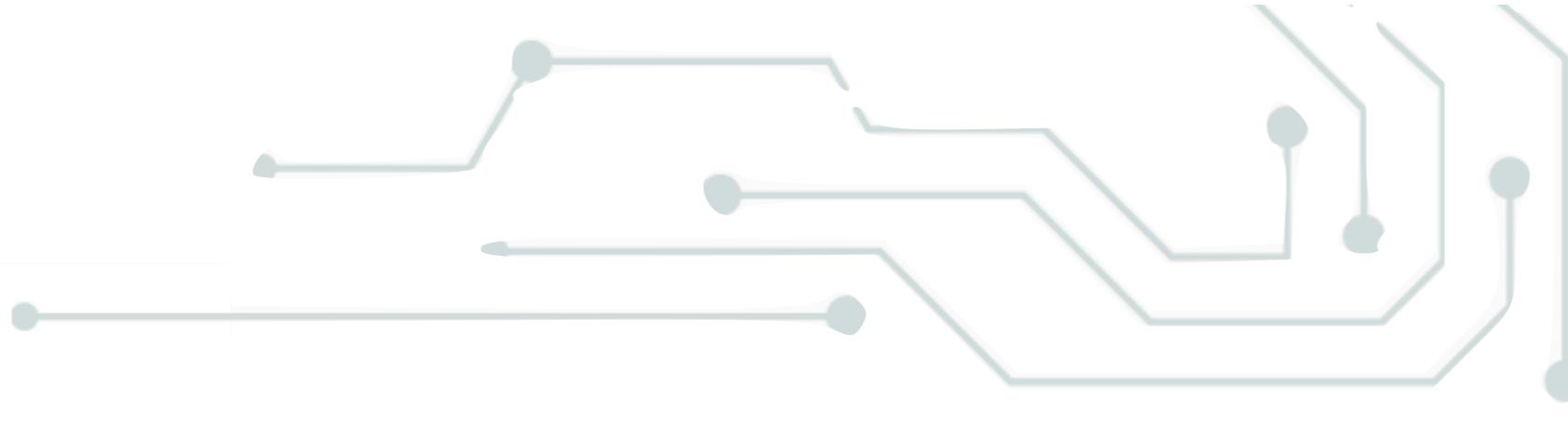


PROJECT SENSWEAR

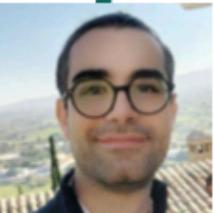


DIPARTIMENTO DI
INGEGNERIA
INDUSTRIALE

Francesca Massa
Domenico Escposito
Giuseppe Luciano
Guendalina De Laurentis
Andrea Zimbello



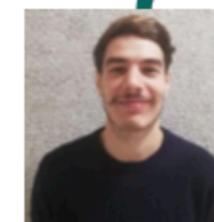
Francesca Massa
Tutor
Dottoranda di ricerca



Domenico Esposito
Team Member
Dottorando di ricerca

SensWear

Startup di giovani progettisti volta alla progettazione e sviluppo di indumenti sensorizzati per il monitoraggio delle performance sportive e la prevenzione di infortuni



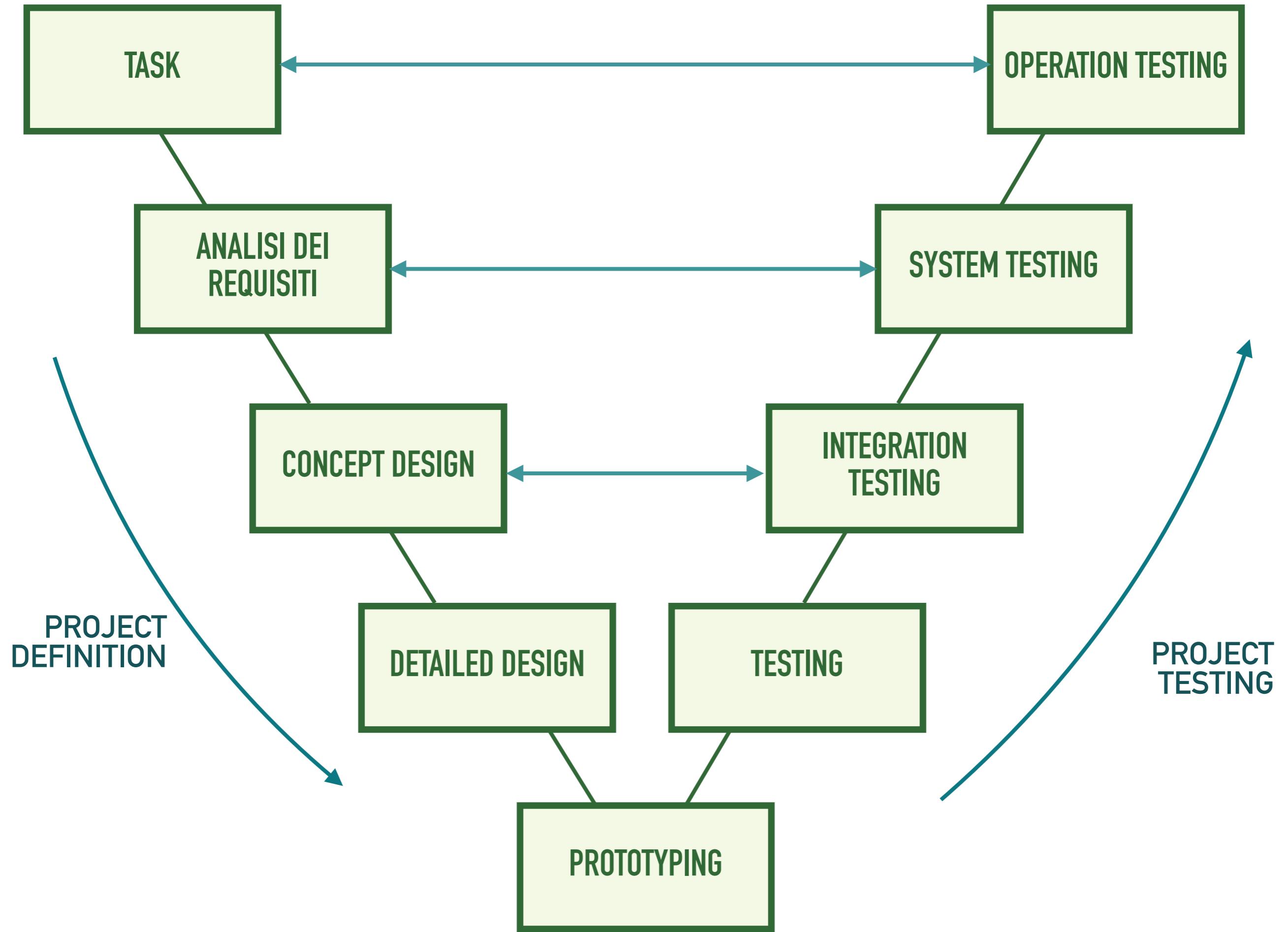
Giuseppe Luciano
Team Member
Studente di Ingegneria
Meccanica



Guendalina De Laurentis
Team Member
Studentessa di Ingegneria
dell'Automazione



Andrea Zimbello
Team Member
Studente di Ingegneria
Meccanica



REALIZZAZIONE DI UN MANICOTTO SENSORIZZATO



Monitoraggio di

- ▶ Flessore carpo radiale
- ▶ Estensore carpo radiale

ANALISI DI MERCATO

ANALISI DI MERCATO

Sono stati studiati
prodotti sul mercato di
competitor

DIRETTI e INDIRETTI

COMPETITOR DIRETTI

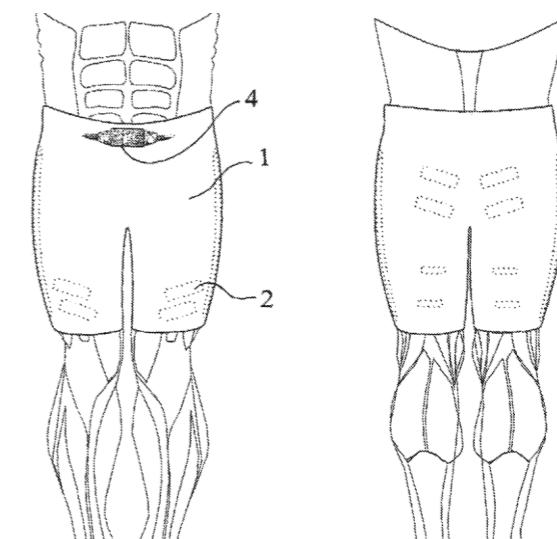
MShorts3

Azienda	Myontec Ltd
Materiali	71% Polyamide micro 29% Elastane
Taglie	XS, S, M, L, XL, XXL
Costo	499 \$
Caratteristiche	Lavabile a 30° Connessione Bluetooth Non riciclabile

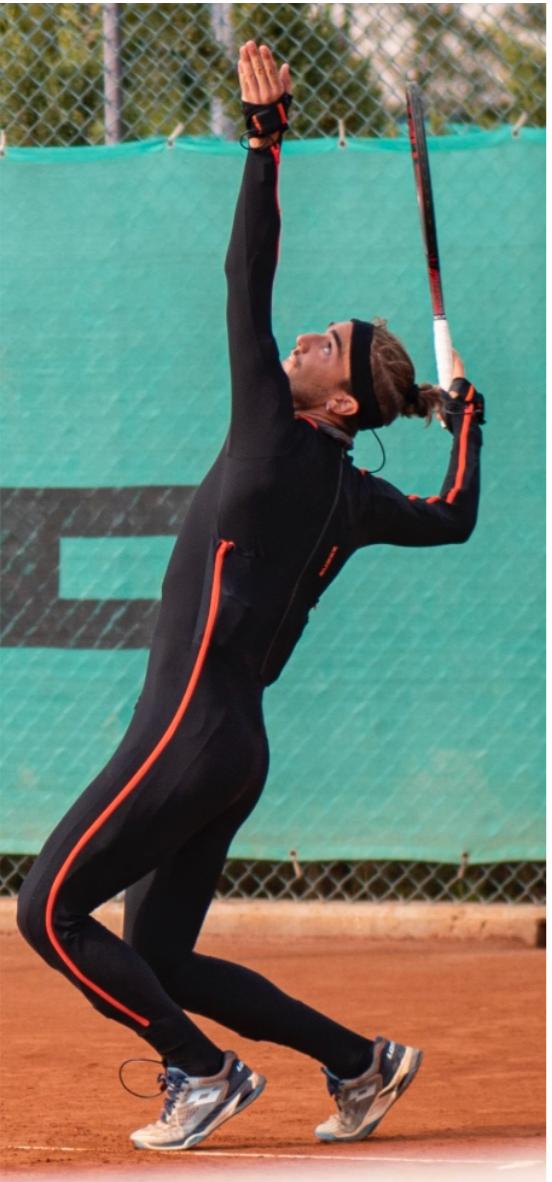


ErgoSleeve

Azienda	Myontec Ltd
Materiali	71% Polyamide micro 29% Elastane
Taglie	S, M, L
Costo	1740 \$
Caratteristiche	Lavabile a 30° Connessione Bluetooth Non riciclabile



COMPETITOR DIRETTI



Xsense MVN Lycra Suit

Azienda	Movella Inc
Materiali	Lycra
Taglie	S, M, L, XL, XXL
Costo	15000 \$
Caratteristiche	Lavabile a 30° Connessione Bluetooth Non riciclabile

Athos Shirt

Azienda	Athos
Materiali	76% Nylon 24% Lycra Spandex
Taglie	XS, S, M, L, XL, XXL
Costo	??? \$
Caratteristiche	App iOS Connessione Bluetooth Letta BPS e calorie bruciate



COMPETITOR INDIRETTI



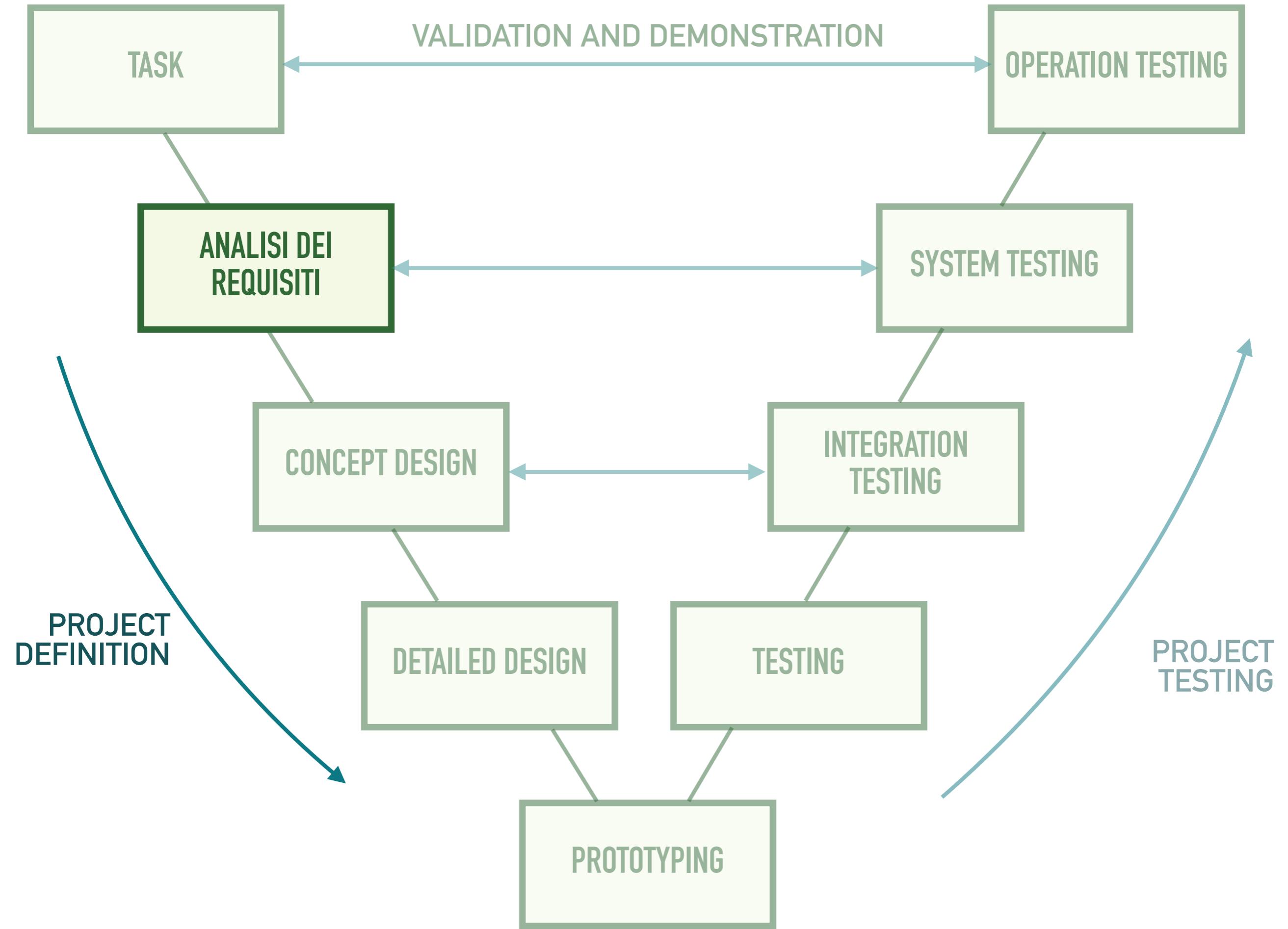
- 2000 Hz EMG frequenza di campionamento
- 500 Hz IMU frequenza di campionamento
- 40m range di comunicazione
- 10 h durata della batteria
- Fino a 36 canali di comunicazione sincrona

Wearable inertial sensor for motion analysis

- Connessione Bluetooth/WiFi
- 10-15m range di comunicazione
- Durata della batteria 8-12h



**KANO
KANSEI**



KANO KANSEI

Obiettivi:

- ▶ Definire un dominio di interesse
- ▶ Esplorare lo spazio semantico e delle caratteristiche
- ▶ Sintetizzare i risultati e pervenuti al **modello relazionale finale.**

STRUTTURA QUESTIONARIO

KANO

- ▶ Generalità
- ▶ Dominio di interesse
- ▶ Tabella di valutazione

100
partecipanti

Nome *

Testo risposta breve

Età *

- Meno di 18
- 18 - 24
- 25 - 34
- 35 - 44
- 45 - 54
- 55 - 64
- 65+

Genere *

- Maschio
- Femmina
- Preferisco non rispondere

Professione *

- Studente
- Lavoratore
- Allenatore
- Medico sportivo
- Atleta professionista

Che sport pratichi? *

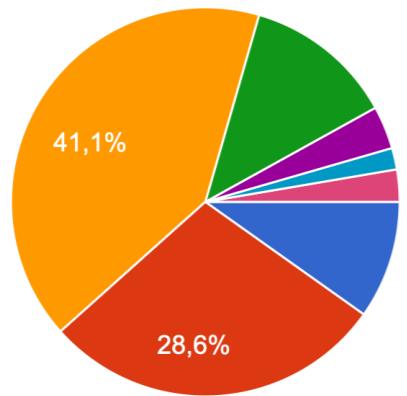
- Non pratico sport
- Padel
- Tennis
- Ping pong
- Altro...

DOMINIO DI INTERESSE

Generalità

Età

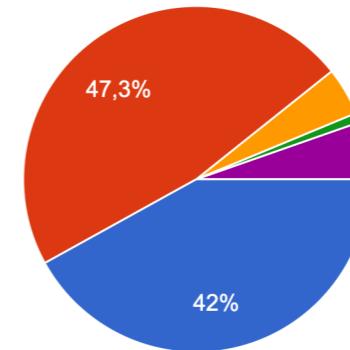
112 risposte



- Meno di 18
- 18 - 24
- 25 - 34
- 35 - 44
- 45 - 54
- 55 - 64
- 65+

Professione

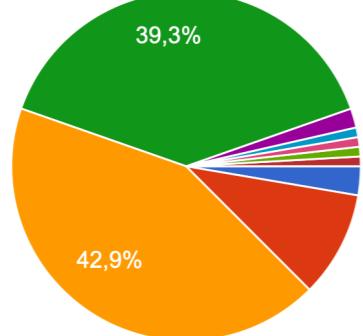
112 risposte



- Studente
- Lavoratore
- Allenatore
- Medico sportivo
- Atleta professionista

Che sport pratichi?

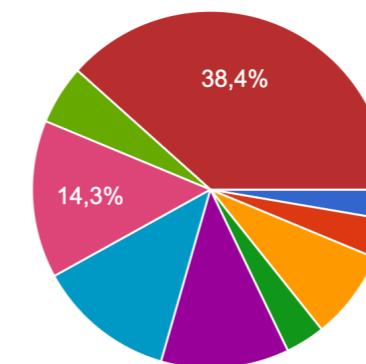
112 risposte



- Non pratico sport
- Padel
- Tennis
- Ping pong
- Calcio
- ciclismo
- Tennis tavolo
- Pattinaggio di velocità
- Tennis e Padel

Da quanto tempo pratichi questo sport?

112 risposte

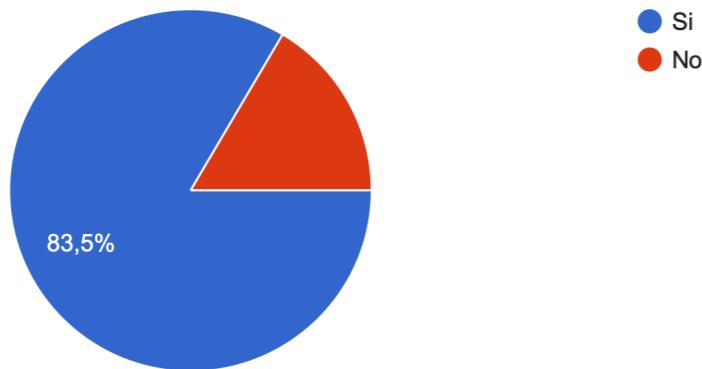


- Non pratico sport
- Meno di 3 mesi
- Dai 3 ai 6 mesi
- Dai 6 mesi ad 1 anno
- Da 1 anno a 2 anni
- Da 2 anni a 3 anni
- Da 3 anni a 4 anni
- Da 4 anni a 5 anni
- +5 anni

INTERESSE NEL PRODOTTO

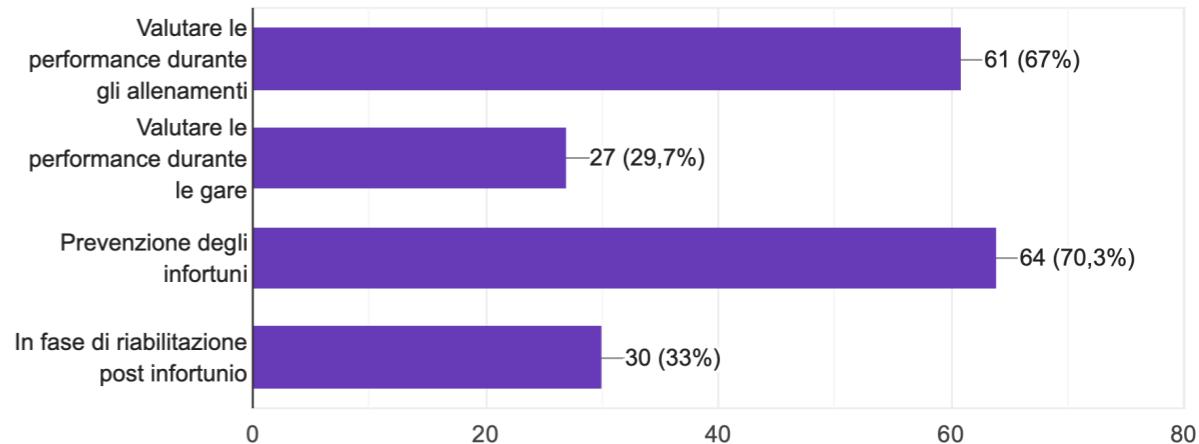
Utilizzeresti il manicotto al fine di migliorare le tue performance o prevenire gli infortuni?

109 risposte



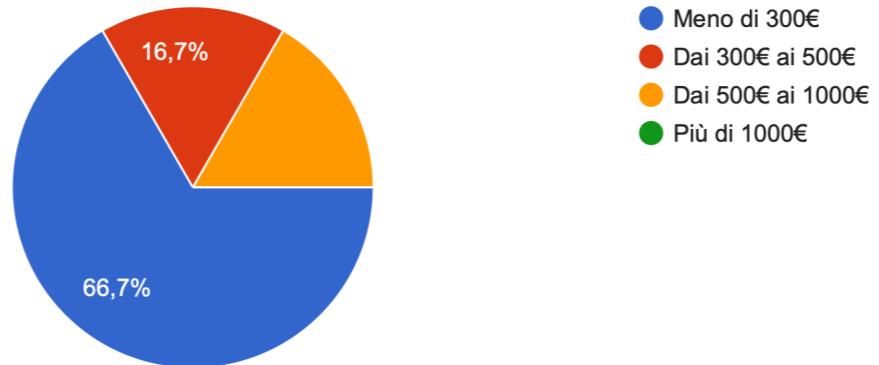
Per cosa lo utilizzeresti principalmente? (puoi scegliere più risposte)

91 risposte



Quanto pensi possa costare un prodotto di questo genere?

18 risposte



CARATTERISTICHE DEL PRODOTTO

FUNZIONALE

1.1 Se il dispositivo fosse lavabile, cosa ne penseresti? *

- mi piacerebbe fosse così
- deve essere così
- mi lascia indifferente
- lo trovo accettabile
- non mi piace l'idea

DISFUNZIONALE

1.2 Se il dispositivo NON fosse lavabile, cosa ne penseresti? *

- mi piacerebbe fosse così
- deve essere così
- mi lascia indifferente
- lo trovo accettabile
- non mi piace l'idea

GRADO DI IMPORTANZA

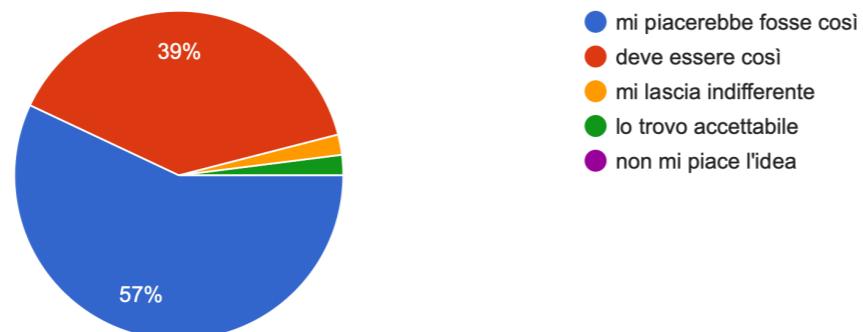
1.3 Quanto è importante che sia lavabile? *



Lavabile

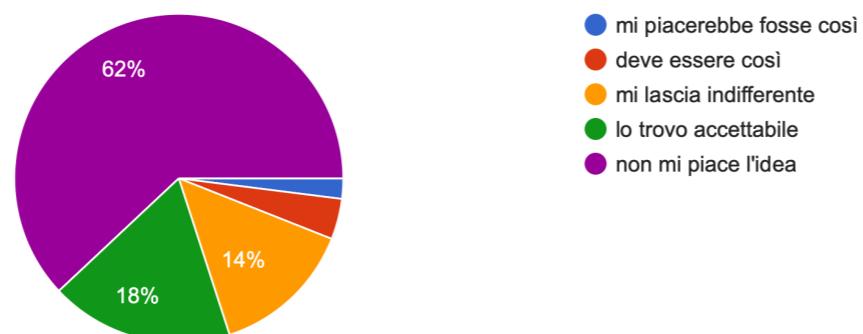
1.1 Se il dispositivo fosse lavabile, cosa ne penseresti?

