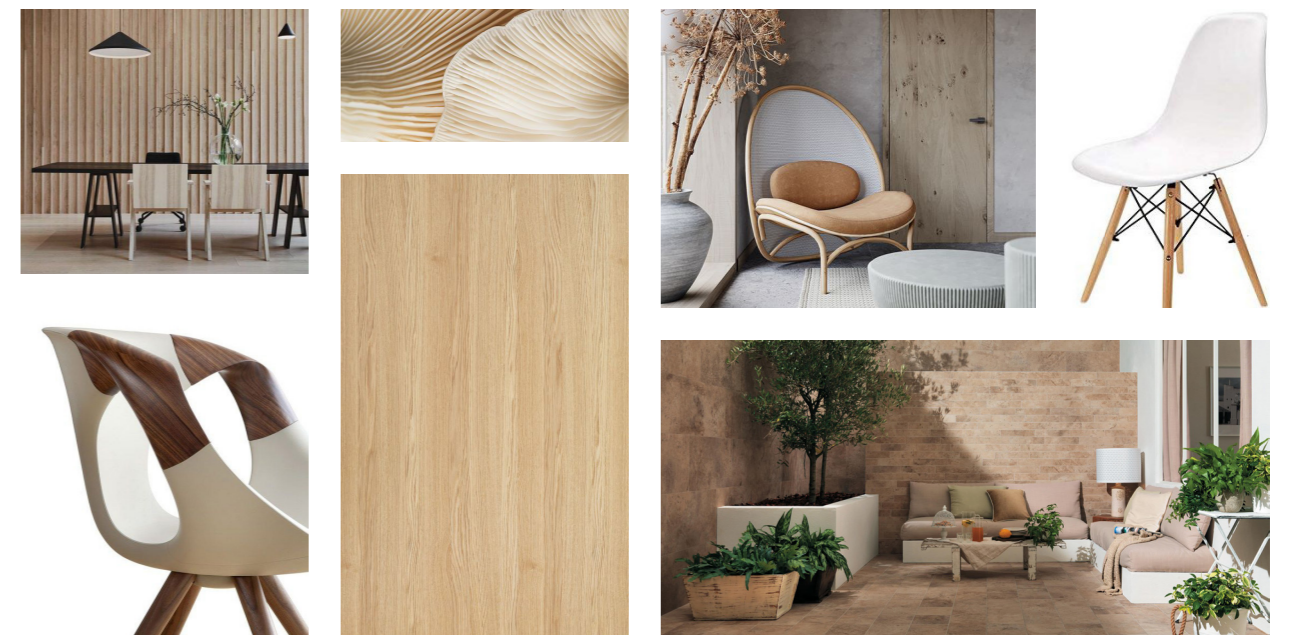
- **Stile rétro:** è influenzato dal fascino del passato, in particolare dalle forme e dall'estetica che si sono affermate tra gli anni '50 e gli anni '80.



- **Stile futuristico:** è ispirato alle forme aerodinamiche come se tentasse di anticipare le mode future.



- **Stile natural:** richiama le forme e le linee della natura che sono semplici ed essenziali, senza alcun tipo di ornamento.

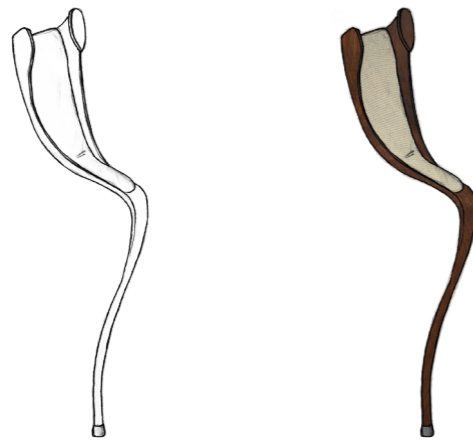


Bozzetti

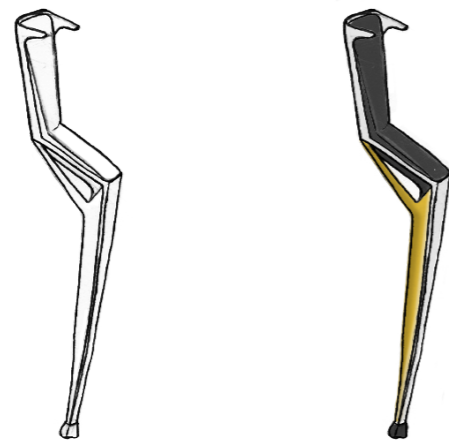
Per ogni stile analizzato sono stati sviluppati alcuni bozzetti per lo studio della forma e del materiale del prodotto fisico.

Questi bozzetti sono risultati essere fonte di ispirazione per il prodotto finale, che non rispecchia uno stile in particolare qui descritto, ma attinge anche da tante piccole accortezze riportate fin dalla fase di ricerca.

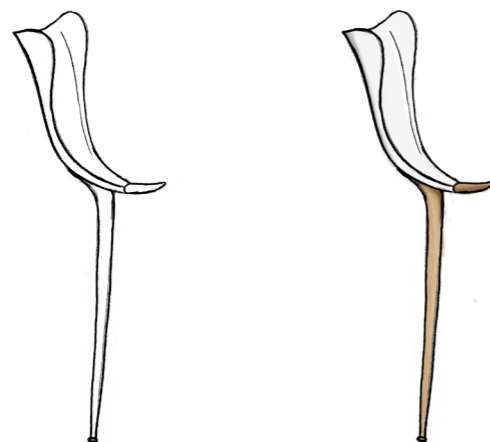
Stile rétro



Stile futuristico



Stile natural

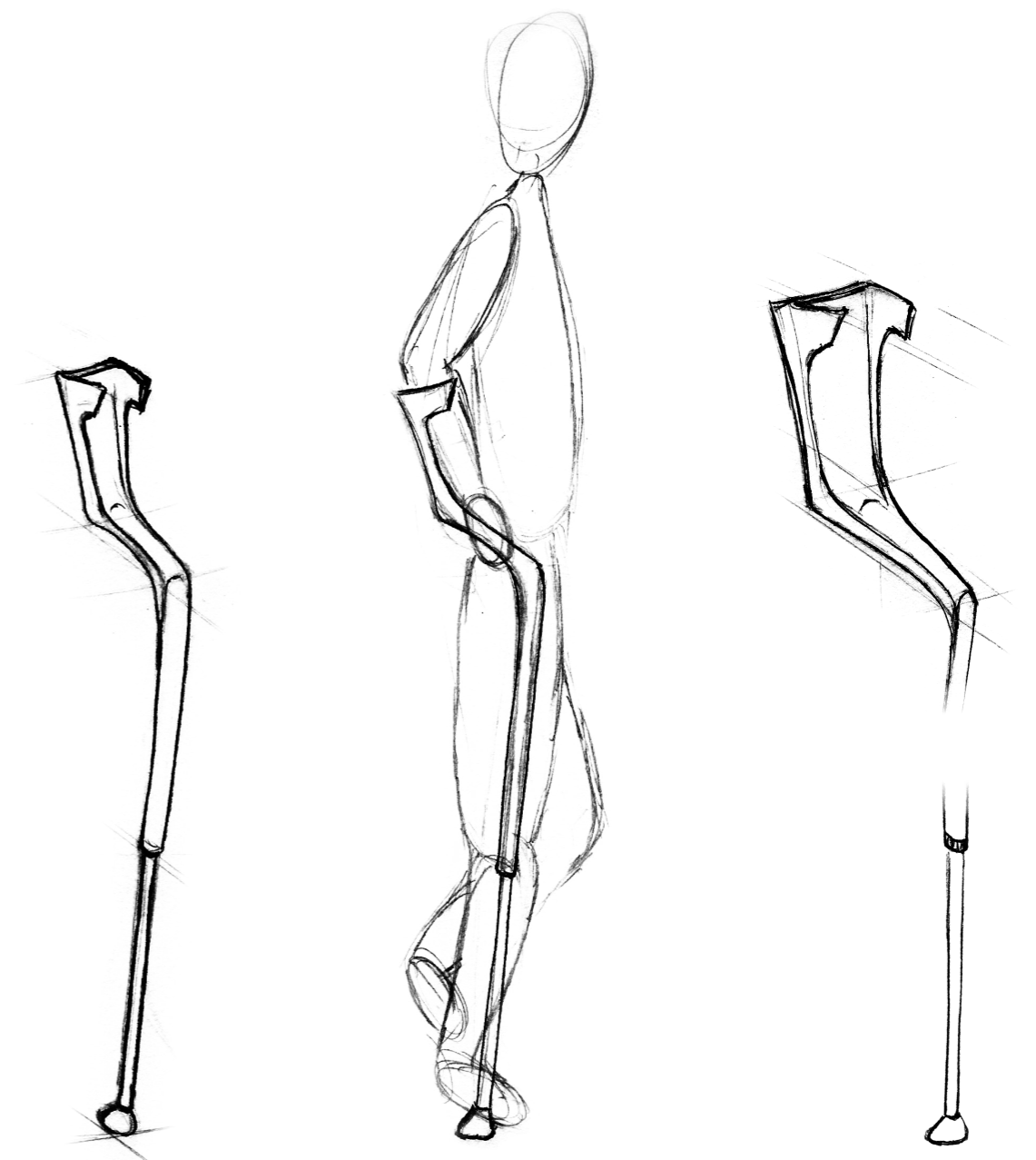


Sketch del prodotto

Concludendo la parte stilistica dell'oggetto, si è optato per una forma che richiama quella già presente sul mercato.

Questo perché un prodotto molto semplice totalmente rivoluzionato può pregiudicare la scelta dell'utente rispetto a qualcosa che già conosce.

Si è cercato comunque di implementare alcune modifiche nella zona di impugnatura e del puntale, ipotizzando il posizionamento dei componenti elettronici.



Dimensionamento

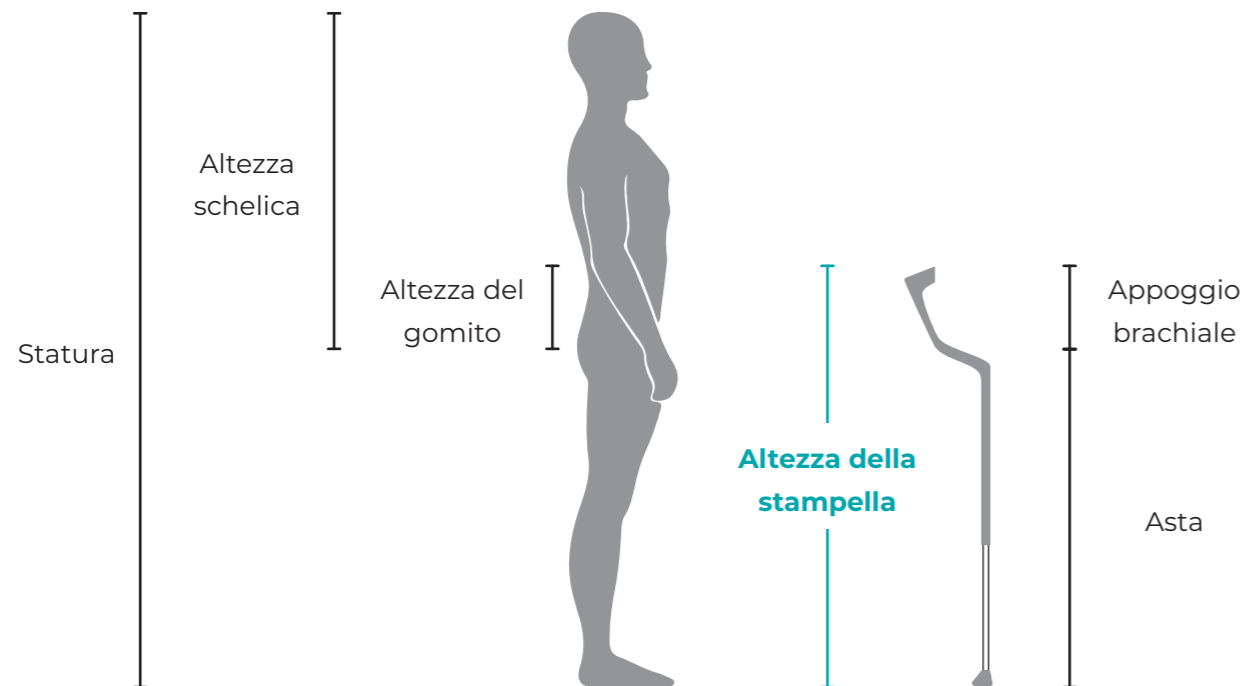
Per le dimensioni reali della stampella sono state considerate le misure antropometriche di una persona europea maggiorenne.

Partendo dalle misure della statura, dell'altezza schelica e dell'altezza del gomito è stata calcolata l'**altezza globale della stampella** che **deve variare da un valore massimo di 1210 mm**, per soddisfare le altezze maggiori, **ad un valore minimo di 900 mm**, per le altezze minori.

La stampella ha una parte fissa, costituita dall'appoggio brachiale, e una parte mobile regolabile.

Prendendo come riferimento l'altezza del gomito, è stata fissata l'**altezza dell'appoggio brachiale a 270 mm**, considerando che l'estremo superiore deve sottostare al gomito e l'estremo inferiore deve includere anche il palmo della mano; di conseguenza, l'**altezza dell'asta regolabile può variare da 960 mm a 650 mm**.