100 risposte



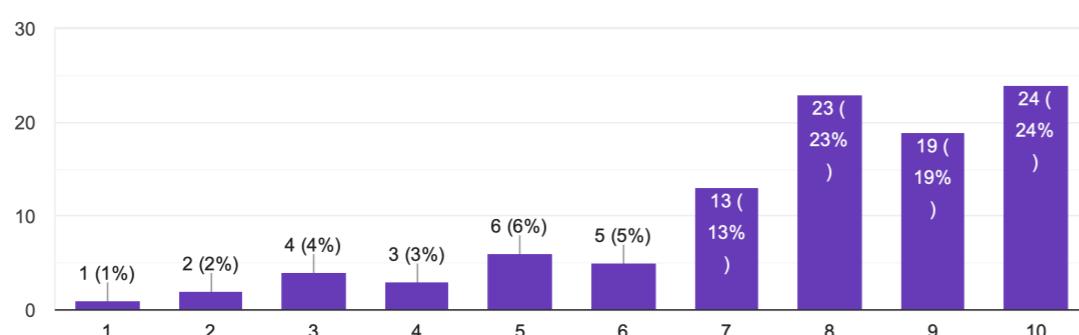
1.2 Se il dispositivo NON fosse lavabile, cosa ne penseresti?

100 risposte



1.3 Quanto è importante che sia lavabile?

100 risposte



Economico

Elastizzato

Comodo da indossare

Impermeabile

Traspirante

Utile per più sport

Connattività avanzate

Esteticamente bello

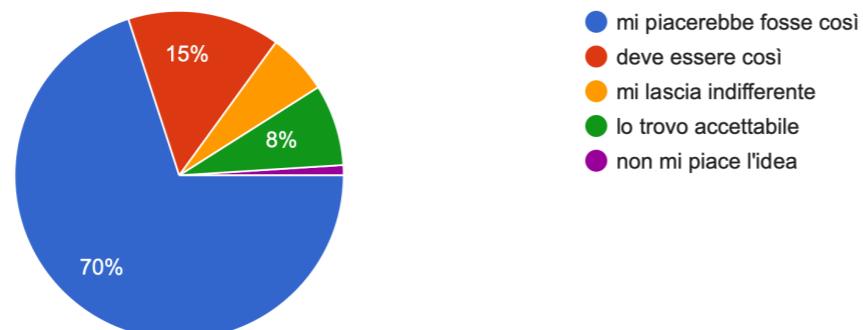
Eco-Sostenibilità

Energia Rinnovabile

Lavabile

2.1 Se il dispositivo fosse economico, cosa ne penseresti?

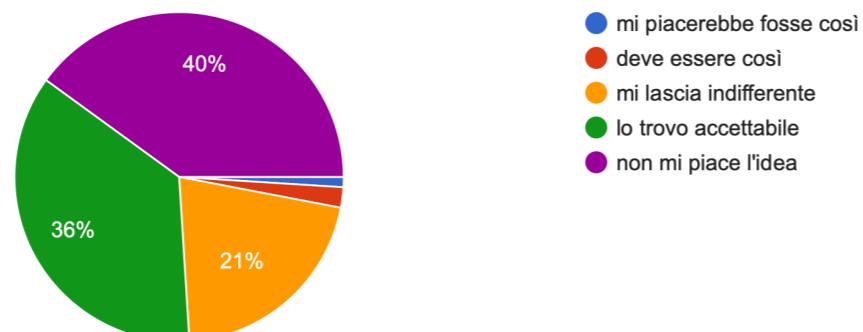
100 risposte



Economico

2.2 Se il dispositivo NON fosse economico, cosa ne penseresti?

100 risposte



Impermeabile

Traspirante

Utile per più sport

Connattività avanzate

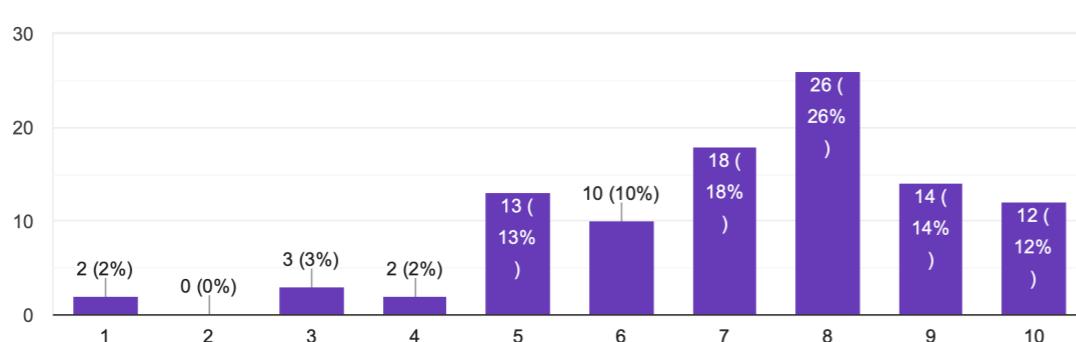
Esteticamente bello

Eco-Sostenibilità

Energia Rinnovabile

2.3 Quanto è importante che sia economico?

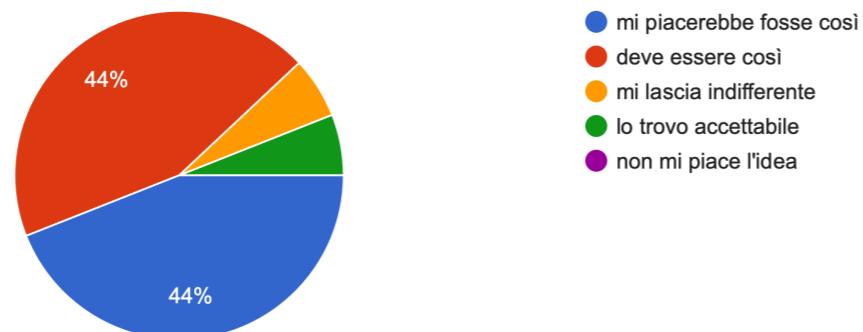
100 risposte



Lavabile

3.1 Se il dispositivo fosse elasticizzato, cosa ne penseresti?

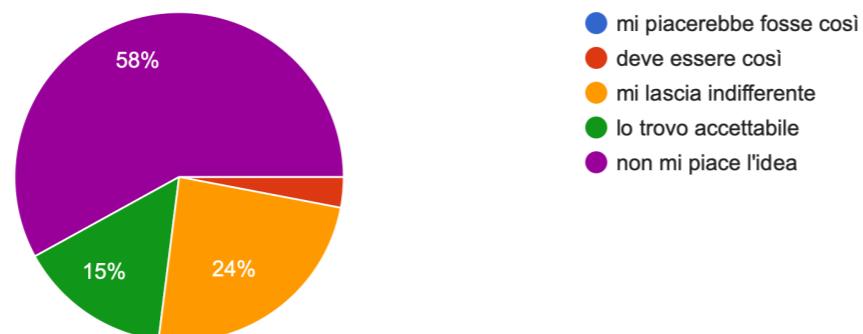
100 risposte



Economico

3.2 Se il dispositivo NON fosse elasticizzato, cosa ne penseresti?

100 risposte



Elasticizzato

Comodo da indossare

Impermeabile

Traspirante

Utile per più sport

Connettività avanzate

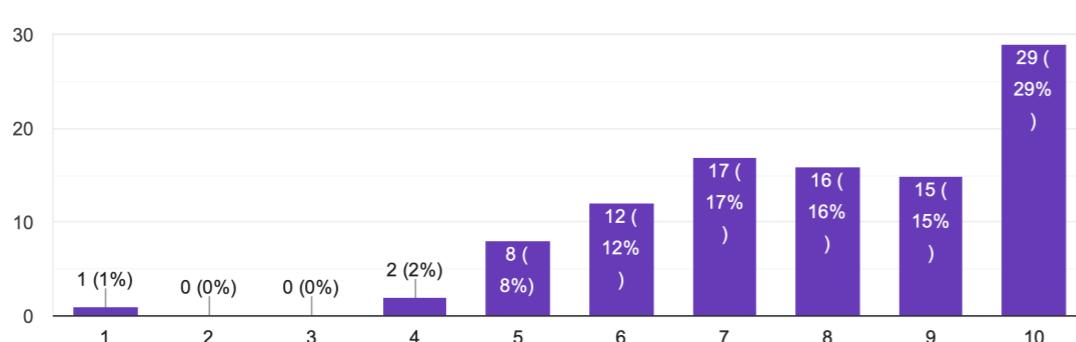
Esteticamente bello

Eco-Sostenibilità

Energia Rinnovabile

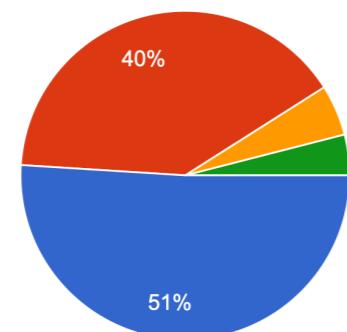
3.3 Quanto è importante che sia elasticizzato?

100 risposte



4.1 Se il dispositivo fosse comodo da indossare, cosa ne penseresti?

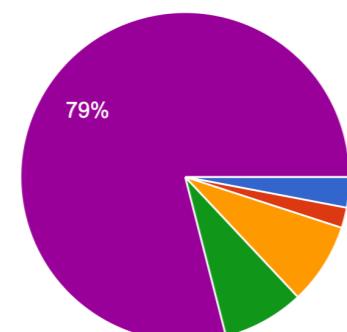
100 risposte



- mi piacerebbe fosse così
- deve essere così
- mi lascia indifferente
- lo trovo accettabile
- non mi piace l'idea

4.2 Se il dispositivo NON fosse comodo da indossare, cosa ne penseresti?

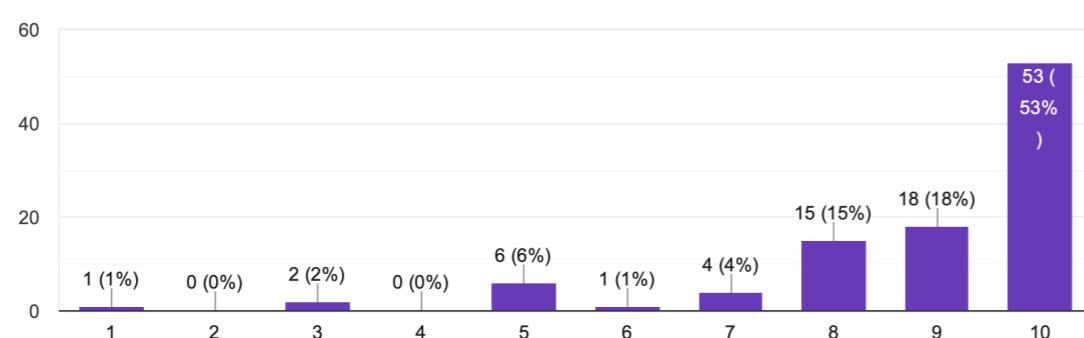
100 risposte



- mi piacerebbe fosse così
- deve essere così
- mi lascia indifferente
- lo trovo accettabile
- non mi piace l'idea

4.3 Quanto è importante che sia comodo da indossare?

100 risposte



Lavabile

Economico

Elasticizzato

Comodo da indossare

Impermeabile

Traspirante

Utile per più sport

Connattività avanzate

Esteticamente bello

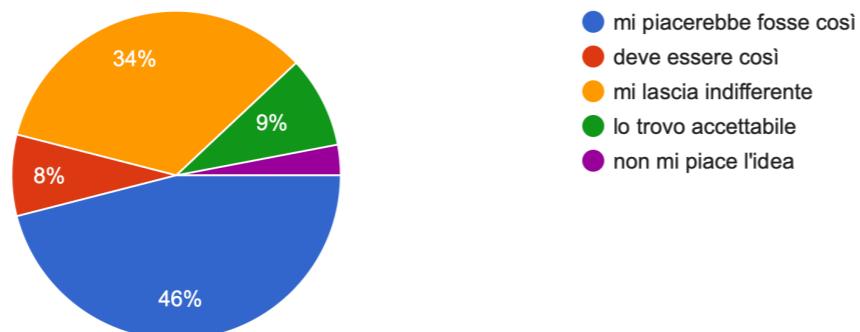
Eco-Sostenibilità

Energia Rinnovabile

Lavabile

5.1 Se il dispositivo fosse impermeabile cosa ne penseresti?

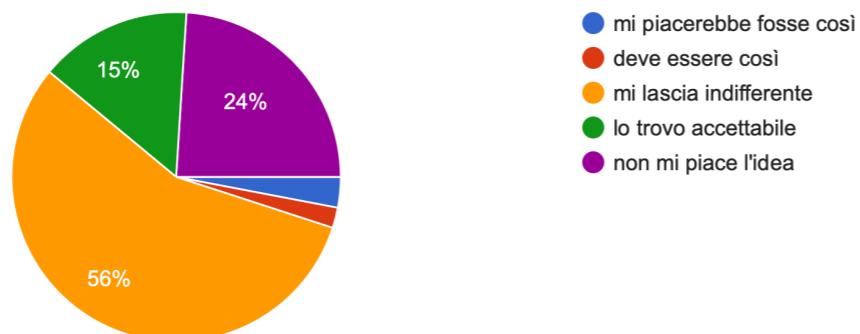
100 risposte



Economico

5.2 Se il dispositivo NON fosse impermeabile, cosa ne penseresti?

100 risposte



Elasticizzato

Comodo da indossare

Traspirante

Utile per più sport

Connattività avanzate

Esteticamente bello

5.3 Quanto è importante che sia impermeabile?

100 risposte



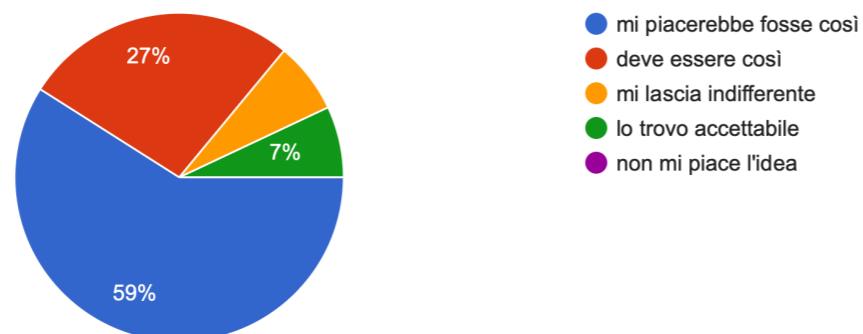
Eco-Sostenibilità

Energia Rinnovabile

Lavabile

6.1 Se il dispositivo fosse di tessuto traspirante, cosa ne penseresti?

100 risposte



Economico

Elasticizzato

Comodo da indossare

Impermeabile

Traspirante

Utile per più sport

Connettività avanzate

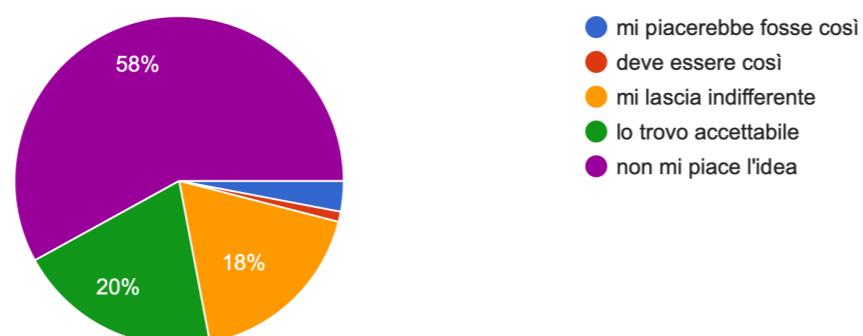
Esteticamente bello

Eco-Sostenibilità

Energia Rinnovabile

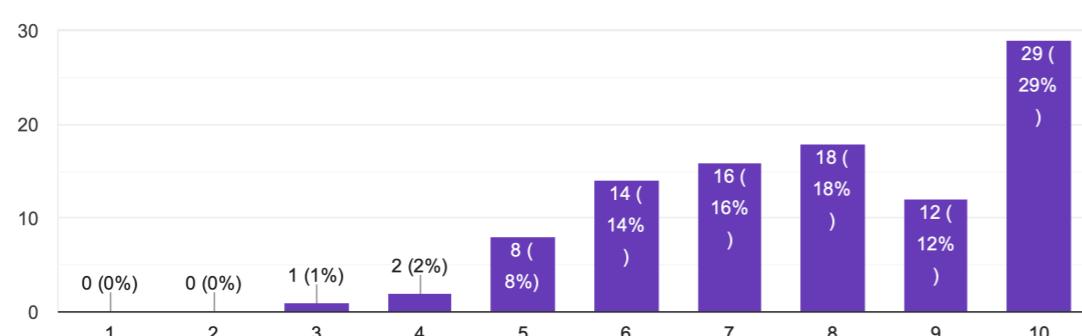
6.2 Se il dispositivo NON fosse di tessuto traspirante, cosa ne penseresti?

100 risposte



6.3 Quanto è importante che sia traspirante?

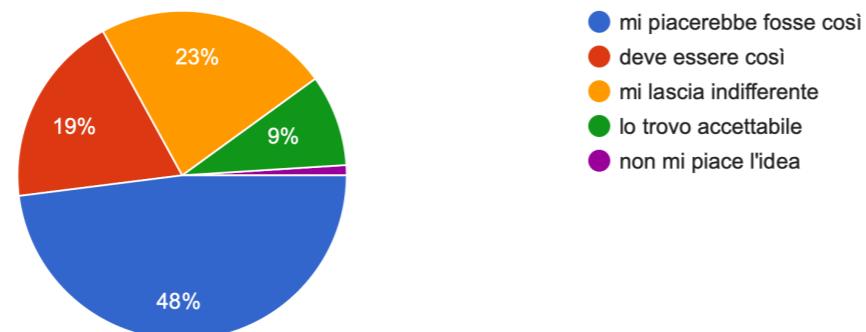
100 risposte



Lavabile

7.1 Se il dispositivo fosse utilizzabile per più sport, cosa ne penseresti?

100 risposte



Economico

Elasticizzato

Comodo da indossare

Impermeabile

Traspirante

Utile per più sport

Connattività avanzate

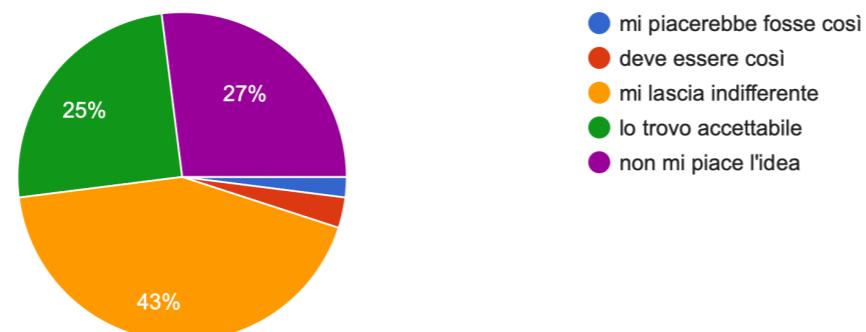
Esteticamente bello

Eco-Sostenibilità

Energia Rinnovabile

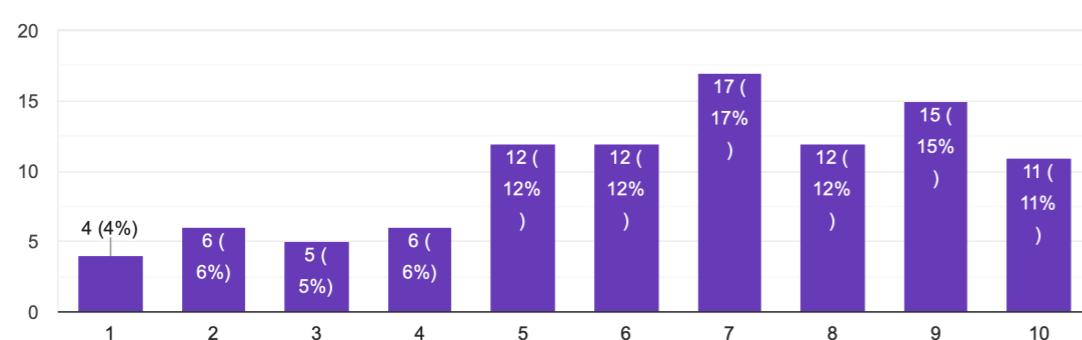
7.2 Se il dispositivo NON fosse utilizzabile per più sport, cosa ne penseresti?

100 risposte



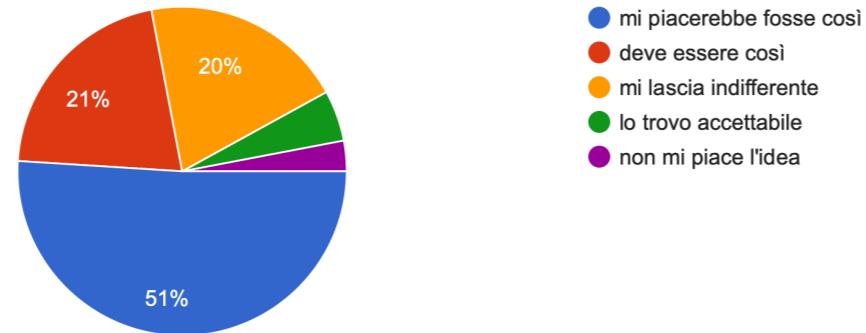
7.3 Quanto è importante che sia utilizzabile per più sport?

100 risposte



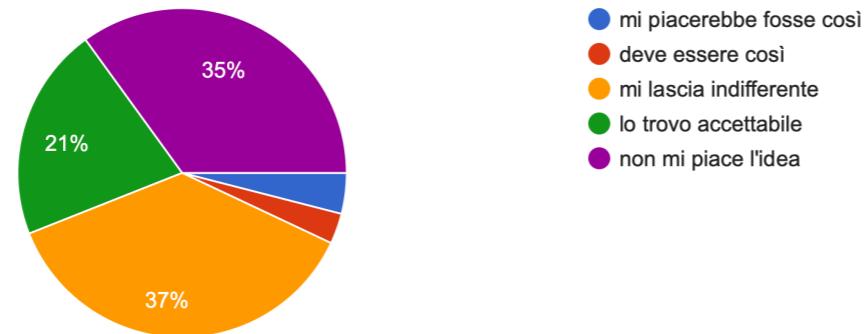
8.1 Se il dispositivo avesse funzioni di connettività avanzate (connessione Bluetooth, connesso ad un'app per smartphone...), cosa ne penseresti?

100 risposte



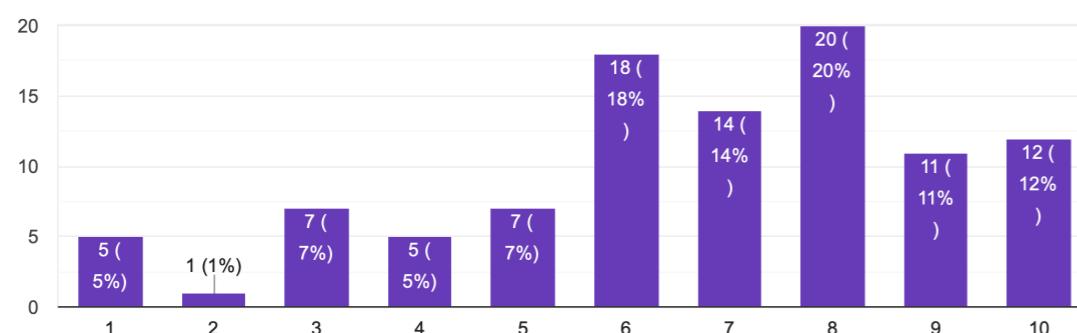
8.2 Se il dispositivo NON avesse funzioni di connettività avanzate , cosa ne penseresti?

100 risposte



8.3 Quanto è importante che abbia funzioni di connettività avanzata?

100 risposte



Lavabile

Economico

Elasticizzato

Comodo da indossare

Impermeabile

Traspirante

Utile per più sport

Connettività avanzata

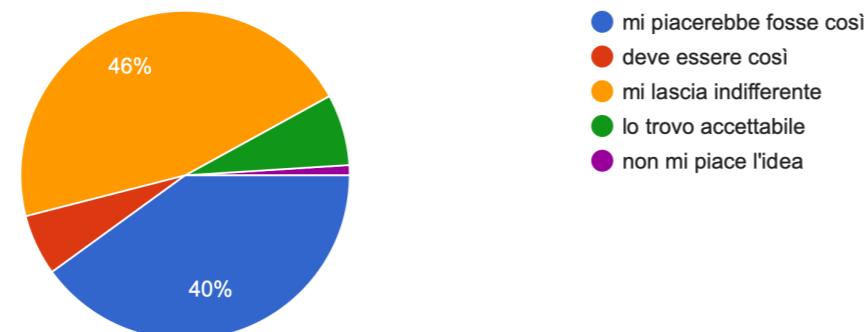
Esteticamente bello

Eco-Sostenibilità

Energia Rinnovabile

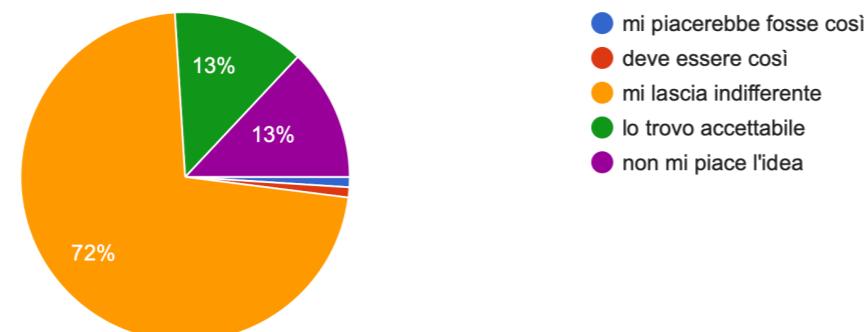
9.1 Se il dispositivo fosse esteticamente bello, cosa ne penseresti?

100 risposte



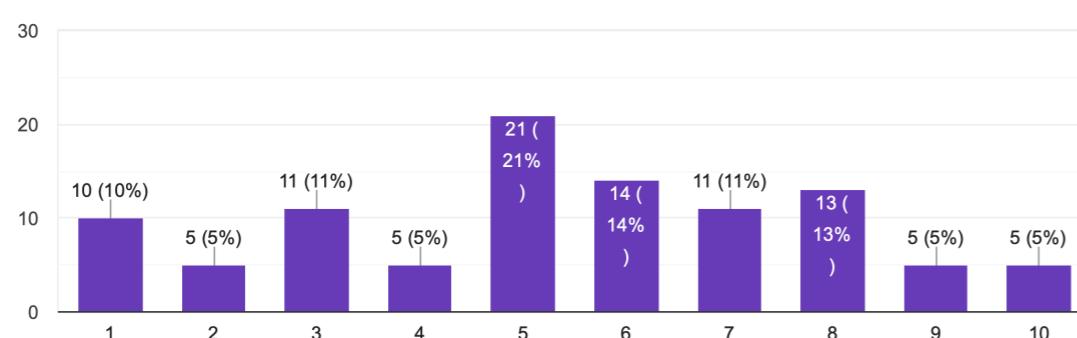
9.2 Se il dispositivo NON fosse esteticamente bello, cosa ne penseresti?

100 risposte



9.3 Quanto è importante che sia esteticamente bello?

100 risposte



Lavabile

Economico

Elastizzato

Comodo da indossare

Impermeabile

Traspirante

Utile per più sport

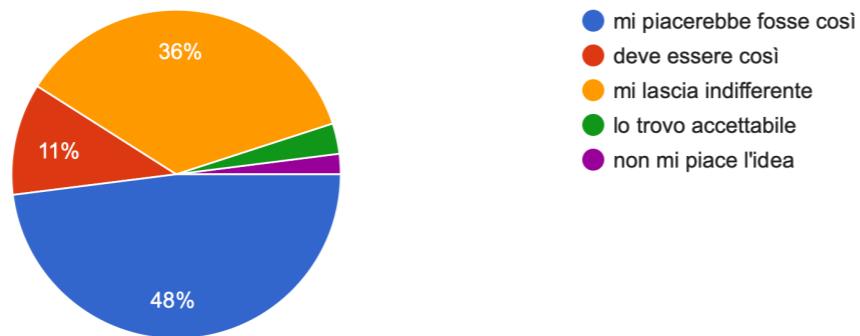
Connattività avanzate

Esteticamente bello

Eco-Sostenibilità

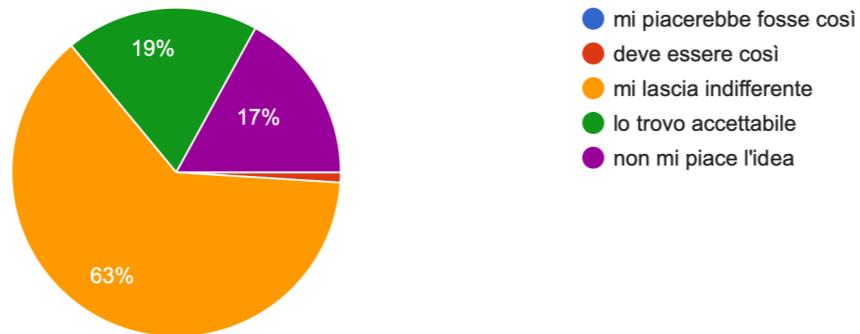
Energia Rinnovabile

12.1 Se il dispositivo fosse eco-sostenibile (Es. realizzato con materiale riciclato o riciclabile...), cosa ne penseresti?
100 risposte



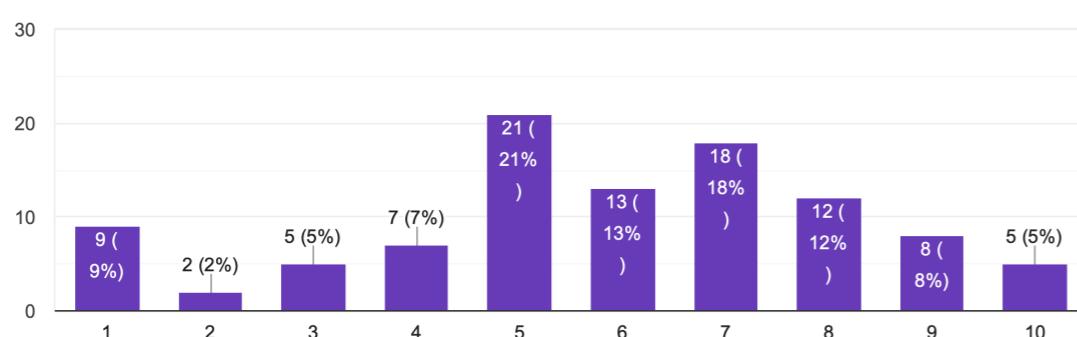
12.2 Se il dispositivo NON fosse eco-sostenibile (Es. NON realizzato con materiale riciclato o riciclabile...), cosa ne penseresti?

100 risposte



12.3 Quanto è importante che il dispositivo sia eco-sostenibile (Es. realizzato con materiale riciclato o riciclabile...)?

100 risposte



Lavabile

Economico

Elastico

Comodo da indossare

Impermeabile

Traspirante

Utile per più sport

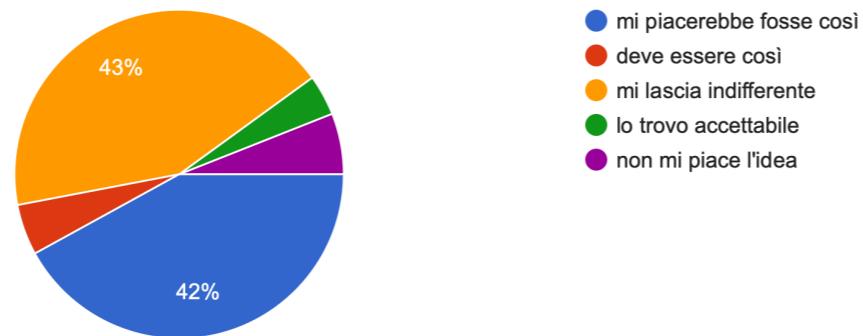
Connattività avanzate

Esteticamente bello

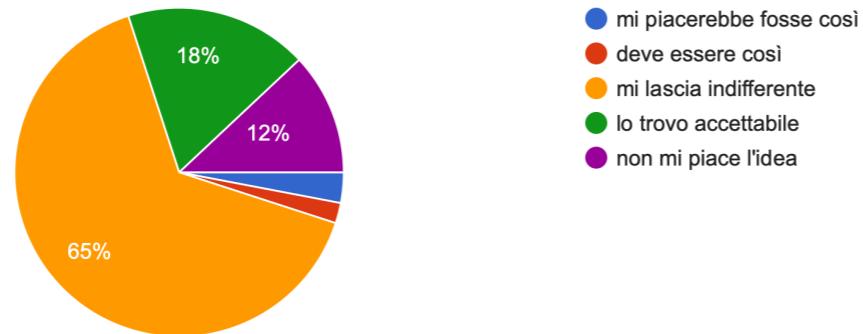
Eco-Sostenibilità

Energia Rinnovabile

11.1 Se il dispositivo utilizzasse una fonte di energia rinnovabile (Es. pannelli solari), cosa ne penseresti?
100 risposte



11.2 Se il dispositivo NON utilizzasse una fonte di energia rinnovabile (Es. pannelli solari), cosa ne penseresti?
100 risposte



11.3 Quanto è importante che il dispositivo abbia una fonte di energia rinnovabile (Es. Pannelli solari)
100 risposte



Lavabile

Economico

Elasticizzato

Comodo da indossare

Impermeabile

Traspirante

Utile per più sport

Connattività avanzate

Esteticamente bello

Eco-Sostenibilità

Energia Rinnovabile

TABELLA DI VALUTAZIONE

	A	M	O	R	Q	I	Totale	Importanza	Valutazione	CS	CI
Lavabile	26	32	30	1	1	10	100	7.75	M	0.57	-0.63
Economico	43	12	27	1	1	16	100	7.24	A	0.71	-0.40
Elasticizzato	22	36	22	0	0	20	100	7.93	M	0.44	-0.58
Comodo	7	36	43	2	1	11	100	8.83	O	0.52	-0.81
Impermeabile	28	5	18	3	1	45	100	5.85	I	0.48	-0.24
Traspirante	23	24	34	1	2	16	100	7.89	O	0.59	-0.60
Multisport	30	10	17	2	1	40	100	6.47	I	0.48	-0.28
Connettività	31	15	20	6	0	28	100	6.68	A	0.54	-0.37
Bello	29	3	10	1	1	56	100	5.38	I	0.40	-0.13
Multisensore	51	7	15	2	0	25	100	6.73	A	0.67	-0.22
En. Rinnovabile	33	2	9	7	1	48	100	5.14	I	0.46	-0.12
Eco-Sostenibile	36	5	12	2	0	45	100	5.83	I	0.49	-0.17

Scrivi fino a 5 caratteristiche (separate da una virgola) che ritieni debba avere il manicotto, ordinandole per importanza. (Es. leggero, facile da indossare...)

100 risposte

Leggero, facile da indossare

Precisione nei dati raccolti, leggerezza, comodità, facilità di uso, aspetto estetico

Leggero, flessibile, misura frequenza cardiaca

Leggero, facile da indossare, confortevole, utile, bello

Leggero, comodo, facile da indossare, traspirante, innovativo

Leggero, comodo, non ingombrante, facile da indossare, fresco

Leggero, utile, economico, facile da indossare, dilettevole

Facile da indossare, esteticamente bello, sottile,

comodo,leggero,poco ingombrante,utile,facile da indossare

comodo,leggero,poco ingombrante,utile,raclie da indossare

Accurato, resistente, comodo, leggero, colorato

Leggero,facile da indossare,prezzo accessibile a tutti,essere davvero utile,essere per tutte le fasce d'età

Lavabilità, indossabilità, traspirazione

comodo, leggero, facile da indossare, funzionale, termico

Elastico, leggero, facile da indossare,

leggero,traspirante,elastico,colorato,resistente

Efficienza, leggerezza, praticità,funzionalità

non ingombrante, riscaldante, leggero

Accurato, resistente, comodo, leggero, colorato

Leggero,facile da indossare,prezzo accessibile a tutti,essere davvero utile,essere per tutte le fasce d'età

Lavabilità, indossabilità, traspirazione

comodo, leggero, facile da indossare, funzionale, termico

Elastico, leggero, facile da indossare,

Elastico, leggero, facile da indossare,

leggero,traspirante,elastico,colorato,resistente

Efficienza, leggerezza, praticità,funzionalità

non ingombrante, riscaldante, leggero

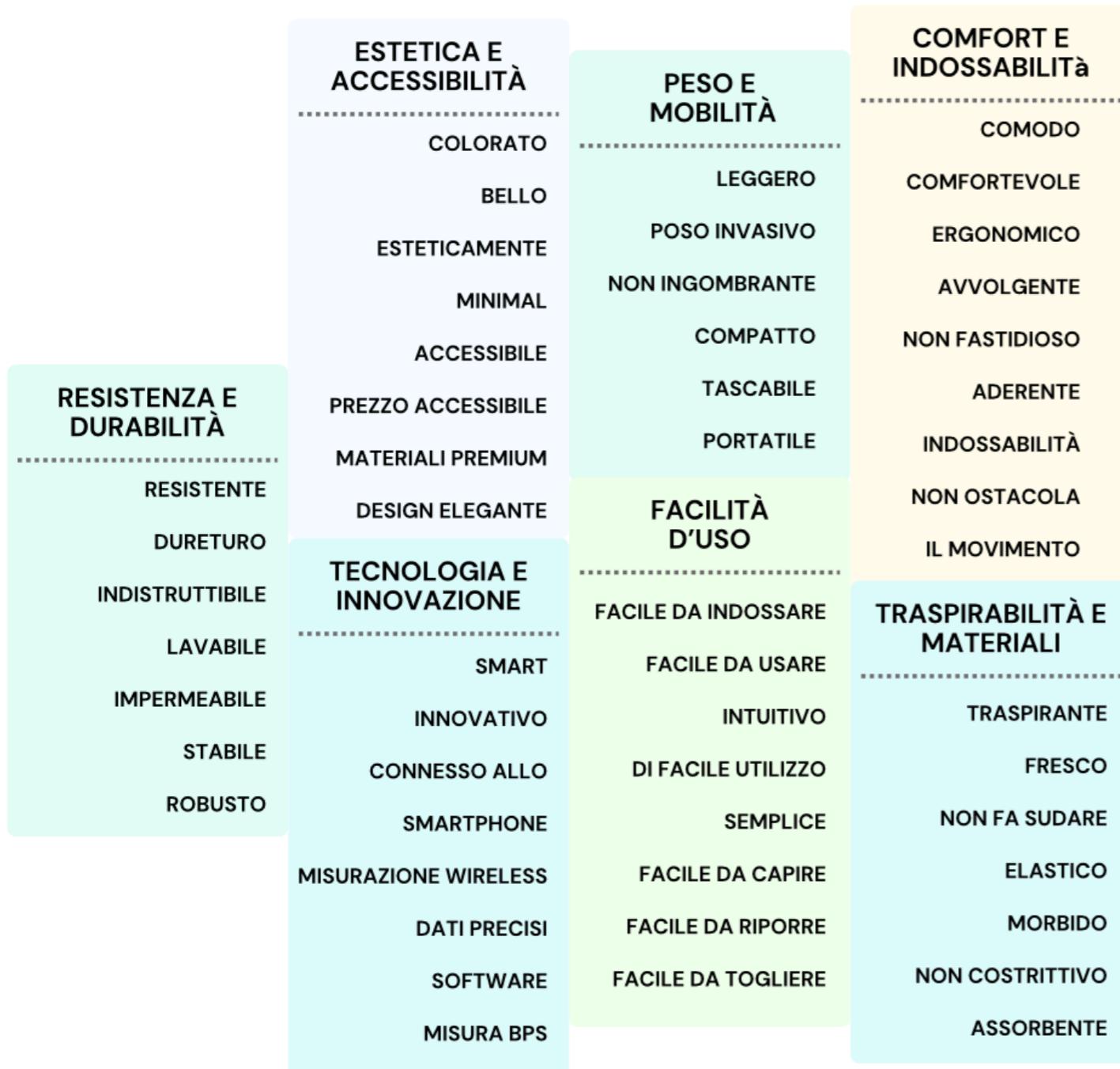
Leggero , traspirante e comodo

STRUTTURA QUESTIONARIO

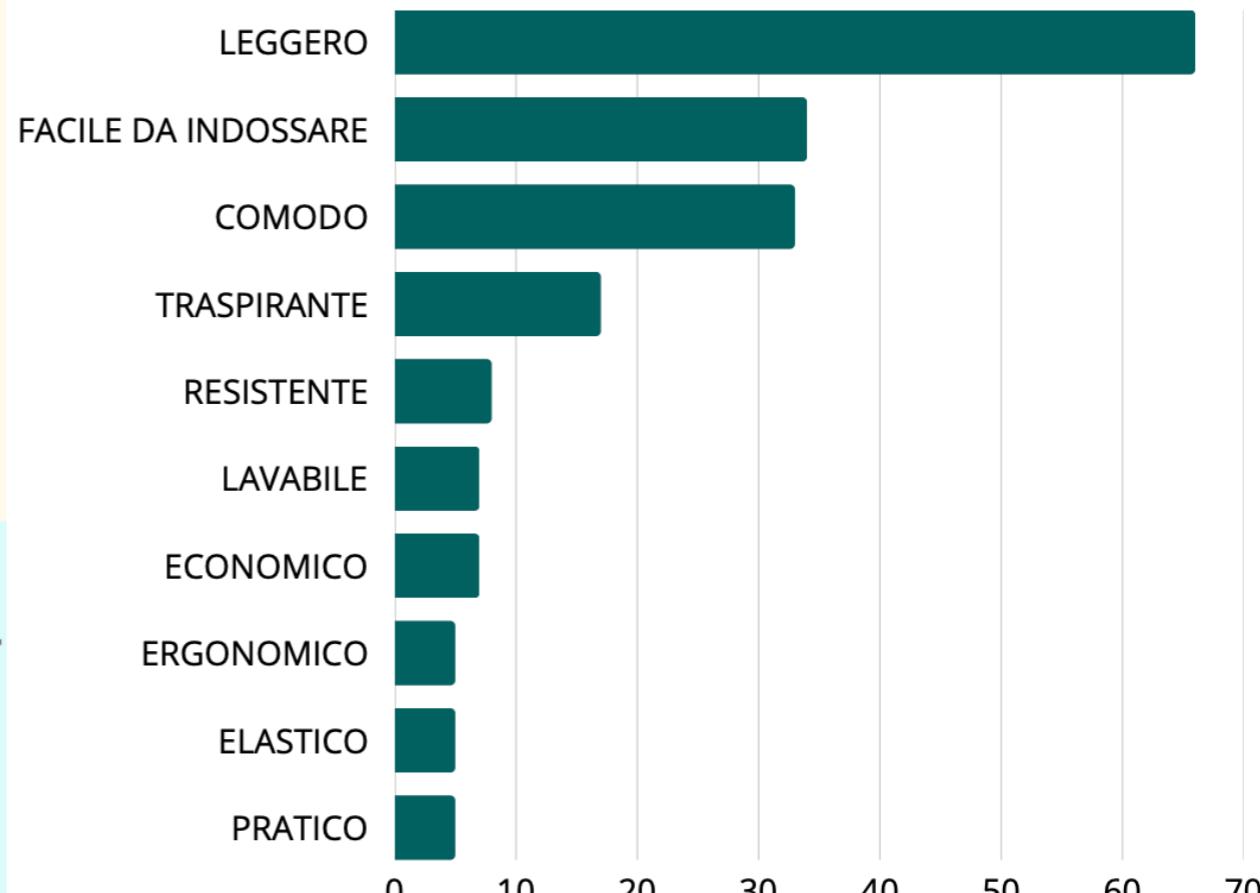
KANSEI

È stato studiato il
complesso rapporto
emotivo che intercorrente
tra oggetti ed individui.

DIAGRAMMA DELLE AFFINITÀ



FREQUENZA DELLE PAROLE



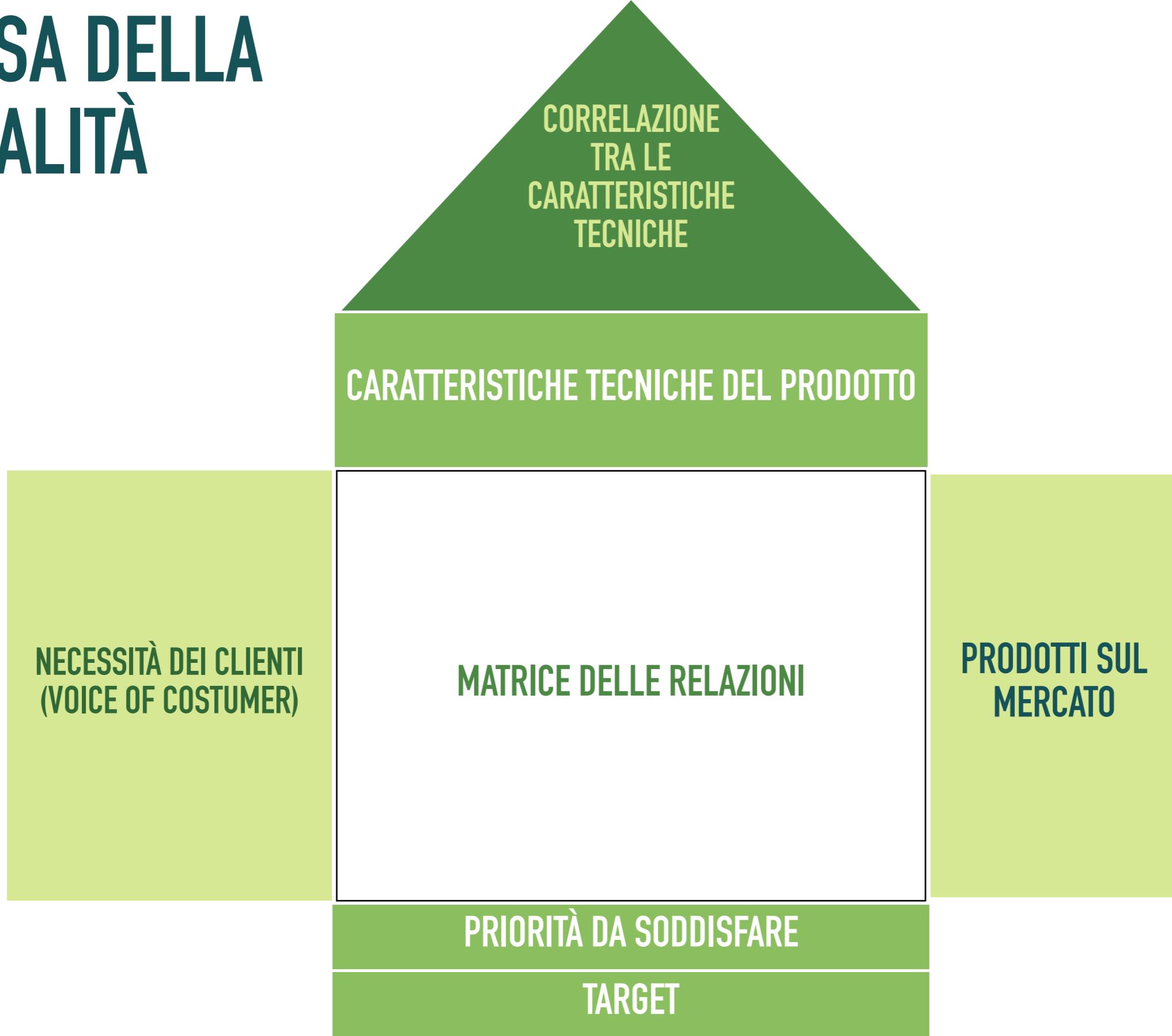
QFD -

CASA DELLA QUALITÀ

Obiettivi:

- ▶ Identificazione richieste utente
- ▶ Identificazione specifiche tecniche
- ▶ Trovare il giusto compromesso