Misure di riferimento



Statura			Altezza schelica		
	Uomini	Donne		Uomini	Donne
Valore minimo	1579	1489	Valore minimo	824	787
Valore medio	1727	1602	Valore medio	894	848
Valore massimo	1872	1728	Valore massimo	969	909

Altezza del gomito			Altezza della stampella		
	Uomini	Donne		Uomini	Donne
Valore minimo	193	196	Valore minimo	948	898
Valore medio	250	245	Valore medio	1083	999
Valore massimo	305	294	Valore massimo	1208	1113

Altezza massima della stampella	1210
Altezza minima della stampella	900
Altezza massima dell'asta	960
Altezza minima dell'asta	650
Altezza dell'appoggio brachiale	270

Unità di misura: millimetri (mm)

Modellazione CAD

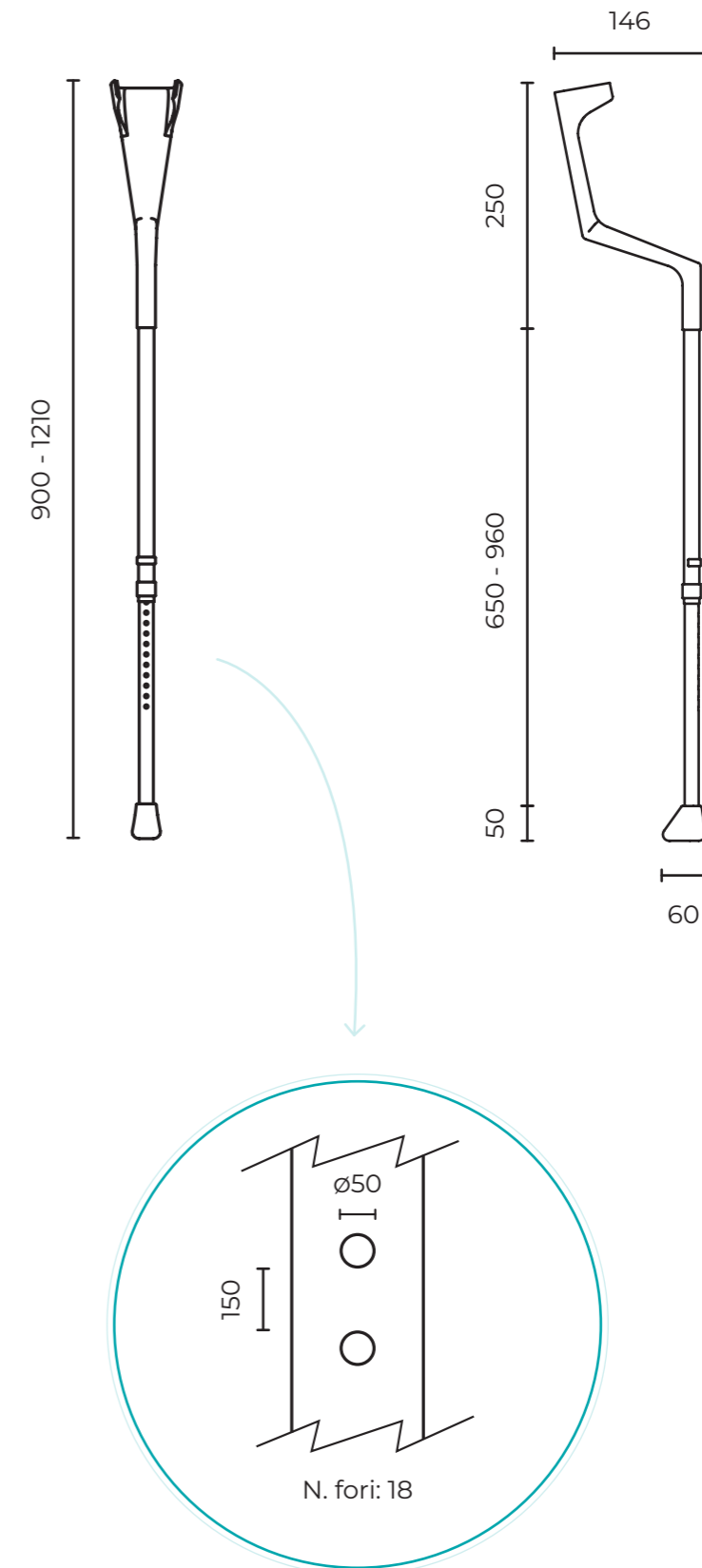
Quantificate le dimensioni di massima e delle singole parti costituenti una stampella, si realizza un **modello digitale** più definito.

Attraverso la modellazione CAD si possono ottenere i primi prototipi digitali: con un software che rielaborano solidi, ad esempio Autodesk Inventor, si ottiene un modello 3D che permette di avere una visione volumetrica dell'oggetto; con un software di rendering, invece, ad esempio Keyshot, si ottiene una rappresentazione verosimile dell'oggetto con l'applicazione dei materiali e le rispettive texture.

Disegno bidimensionale (2D)

Il modello bidimensionale rappresenta le **quote di massima dell'oggetto** ed è utile per capire l'ingombro totale dell'oggetto.

La stampella ha un'altezza regolabile data dall'impilabilità di due aste, mentre l'appoggio brachiale ha dimensioni fisse. Per garantire la copertura di tutte le altezze possibili, è stato ripreso il meccanismo della classica stampella, secondo cui la regolazione avviene tramite l'allineamento dei fori sull'asta inferiore con quello dell'asta superiore.



Modello tridimensionale (3D)

Il modello tridimensionale rappresenta il **volume dell'oggetto** progettato ed è stato realizzato con il software di modellazione per solidi Autodesk Inventor.

Per prima cosa sono state modellate le singole parti costituenti una stampella: l'appoggio brachiale, le due aste impilabili, una ghiera, una sicura per la regolazione e il puntale.

Queste parti poi sono state assemblate in un modello unico.



Rendering

Al modello tridimensionale vengono applicati i materiali con le opportune texture. Ciò è utile per avere una **visione globale verosimile dell'oggetto** progettato, con dimensioni, volume e materiali finali.

Questo passaggio è stato realizzato con il software di renderizzazione Keyshot.

I materiali applicati verranno poi elencati e descritti meglio nel paragrafo successivo.



Materiali e componentistica

La scelta dei materiali deve tener conto dei risultati ottenuti durante l'impostazione del progetto e dei requisiti di progetto.

In questo caso si trattava di migliorare la zona dell'impugnatura e dell'asta e di ottimizzare la regolazione dell'altezza della stampella.

I materiali scelti quindi rispondono ad esigenze formali e tecniche, e sono:

- **appoggio brachiale** principalmente in polipropilene, ma con una forma più morbida e lineare che segue il naturale posizionamento dell'avambraccio. In alternativa si è pensata alla fibra di carbonio, opzione più costosa, meno riciclabile, ma più resistente e più leggera. Per agevolare l'inserimento dei componenti elettronici, l'appoggio brachiale si realizza con due scocche assemblabili.
- **impugnatura** in materiale EVA particolarmente morbido e ammortizzante che ricopre la superficie di contatto della stampella con l'avambraccio dell'utente.
- **aste impilabili** in lega di alluminio, per mantenere contenuti i costi e per permettere la regolazione dell'altezza.
- **puntale** stratificato per consentire sia l'alloggiamento del sensore di carico all'interno, sia lo smorzamento del passo: all'interno si è pensato ad un materiale rigido come il nylon, all'esterno un materiale gommoso, come il TPU.



Per quanto riguarda la sensoristica, **i componenti elettronici e i cablaggi sono stati pensati per essere collocati all'interno della stampella**, come si può vedere nello schema successivo.

Il centro dell'acquisizione, elaborazione e invio dati è gestito da una **scheda madre con bluetooth e sensori inerziali integrati**. Questa è utile sia per la lettura dei dati di movimento dello strumento, sia al trasferimento delle informazioni all'app integrata nel sistema.

Il processore viene alimentato da una **batteria Li-Po e dal suo modulo di ricarica tramite USB** ed è posizionato all'interno dell'appoggio brachiale.

All'altezza dell'impugnatura viene collocato un **sensore ottico** che

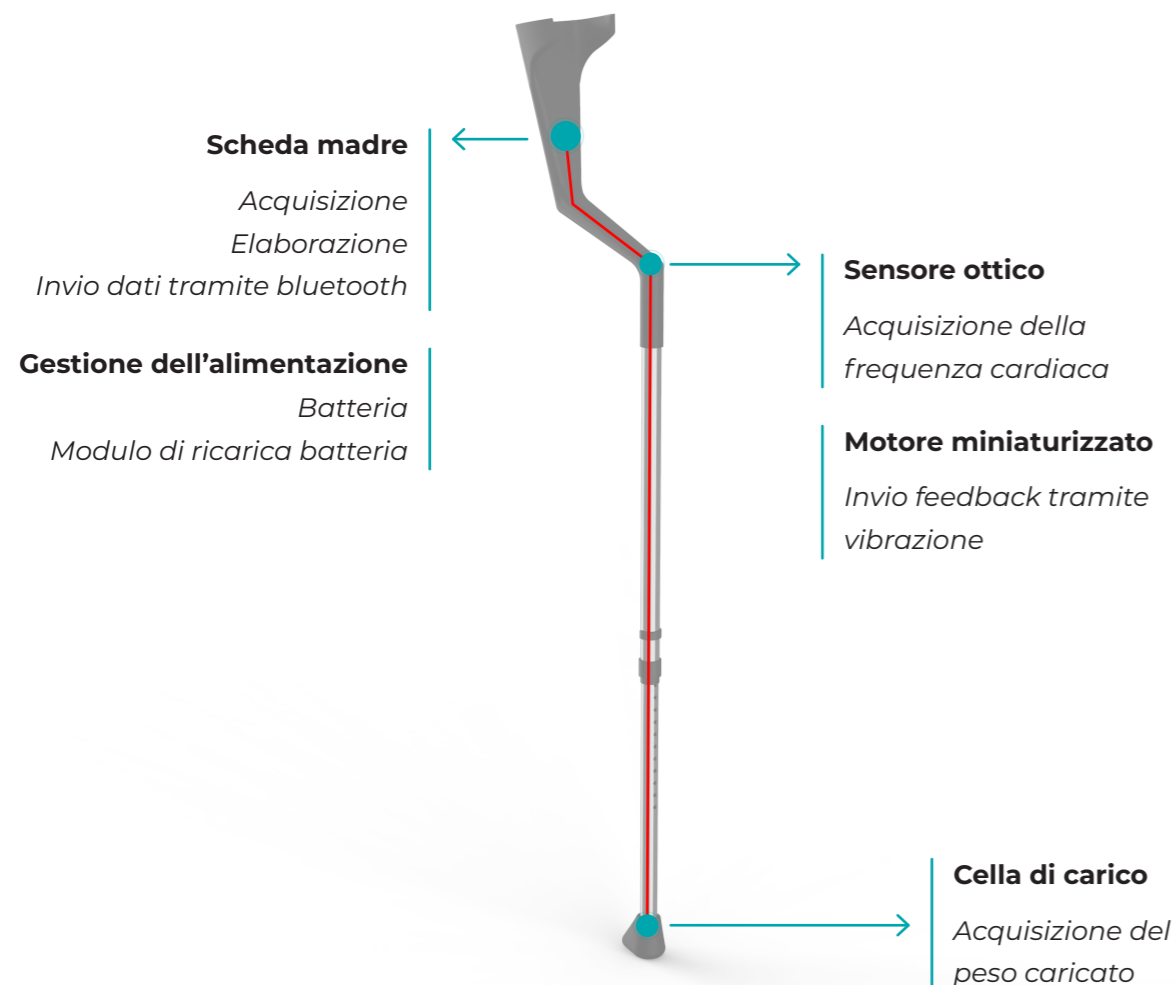
consente di rilevare informazioni per la frequenza cardiaca, e, quindi, di monitorare uno stato di fatica o di rilassamento dell'utente.

Sempre all'interno dell'impugnatura viene posizionato un **motore miniaturizzato di vibrazione** che tramite la sua attivazione consentirà l'invio di piccoli impulsi vibrazionali sull'impugnatura traducibili in segnali di riguardo del proprio carico o sforzo applicato.

Infine, nel puntale ridisegnato, viene creata una cavità, all'interno della quale viene posizionata una **cella di carico di portata di 200 kg** che consente di leggere il carico effettivo sulla stampella e di inviare i dati alla scheda principale, la quale confronterà i dati ricevuti con quelli impostati sull'applicazione. Se il carico non rientra nel range impostato, il sistema attiva il motore miniaturizzato che comincerà a vibrare.

Va fatta una precisazione: i collegamenti tra i vari componenti elettronici dovranno essere messi in sicurezza durante l'eventuale regolazione dell'altezza della stampella.

Si prevede quindi che le due aste impilabili abbiano una sezione tale da separare una zona dedicata all'inserimento dei cavi e una zona per il fissaggio dell'altezza tramite il perno di sicurezza.



Progettazione del servizio

La progettazione del servizio riguarda lo studio e la realizzazione di una app per smartphone utile al monitoraggio dei dati acquisiti dall'oggetto fisico e controllare i progressi in termini riabilitativi.

Il processo segue all'incirca le stesse fasi viste nella progettazione del prodotto fisico: uno studio dell'architettura del software permette di capire quali informazioni siano importanti da visualizzare e di studiare l'interfaccia utente più idonea.

Obiettivi del servizio

Il servizio integrato al prodotto fisico è un'app per smartphone, il cui obiettivo principale è **visualizzare i pesi caricati sulla stampella e confrontarli con quelli imposti dal medico ortopedico e/o dal fisioterapista.**

Inoltre, viene anche **visualizzato il carico cardiaco** dell'utente durante l'utilizzo di questo strumento, nonché i principali **dati pedometrici** come indici di miglioramento nella camminata, ad esempio la distanza percorsa e la velocità.

Per coinvolgere l'utente fin dall'inizio, viene dato anche un consiglio su quale sia l'**altezza ideale della stampella** in base alla propria statura. Questo calcolo viene fatto dopo l'inserimento dei propri dati e si basa principalmente sulla lunghezza misurata da terra fino al grande trocantere femorale.

La funzionalità dell'applicazione sta nel **monitorare costantemente l'attività** dell'utente e, allo stesso tempo, **renderlo consapevole dei propri movimenti**, al fine di diminuire il senso di inappropriata e di disagio.

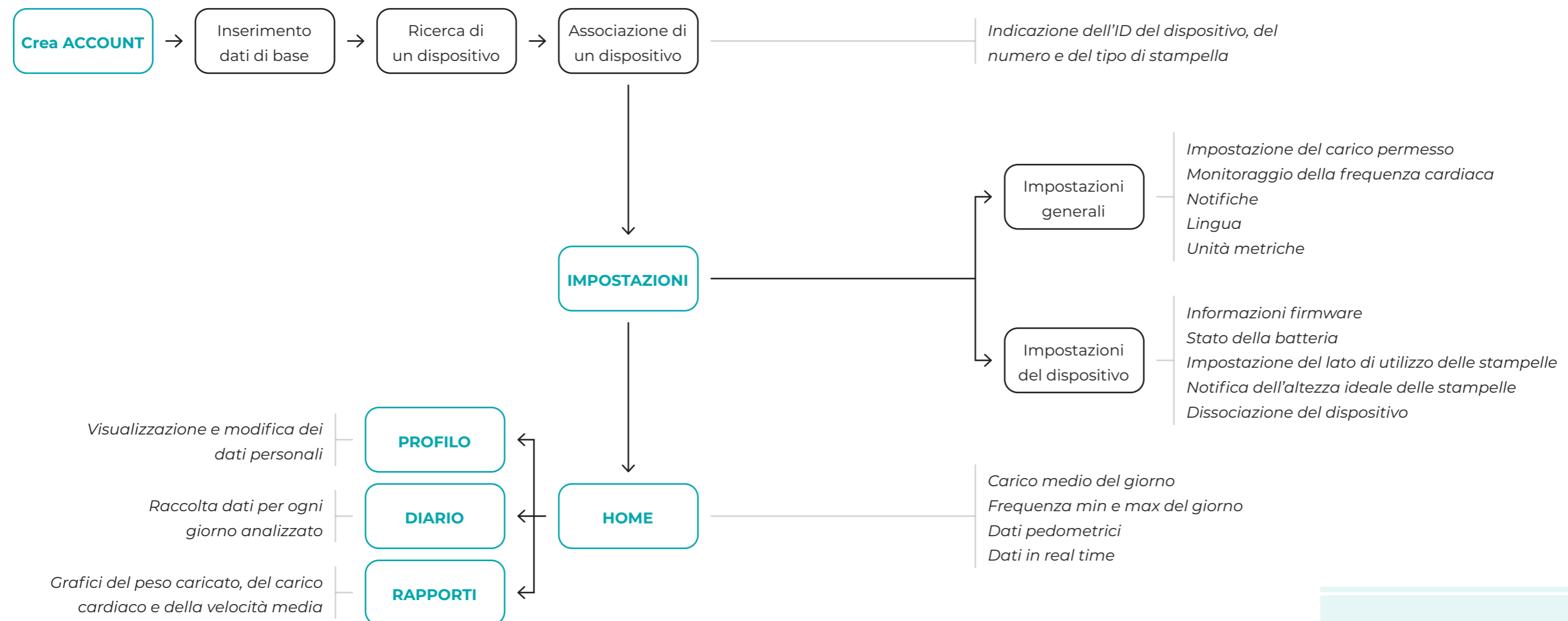
La raccolta di questi dati sono anche di supporto allo specialista, il quale potrà dedurre più facilmente un miglioramento o peggioramento della mobilità del paziente.