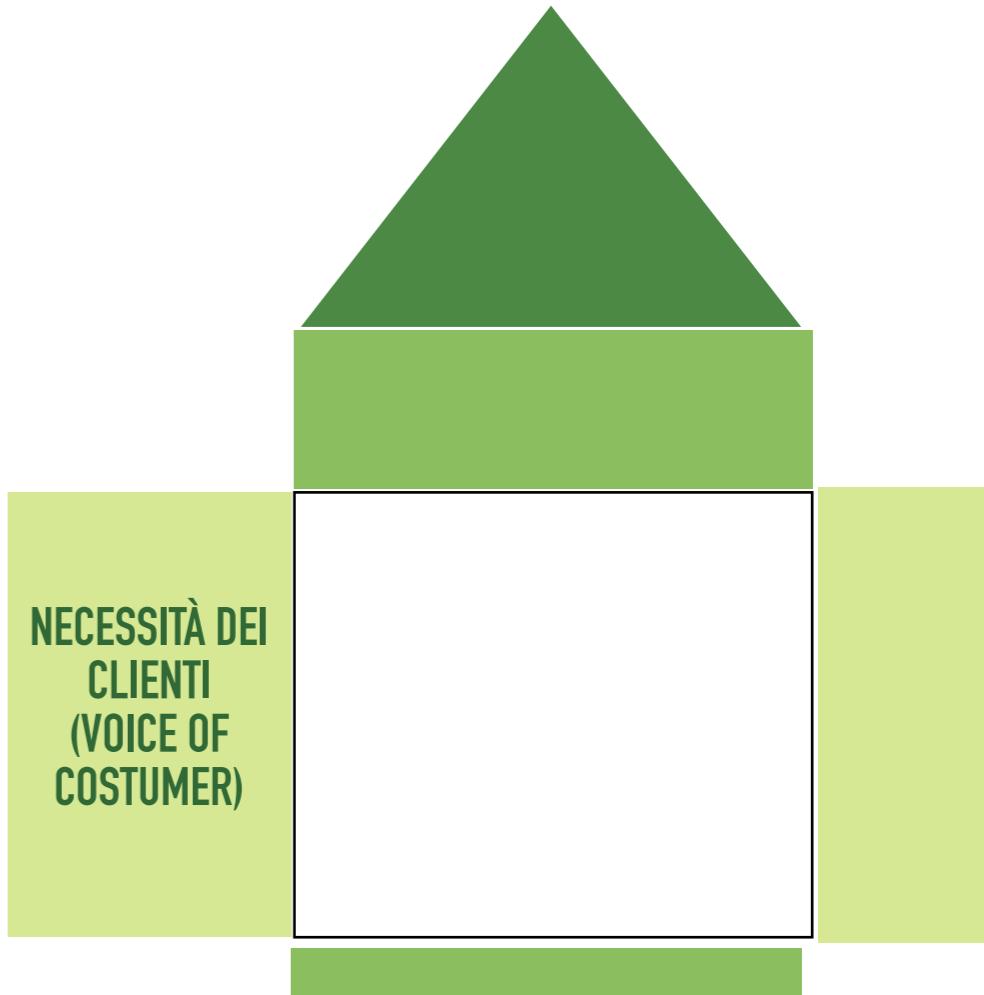
CASA DELLA QUALITÀ



	A	M	O	R	Q	I	Totale	Importanza	Valutazione	CS	CI
Lavabile	26	32	30	1	1	10	100	7.75	M	0.57	-0.63
Economico	43	12	27	1	1	16	100	7.24	A	0.71	-0.40
Elasticizzato	22	36	22	0	0	20	100	7.93	M	0.44	-0.58
Comodo	7	36	43	2	1	11	100	8.83	O	0.52	-0.81
Impermeabile	28	5	18	3	1	45	100	5.85	I	0.48	-0.24
Traspirante	23	24	34	1	2	16	100	7.89	O	0.59	-0.60
Multisport	30	10	17	2	1	40	100	6.47	I	0.48	-0.28
Connettività	31	15	20	6	0	28	100	6.68	A	0.54	-0.37
Bello	29	3	10	1	1	56	100	5.38	I	0.40	-0.13
Multisensore	51	7	15	2	0	25	100	6.73	A	0.67	-0.22
En. Rinnovabile	33	2	9	7	1	48	100	5.14	I	0.46	-0.12
Eco-Sostenibile	36	5	12	2	0	45	100	5.83	I	0.49	-0.17

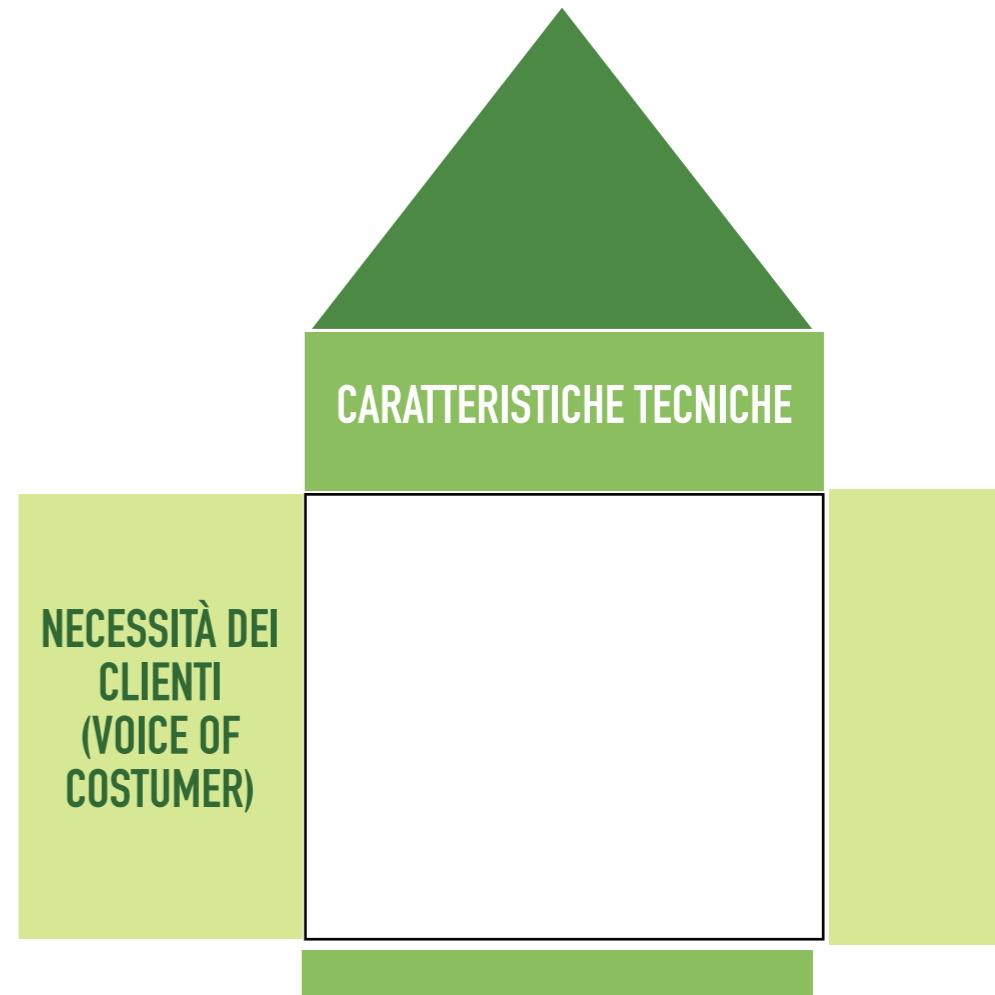
Identificazione delle VOC usando la tabella di valutazione di KANO

- ▶ M: Must Be
- ▶ A: Attractive
- ▶ O: One -Dimentional



Identificazione delle caratteristiche tecniche del prodotto

- ▶ Temperatura di lavaggio
- ▶ Taglie
- ▶ Composizione del materiale
- ▶ Modulo di connettività avanzata
- ▶ Resistenza agli agenti esterni
- ▶ Capacità della batteria
- ▶ RET (coeff. di traspirabilità)
- ▶ Numero di sensori
- ▶ Regolabilità
- ▶ Stabilità

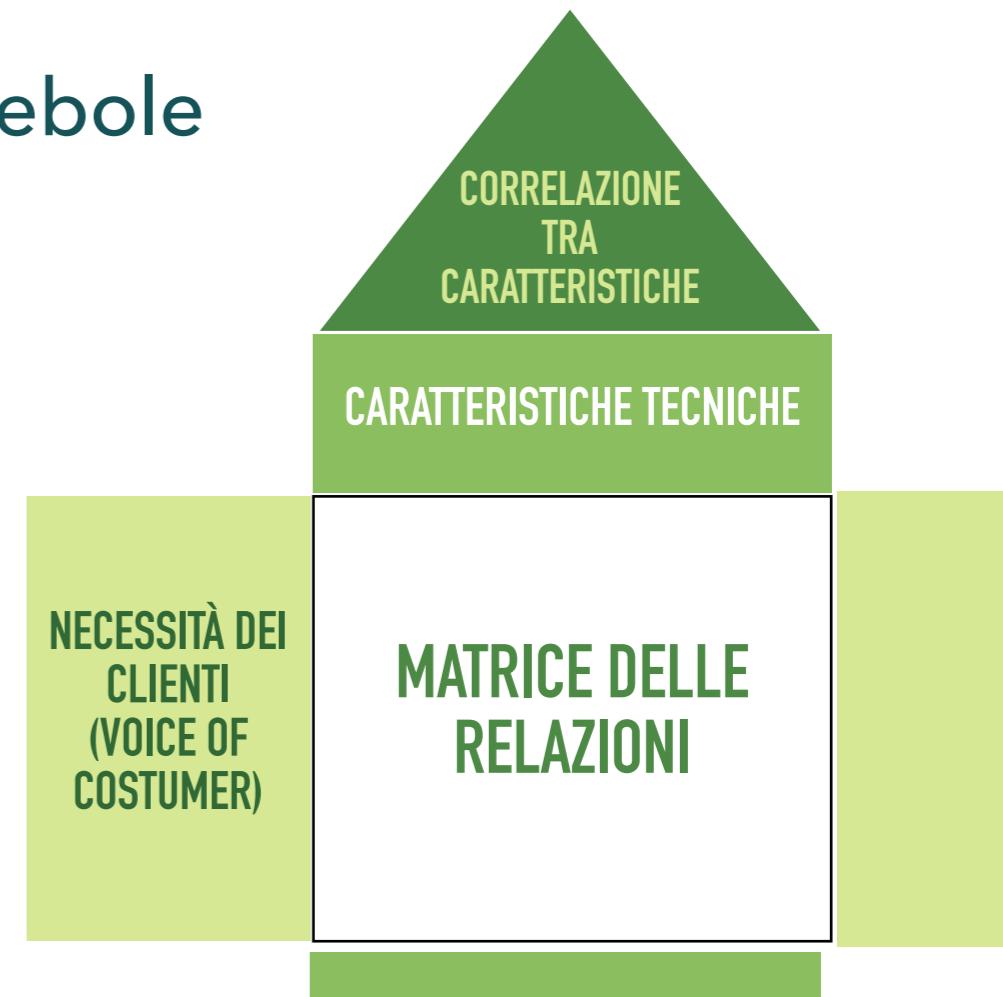


Identificazione delle relazioni specifiche tecniche

- ▶ “0”: incorrelate
- ▶ “+”: media positiva
- ▶ “++”: forte positiva
- ▶ “-”: media negativa
- ▶ “- -”: forte negativa

Identificazione delle relazioni tra VOC e specifiche tecniche

- ▶ **9**: forte
- ▶ **3**: media
- ▶ **1**: debole



		Specifiche tecniche										
		Peso	Temperatura di Lavaggio	Taglia	Composizione materiale	Moduli Connettività avanzata	Resistenza agenti esterni	Capacità batteria	RET (coeff. Traspirabilità)	Numero di sensori	Regolabilità	Stabilità
Richieste utente												
Lavabile	3	9			3	9	9		1	3		
Economico	2				1	9	3	3	1	9	3	
Elasticizzato	3				9		3		1		6	3
Comodo	5		9	3			3	3	1	1	9	9
Traspirante	3			9					9			
Connettività	1				9					3		
Multisensore	1					3				9		
TOT												
Importanza tecnica Assoluta		27	47	80	30	57	21	40	35	69	54	302
Importanza tecnica Relativa		8,94%	15,56%	26,49%	9,93%	18,87%	6,95%	13,25%	11,59%	22,85%	17,88%	100%

QFD - BENCHMARKING

Comparazione con i
competitor

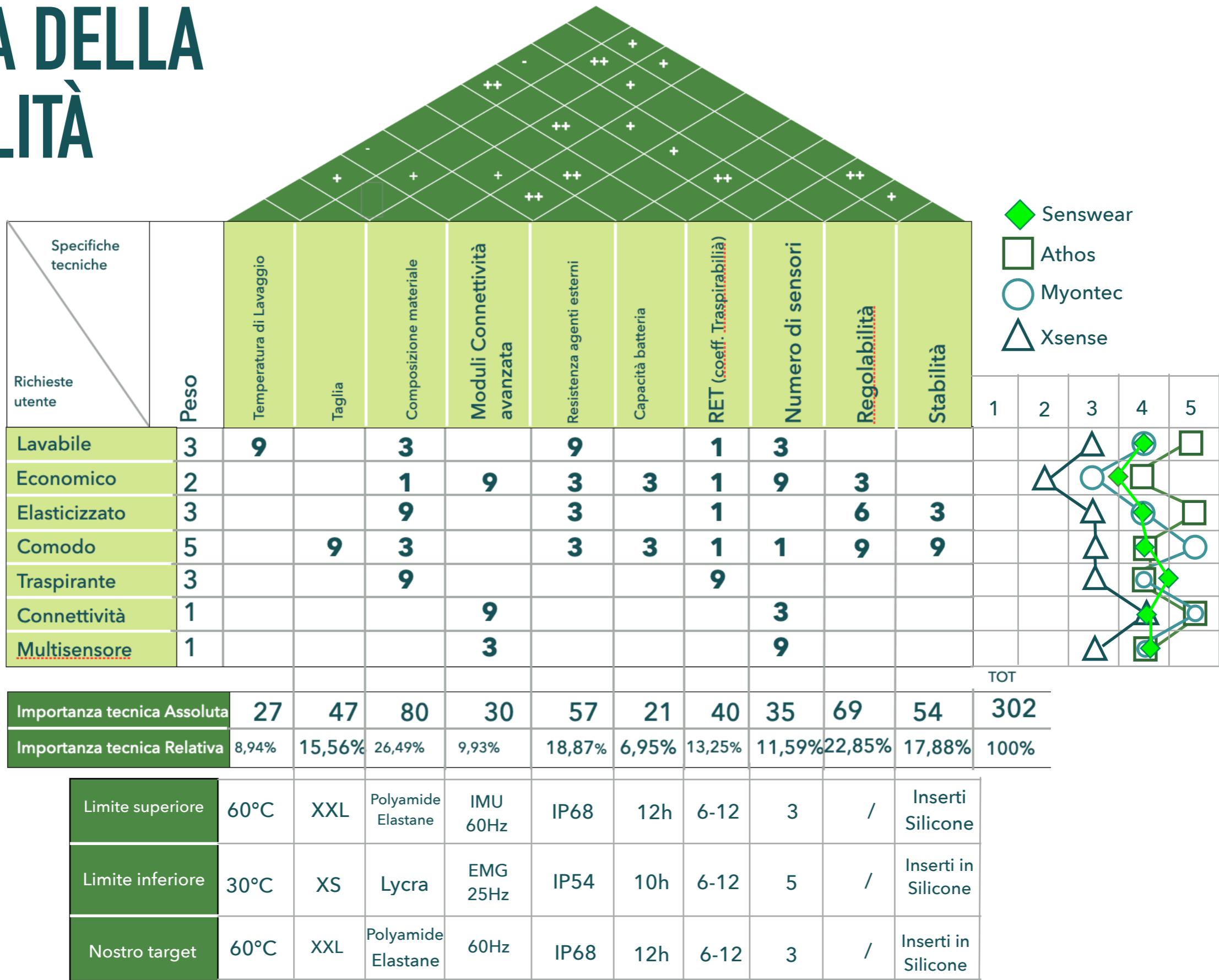
- ▶ Competitor 1:
Athos
- ▶ Competitor 2:
Myontec
- ▶ Competitor 3:
Xsense

Specifiche tecniche	Unità di Misura	Athos	Myontec	Xsense
Temperatura di Lavaggio	°C	60°C	30°C	30°C
Taglia		XS-XXL	XS-XXL	S-XXL
Composizione materiale	%	76% Nylon 24% Lycra Spandex	71% Polyamide micro 29% Elastane	Lycra
Moduli Connettività avanzata	Hz	/	EMG-IMU 25Hz	IMU 60Hz
Resistenza agenti esterni	IP	IP54	IP64	IP68
Capacità batteria	h	10h	12h	8h
RET (coeff. Traspirabilità)		6-12	6-12	6-12
Numero di sensori		3	3	5+
Regolabilità		/	/	/
Stabilità		/	Silicone	Silicone

Definizione dei range

Target	Temperatura di Lavaggio	Taglia	Composizione materiale	Moduli Connettività avanzata	Resistenza agenti esterni	Capacità batteria	RET (coeff. Traspirabilità)	Numero di sensori	Regolabilità	Stabilità
Limite superiore	60°C	XXL	Polyamide Elastane	IMU 60Hz	IP68	12h	6-12	3	/	Inserti in silicone
Limite inferiore	30°C	XS	Lycra	EMG 25Hz	IP54	10h	6-12	5	/	Inserti in silicone
Nostro target	60°C	XXL	Polyamide Elastane	60Hz	IP68	12h	6-12	3	/	Inserti in silicone

CASA DELLA QUALITÀ

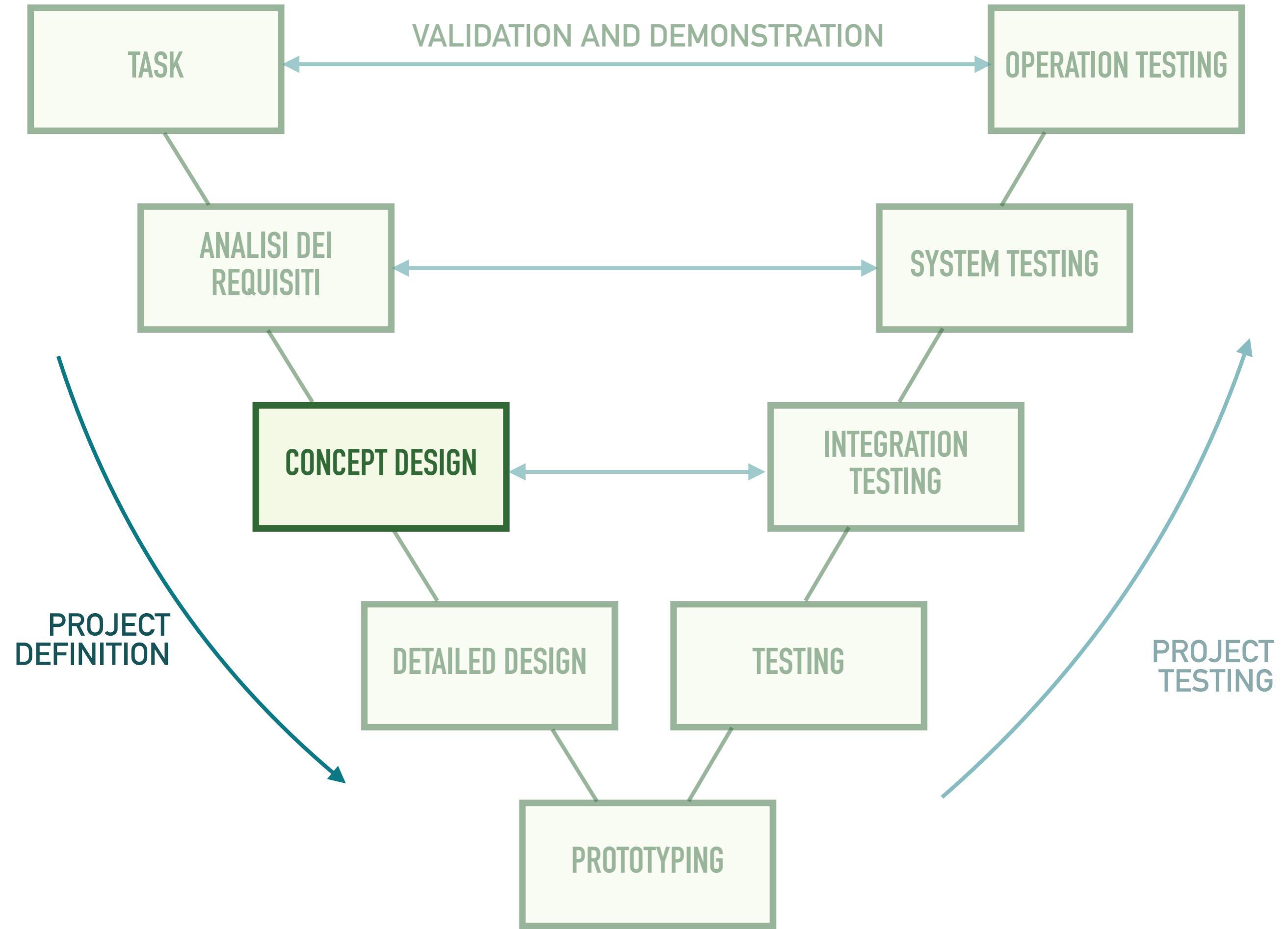


SPECIFICHE TECNICHE RICAVATE

IMPORTANZA RELATIVA >10%

- ▶ **Composizione materiale:**
26,49%
- ▶ **Regolabilità:**
22,85%
- ▶ **Resistenza agenti esterni:**
18,87%
- ▶ **Stabilità:**
17,88%
- ▶ **Taglia:**
15,56%
- ▶ **RET:**
13,25%
- ▶ **Numero di sensori:**
11,59%

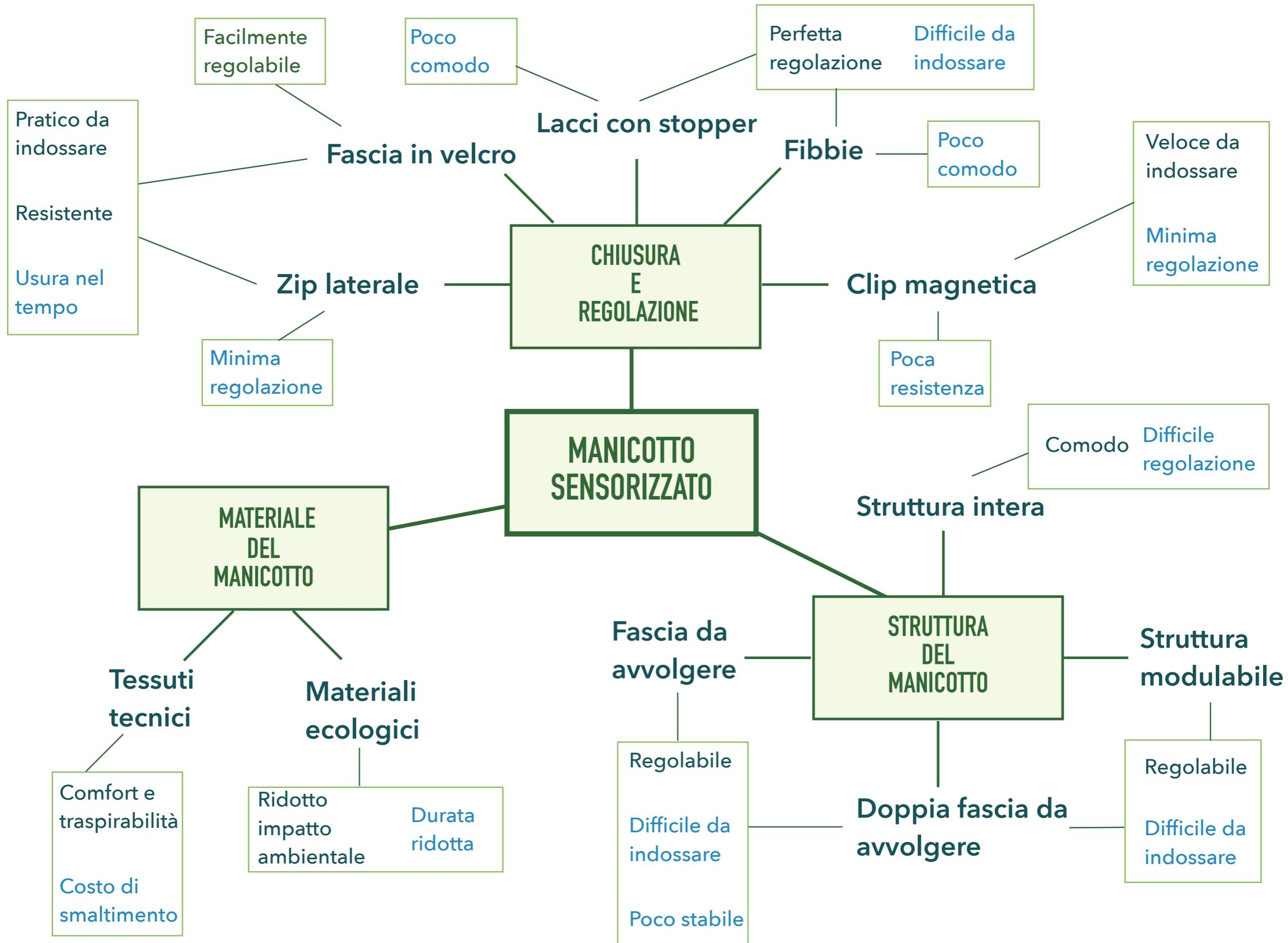
CONCEPT DESIGN

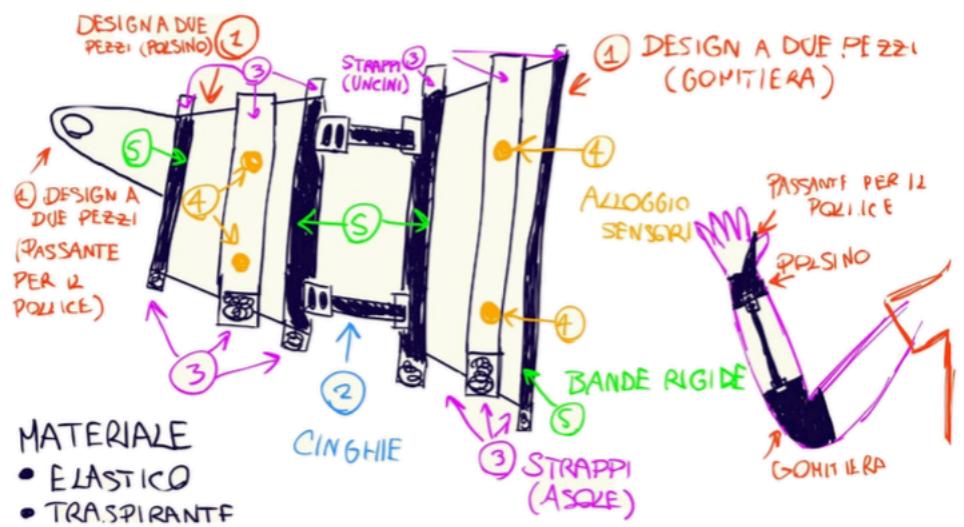


CONCEPT DESIGN

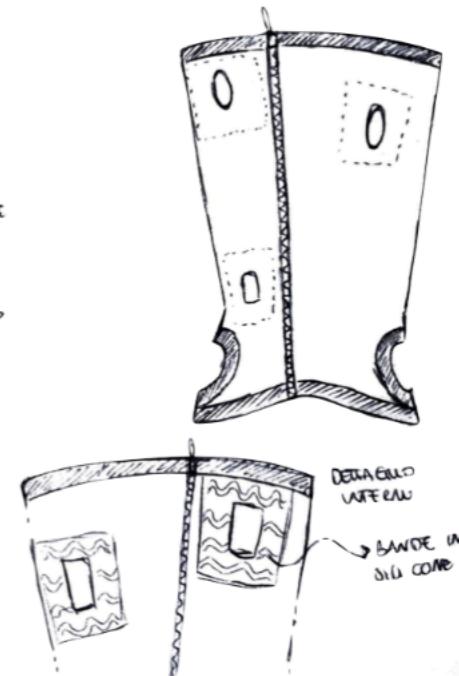
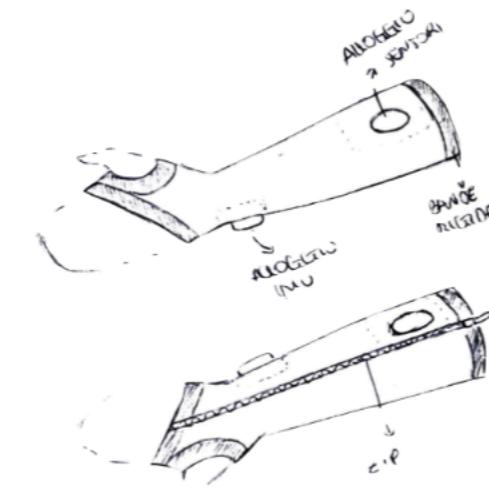
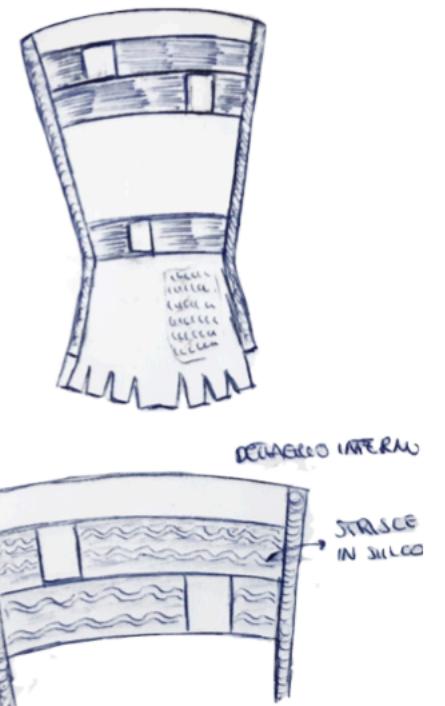
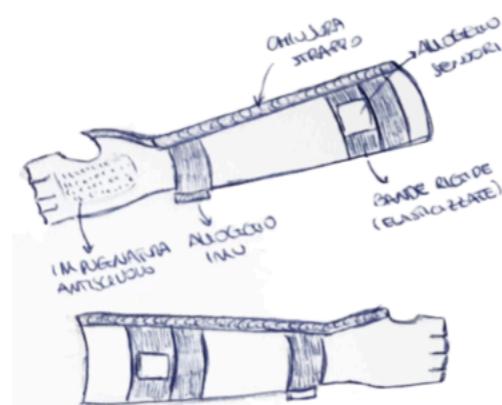
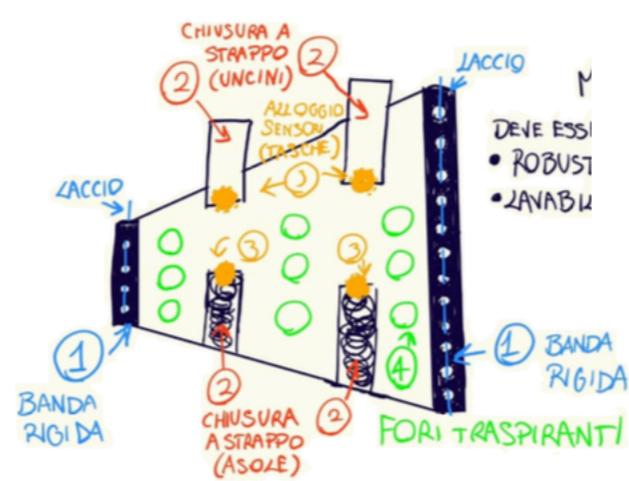
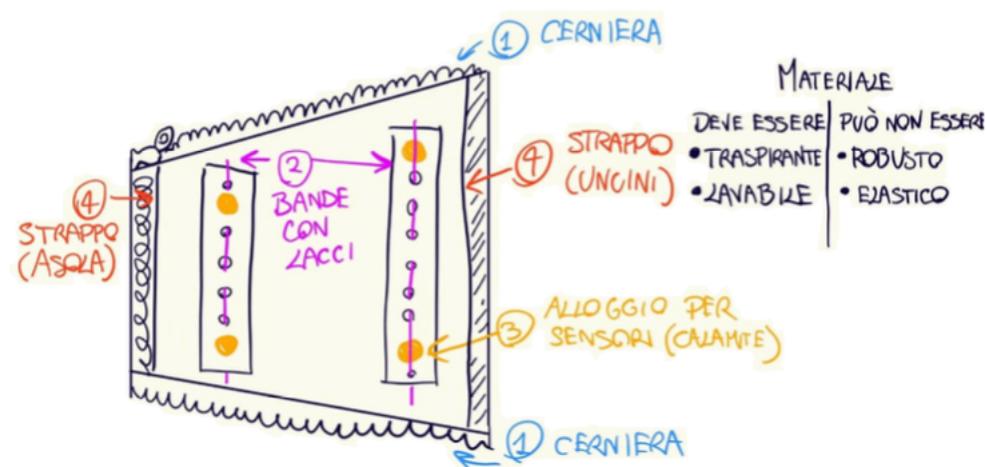
- ▶ **Brainstorming** delle caratteristiche
- ▶ **Generazione** dei concept
- ▶ **Selezione** del concept







METODO 6-3-5



CONCEPT #1

MATERIALE: Elastane e Polyamide

RESISTENZA AGENTI ESTERNI: IP68

REGOLABILITÀ: cinturini regolabili

STABILITÀ: banda elastica

RET: 6-12

NUMERO DI SENSORI: 2 EMG + IMU



NEL DETTAGLIO...



Chiusura a
strappo



Cinturini
regolabili

Sensori
nascosti



CONCEPT #2

MATERIALE: Nylon

RESISTENZA AGENTI ESTERNI: IP68

REGOLABILITÀ: elastici con strappo

STABILITÀ: elastici polso e gomito

RET: 6-12

NUMERO DI SENSORI: 2 EMG + IMU



CONCEPT #3

MATERIALE: Elastane

RESISTENZA AGENTI ESTERNI: IP68

REGOLABILITÀ: laccio in corrispondenza
dei sensori

STABILITÀ: elastici sul polso, gomito e in
corrispondenza dei sensori

RET: 6-12

NUMERO DI SENSORI: 2 EMG + IMU



NEL DETTAGLIO...

Laccio permette di
dare la giusta
pressione ai sensori

Fascia elastica

Sensori nascosti

CONCEPT #4

MATERIALE: Nylon ed Elastane

RESISTENZA AGENTI ESTERNI: IP68

STABILITÀ: guanto ed elastico al gomito

RET: 6-12

NUMERO DI SENSORI: 2 EMG + IMU



NEL DETTAGLIO...



Zip laterale

Segnalino per il
corretto
posizionamento



Tasche per
sensori



CONCEPT #5

MATERIALE: Polyamide ed Elastane

RESISTENZA AGENTI ESTERNI: IP68

STABILITÀ: mezzo guanto e inserti in silicone

RET: 6-12

NUMERO DI SENSORI: 2 EMG + IMU



NEL DETTAGLIO...

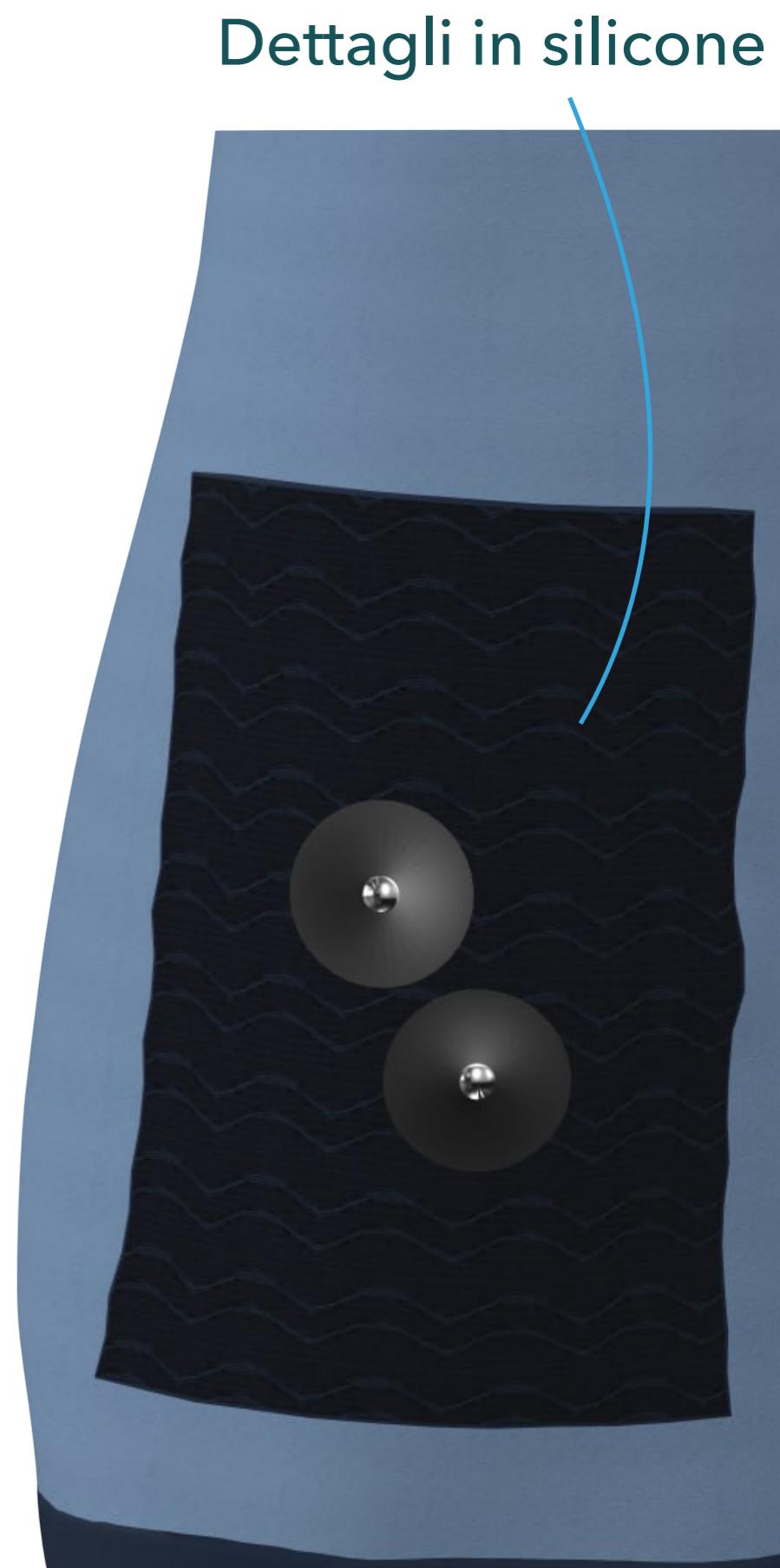


Tacche per il corretto posizionamento



Elastico

Tasche con bottoni



Dettagli in silicone

CONCEPT #6

MATERIALE: Poliestere e Gomma

RESISTENZA AGENTI ESTERNI: IP68

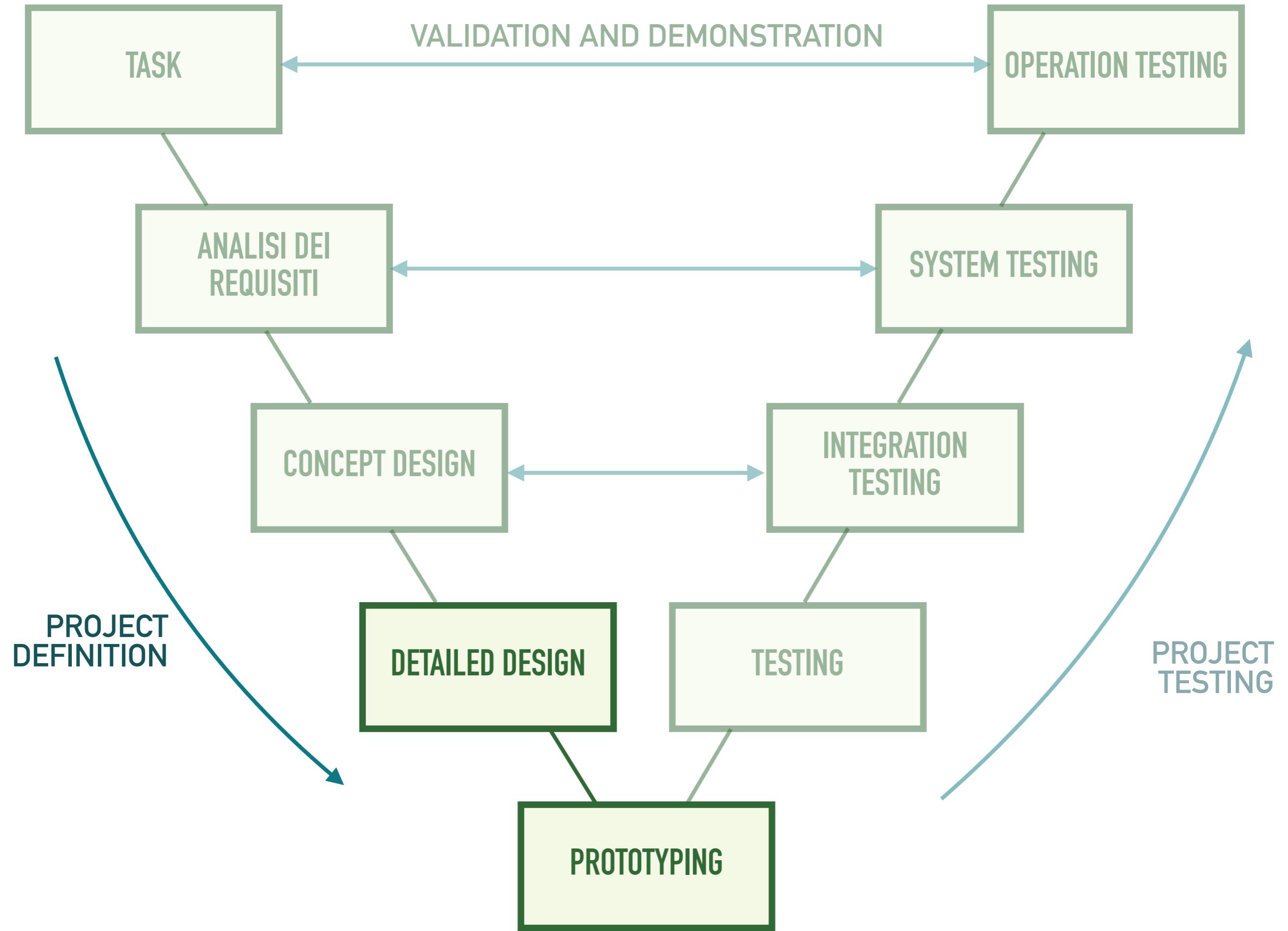
REGOLABILITÀ: laccio al polso

RET: 6-12

NUMERO DI SENSORI: 2 EMG + IMU



CONCEPT SELECTION



MATRICE DI SCREENING

“+”: Better than

“0”: Same as

“–”: Worse than



Selection Criteria	Concept 1	Concept 2	Concept 3	Concept 4	Concept 5	Concept 6
Lavabile	0	0	0	0	0	0
Economico	+	+	+	+	+	+
Elasticizzato	0	0	-	0	0	0
Comodo	-	-	-	0	0	-
Traspirante	0	-	0	+	+	-
Connettività	0	0	0	0	0	0
Multisensore	0	0	0	0	0	0
Somma “+”	1	1	1	2	2	1
Somma “0”	5	4	4	5	5	4
Somma “-”	1	2	2	0	0	2
Next Score	0	-1	-1	2	2	-1
Rank	2	3	3	1	1	3

CONCEPT FINALE

MATERIALE: Polyamide ed Elastane (~15%)

RESISTENZA AGENTI ESTERNI: IP68

STABILITÀ: elastico al gomito e polso

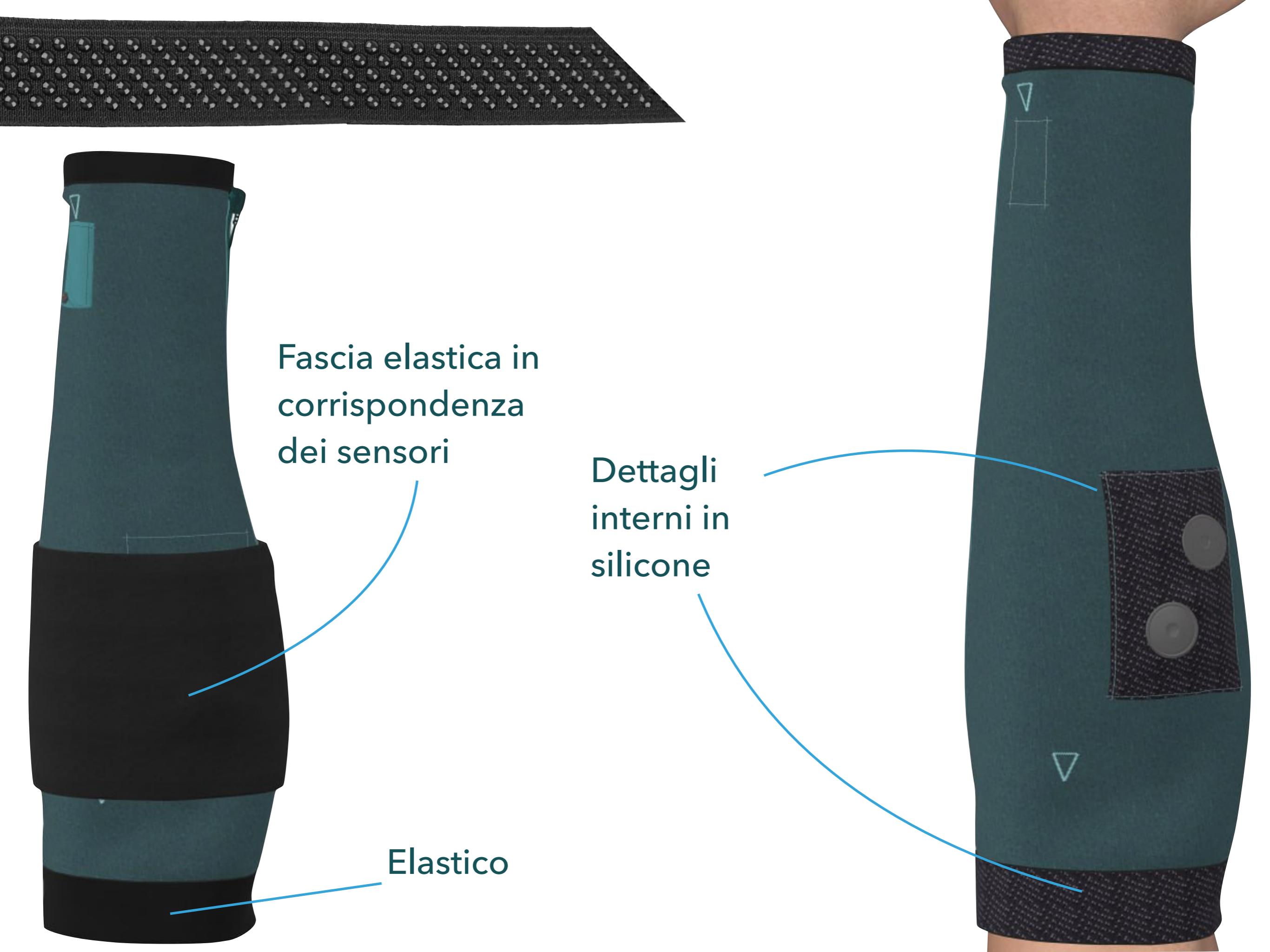
RET: 6-12

NUMERO DI SENSORI: 2 EMG + IMU



NEL DETTAGLIO...