Architettura dell'app

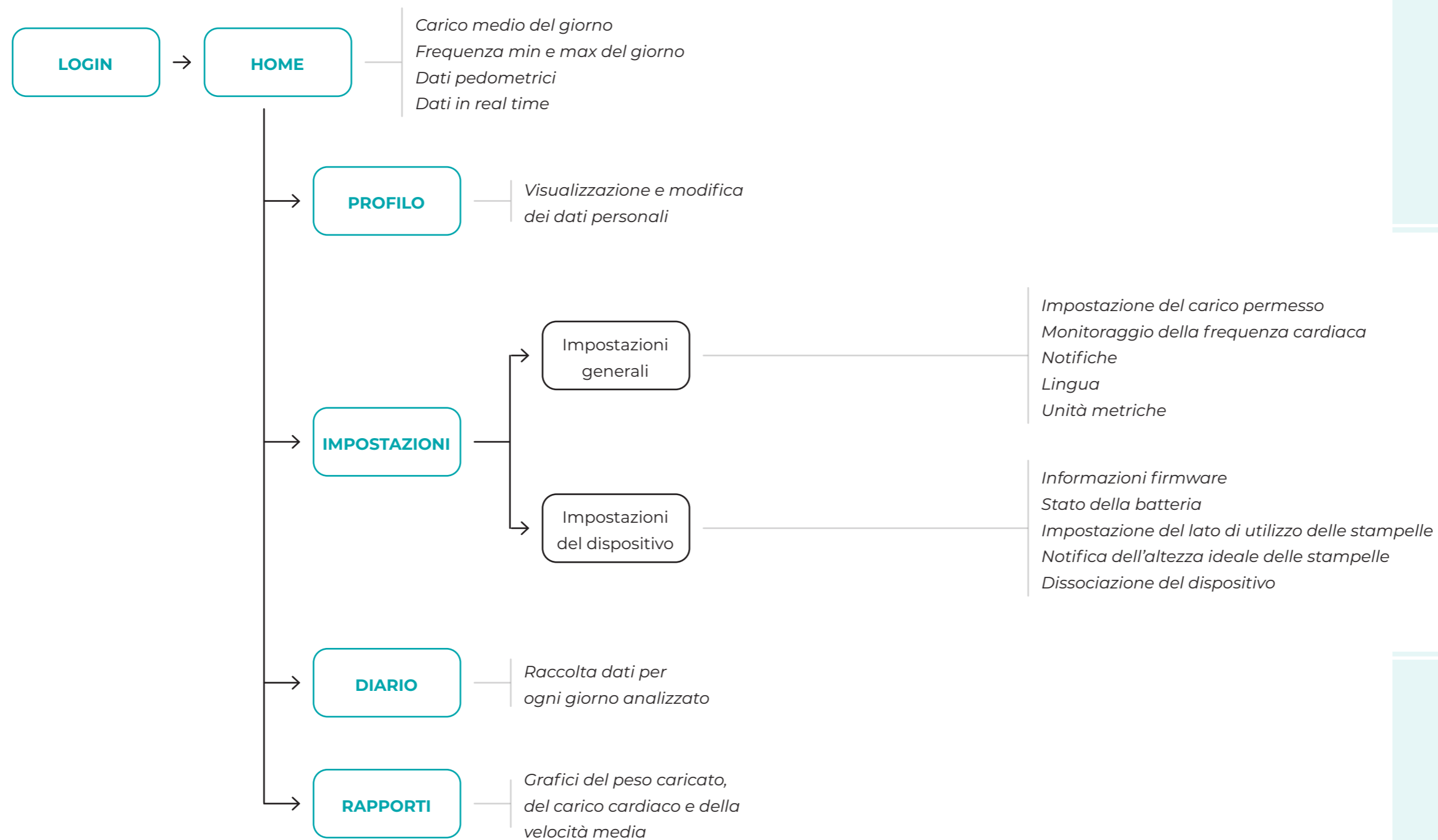
Definire l'architettura dell'app significa creare la **struttura di navigazione tra le schermate principali** che si interfacciano con l'utente durante l'utilizzo.

Per questo progetto sono stati pensati due flussi principali: uno, qui rappresentato, legato al primo accesso all'app, con l'inserimento dei dati di base dell'utente e le impostazioni del dispositivo; l'altro, rappresentato nelle pagine seguenti, successivo al primo accesso con la rappresentazione dei dati ricevuti dal dispositivo associato.

Iter di navigazione al primo accesso



Iter di navigazione per gli accessi riusciti al primo



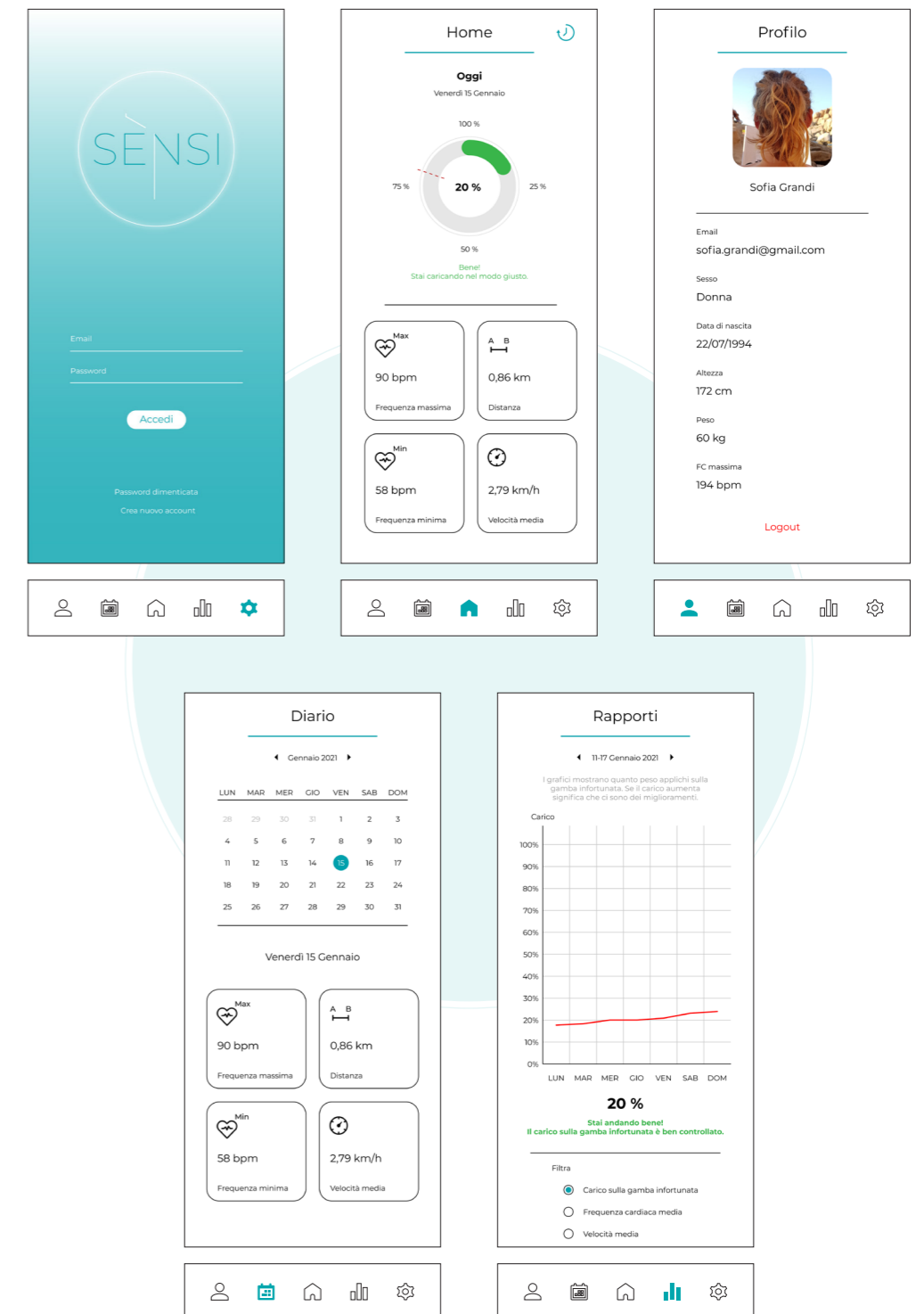
Wireframe

Il wireframe è uno **schema abbozzato della struttura di layout delle pagine principali di un'app**. Esso comprende gli elementi strutturali e ne definisce le relazioni.



Interfacce utente

In seguito, si studia e si realizza la **grafica delle schermate dell'app** con cui l'utente di confronterà durante l'utilizzo. Questa è la fase in cui si progetta per un'interfaccia intuitiva e facile da utilizzare.



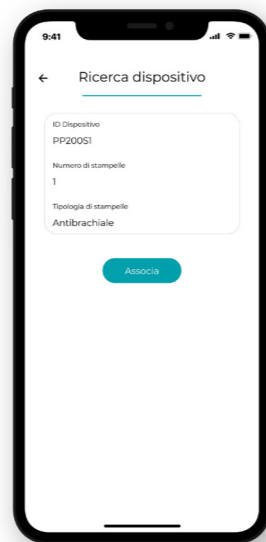
Sistema prodotto-servizio

Ultimata la progettazione del prodotto e del servizio, si studiano le interazioni e le modalità di utilizzo del sistema, costituito dal prodotto, che è la stampella fisica, e dal servizio fornito dall'applicazione per smartphone.

Modalità di utilizzo

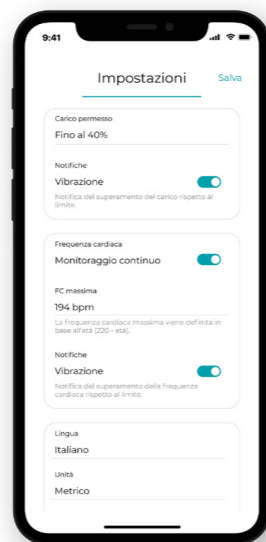
1

Prima di utilizzare la stampella, è bene **accedere all'applicazione** tramite smartphone e **associare un dispositivo**.



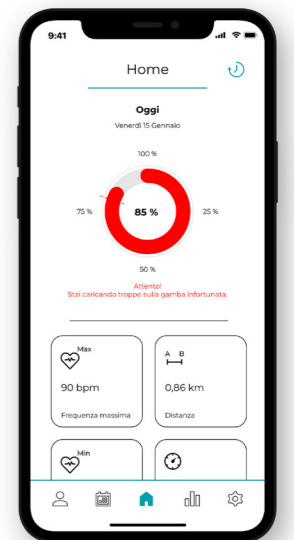
2

Impostare tutte le opzioni richieste, tra cui il peso limite con cui caricare la gamba infortunata su indicazione del medico ortopedico.



3

Impostato l'account, associato la stampella tramite bluetooth, si può **utilizzare il dispositivo** di supporto facendo attenzione alle eventuali segnalazioni. Queste vengono rappresentate nella Home.



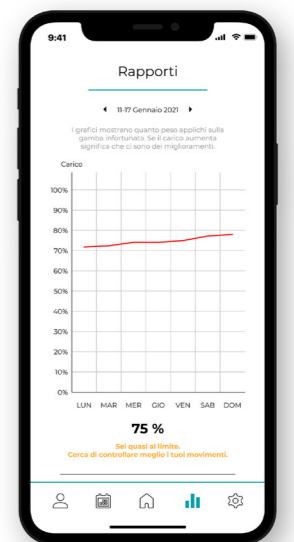
4

Se non si carica abbastanza sulla stampella significa che si sta caricando troppo sulla gamba infortunata: nel caso non si rientrasse nel range permesso, **si attiverà un feedback tramite vibrazione sull'impugnatura** della stampella.



5

Dopo diversi utilizzi, è possibile costruire uno **storico dei dati**, analizzando diversi parametri: il peso caricato, la frequenza cardiaca media e la velocità media.



Modalità *real time*

In una situazione di staticità, è possibile **visualizzare i dati in tempo reale**, cliccando sul tasto presente nella Home.

Se si avesse l'indicazione di poter caricare il 40% del proprio peso sulla gamba infortunata, significa che si dovrebbe caricare almeno il 60% del proprio peso sulla stampella.

Questo carico è ciò che il dispositivo controlla ogni volta che si compie la fase di oscillazione ed è quello che si può visualizzare in diretta sull'applicazione nella modalità *real time*.

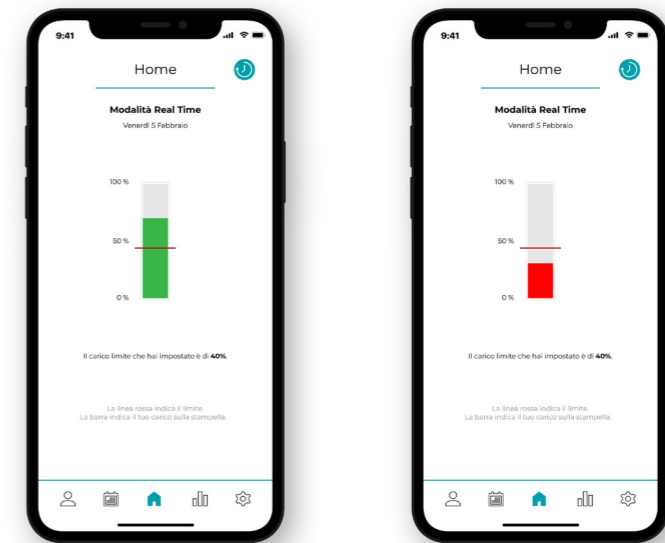
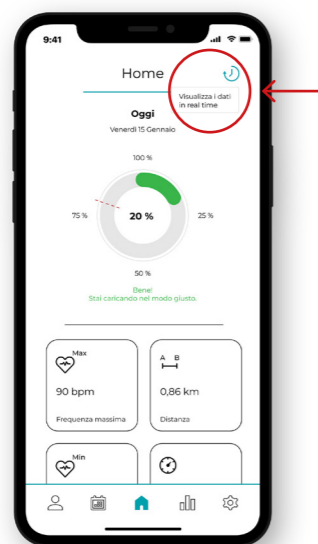
Mentre nelle interfacce principali viene calcolato il peso medio caricato sulla gamba infortunata, in queste specifiche interfacce si è pensato essere più intuitivo **visualizzare il carico diretto sulla stampella**.

In questo modo è possibile rendersi conto di quanto è necessario caricare sulla stampella per non sforzare la gamba infortunata.

Va precisato che il peso dell'utente caricabile sulla stampella va dimezzato, a prescindere dal numero di stampelle utilizzate. Sia che se ne utilizzi una, o due, il peso totale si distribuisce su due appoggi in ogni caso.

Negli esempi presentati, viene riportato il carico su una sola stampella, quindi ad un solo lato d'utilizzo.

Nel caso si usassero due stampelle, si affiancheranno due barre, ognuna delle quale fa riferimento al lato d'utilizzo della stampella collegata.



Per semplificazione, sono state rappresentate le interfacce utente nel caso in cui si utilizzi una sola stampella.

Tra le opzioni dell'applicazione vi è la possibilità di impostare il lato di utilizzo del dispositivo, che deve corrispondere al lato opposto alla gamba infortunata.

Nel caso in cui si utilizzassero due stampelle, occorre associare entrambi i dispositivi allo smartphone; sull'applicazione verranno poi rappresentati i rispettivi carichi.