Fascia elastica in
corrispondenza
dei sensori

Dettagli
interni in
silicone

Elastico

CONCEPT OPZIONALE

MATERIALE: Polyamide ed Elastane (~15%)

RESISTENZA AGENTI ESTERNI: IP68

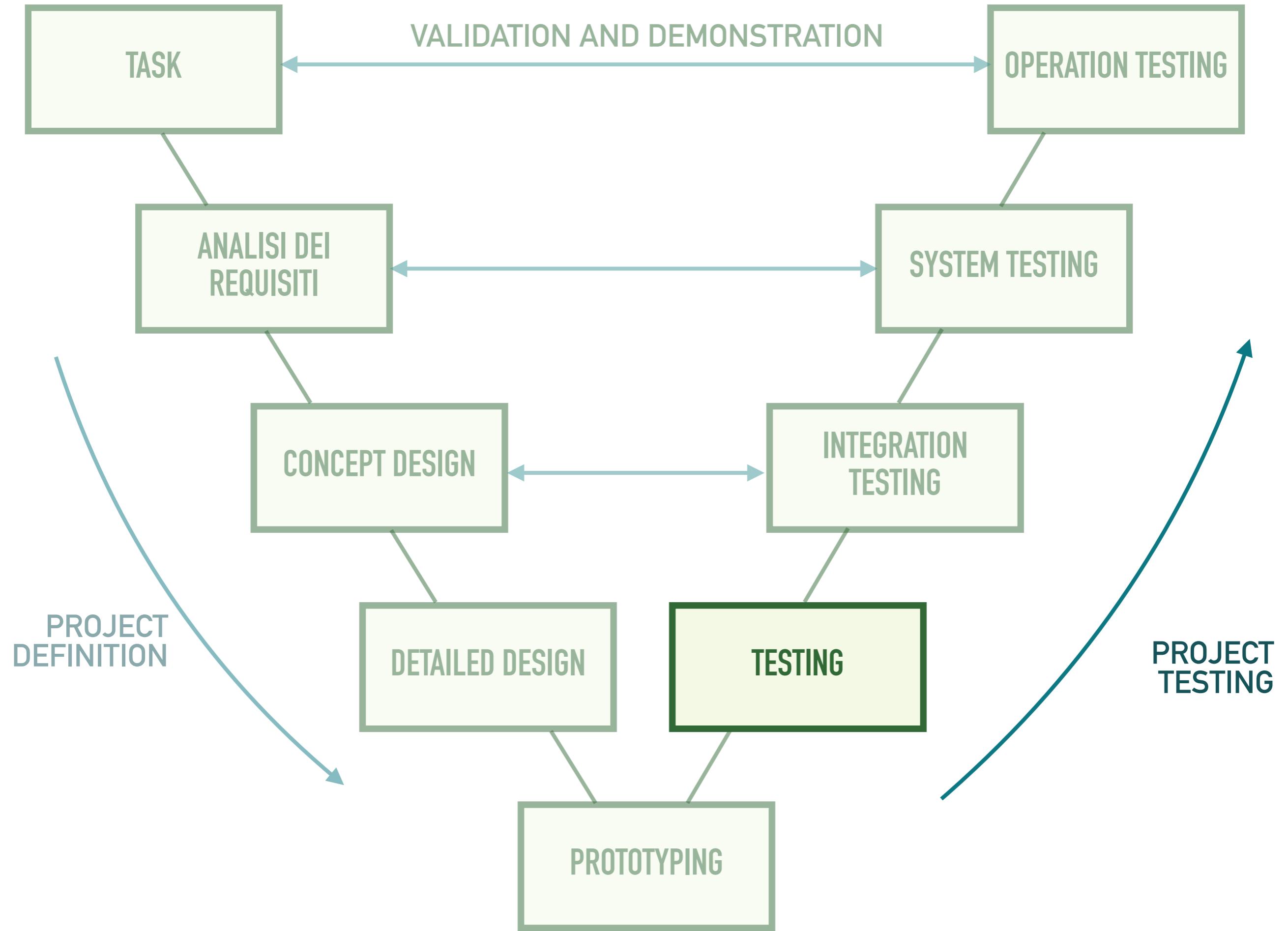
STABILITÀ: guanto ed elastico al gomito

RET: 6-12

NUMERO DI SENSORI: 2 EMG + IMU



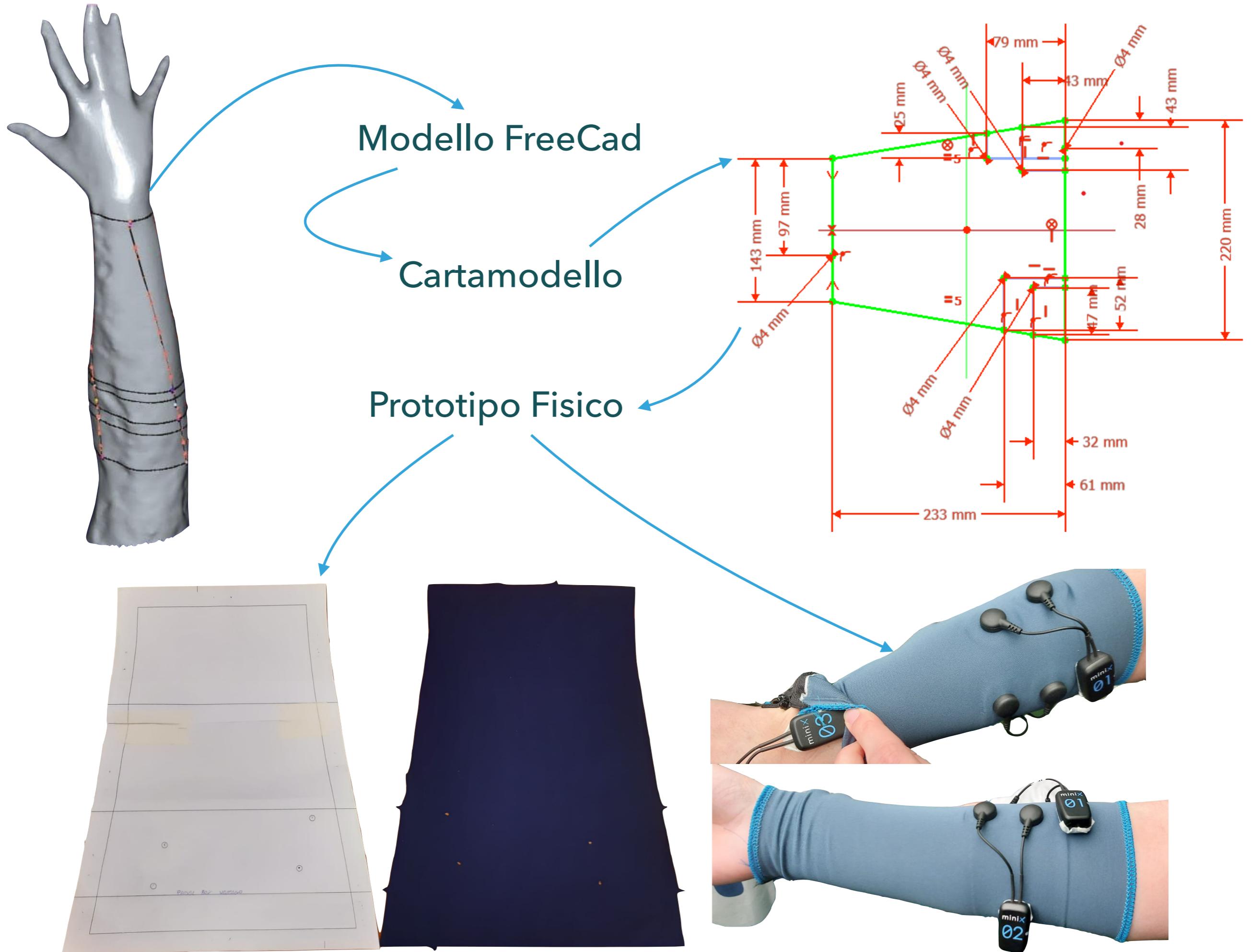
TESTING



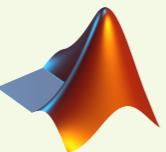
DA SCAN A PROTOTIPO FISICO

- ▶ Scan del braccio
- ▶ Meshlab
- ▶ FreeCad

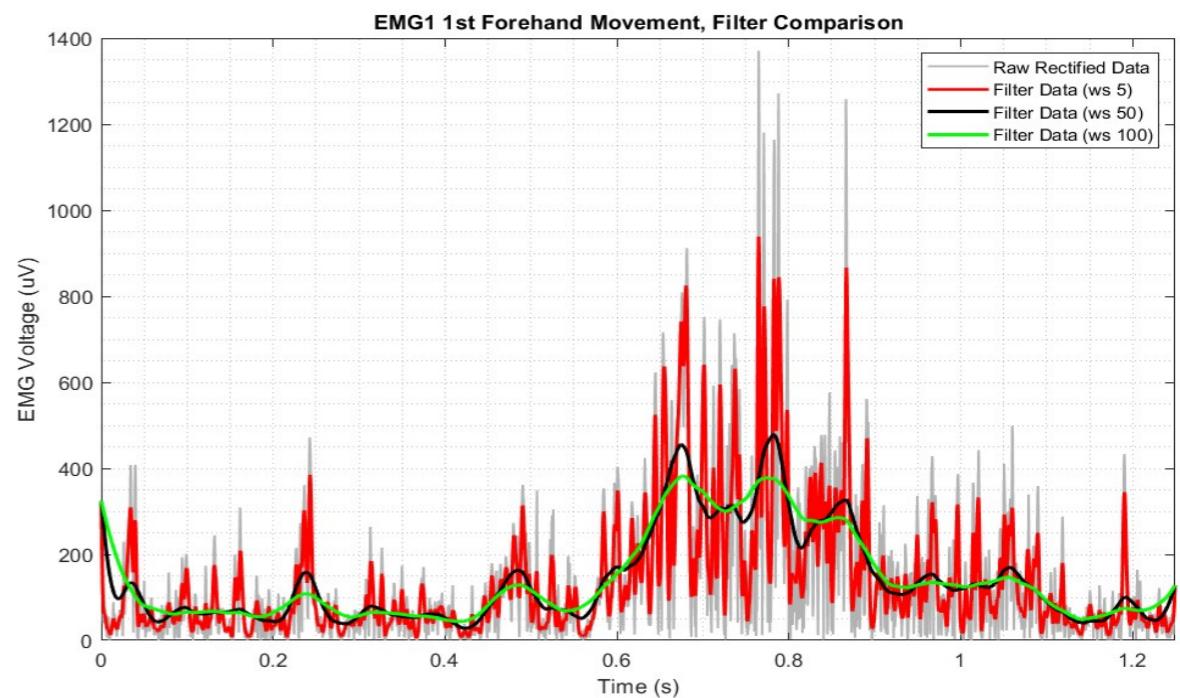
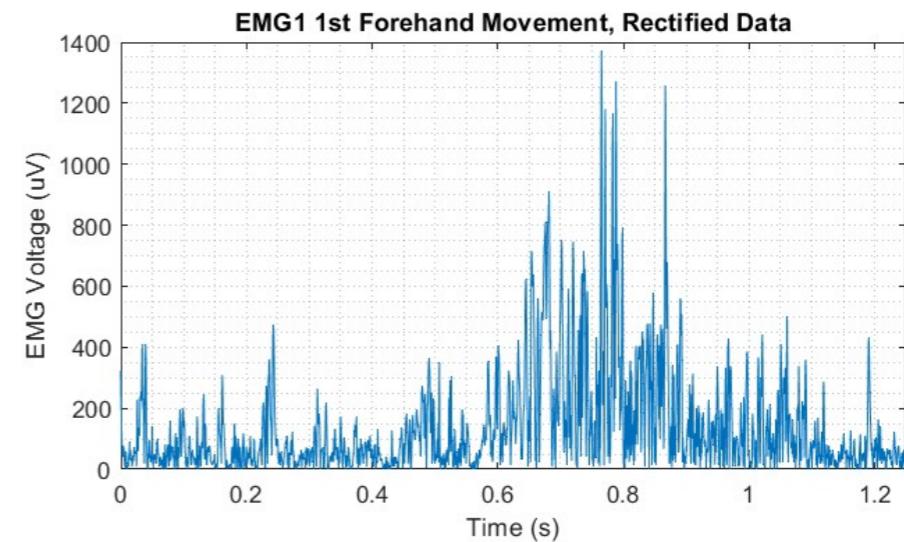
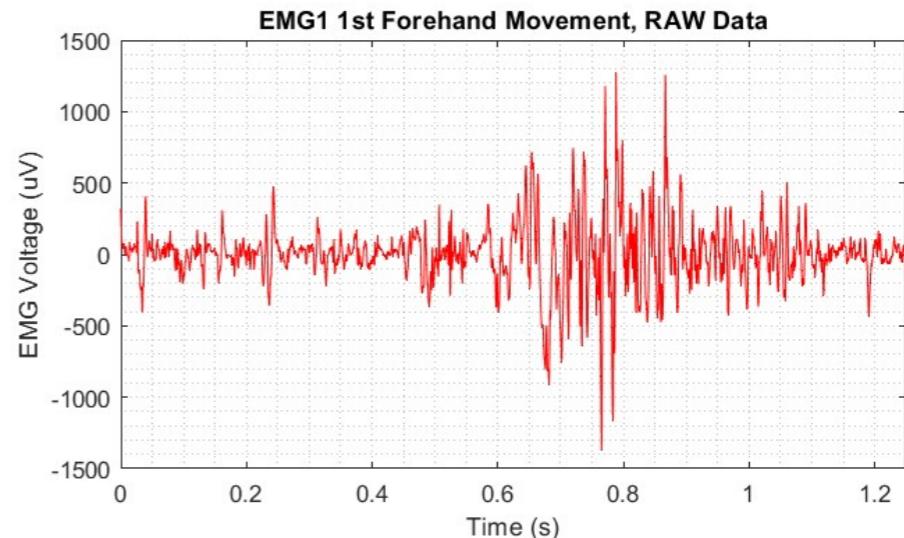




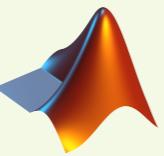
ANALISI DEI DATI CON MATLAB



- ▶ I segnali EMG sono positivi e negativi
- ▶ È stata quindi fatta una rettificazione del segnale
- ▶ Sono stati applicati dei filtri di ampiezza diversa per minimizzare il rumore

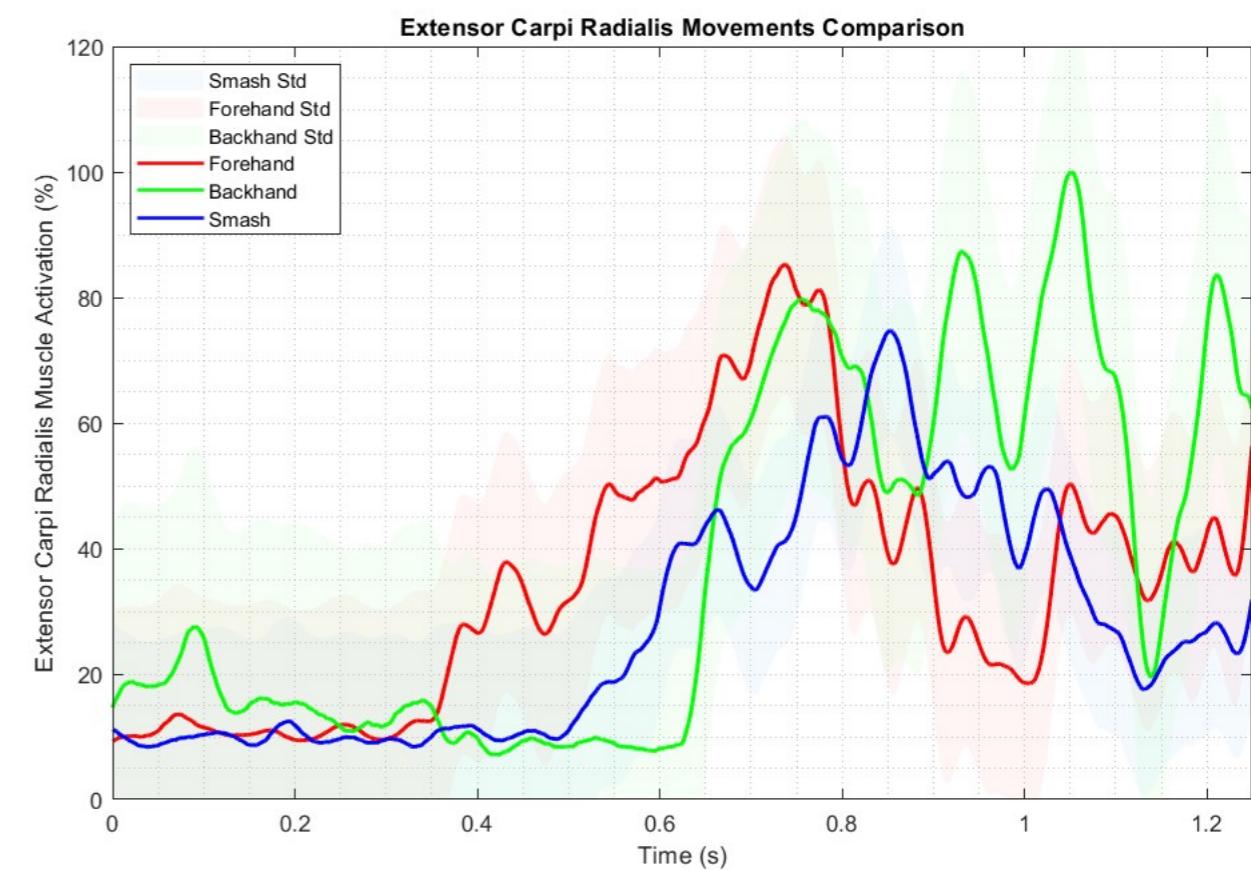
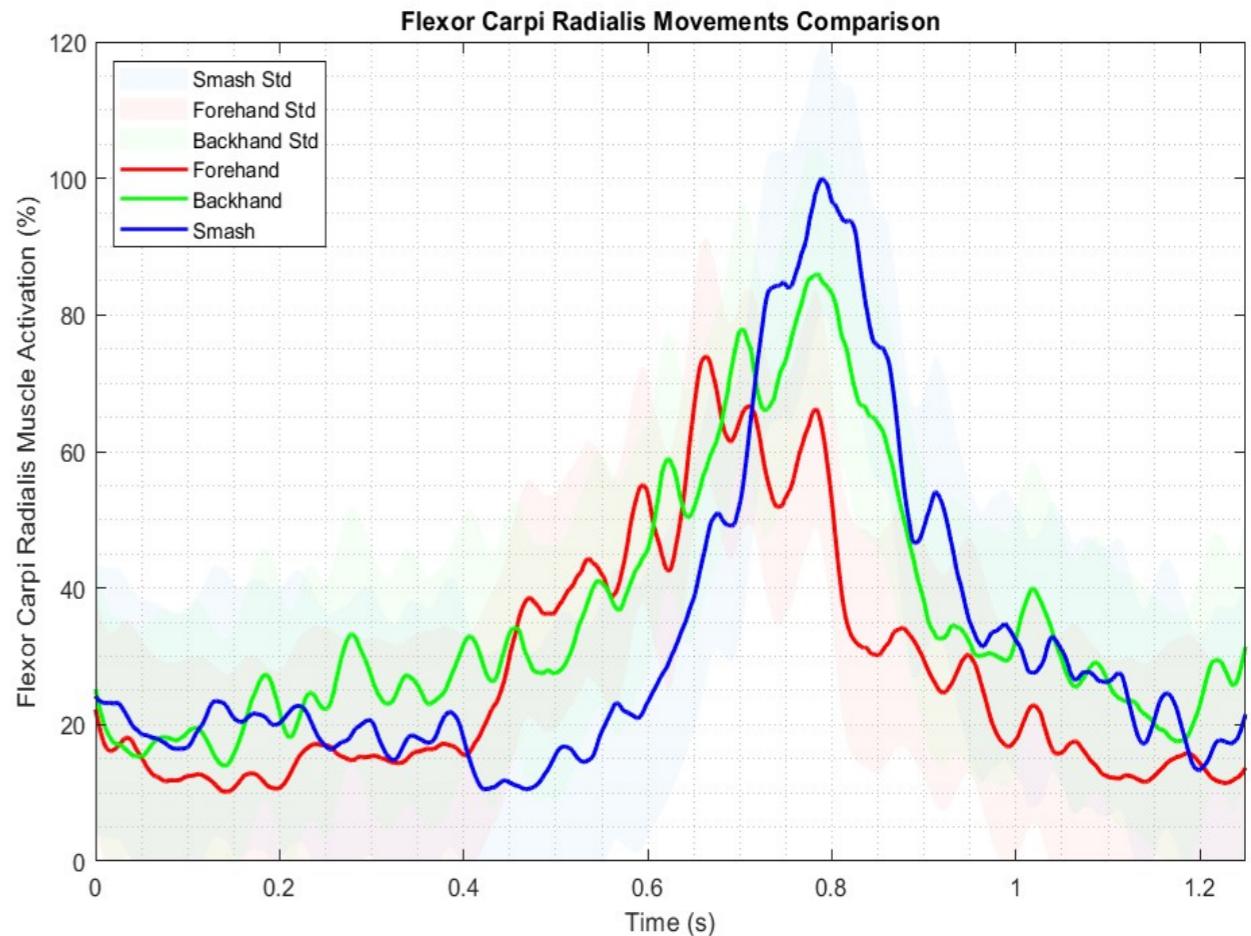


ANALISI DEI DATI CON MATLAB



I movimenti analizzati sono:

- ▶ Forehand (dritto)
- ▶ Backhand (rovescio)
- ▶ Smash (schiacciata)



SOSTENIBILITÀ

LAVAGGIO DEL MANICOTTO

SPERIMENTALE

Funzionamento dei sensori quando sottoposti a lavaggio

- ▶ **Numero totale di lavaggi:** 20
- ▶ **Cicli di lavaggio:** 5

Analisi di:

- ▶ Resistenza dei sensori
- ▶ Pressione del manicotto
- ▶ Rapporto segnale-rumore



Caratteristiche del lavaggio

- ▶ **Temperatura di lavaggio:** 30°C
 - ▶ **Tipo di lavaggio:** delicato senza centrifuga
 - ▶ **Detersivi:** Omino Bianco e Dixan
 - ▶ **Asciugatura:** aria
- Protocollo:
- ▶ 1s di riposo
 - ▶ 3s di contrazione isometrica
 - ▶ 1s di riposo



	Asse x	Asse y
Sensore 1	5.0	5.6
Sensore 2	6.3	4.2
Sensore 3	5.8	6.5
Sensore 4	6.0	3.7
Sensore 5	6.4	3.5
Sensore 6	5.7	3.2
Sensore 7	3.0	3.4
Sensore 8	4.5	2.5



01: ED-Estensore Dita



02: FDS-Flessore Superficiale Dita



03: ECR-Estensore Carpo Radiale

04: FCR-Flessore Carpo Radiale

Le misure di forza usando dinamometro

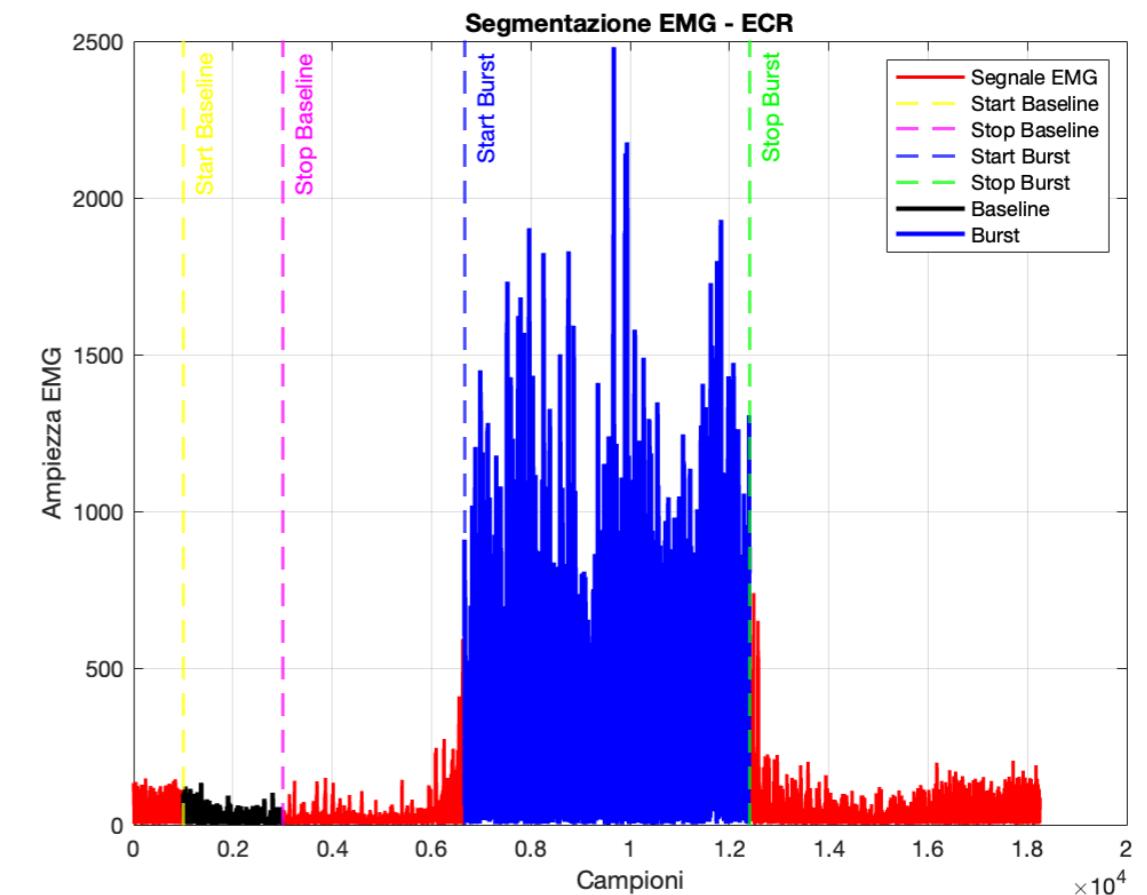
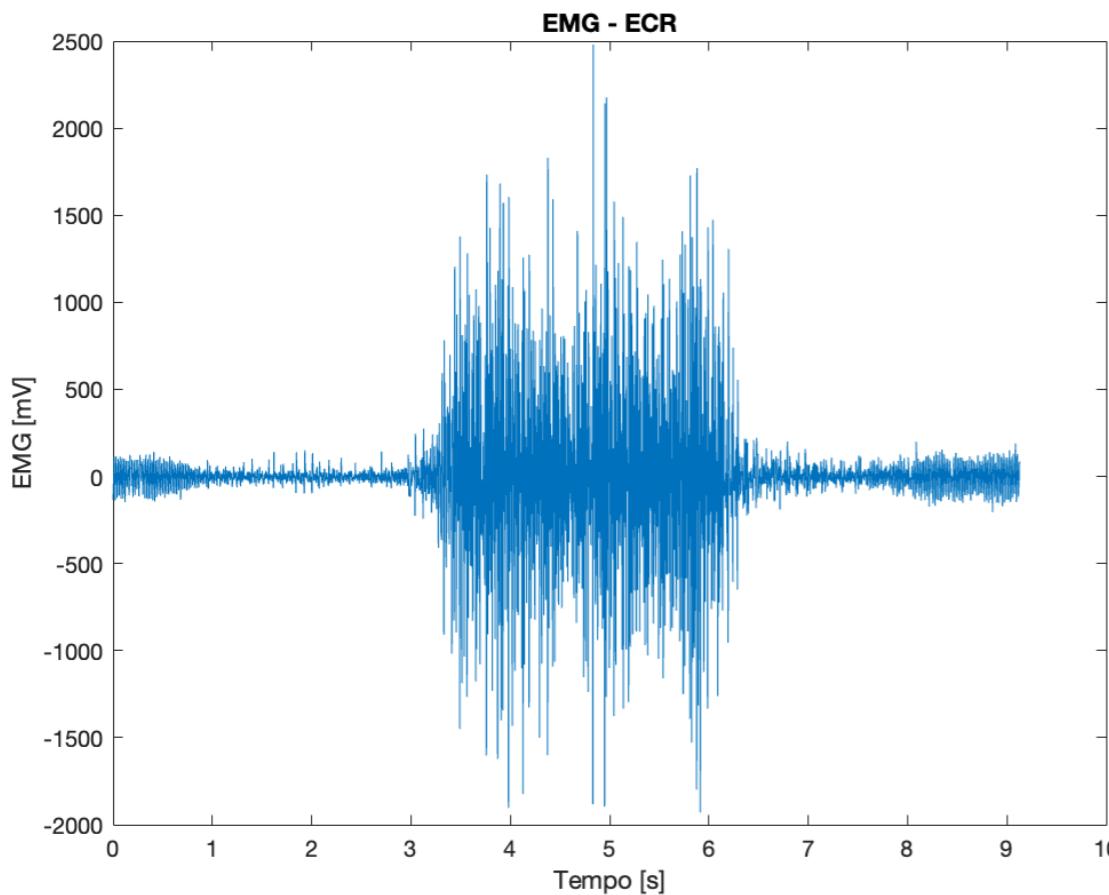
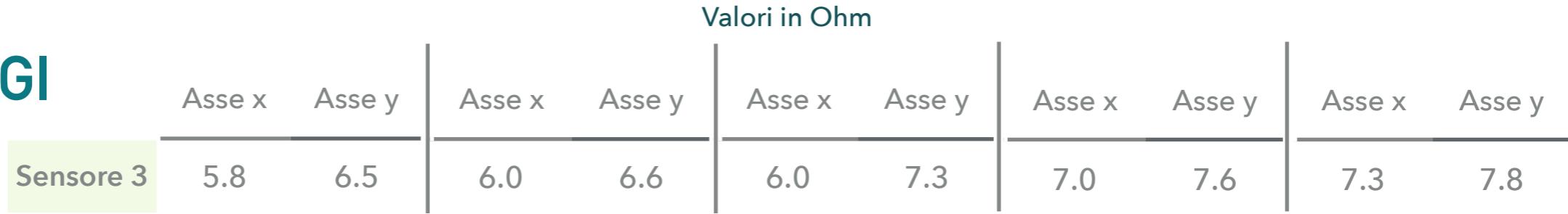
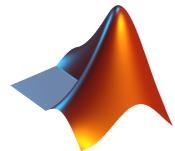
Le misure di pressione:

- ▶ **Polso**
- ▶ **Gomito**



PRIMO CICLO

5 LAVAGGI

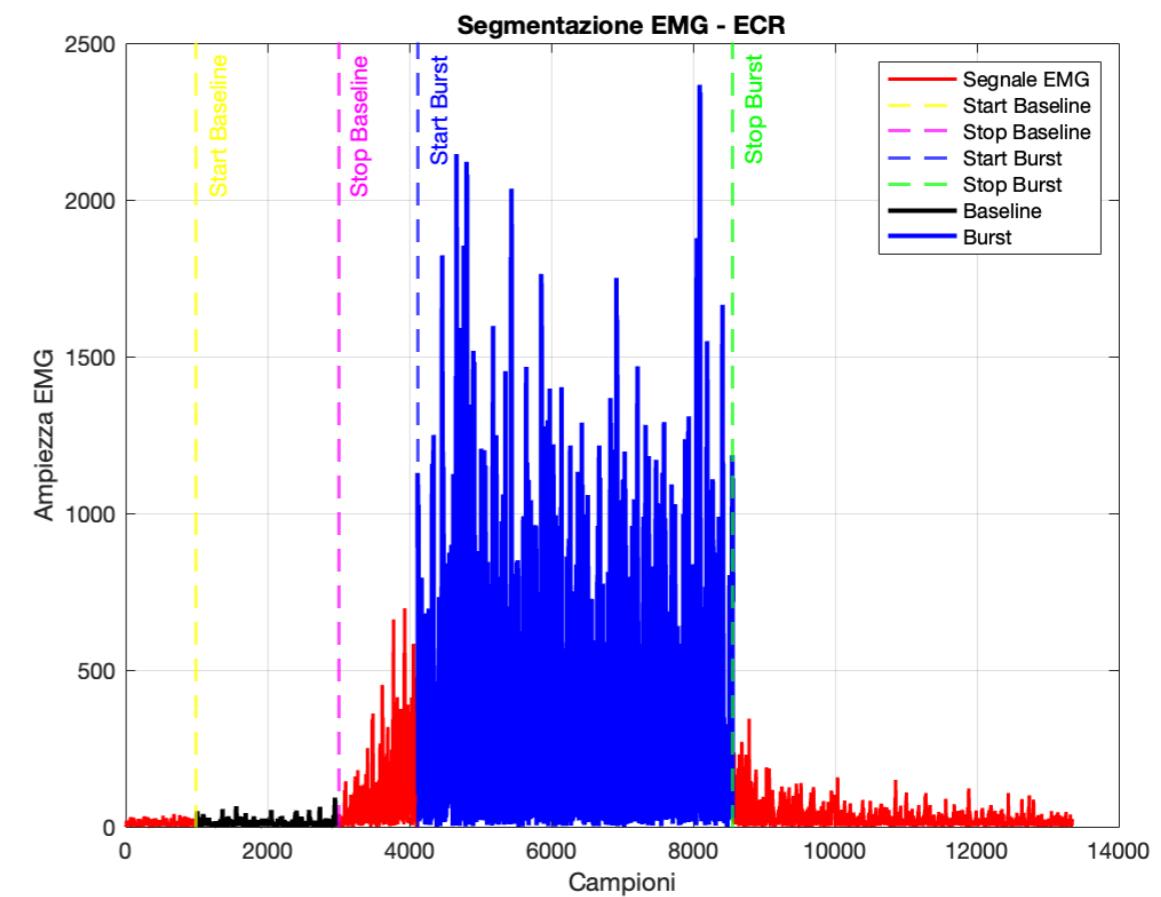
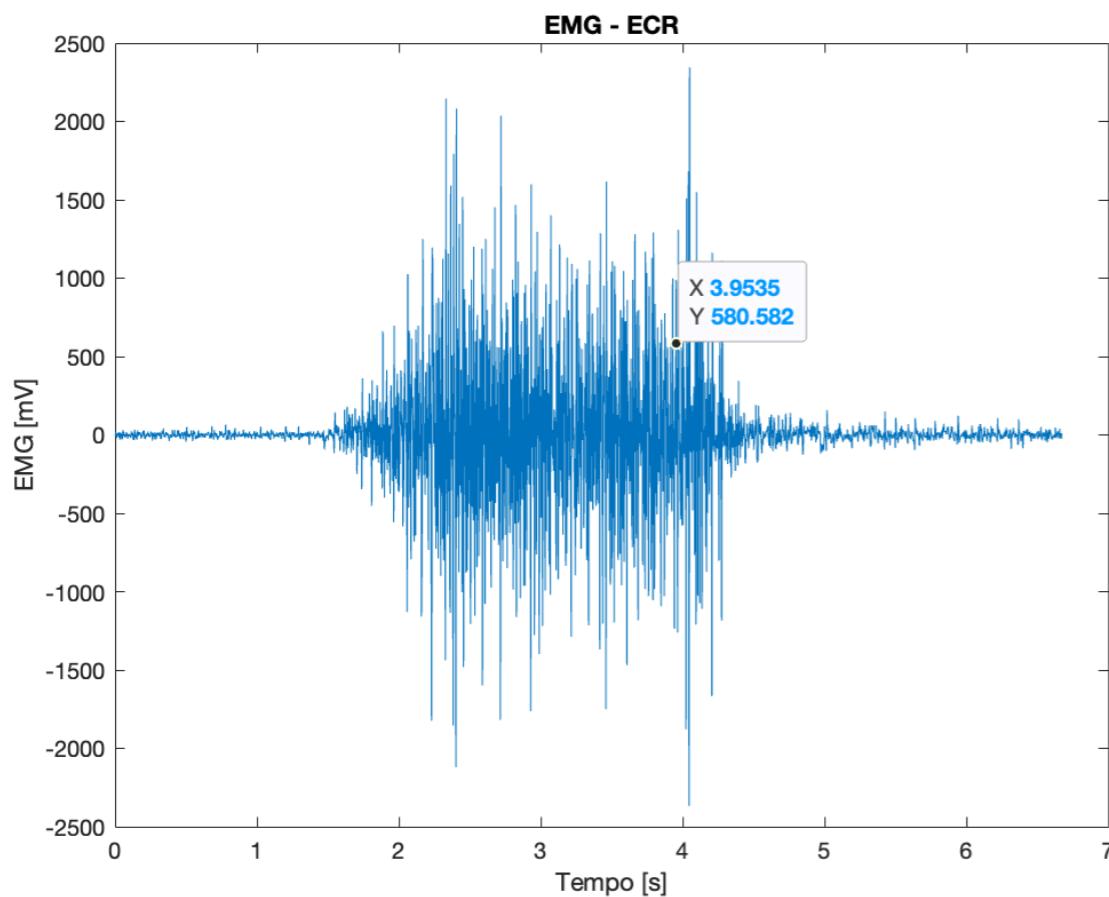
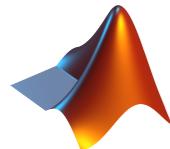


Le misure di pressione sono le seguenti:

- ▶ **Polso** 14 mmHg
- ▶ **Gomito** 16 mmHg
- ▶ **Forza Applicata** 41.14 lb

SECONDO CICLO

10 LAVAGGI

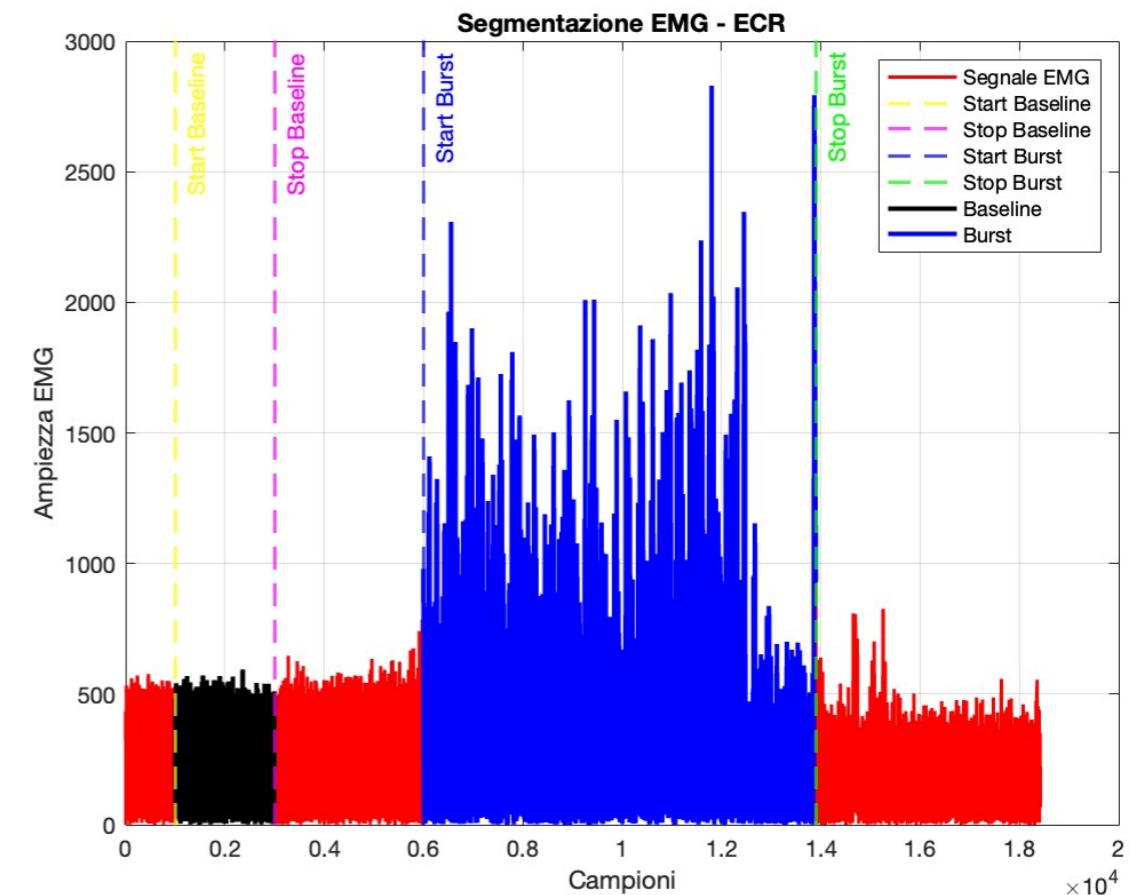
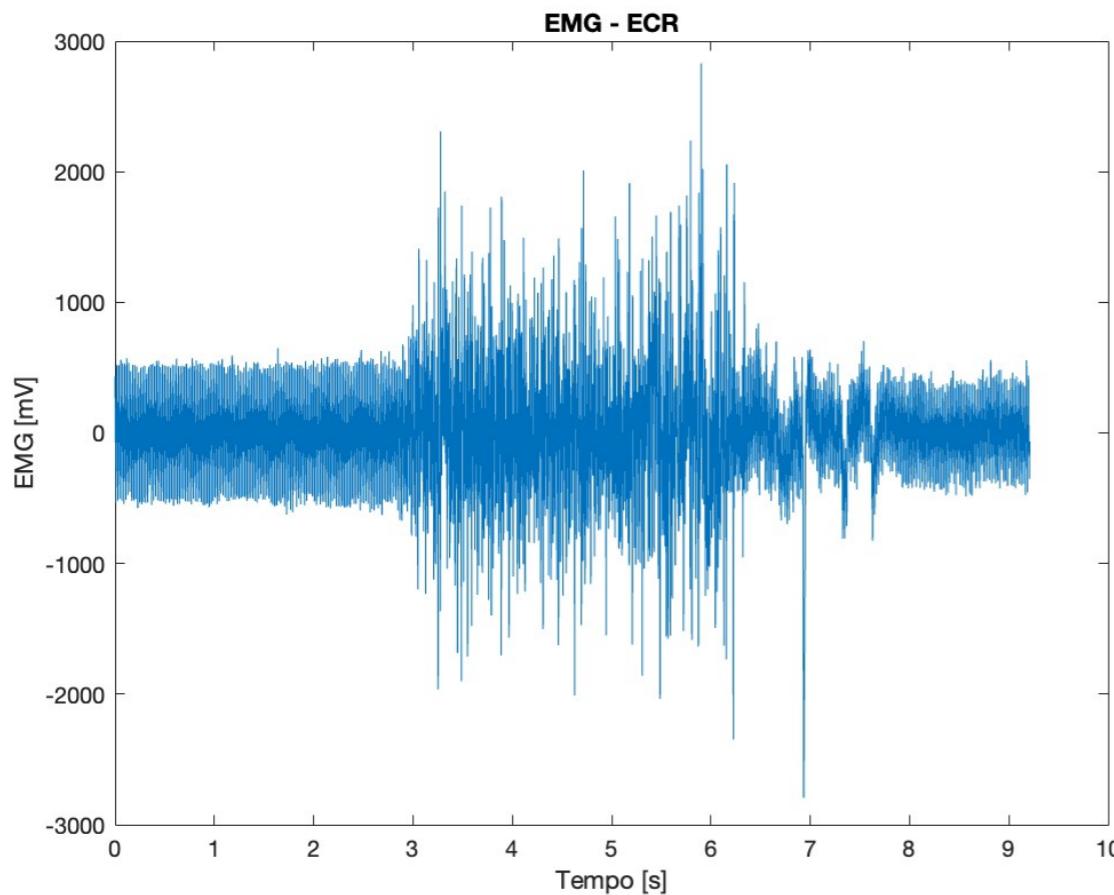
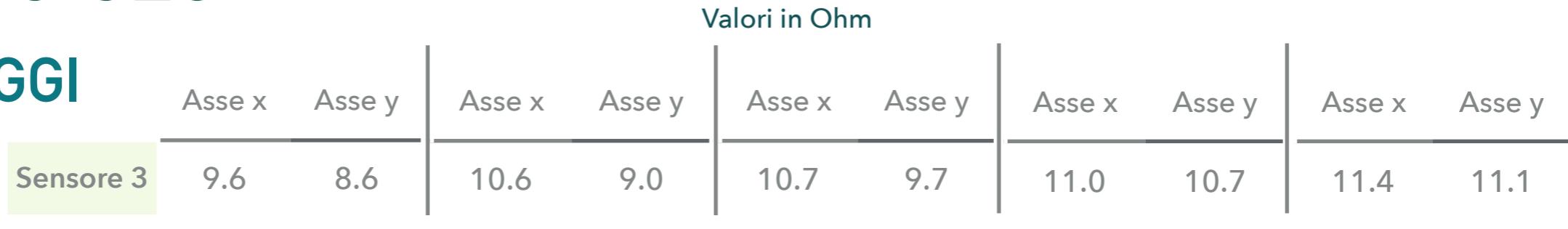
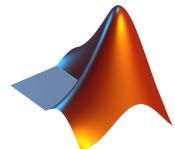


Le misure di pressione sono le seguenti:

- ▶ **Polso** 14 mmHg
- ▶ **Gomito** 10 mmHg
- ▶ **Forza Applicata** 43.06 lb

TERZO CICLO

15 LAVAGGI

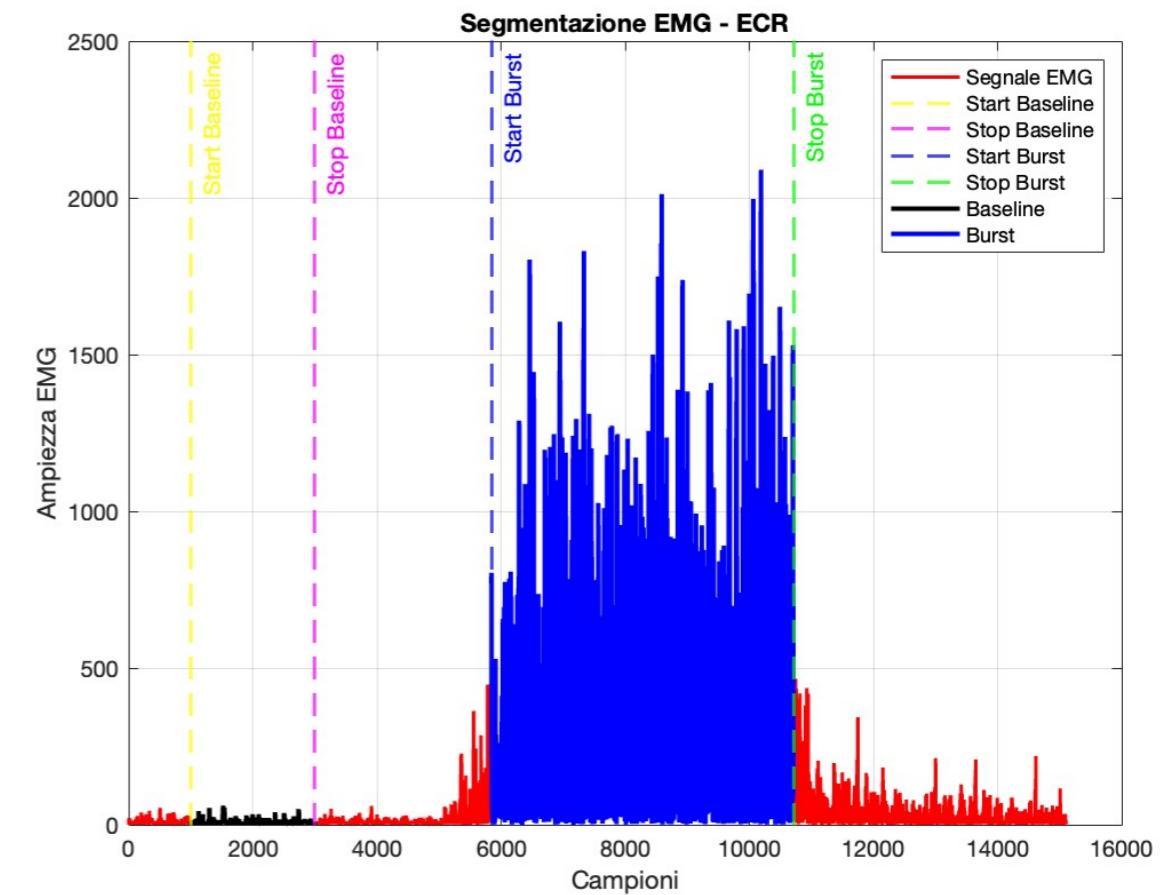
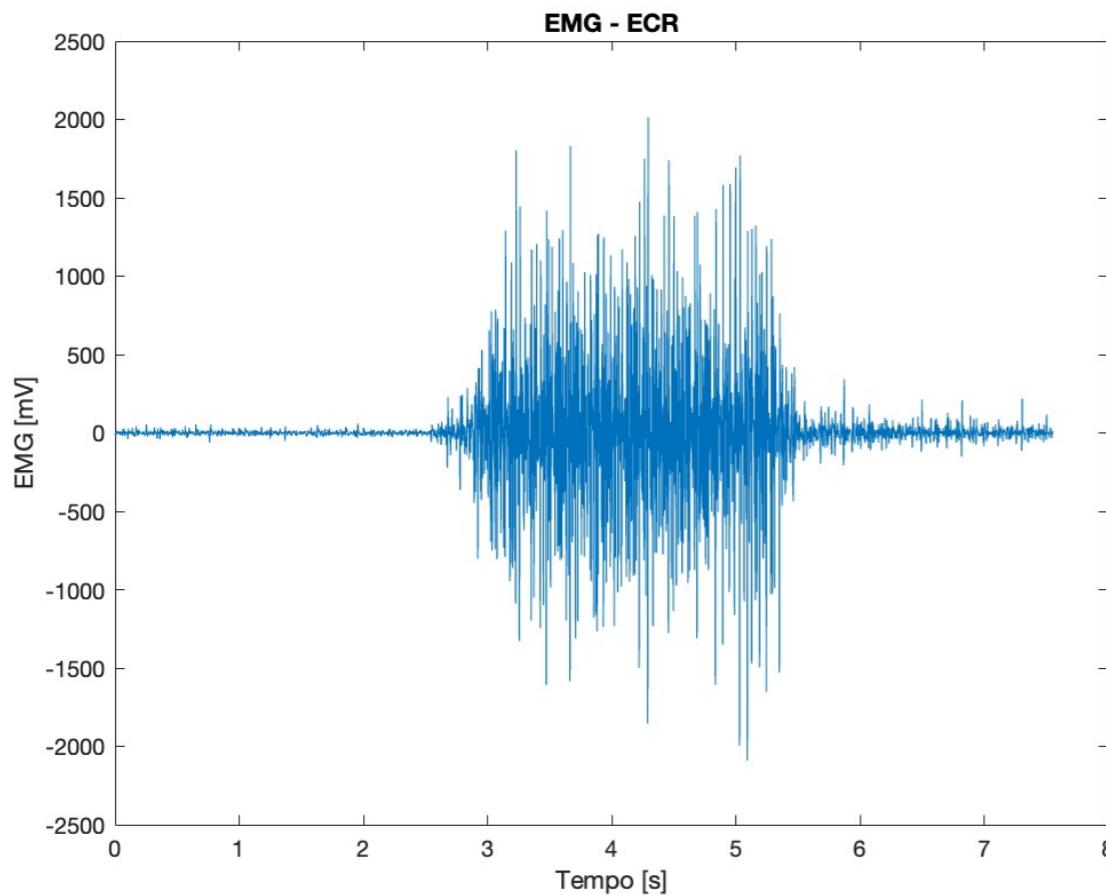
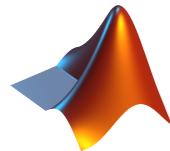