Comunicazione e Marketing

05



La comunicazione è l'atto di trasmettere un messaggio e consente di avvicinare il prodotto al cliente.

Il marketing è un processo per studiare e soddisfare le esigenze dei consumatori fornendo loro valori e attrattività.

In questo capitolo si crea l'identità del sistema progettato e si studia il posizionamento sul mercato del prodotto-servizio, al fine di creare un rapporto con il cliente basato sui valori che il prodotto-servizio vuole trasmettere.

Naming

Il naming è un settore del marketing dedicato all'**ideazione e alla realizzazione del nome di un prodotto e servizio**.

Occorre tener conto diversi aspetti, come la sonorità della parola e cosa essa richiama, la facilità con cui viene pronunciata e memorizzata e la compatibilità con il logo che accompagna la scritta.

Il naming, inoltre, deve considerare significati, sfumature o associazioni attribuibili al nome scelto e, allo stesso tempo, deve essere in grado di richiamare concetti, valori e idee specifiche del prodotto e/o servizio.

Durante il brainstorming sono stati pensati diversi nomi che potessero richiamare un **prodotto smart, sensorizzato**, categorizzabile come **ortesi** e in grado di **guidare e insegnare l'utilizzatore**.

Il nome personalmente più affascinante è risultato essere **SÈNSI**: una forma distorta di Sensei, il termine giapponese che ha l'accezione di "maestro" o "insegnante", con una fine allusione alla sensorizzazione. Inoltre, il testo e l'accento sulla "È" permette di poter giocare con le linee delle lettere e ottenere un profilo accennato della stampella.

SÈNSI

Palette



#00a1ad



#ffffff



#000000

Tipografia

Montserrat Light

AaBbCc
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

Prezzo

Il **prezzo di vendita di un prodotto-servizio** deriva dal prezzo di acquisto di un bene, dal margine di ricavo e dall'IVA.

Il prezzo **deve rappresentare il valore del prodotto-servizio** e allo stesso tempo **determinare la sua posizione sul mercato**.

Per calcolare il prezzo di vendita è bene ipotizzare il totale dei costi e aggiungere il margine di guadagno.

Nel totale dei costi si considerano i costi sostenuti per la fabbricazione del prodotto-servizio e si dividono in costi variabili e costi fissi.

I **costi variabili** sono le spese che occorrono per la produzione di un'unità e si sommano il costo dei materiali, la manodopera e gli eventuali acquisti.

I **costi fissi** sono le spese che rimangono stabili indipendentemente dal prodotto-servizio e considerano gli ammortamenti delle macchine, la manutenzione e le tasse.

Infine, si considera il **margine di guadagno**, ovvero la percentuale di introito che si desidera raggiungere. Si considera per esempio il 10%.

Considerando la prima analisi del calcolo del budget per la realizzazione del prototipo e gli adattamenti per una produzione industriale del prodotto-servizio, il **prezzo di vendita** si può arrotondare a **205€ a pezzo**, considerando per il primo anno un **volume di produzione di 500 stampelle**.

Calcolo del prezzo di vendita

Costi variabili **185,41 €**

costo di fabbricazione 75,00 €

costo dei materiali 107,16 €

imballaggio 1,25 €

spese del trasporto 2,00 €

Costi fissi al pezzo **0,19 €**

ammortamenti 0,83 €

manutenzione 75,00 €

tasse 22 %

Volume annuale 500

Costo unitario **185,59 €**

margine 10 %

PREZZO DI VENDITA **206,22 €**

Note

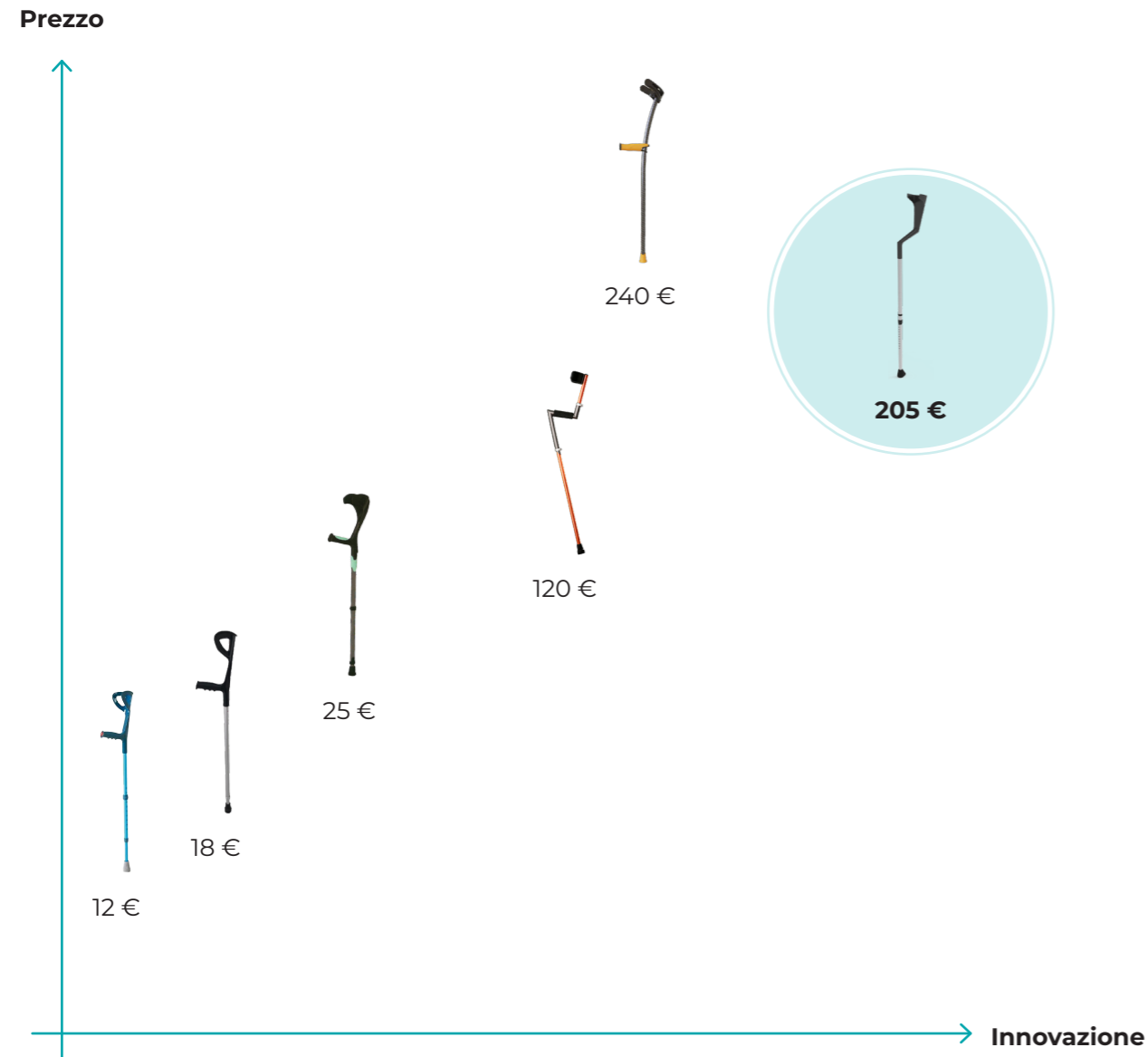
Tempo di lavorazione: 2 ore

L'imballaggio e il trasporto sono stati calcolati su uno stock di 20 stampelle.

Una stampante 3D di 2500 € necessita una manutenzione ogni 3000 h.

Una manutenzione di 1 ora viene effettuata 3 volte all'anno.

Riprendendo il benchmarking rappresentato nel Capitolo 4 - Sviluppo del progetto, si nota come il nuovo **prodotto-servizio** è comunque **competitivo** rispetto a quelle stampelle che presentano tecnologie e materiali piuttosto innovativi, rispetto a quelle che rispondono al bisogno primario di aiuto alla mobilità.

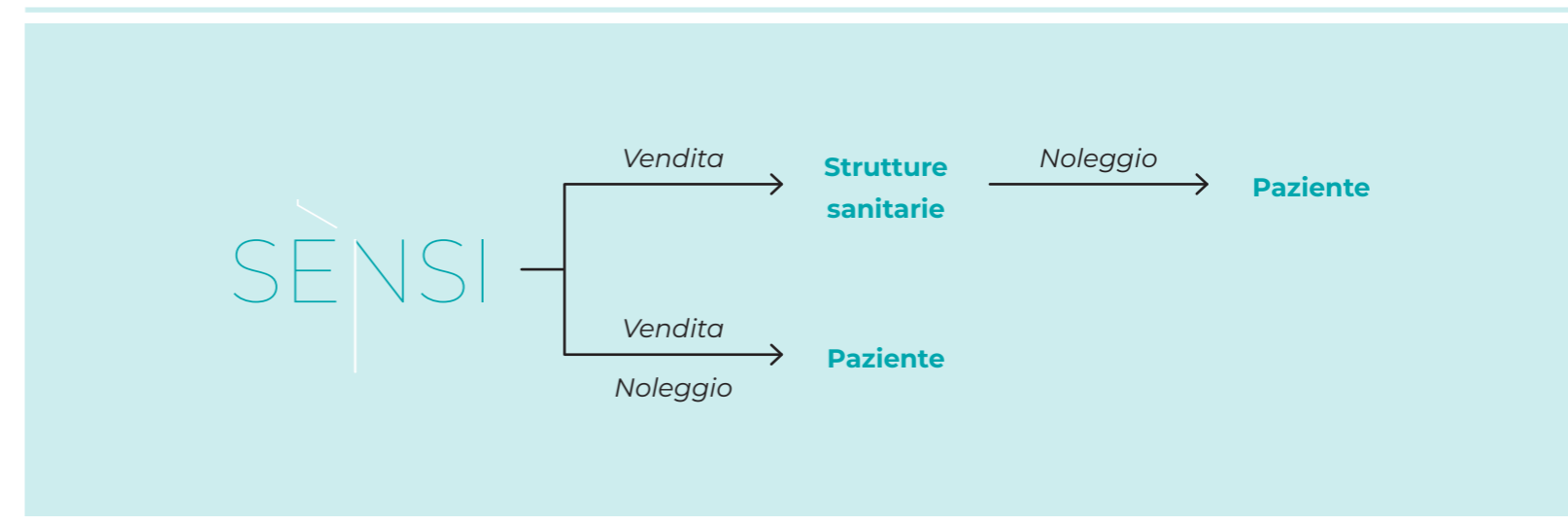


- Stampella antibrachiale DEMARTA - 18 €
- Stampella antibrachiale INDESMED - 240 €
- Stampella antibrachiale MOPEDIA - 12 €
- Stampella antibrachiale Ellipse MEDILAND - 25 €
- Stampella antibrachiale Zeda TOMPOMA - 120 €
- Stampella antibrachiale SÈNSI - 205 €

Target

Per quanto riguarda il target dei consumatori, il prodotto-servizio è pensato essere rivolto in particolar modo alle imprese (**marketing B2B**), ovvero a quelle strutture sanitarie che offrono servizi al cliente di riabilitazione e ripresa della mobilità. Eventualmente, è ipotizzabile un noleggio da parte dell'utilizzatore per il periodo di utilizzo.

Il prodotto-servizio potrebbe anche essere pensato per un **mercato B2C**, ovvero diretto ai consumatori. In questo caso si tratterebbe di un investimento da parte dell'utilizzatore, in quanto il prezzo, inizialmente, potrebbe risultare poco accessibile.

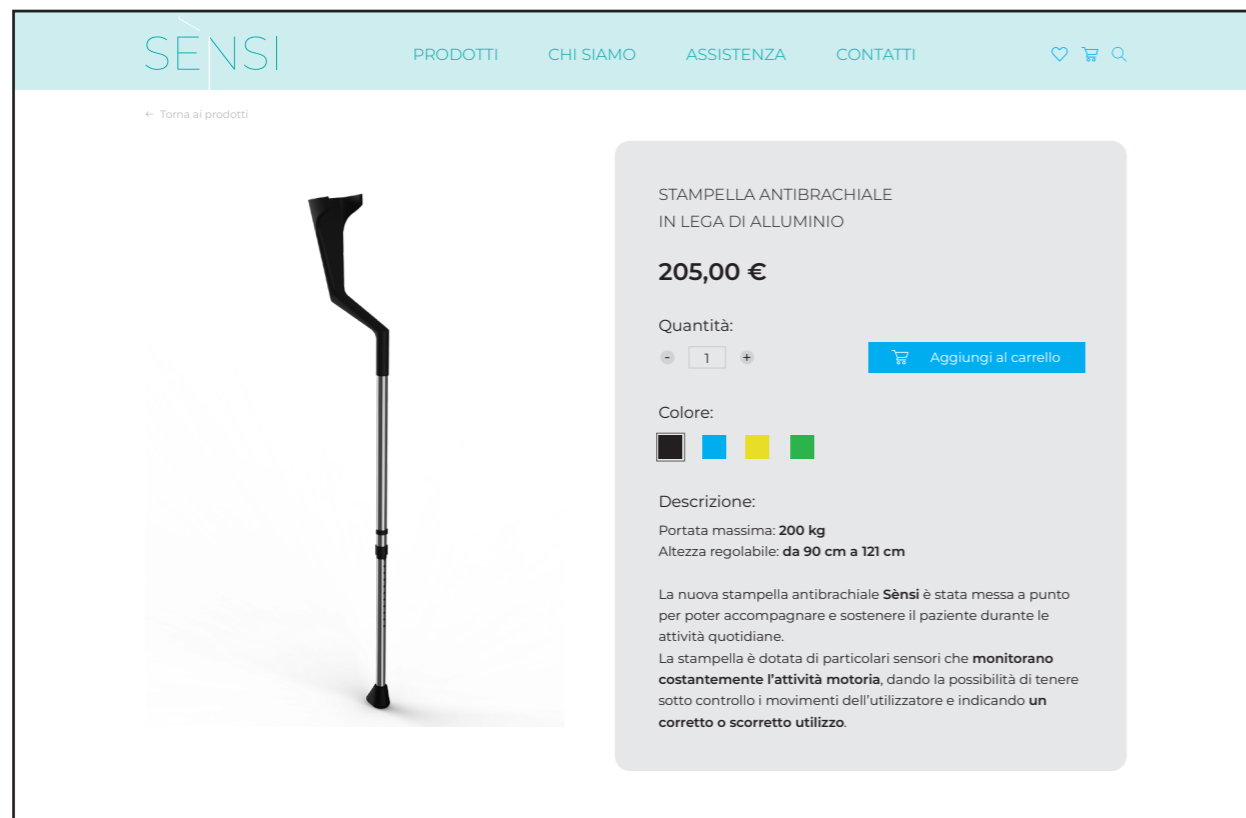


Canali di distribuzione

Il **canale di distribuzione del prodotto-servizio è prevalentemente diretto**, ovvero i produttori vendono direttamente ai clienti finali, sia se si tratta di un centro medico, sia se si tratta di un utilizzatore privato.

La tipologia del **canale** potrebbe essere quello **elettronico dell'e-commerce**, in cui un bene viene spedito all'acquirente attraverso spedizioniere.

La transizione avviene tramite un **sito online** che opera da portale che propone al cliente un catalogo online dei prodotti offerti.



Prototipazione

06



Alla luce della ricerca e dello studio effettuato, sono stati realizzati alcuni prototipi (digitali e fisici) per rappresentare al meglio il sistema prodotto-servizio progettato.

La fase di prototipazione è divisa in quella di prodotto e quella di servizio, ovvero dell'applicazione per lo smartphone.

Grazie a questa fase si possono comprendere meglio le forme e le dimensioni dell'oggetto, le eventuali modifiche da apportare per migliorare le funzionalità, ma anche l'intuibilità dell'applicazione e la sua efficacia.

Prodotto

Modello estetico

Il **modello estetico digitale** è quello già presentato nel Capitolo 4 - Sviluppo del progetto per la presentazione del prodotto fisico.

Il modello è stato ottenuto dopo una serie di modifiche formali e dimensionali, sia per adattare al meglio l'ingombro dei componenti elettronici, sia per un fattore puramente estetico dell'oggetto.

È stato realizzato anche un **modello estetico fisico in scala 1:2** con il supporto di una stampante 3D e con materiali facilmente reperibili in negozi di bricolage.

Alcuni componenti, come l'appoggio brachiale, la ghiera, la sicura e il puntale sono stati realizzati con la stampante 3D XYZ da Vinci Mini.

Le aste, invece, sono state riprodotte con due tubi di alluminio acquistati: per l'asta superiore è stato utilizzato un tubo di alluminio di diametro 10 mm, spessore 0,8 mm e lunghezza di 205 mm; per l'asta inferiore è stato utilizzato un tubo di alluminio di diametro 8 mm, spessore 0,6 mm e lunghezza di 270 mm.

Su entrambe le aste sono stati praticati dei fori per simulare la regolazione in altezza della stampella.



Il **prototipo estetico fisico finale** è stato assemblato ad incastro.

Inoltre, nella zona di impugnatura, è stata aggiunta anche un'imbottitura simulata con un materiale isolante sottile e un tessuto similgomma.



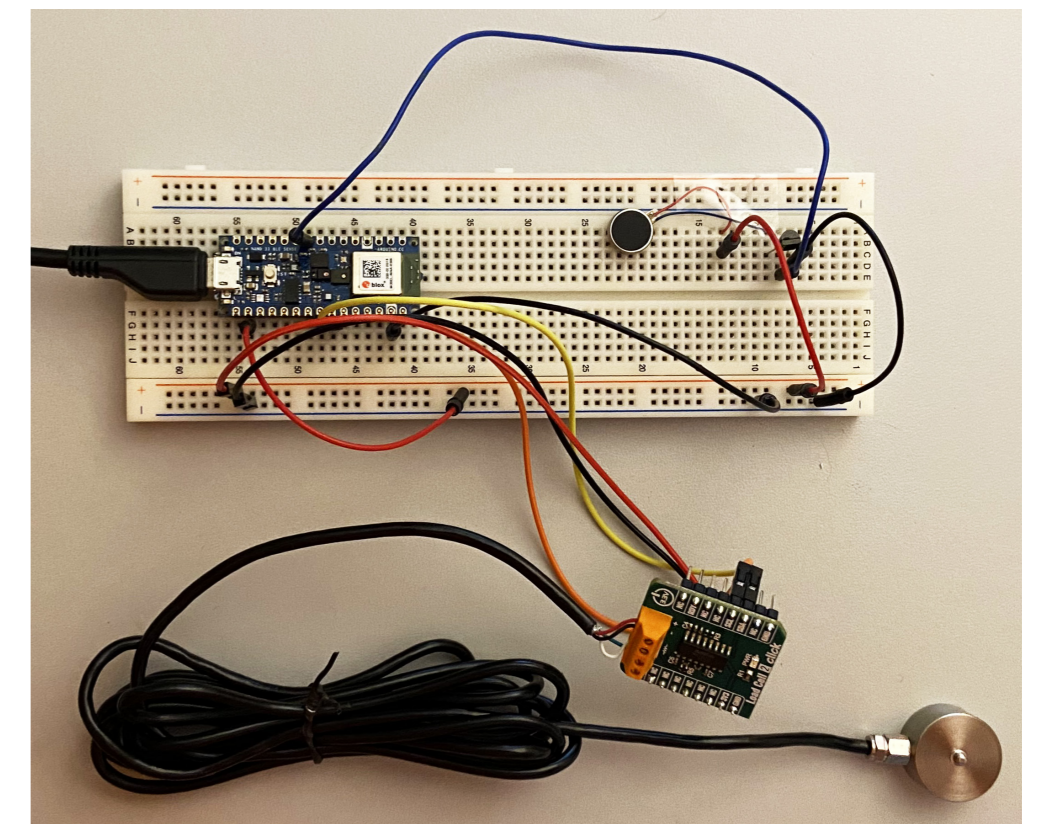
Modello funzionale

Il **modello funzionale** può anche essere definito prototipo funzionante, qualora assolvesse le funzioni essenziali del sistema studiato.

In questo caso si è pensato di realizzare un prototipo che rappresentasse la **modalità *real time* dell'applicazione**, quindi che svolgesse le funzioni di **monitorare il peso caricato sulla stampella**, ottenere un **feedback vibrazionale** qualora si superasse il limite imposto dal medico ortopedico e **rappresentare graficamente il peso caricato**.

Per la realizzazione di un prototipo con le funzionalità descritte sopra, i componenti necessari sono:

- Arduino Nano 33 BLE Sense,
- una cella di carico da 200 kg (SparkFun TAS606 SEN-13332),
- una scheda di interfaccia per la cella di carico per leggerne i valori (MIKROE-4047),
- un motore miniaturizzato per l'attuazione di piccole vibrazioni (Adafruit 1201),
- un transistor NPN 2N222A,
- una serie di cavetti per il cablaggio.



Inizialmente è stato elaborato un firmware tramite l'IDE di Arduino per programmare la scheda e i sensori collegati.

Innanzitutto, occorre **calibrare la cella di carico** e ottenere una scala utile per la lettura dei dati. Le celle di carico hanno una risposta lineare, il che significa che il loro valore cambia in proporzione alla forza applicata. La caratterizzazione della scala di una cella di carico è simile all'equazione di una retta: $y = mx + q$. Occorre immaginare l'equazione in questo altro modo: **Weight = Calibration_Factor * reading + Zero_Offset**.

Per la calibrazione della cella è stata utilizzata la scheda Arduino UNO, su cui è stato caricato *Example2_CompleteScale* presente nella libreria "*Sparkfun_Qwiic_Scale_NAU7802_Arduino_Library*". Si tara la cella di carico e successivamente si posiziona un peso noto, inserendone il suo valore.

Quando di rimuove un qualsiasi carico sulla cella, il valore misurato è lo "zero" di riferimento; quando vi si posiziona un peso, la bilancia esprime un cambiamento di valore senza unità.

Con la calibrazione si ottengono due valori, lo *Zero_Offset* e il *Calibration_Factor*, che vengono poi impostati all'interno del codice principale.

Il codice principale viene caricato su Arduino Nano 33 BLE Sense. La scelta della tipologia di scheda è stata influenzata dalla vastità delle funzioni implementabili e utili per rappresentare il prodotto nella maniera più verosimile possibile.

A causa dei tempi ristretti e la modalità a distanza, non si è stati in grado di sfruttare al meglio la potenzialità di questa scheda, ma ci si è limitati a rappresentare la modalità *real time* prevista nell'applicazione per smartphone.

Nella **modalità *real time*** l'utente può verificare immediatamente quanto sta caricando sulla stampella e se questo rientra nel range permesso, in base al limite che ha impostato.

Per cui, nel codice principale di Arduino si definiscono, in primo luogo, le variabili:

- **Zero_Offset**
- **Calibration_Factor**
- **Peso del paziente**
- **Percentuale di carico permesso sulla gamba infortunata.**

Dopodiché si calcola il **Peso limite** che il paziente dovrebbe caricare sulla gamba e, indirettamente, si ottiene quello sulla stampella.

Se, per esempio, il medico ortopedico stabilisce che il paziente dovrebbe caricare il 40% del proprio peso sulla gamba infortunata, significa che sulla stampella dovrebbe caricare almeno il restante 60%.

Seguendo questa logica, si è programmato che, **se il peso caricato sulla stampella è minore della percentuale di carico sulla stampella** (in questo caso il 60% del peso dell'utente), ovvero se il paziente non sta caricando abbastanza sulla stampella, **si attiva il mini motore di vibrazione finché il paziente non raggiunge il carico corretto sulla stampella.**

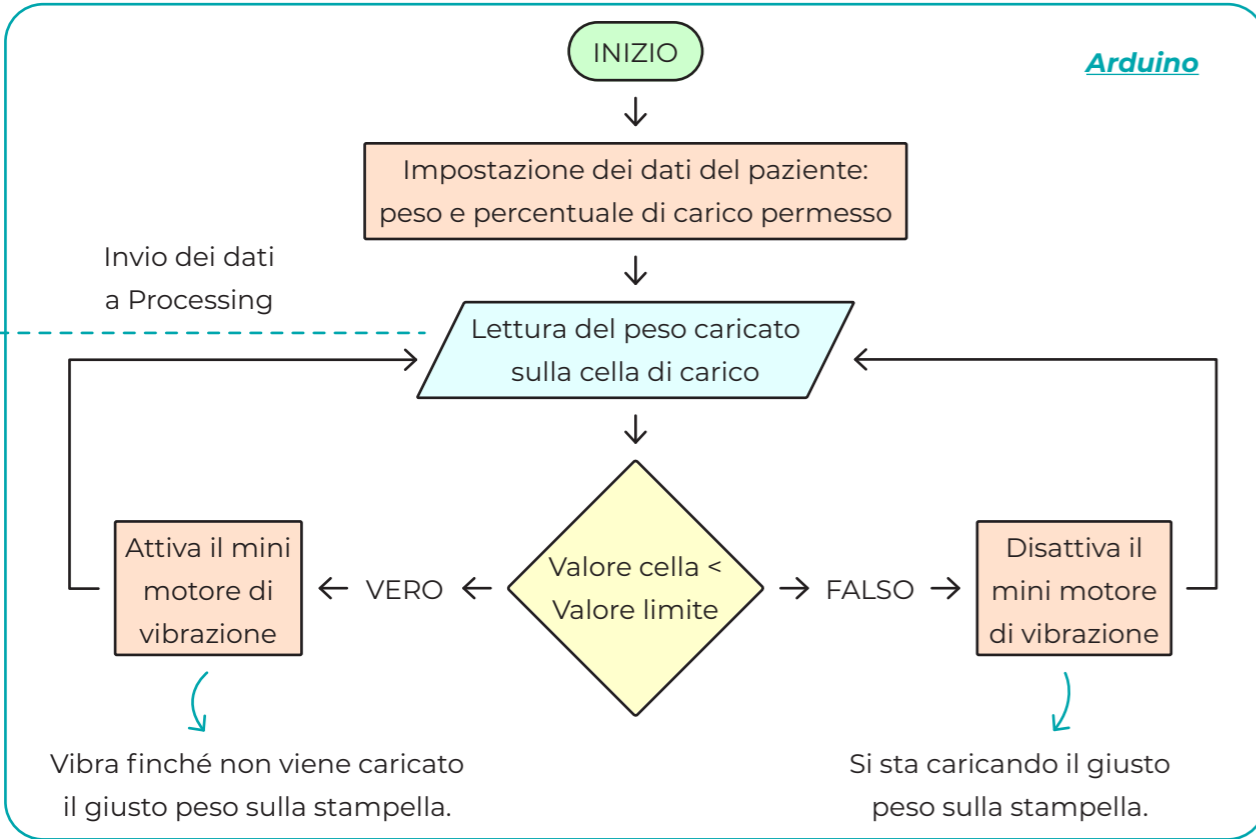
Parallelamente, è stato elaborato anche un firmware tramite Processing che apre una comunicazione seriale con Arduino per permettere lo scambio dei dati ricevuti dalla cella di carico e poterli rappresentare graficamente.

Con Processing è stata rappresentata l'interfaccia grafica della modalità *real time*, in cui viene visualizzata una **barra verticale che aumenta o diminuisce la sua lunghezza al variare del peso caricato sulla stampella**. Inoltre, riporta un feedback visivo nel caso si stia caricando correttamente o meno: la barra si colorerà di verde se si rientra nel range giusto, altrimenti si colorerà di rosso.

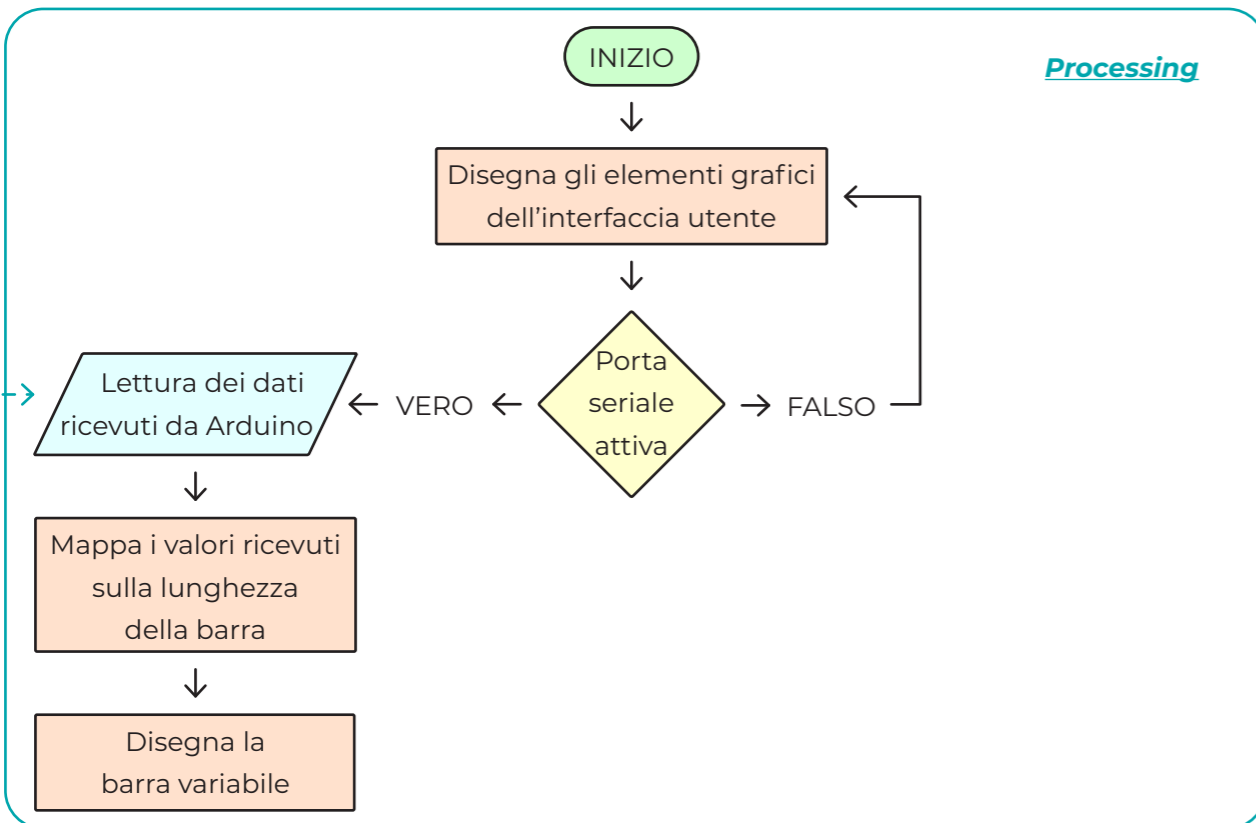


Flowchart

Arduino

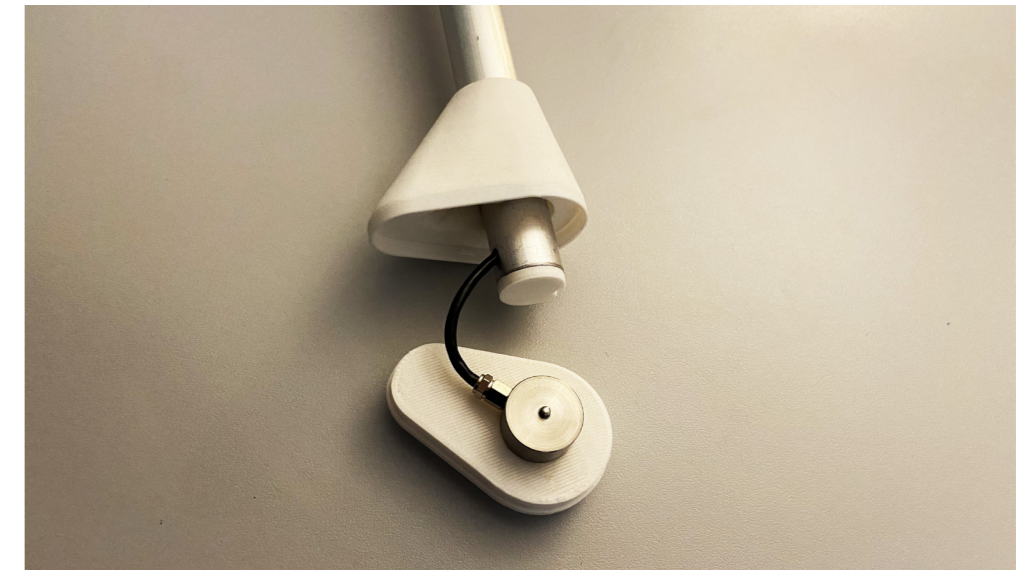


Processing

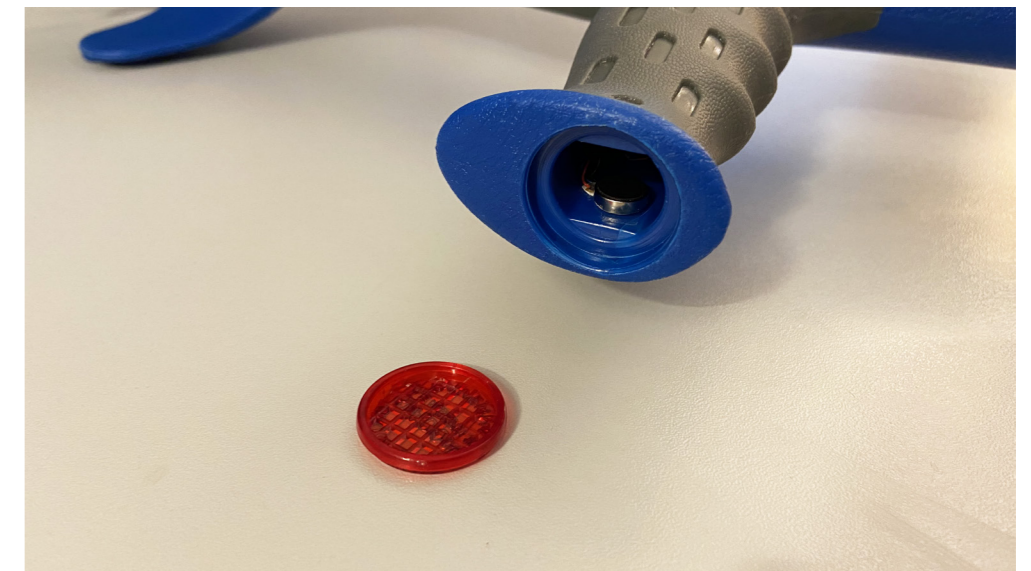


Si è cercato poi di integrare la scheda e i sensori collegati in una stampella Lofstrand in possesso.

È stato sostituito il puntale classico con uno stampato 3D con l'alloggiamento per la cella di carico, ed è stato praticato un foro nell'asta inferiore per far scorrere all'interno del tubo il filo di collegamento del sensore.

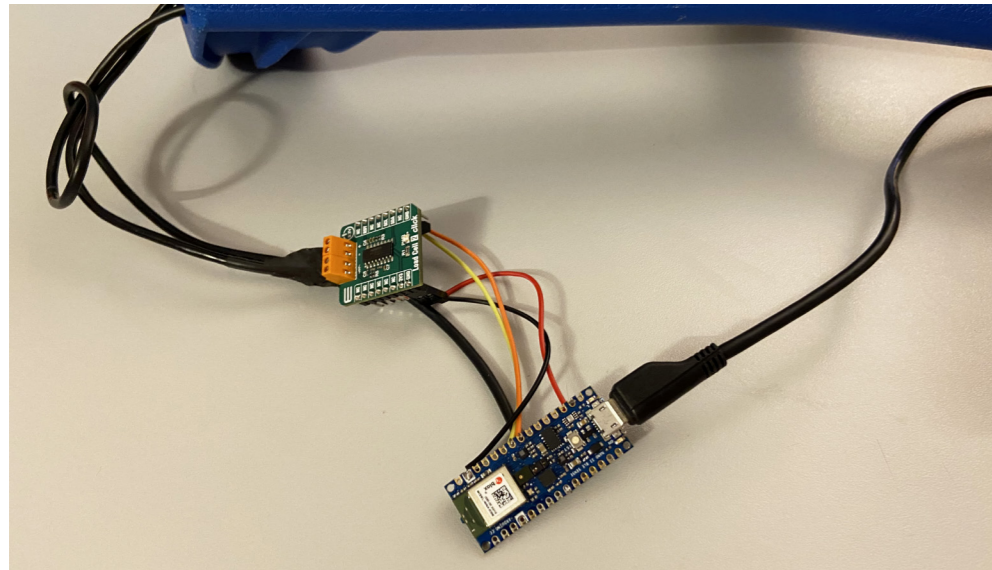


Nella zona dell'impugnatura è stato posizionato il mini motore di vibrazione che si attiva qualora non si caricasse abbastanza sulla stampella.



Infine, nell'appoggio brachiale si è cercato di organizzare gli altri componenti e i collegamenti.

Poiché la presentazione del prototipo avverrà tramite PC, si è pensato di semplificare l'invio dei dati con una comunicazione seriale via cavo USB tra Arduino e il computer su cui verrà lanciato il programma di Processing. Tra le alternative, c'è quella di alimentare Arduino con un caricabatteria portatile o integrare un modulo per la batteria al litio.



In questa tesi ovviamente le modifiche formali agli elementi costitutivi della stampella sono state pensate per poter contenere tutti i componenti all'interno, dal puntale all'appoggio brachiale.

Volendo implementare la sensoristica in una classica stampella Lofstrand, i componenti elettronici rimangono a vista o quasi.



A seguito dei test effettuati con il prototipo funzionante, occorre fare alcune precisazioni da tenere in considerazione nella progettazione del prodotto pensato.

- Affinché la **lettura del carico sulla stampella** e l'eventuale **attivazione del motore di vibrazione** sia corretta, è necessario verificare l'inclinazione della stampella e, più precisamente, la lettura del carico dovrebbe avvenire nel momento in cui i **baricentri del paziente e della stampella sono allineati e perpendicolari al terreno**.
Questo perché durante le fasi del passo, il carico sulla stampella è variabile ed è massimo nel punto centrale della fase di oscillazione.
- Nel caso in cui la stampella venisse riposta in posizione verticale, è necessario **verificare la presenza di un carico applicato** confrontabile con il peso dell'utente.
- Sarebbe utile, ai fini del risparmio energetico della batteria, **un'accensione e uno spegnimento automatico del dispositivo** regolato dalla presenza o meno dell'utente.

Servizio

Modello estetico

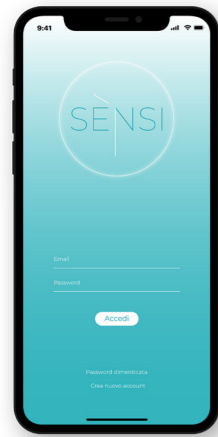
Il **modello estetico del servizio** è l'insieme delle interfacce disegnate e alcune già rappresentate nel Capitolo 4 - Sviluppo del progetto nella sezione della progettazione del servizio.

Per giungere alle interfacce finali sono stati fatti aggiustamenti e accorgimenti per rendere l'applicazione il più intuitiva e accessibile possibile.

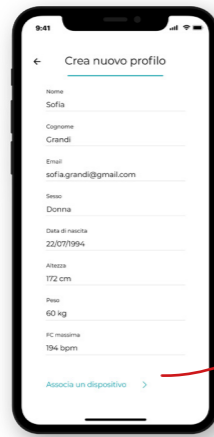
Il modello è stato realizzato ipotizzando uno smartphone dalle misure di un iPhone 11, con larghezza dello schermo 414x896 pixel.



Login



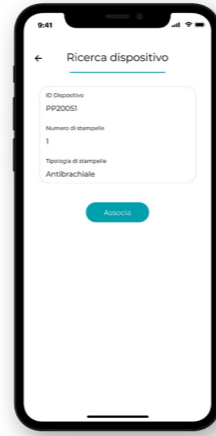
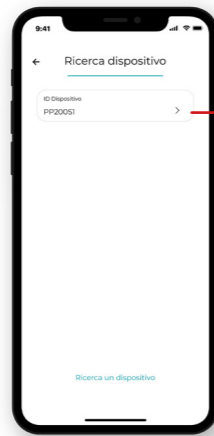
Creazione di un account



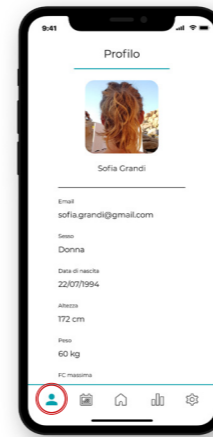
Ricerca di un dispositivo



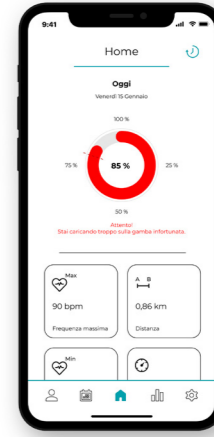
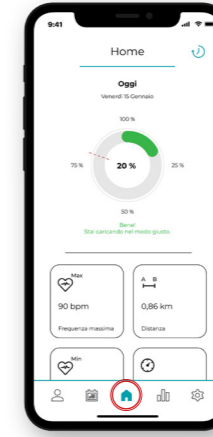
Associazione di un dispositivo



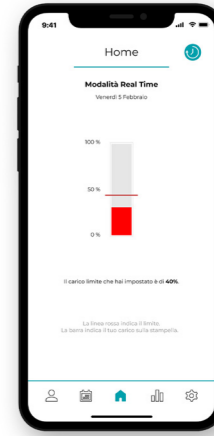
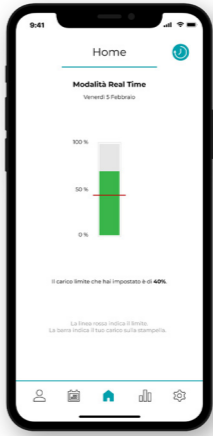
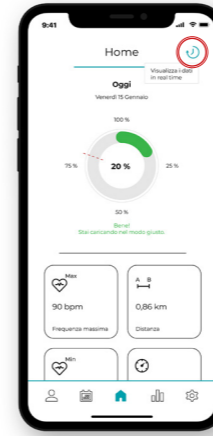
Profilo



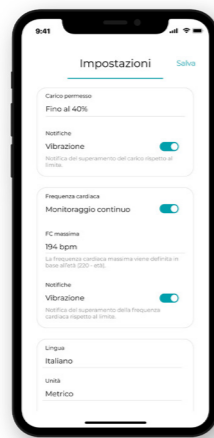
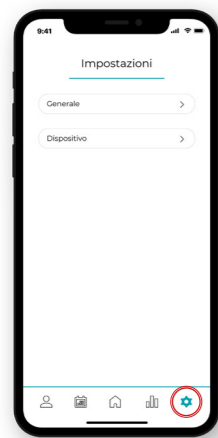
Home



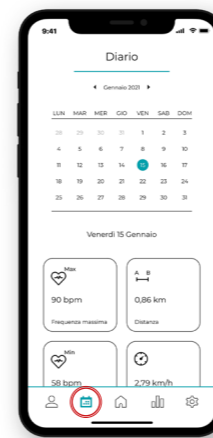
Modalità "real time"



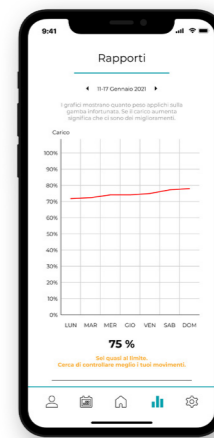
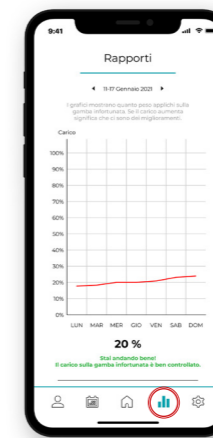
Impostazioni



Diario



Rapporti



Modello funzionale

Il modello funzionale di un'applicazione può essere sia la sua simulazione, tramite software appositi, sia il suo sviluppo con un proprio linguaggio informatico.

Per questo progetto è stata realizzata la **simulazione della navigazione tra le interfacce**, disponibile seguendo il seguente link accessibile tramite PC: <https://xd.adobe.com/view/ea9e2cbc-2790-4612-9c47-cf4354dd5c37-bfcd/?fullscreen>.

La navigazione guida l'utente durante l'iter di navigazione del primo accesso all'applicazione.

Come si può vedere, la simulazione rappresenta solo le interfacce grafiche e le loro interazioni, ma non vi è alcuno scambio di dati con i sensori del dispositivo.

Conclusione

Considerazioni finali e sviluppi futuri

Per concludere lo studio del processo di progettazione di una stampella sensorizzata, si vuole esprimere qualche considerazione utile al miglioramento e al perfezionamento di questa tesi.

Innanzitutto, si spera di aver condotto una buona ricerca e analisi del contesto biomedicale specifico per le stampelle, e di aver portato alla luce un prodotto-servizio innovativo e funzionale per l'utente.

Lo scopo della tesi era quella di proporre uno strumento di supporto all'utente grazie al miglioramento di alcuni elementi costituenti di una stampella e all'implementazione di un nuovo servizio. Sènsi è una soluzione ottenuta attraverso l'applicazione dei metodi di disegno industriale pensata con l'obiettivo di ottimizzare l'utilizzo di una stampella. Grazie a questo prodotto-servizio, l'utilizzatore è consapevole dei propri movimenti e riceve istantaneamente un feedback su un eventuale cattivo utilizzo, avendo tempo di poter correggere la postura, il carico o l'inclinazione dello strumento senza provocare ulteriori danni.

I risultati sono stati molto soddisfacenti e offrono una buona base per studi futuri applicabili, per esempio, all'analisi del cammino, per la valutazione della ripresa riabilitativa o addirittura per monitorare l'eventuale peggioramento dell'attività motoria di pazienti con malattie degenerative.

Sicuramente vi sono alcuni punti di questa tesi da migliorare.

Come si è constatato in fase di prototipazione, la programmazione dei sensori richiede particolare accortezza nell'attivazione, in modo da non "annoiare" il paziente o creare più stress del dovuto. Occorre quindi considerare condizioni specifiche e saper rappresentare quello che l'utente vuole.

Altro punto che potrebbe rivelarsi critico è la commercializzazione: come detto anche in fase di ricerca, le stampelle intelligenti faticano ad entrare sul mercato per la loro complessità tecnologica e per l'elevato costo rispetto ad una classica stampella Lofstrand. Una soluzione potrebbe essere quella di proporre il prodotto-servizio ai centri dell'attività motoria o istituti di ricerca che potrebbero sfruttarlo per l'analisi di dati dei pazienti, invece che al singolo utente. Infine, in fase di messa a punto del progetto, sicuramente sarebbe utile creare un bacino più o meno ampio di soggetti disponibili a testare il prodotto-servizio e fornire feedback al fine di migliorare ulteriormente lo studio.

Se c'è un aspetto più appagante in questo percorso progettuale, come in tutti i progetti passati e quelli futuri, sicuramente è la possibilità di sperimentare le strumentazioni utili alla prototipazione, che sia una stampa 3D o la programmazione di schede elettroniche come Arduino, concretizzare le proprie idee, apprendere conoscenze o prendere consapevolezza del proprio progetto per raggiungere un livello di simulazione il più verosimile possibile. Concludere questo studio con la prototipazione di un modello di rappresentazione del carico sulla stampella è ciò che mi ha soddisfatto di più.

Allegato

Questionario

Quanto ti stanno simpatiche le stampelle?

SEZIONE 1: DOMANDE GENERALI (232 persone)

Sesso:

70 Maschio
162 Femmina

Età:

3 0-18
61 19-25
61 26-35
35 36-45
41 46-55
29 56-65
2 66-75
0 76+

Sei:

35 Studente
26 Studente e lavoratore
164 Lavoratore
7 Disoccupato/Casalingo/Pensionato

In questo momento, con chi vivi in casa?

25 Abito da solo / Abito da solo, ma fuori sede / Studentato
207 Abito con la famiglia (anche separati) / Abito con partner / Abito con coinquilini

Ti è mai capitato di utilizzare le stampelle?

134 Sì
98 No

SEZIONE 2: HANNO UTILIZZATO LE STAMPELLE (134 su 232 persone)

Che tipologia di stampelle hai utilizzato?

14 Una stampella canadese
106 Due stampelle canadesi
14 Sia una stampella canadese, sia due stampelle canadesi

Per quale motivo hai utilizzato le stampelle?

- 88 Infortunio (es. distorsione alla caviglia, strappo muscolare)
- 29 Operazione al ginocchio
- 6 Operazione al piede o alla caviglia
- 6 Perdita di mobilità
- 1 Artrosi dell'anca (Coxartrosi)
- 1 Lombosciatalgia
- 1 Operazione all'anca
- 1 Spondilolistesi
- 1 Insegnamento dell'utilizzo

Per quanto tempo le hai utilizzate o le devi utilizzare?

- 1 Dai 10 minuti ad un'ora
- 3 Una settimana
- 5 Due settimane
- 79 Da due settimane a un mese
- 28 Da un mese a due mesi
- 18 Per oltre due mesi

In generale, qual è il tuo grado di apprezzamento delle stampelle?

- 3 1: mi rifiuto di utilizzarle, anche se dovrei
- 2 2
- 2 3
- 12 4
- 18 5
- 25 6
- 30 7
- 20 8
- 4 9
- 18 10: non vedo l'ora di utilizzarle

Se hai espresso un giudizio diverso da 10, esprimeresti la tua motivazione?

- 36 Non hanno risposto
- 98 Si sono espresse:
 - 32 Hanno espresso un punteggio da 1 a 5 (NEGATIVO) nella domanda precedente
 - 13 Sono necessarie, anche se sono scomode, stancanti, faticose
 - 10 Provocano ulteriori problemi (es. dolore alle mani, alle braccia, alle spalle, al collo, cervicobrachialgia)
 - 2 Ingombranti
 - 2 Meno autonomia e/o impegnano le mani durante l'uso
 - 2 Funzionali (danno un po' di autonomia e accelerano i tempi di guarigione)
 - 1 Difficoltà nella mobilità

- 1 Cadono
- 1 Non mettono a proprio agio l'utente
- 66 Hanno espresso un punteggio da 6 a 9 (POSITIVO) nella domanda precedente:
 - 25 Sono necessarie, anche se scomode, stancanti, faticose
 - 13 Funzionali (es. danno sollievo all'arto malato)
 - 8 Provocano ulteriori problemi (es. dolore alle mani, alle braccia, alle spalle, al collo, cervicobrachialgia)
 - 6 Cadono e/o si infilano nel terriccio
 - 5 Difficoltà nella mobilità + Occorre abituarsi all'uso
 - 3 L'impugnatura è troppo dura (Il materiale a contatto è troppo duro)
 - 3 Meno autonomia e/o impegnano le mani durante l'uso
 - 2 Ingombranti
 - 1 Affascinanti

Hai ricevuto istruzioni su come utilizzare le stampelle? Da chi?

- 31 Ha una formazioni in fisioterapia / medica (es. studente in facoltà sanitarie, fisioterapista, ortopedico)
 - # Di questi, nella domanda successiva, hanno detto:
 - 4 Difficoltà all'inizio perché occorre pratica nell'utilizzo
 - 1 Scomodità e ingombranza
- 57 Non ha ricevuto istruzioni d'utilizzo
 - # Di questi nella domanda successiva, hanno detto:
 - 4 Si è informato su come utilizzarle / Le ha utilizzate d'istinto / Si è fatto seguire da un medico
 - 1 Non sapeva come regolare l'altezza giusta
 - 1 Ha provato dolori alle mani, alle braccia, alle spalle e al collo
 - 1 È consapevole di averle utilizzate male
- 46 Hanno ricevuto delle istruzioni precise:
 - 40 Ha ricevuto istruzioni dal medico ortopedico o dal fisioterapista, anche infermieri
 - 5 Ha ricevuto istruzioni da famigliari o da chi le ha già utilizzate
 - 1 Ha ricevuto istruzioni dal negozio in cui ha acquistato le stampelle
 - # Di questi, nella domanda successiva, hanno detto:
 - 1 Difficoltà iniziale
 - 1 Non sapeva se le stava utilizzando correttamente
 - 1 Si è lamentato che cadevano sempre

Se hai ricevuto istruzioni precise, le hai seguite o hai avuto qualche problema? Se hai avuto difficoltà, spiegate.

- 74 Non si sono espresse
- 60 Si sono espresse:
 - 45 Hanno seguito correttamente le istruzioni / Non hanno avuto problemi
 - 5 Difficoltà all'inizio perché occorre pratica nell'utilizzo

- 4 Le ha trovate scomode, cadevano sempre, sono ingombranti e provocano ulteriori dolori (mani, spalle, braccia)
- 2 Non sapeva se le stesse usando correttamente (mancanza di feedback, regolazione dell'altezza giusta)
- 4 Si è informato su come utilizzarle / Le ha utilizzate d'istinto / Si è fatto seguire da un medico

Quali problemi hai riscontrato maggiormente nelle stampelle?

- 65 Non hanno riscontrato alcuna difficoltà
- 69 Hanno avuto qualche difficoltà:
 - 25 Dolore e vesciche alla parte della mano e del braccio che appoggia (= ergonomia assente)
 - 13 Perdita di autonomia (mani impegnate, poco veloci) e movimenti limitati (nelle scale e con gli oggetti) (= scomode)
 - 11 Sono complesse da utilizzare e/o Difficoltà di coordinamento (+ eventuali dolori alla schiena, spalle e collo per posture anomale)
 - 6 Cadono e/o hanno un appoggio scomodo (= poco pratiche e instabili)
 - 6 Sono faticose da utilizzare e/o fatica a sostenere il proprio peso (= necessaria forza nelle braccia)
 - 4 Pesano troppo
 - 2 Paura di cadere o inciampare (= poca sicurezza)
 - 2 Vergogna nell'utilizzarle

Hai avuto qualche ulteriore difficoltà DURANTE l'utilizzo delle stampelle? Se sì, parlamene.

- 65 Non avevano espresso difficoltà nella domanda precedente
- 41 Non hanno avuto ulteriori difficoltà durante l'utilizzo della stampelle
- 28 Hanno avuto ULTERIORI DIFFICOLTÀ durante l'utilizzo delle stampelle:
 - 12 Dolore e vesciche alla parte della mano e del braccio che appoggia (= ergonomia assente)
 - 5 Perdita di autonomia (mani impegnate, poco veloci) e movimenti limitati (nelle scale e con gli oggetti) (= scomode)
 - 5 Sono complesse da utilizzare e/o Difficoltà di coordinamento (+ eventuali dolori alla schiena, spalle e collo per posture anomale)
 - 3 Cadono e/o hanno un appoggio scomodo (= poco pratiche e instabili)
 - 2 Sono faticose da utilizzare e/o fatica a sostenere il proprio peso (= necessaria forza nelle braccia)
 - 1 Paura di cadere o inciampare (= poca sicurezza)

Hai avuto qualche ulteriore difficoltà DOPO la deambulazione con le stampelle? Se sì, parlamene. – Si intende chiedere se si è tornato al 100% della propria mobilità o se si ha avuto qualche problema.

- 121 Non hanno avuto alcun problema POST stampella

- 13 Hanno avuto qualche problema POST deambulazione:
 - 4 Hanno provato qualche difficoltà e/o dolore all'inizio, ma poi hanno recuperato
 - 4 Hanno avuto paura di non farcela (fattore psicologico)
 - 2 Hanno provato dolore agli arti superiori
 - 2 Hanno prolungato la deambulazione
 - 1 Ha subito un danno permanente (*non si capisce se è dovuto all'uso della stampelle scorretto o all'infortunio subito*)

Ti sei mai sentito "escluso" per via delle stampelle? – Con "escluso" si vuole intendere la condizione di non poter accedere facilmente alle strutture o infrastrutture locali.

- 106 No
- 23 Sì, ma non ne faccio un dramma (2 per la presenza di scale)
- 4 Sì, molto
- 1 Le ho usate solo in casa

Hai desiderato apportare qualche modifica alle stampelle? Se sì, quali?

- 61 Non ha desiderato apportare modifiche (2 perché tanto erano temporanee)
- 73 Hanno desiderato apportare modifiche alle stampelle:
 - 46 Ammorbidire o sagomare l'impugnatura (es. cuscinetto in spugna, nastro telato, ampliare la superficie d'appoggio) + riscaldamento per l'inverno
 - 11 Renderle più stabili e farle stare in piedi da sole (raccolgerle da solo è difficile)
 - 7 Ammorbidire l'appoggio antibrachiale (gomiti)
 - 4 Altezza della stampella
 - 1 Cambiarle di colore
 - 1 Laccio per appenderle
 - 1 Sistema di ammortizzazione per i terreni disconnessi
 - 1 Sistema per trasportare altri oggetti
 - 1 Gancio per tenerle unite durante il non utilizzo (e rendere più facile il loro recupero)

Come hai vissuto/vivi le tue giornate con le stampelle?

- 77 Riuscivo/Riesco a fare tutto in autonomia
- 54 Mi facevo/faccio aiutare da un familiare o un amico
- 3 Avrei voluto/Vorrei avere un aiuto esterno

Ritieni che il controllo del tuo medico ortopedico o fisioterapista sia importante durante l'utilizzo delle stampelle?

- 113 Sì
- 21 No

Se hai risposto sì, perché secondo te è importante farsi seguire da una persona esperta?

(Sulle 113 che hanno risposto sì alla domanda precedente)

- 15 Non si sono espressi

- 98 Si sono espresse:
- 69 Per evitare complicanze e correggere e migliorare eventuali errori di utilizzo (di cui 8 per impostare l'altezza giusta) = azione preventiva
 - 29 Essere seguiti e addestrati meglio (per recuperare la totale funzionalità) = azione attiva

Come potrebbe migliorare la tua esperienza nell'utilizzo delle stampelle?

- 30 Non hanno detto nulla
- 104 Si sono espressi:
 - 64 Aumentando l'esperienza e l'assistenza con una persona esperta
 - 33 Aumentando la frequenza di check clinici
 - 7 Migliorando l'usabilità della stampella

SEZIONE 3: NON HANNO MAI UTILIZZATO LE STAMPELLE (98 su 232 persone)

Come mai non hai mai utilizzato le stampelle?

- 97 Non mi sono mai infortunato una gamba
- 1 Non l'ho considerata un'alternativa valida d'utilizzo

Conosci o hai aiutato qualcuno che ha utilizzato le stampelle? Hai notato qualche difficoltà?

- 25 (Vuoti)
- 21 Non conosco persone che hanno utilizzato stampelle e/o non hanno notato difficoltà nell'uso
- 52 Conoscono qualcuno che ha utilizzato stampelle e/o riconoscono delle difficoltà, di cui:
 - 19 Difficoltà iniziale nell'abituarsi all'uso, anche per mancanza di coordinazione
 - 11 Mancanza di istruzioni d'uso corrette e quindi utilizzo sbagliato o regolazione sbagliata (non sapere come fare le scale)
 - 9 scomode da appoggiare / Mancanza di un appoggio sicuro e comodo
 - 5 Difficoltà nel tenere l'equilibrio (anche nelle scale)
 - 2 Mancanza di personalizzazione della stampella (mancanza di forme tra cui scegliere, mancanza della lunghezza intermedia, manopole standard e dure)
 - 2 Ci vuole molta forza nelle braccia
 - 4 Non esprime la difficoltà notata

SEZIONE 4: CONCLUSIONI (232 persone)

Se ti dovesse capitare di utilizzare le stampelle in futuro, cosa ti aiuterebbe a minimizzare un eventuale disagio?

- 83 Non sa rispondere e/o non proverebbe disagio
- 149 Si sono espresse, per esempio:
 - 36 Presa e appoggio gomito ergonomica (più comfort)
 - 33 Saperle usare correttamente con le giuste tempistiche (da sola e/o con consulenza di

- persona esperta)
- 29 Appoggio stabile, anti-rumore, comodo (sicurezza e affidabilità) + Restassero in piedi da sole
- 16 Design (migliorarne l'estetica a livello di forma e colore, nuovi materiali, intercambiabilità, leggerezza) (es. metallo scuro e colori accesi)
- 13 Meno ingombranti quando non si utilizzano + Aggancio tra le due stampelle
- 8 Che diano meno l'aspetto di disabilità o ad altre suggestioni negative
- 4 Sistema per alleggerire il carico sugli arti superiori
- 4 Aiuto di qualcuno nella quotidianità

INSIGHT

#1: *L'aspetto estetico, mi piacerebbe che non fossero associate alle classiche stampelle (che purtroppo danno suggestioni negative come il pensiero dell'ospedale, il bianco... il metallo... la malattia in generale, e il pensiero immediato al dolore che potrebbe provare quella persona!) [Femmina, 26-35 anni, studente e lavoratrice]*

#2: *Il fatto di non essermi "comprata" la disabilità, temporanea o meno che sia. [Femmina, 36-45 anni, lavoratrice]*

Se ti venisse proposta una stampella che ti "guida" durante l'utilizzo, rispetto ad una stampella standard, ti sentiresti a disagio o non ti cambierebbe nulla? – Intendi il termine "guida" con il significato di "sostenere, supportare, monitorare".

- 34 Non sa rispondere
- 198 Hanno risposto:
 - 77 La trova un'idea utile e interessante (a patto che non sia meno performante della classica stampella)
 - 77 Non gli cambierebbe nulla
 - 22 Non proverebbe disagio
 - 19 Si sentirebbe a disagio e/o non la utilizzerebbero (per l'invadenza o per mancanza di praticità)
 - 3 Crede che non sia necessaria

INSIGHT

#1: *Non cambierebbe nulla. Poi dipende dall'aiuto che potrebbe dare: sarà positivo o distraente? Una voce automatica potrebbe essere distraente perché non sa di cosa necessita il paziente. La possibilità di registrare le indicazioni del proprio fisioterapista che sa di cosa ha bisogno il paziente potrebbe essere meglio. [Femmina, 36-45 anni, lavoratrice]*

#2: *Se mi guida avvisandomi degli errori che faccio nell'utilizzo mi andrebbe benissimo sì. Ma solo in quel caso, non penso avrei bisogno di una risposta positiva in caso di buon utilizzo. [Femmina, 19-25 anni, studentessa]*

#3: *Se mi segnalasse situazioni di non corretto utilizzo in modo da non assumere posture*

scorrette, sarebbe un aiuto gradito. [Maschio, 56-65 anni, lavoratore]

#4: Forse una stampella che guida eccessivamente renderebbe il movimento troppo corticale e quindi non automatico, di conseguenza non terapeutico. [Maschio, 19-25 anni, studente e lavoratore]

#5: Credo che nell'utilizzo (almeno temporaneo) della stampella sia molto importante lavorare sulla propriocezione più che sugli stimoli esterni. [Maschio, 56-65 anni, lavoratore]

#6: Forse più a disagio in quanto non ho pienamente il controllo sul mio movimento, ma sarebbe interessante provare per vedere se è una soluzione che mi faccia stancare di meno e faccia svolgere le azioni con più facilità. [Femmina, 26-35 anni, lavoratrice]

Hai qualche osservazione personale che vorresti condividere?

Aggiunta di luci.

Sarebbero a disposizione gratuitamente o in affitto?

Si dovrebbero mantenere contenuti i costi.

Un misuratore di carico.

Misurazione della cadenza del passo, la differente forza applicata dagli arti.

INSIGHT

#1: La stampella nella riabilitazione è utile ma non fondamentale, infatti si dovrebbe svezzare il paziente dal suo utilizzo il prima possibile. [Maschio, 19-25 anni, studente e lavoratore]

#2: Per le persone anziane spesso l'utilizzo delle stampelle è più complesso da gestire, tant'è che nella pratica si prediligono i deambulatori. [Femmina, 26-35 anni, lavoratrice]

#3: Le stampelle vanno sapute usare bene e i fisioterapisti devono insegnare e devono essere sicuri che il paziente non solo abbia capito, ma che abbia "interiorizzato" l'uso. [Femmina, 56-65 anni, pensionata]

#4: La maggior parte delle persone le usa nel modo sbagliato. Un libretto di istruzioni non sarebbe male. [Femmina, 46-55 anni, lavoratrice]

#5: Ritengo sia opportuno una maggiore collaborazione da parte dei medici. Mi spiego meglio: non sempre i pazienti che arrivano con una o due stampelle hanno l'opportunità di fare subito fisioterapia, e correggere un utilizzo delle stampelle (come altri ausili) scorretto è molto difficoltoso e protrae i tempi di recupero. [Femmina, 46-55 anni, lavoratrice]

#6: Penso che il design delle stampelle vada rivisto per permettere di avere le mani libere più facilmente per compiere tutti quei gesti automatici a cui non pensiamo (es. controllare lo smartphone, scacciare una mosca o toccarci il volto). [Maschio, 126-35 anni, studente]

Fonti

Bibliografia

- Baroni, D. *La forma del design. Rappresentazione della forma nel linguaggio del Basic Design*. Zanichelli, 2012.
- Bertolaccini, G., Vasquez, M.M., Bianchi, A.C., Sandes, F.E., Paschoarelli, L.C., Medola, F.O., 2017. Handle Diameter and the Influence on the Ergonomics of Crutches. In: *International Conference on Engineering and Product Design Education* (settembre), 2-7.
- Chamorro, M. G., 2011. *System for Measuring Loads on Forearm Crutches* (Patent N. WO2011039389A2).
- Donnici, G., Frizziero, L., Francia, D., Liverani, A., & Caligiana, G., 2019. Innovation design driven by QFD and TRIZ to develop new urban transportation means. *Australian Journal of Mechanical Engineering*, 0(0), 1-17. <https://doi.org/10.1080/14484846.2019.1615259>
- Fischer, J., Nüesch, C., Göpfert, B., Mündermann, A., Valderrabano, V., Hügler, T., 2014. Forearm pressure distribution during ambulation with elbow crutches: a cross sectional study. *Journal of Neuroengineering and Rehabilitation* 11: 61. <https://doi.org/10.1186/1743-0003-11-61>
- Goh, J.C.H., Toh, S.L., Bose, K., 1986. Biomechanical study on axillary crutches during single-leg swing-through gait. *Prosthetics and Orthotics International* 10 (2): 89-95. <https://doi.org/10.3109/03093648609164506>
- Handzic, I., Reed, K. B., 2017. *Walking assistance devices including a curved tip having a non-constant radius* (Patent N. US9763848B1).
- Hargrove, A. S., 1908. *Adjustable crutch* (Patent N. US885339A).
- Hu, C., 2019. *Auspicious crutch* (Patent N. CN109588825A).
- Lancini, M., Serpelloni, M., Pasinetti, S., 2015. Instrumented crutches to measure the internal forces acting on upper limbs in powered exoskeleton users. *Proceedings - 2015 6th IEEE International Workshop on Advances in Sensors and Interfaces, IWASI 2015*, 175-180. <https://doi.org/10.1109/IWASI.2015.7184960>
- Lee, J.-U., Kim, M.-Y., Kim, J.-H., Lee, J.-A., Yoon, N.-M., Hwang, B.-Y., Kim, B., Kim, J., 2011. Analysis of Plantar Foot Pressure during the Non-crutch, Two-point, and Four-point Crutch Gait performed by Healthy Volunteers. *Journal of Physical Therapy Science* 23 (3): 489-493. <https://doi.org/10.1589/jpts.23.489>
- Lofstrand, J. A. R., 1955. *Crutch* (Patent N. US2711183A).
- Lowman, E.W., Rusk, H.A., 1961. Self-Help Devices: Crutch Prescriptions: Types of Crutches. *Postgraduate Medicine* 30 (5): 508-509. <https://doi.org/10.1080/00325481.1961.11694461>

- Melis, E.H., Torres-Moreno, R., Barbeau, H., Lemaire, E.D., 1999. Analysis of assisted gait characteristics in persons with incomplete spinal cord injury. *Spinal Cord* 37: 430–439.
- Merret, G.V., Peters, C., Hallet, G., White, N.M., 2009. An instrumented crutch for monitoring patients' weight distribution during orthopaedic rehabilitation. *Procedia Chemistry* 1: 714-717. <https://doi.org/10.1016/j.proche.2009.07.178>
- Noreau, L., Richards, C.L., Comeau, F., Tardif, D., 1995. Biomechanical analysis of swing-through gait in paraplegic and non-disabled individuals. *Journal of Biomechanics* 28 (6): 689–700. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(94\)00118-n](https://doi.org/10.1016/0021-9290(94)00118-n)
- Rasouli, F., Reed, K.B., 2020. Walking assistance using crutches: A state of the art review. *Journal of Biomechanics* 98, 109489. <https://doi.org/10.1016/j.jbiomech.2019.109489>
- Sankarankutty, M., Stallard, J., Rose, G.K., 1979. The relative efficiency of “swing through” gait on axillary, elbow and Canadian crutches compared to normal walking. *Journal of Biomedical Engineering* 1 (1): 55–57. [https://doi.org/10.1016/0141-5425\(79\)90011-6](https://doi.org/10.1016/0141-5425(79)90011-6)
- Sesar, I., Zubizarreta, A., Cabanes, I., Portillo, E., Torres-Unda, J., Rodriguez-Larrad, A., 2019. Instrumented Crutch Tip for Monitoring Force and Crutch Pitch Angle. *Sensors* (Basel, Switzerland) 19 (13). <https://doi.org/10.3390/s19132944>
- Siepen, K. A. D., 2006. *Control device for weight acting on foot to be used after operation, comprising sensor element and display unit* (Patent N. DE102004049551A1).
- Souza, A., Kelleher, A., Cooper, R., Cooper, R.A., Iezzoni, L.I., Collins, D.M., 2010. Multiple sclerosis and mobility-related assistive technology: systematic review of literature. *Journal of Rehabilitation Research & Development* 47 (3): 213–223. <https://doi.org/10.1682/jrrd.2009.07.0096>
- Tatar, Y., Gercek, N., Ramazanoglu, N., Gulmez, I., Uzun, S., Sanli, G., Karagozoglu, C., Cotuk, H.B., 2018. Load distribution on the foot and Lofstrand crutches of amputee football players. *Gait & Posture* 64: 169–173.
- Thorssen, A. N., 1940. *Crutch* (Patent N. US2197279A).
- Wells, R.P., 1979. The kinematics and energy variations of swing-through crutch gait. *Journal of Biomechanics* 12 (8): 579–585. [https://doi.org/10.1016/0021-9290\(79\)90077-0](https://doi.org/10.1016/0021-9290(79)90077-0)
- Wilson, J.F., Gilbert, J.A., 1982. Dynamic body forces on axillary crutch walkers during swing-through gait. *American Journal of Physical Medicine & Rehabilitation* 61 (2): 85–92. <https://doi.org/10.1097/00002060-198204000-00003>
- Stephenson, B. (s.d.). *3 Trends in Short Term Rehab.* (s.d.). <https://blog.rehabselect.net/3-trends-in-short-term-rehab>
- Canali di distribuzione: Significato, definizione. (s.d.). GlossarioMarketing.it. <https://www.glossariomarketing.it/significato/canali-di-distribuzione/>
- Confindustria Dispositivi Medici: I dispositivi medici in Italia. (s.d.). Confindustria Dispositivi Medici. <https://www.confindustriadm.it/>
- Conoscere il mondo della disabilità. (2019, dicembre 9). <https://www.istat.it/it/archivio/235774>
- Disabilita e disagio. Qual è il compito della riabilitazione? (s.d.). http://www.fisioterapistisenzafrontiere.org/index.php?option=com_content&view=article&id=162:disagio&catid=86&Itemid=530
- FOTO. (s.d.). *Trends in Healthcare and Patient Rehab.* <https://www.fotoinc.com/trends-in-rehab>
- Health-tech 2020: I trend del nuovo anno (e del nuovo millennio) | Kelyon. (s.d.). <https://www.kelyon.com/it/news/health-tech-2020-i-trend-del-nuovo-anno-e-del-nuovo-millennio>
- Il calcolo della tariffa di trasporto: Dai driver di costo al prezzo di mercato. Logistica Efficiente. <https://www.logisticaefficiente.it/le/network-e-trasporti/gestione-trasporti/calcolo-tariffa-di-trasporto-dai-driver-di-coste-al-prezzo-di-mercato.html>
- Introduzione all'Health Technology Assessment (HTA) | MioPharma Blog. (2018, aprile 26). <https://www.miopharmablog.it/2018/04/introduzione-allhealth-technology-assessment-hta/>
- IWALK2.0 Hands Free Crutch | Mobility Aids. (s.d.). <https://www.activeforever.com/iwalk2-0-hands-free-crutch>
- L'utilizzo corretto delle stampelle. (2016, settembre 29). Fisiosaan. <http://fisiosaan.it/lutilizzo-corretto-delle-stampelle/>
- La cronicità in Italia fra condizione attuale e prospettive future - I Luoghi della Cura Rivista sulla non autosufficienza anziani. (2019, giugno 26). *I Luoghi della Cura.* <https://www.luoghicura.it/sistema/programmazione-e-governance/2019/06/la-cronicita-in-italia-fra-condizione-attuale-e-prospettive-future/>
- Maccarelli, M. (s.d.). *Il Regolamento Dispositivi Medici (UE) 2017/745 - (MDR).* Certifico Srl. <https://www.certifico.com/marcatura-ce/documenti-marcatura-ce/79-documenti-riservati-marcatura-ce/4054-il-regolamento-dispositivi-medici-ue-2017-745-mdr>

Marketing e Comunicazione: Cosa Sono, le Definizioni e Differenze tra loro. (s.d.). <https://intraprendere.net/15355/marketing-e-comunicazione/>

Ministero della Salute (s.d.). Download DPCM e allegati. <http://www.salute.gov.it/portale/esenzioni/dettaglioContenutiEsenzioni.jsp?lingua=italiano&id=4773&area=esenzioni&menu=vuoto>

Ministero della Salute (s.d.). Il processo di Health Technology Assessment (HTA). http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=5199&area=dispositivi-medici&menu=vuoto

Ministero della Salute (s.d.). Nomenclatore protesica. http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=1312&area=programmazioneSanitariaLea&menu=lea

Ministero della Salute (s.d.). Tariffari nazionali delle prestazioni del Ssn. http://www.salute.gov.it/portale/temi/p2_6.jsp?lingua=italiano&id=3662&area=programmazioneSanitariaLea&menu=vuoto

Naming: Definizione e significato di brand naming. (s.d.). Inside Marketing. <https://www.insidemarketing.it/glossario/definizione/naming/>

Prezzo di vendita: Cos'è, calcolo con formula e il giusto | it's campus | 2021. (2020, luglio 31). it's campus. <https://its-campus.com/blog/prezzo-di-vendita/>

Sambo, G. (s.d.). Brand naming, tecniche per trovare nomi perfetti. <https://blog.mpquadro.it/brand-naming-tecniche-trovare-nomi-perfetti>

Study E-Crutch - WERKSDESIGN. (s.d.). https://www.werksdesign.de/medical-design_en/e-crutch-study_en.html

Ringraziamenti

Ringraziamenti

Questo progetto è nato all'interno di un laboratorio di progettazione accademico del primo anno di magistrale e che, vista la sua potenzialità, ho deciso di portare avanti, di arricchirlo e di migliorarlo fino a proporlo come oggetto di tesi di laurea magistrale.

È stato proprio questo progetto che ha acceso in me l'interesse per l'ambito biomedicale, che spero di poter alimentare anche in futuro.

Per questo vorrei ringraziare il professore Leonardo Frizziero per aver creduto in questo concept e aver spronato per il suo sviluppo, e il dottorando Matteo Zauli per il suo supporto e la sua disponibilità che hanno permesso la riuscita di un prototipo.

Ringrazio Emma e Grazia, con cui era nato il progetto originario di una stampella sensorizzata e con cui c'è stato l'interesse di elaborare un articolo scientifico pubblicato con successo su *Applied Sciences*.

Ringrazio Diego e Veronica, per il senso di condivisione e per l'amicizia che ci hanno unito e sostenuto in questi anni, con la speranza che perduri nel tempo.

Ringrazio i miei genitori, Federica e Giuseppe, mio fratello Francesco, mia nonna Silvana e Matteo per avermi sostenuto sempre e comunque, nei successi e nelle difficoltà, nelle gioie e negli sconforti.

Infine, mi congratulo con me stessa, per essere arrivata in fondo con successo e di aver concluso un altro ciclo di studi, ricco di opportunità ed emozioni.