Le misure di pressione sono le seguenti:

- ▶ **Polso** 15 mmHg
- ▶ **Gomito** 13 mmHg
- ▶ **Forza Applicata** 41.47 lb

QUARTO CICLO

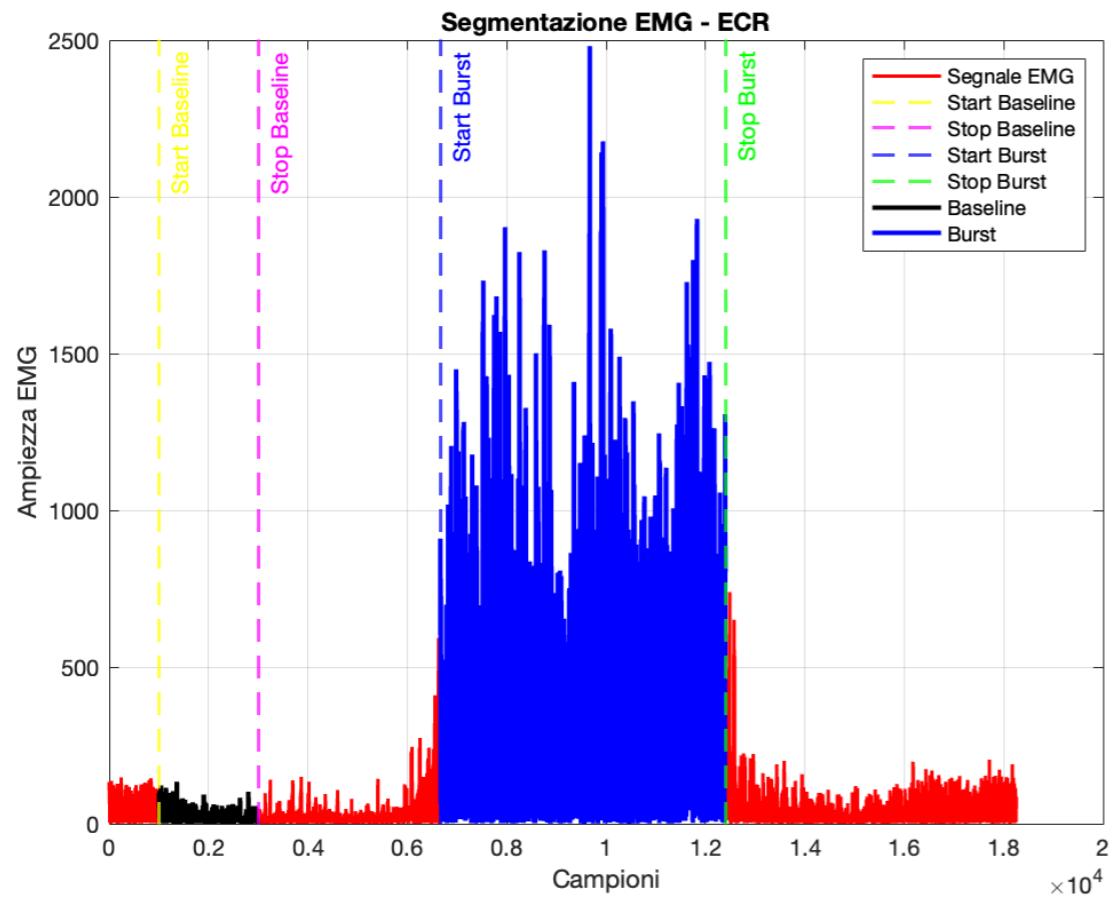
20 LAVAGGI



Le misure di pressione sono le seguenti:

- ▶ **Polso** 14 mmHg
- ▶ **Gomito** 17 mmHg
- ▶ **Forza Applicata** 41.18 lb

Primo Ciclo



Le misure di pressione primo ciclo

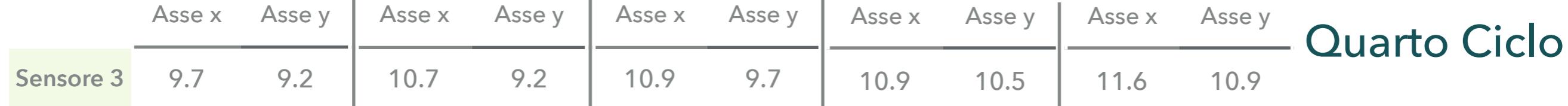
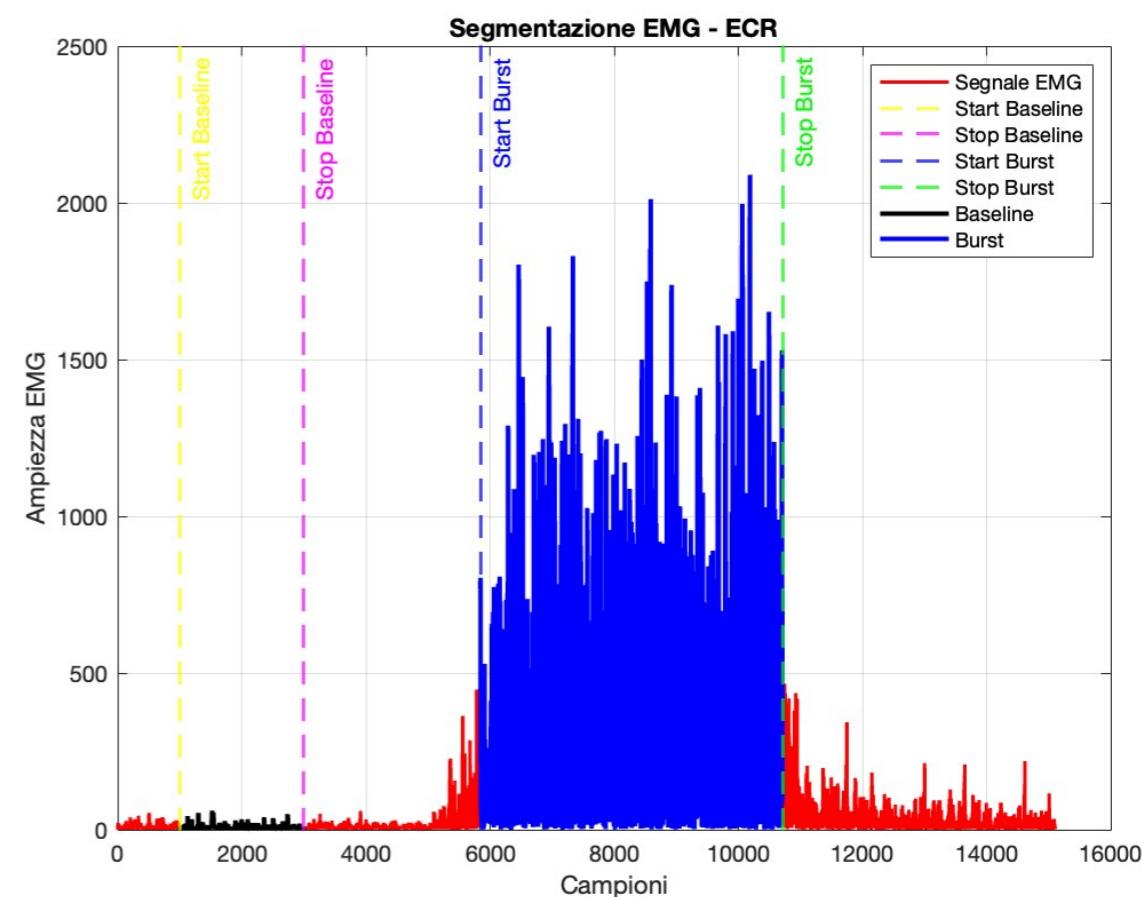
▶ **Polso 14 mmHg**

▶ **Gomito 17 mmHg**

Le misure di pressione quarto ciclo

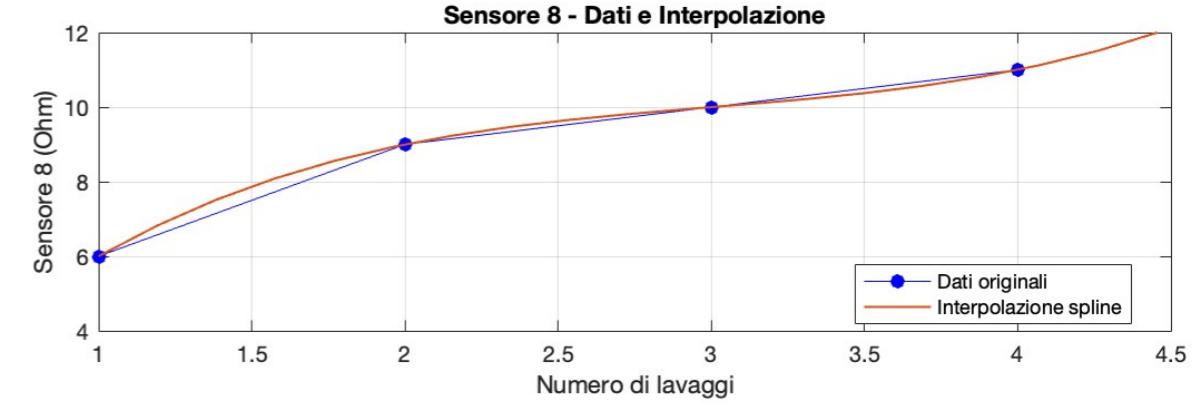
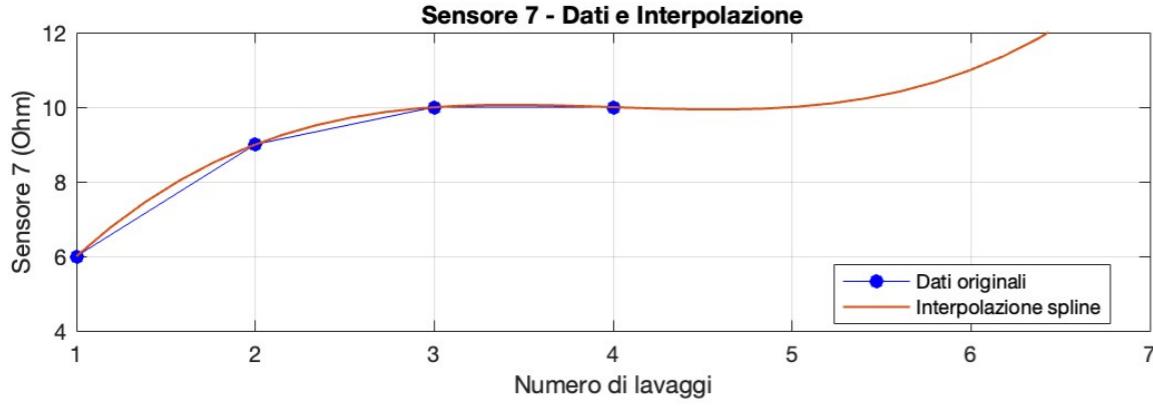
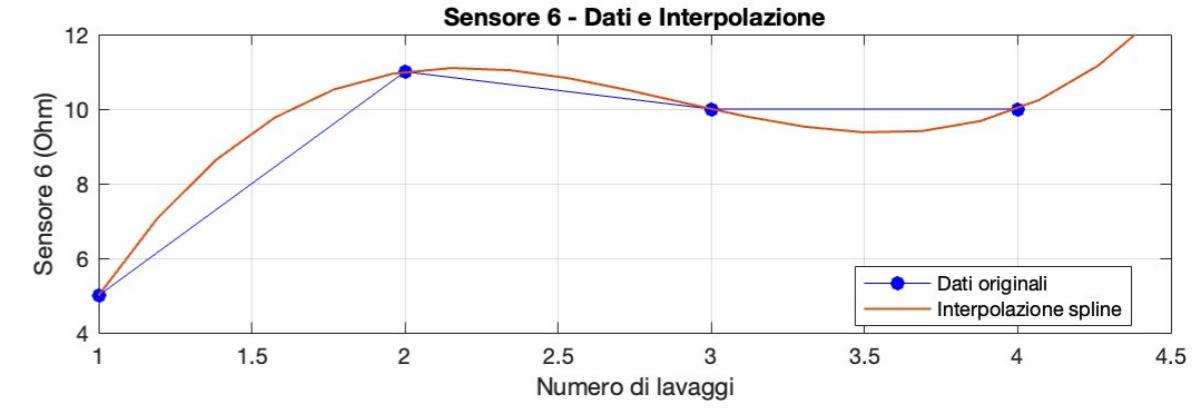
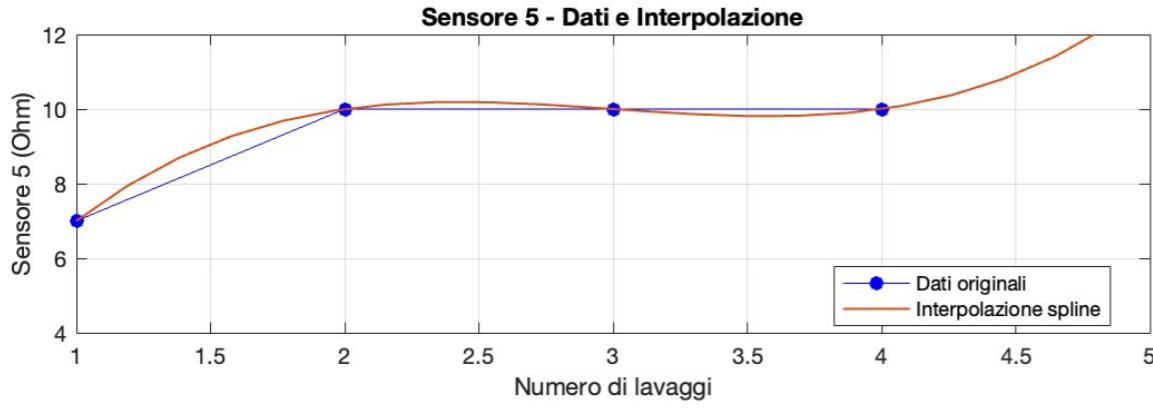
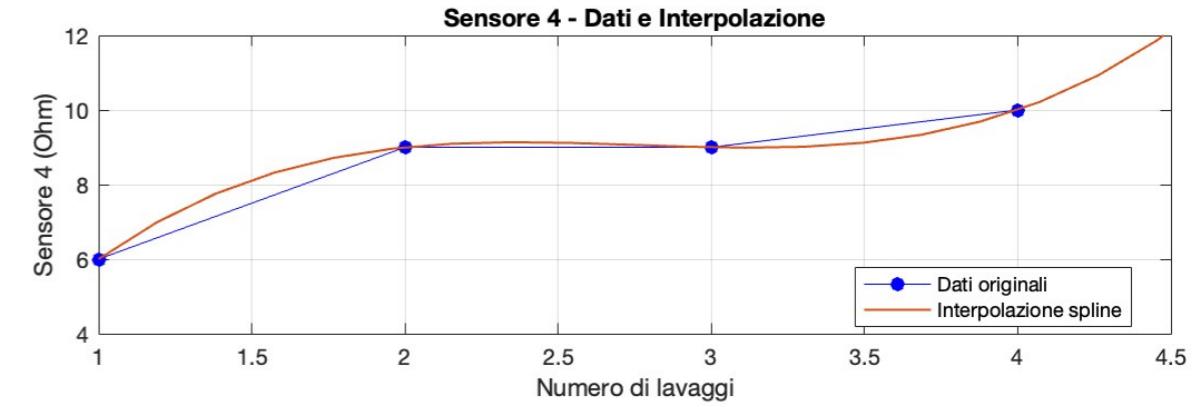
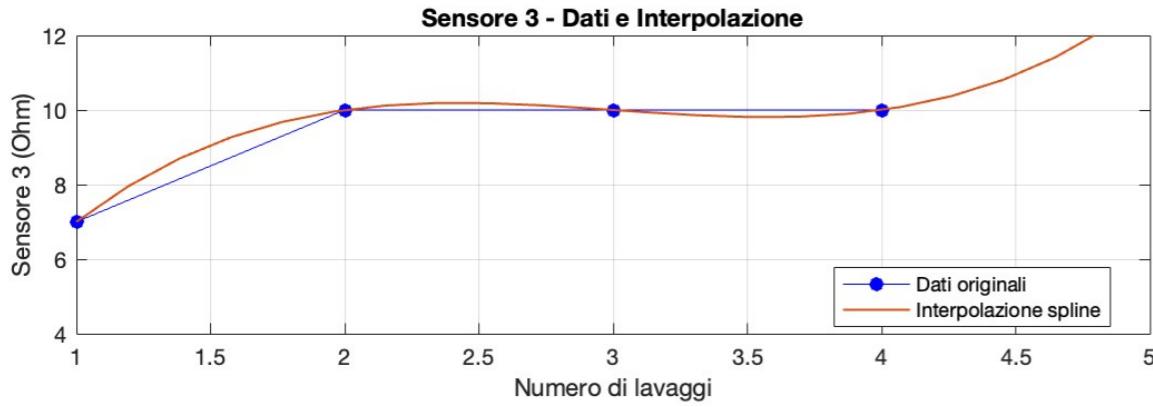
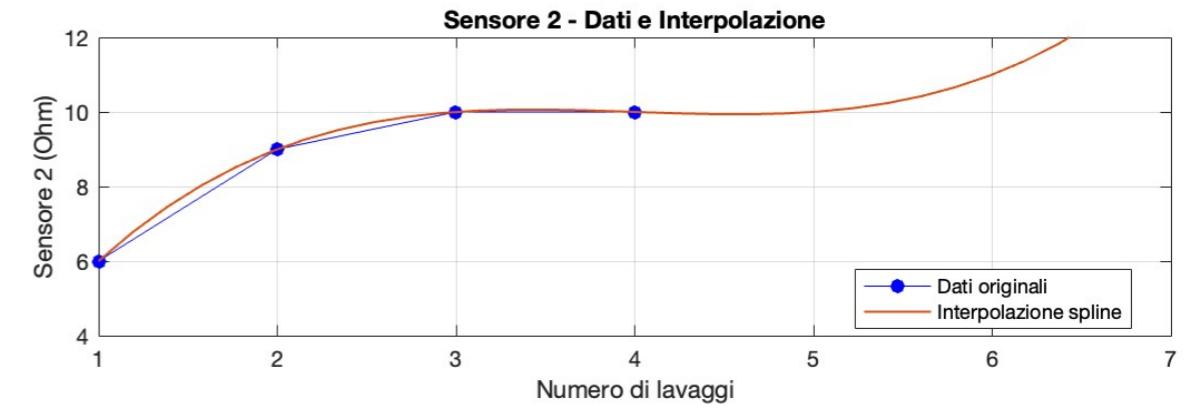
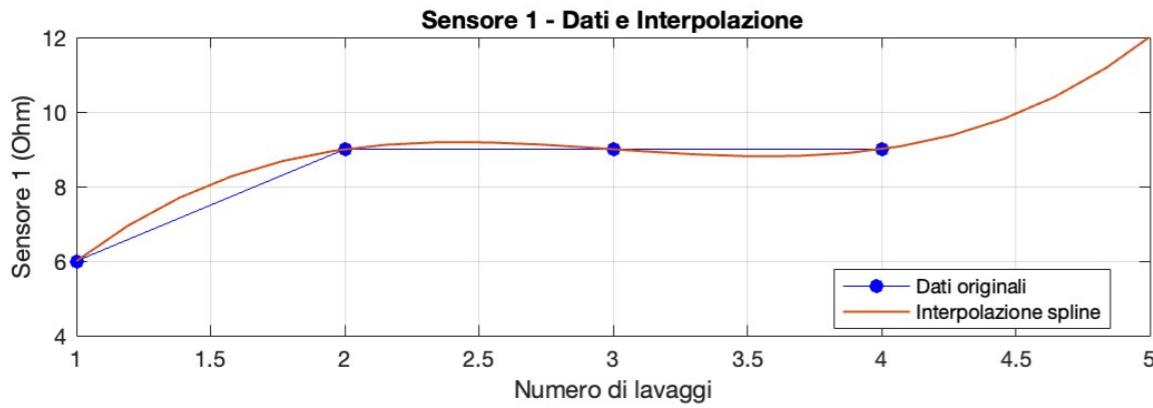
▶ **Polso 14 mmHg**

▶ **Gomito 16 mmHg**



Quarto Ciclo

TREND DEI SENSORI



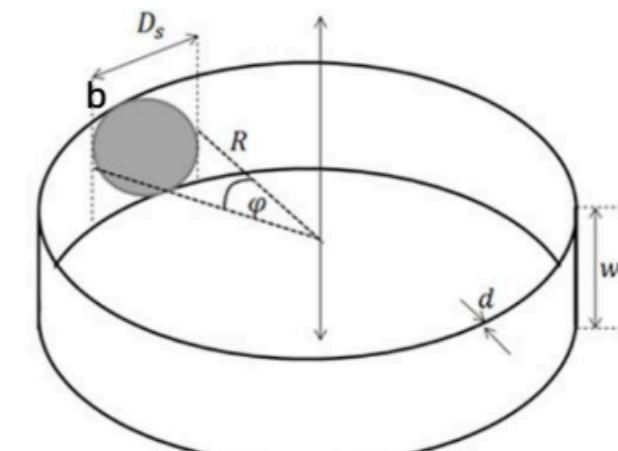
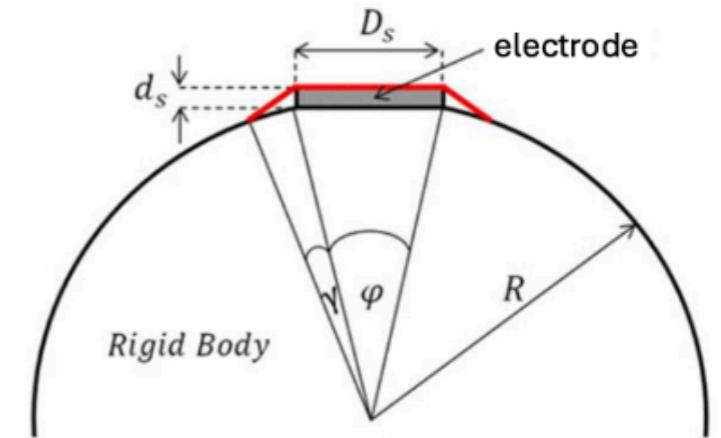
PROGETTAZIONE ROBUSTA

PROGETTAZIONE DEGLI ESPERIMENTI

- ▶ Elevate prestazioni in presenza di disturbi
- ▶ **Fattori di controllo**
- ▶ **Fattori di disturbo:** elementi difficili da controllare

- ▶ E: Modulo Elastico
- ▶ ϵ : fattore di riduzione
- ▶ D_s : diametro elettrodo
- ▶ d_s : spessore elettrodo
- ▶ w: larghezza stoffa
- ▶ b: circonferenza
avambraccio
- ▶ d: spessore stoffa

Nominal is the best: 4kPa



Obiettivo

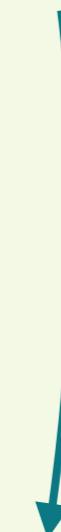
$$P_e = P C_{tp} C_{pp} = \left[\frac{E \epsilon d 2\pi}{B} \right] \left[\frac{\sin(\frac{\phi}{2} + \gamma)}{\sin \frac{\phi}{2}} \right] \left[\frac{\pi D_s}{4w} \right]$$

Fattori di controllo

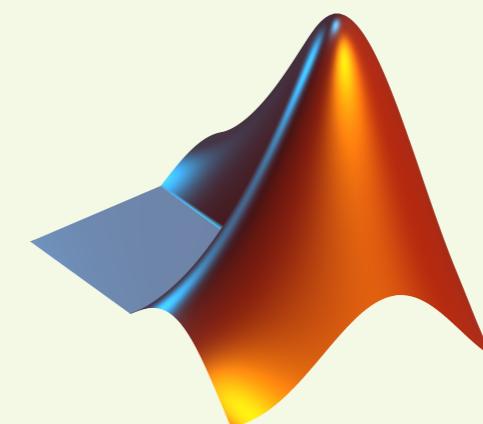
- ▶ E: Modulo Elastico
- ▶ ϵ : fattore di riduzione
- ▶ D_S : diametro elettrodo
- ▶ d_S : spessore elettrodo
- ▶ w: larghezza stoffa
- ▶ d: spessore stoffa

Fattori di disturbo

- ▶ b: circonferenza avambraccio



Influenza sul raggio del cilindro $\frac{b}{2\pi}$



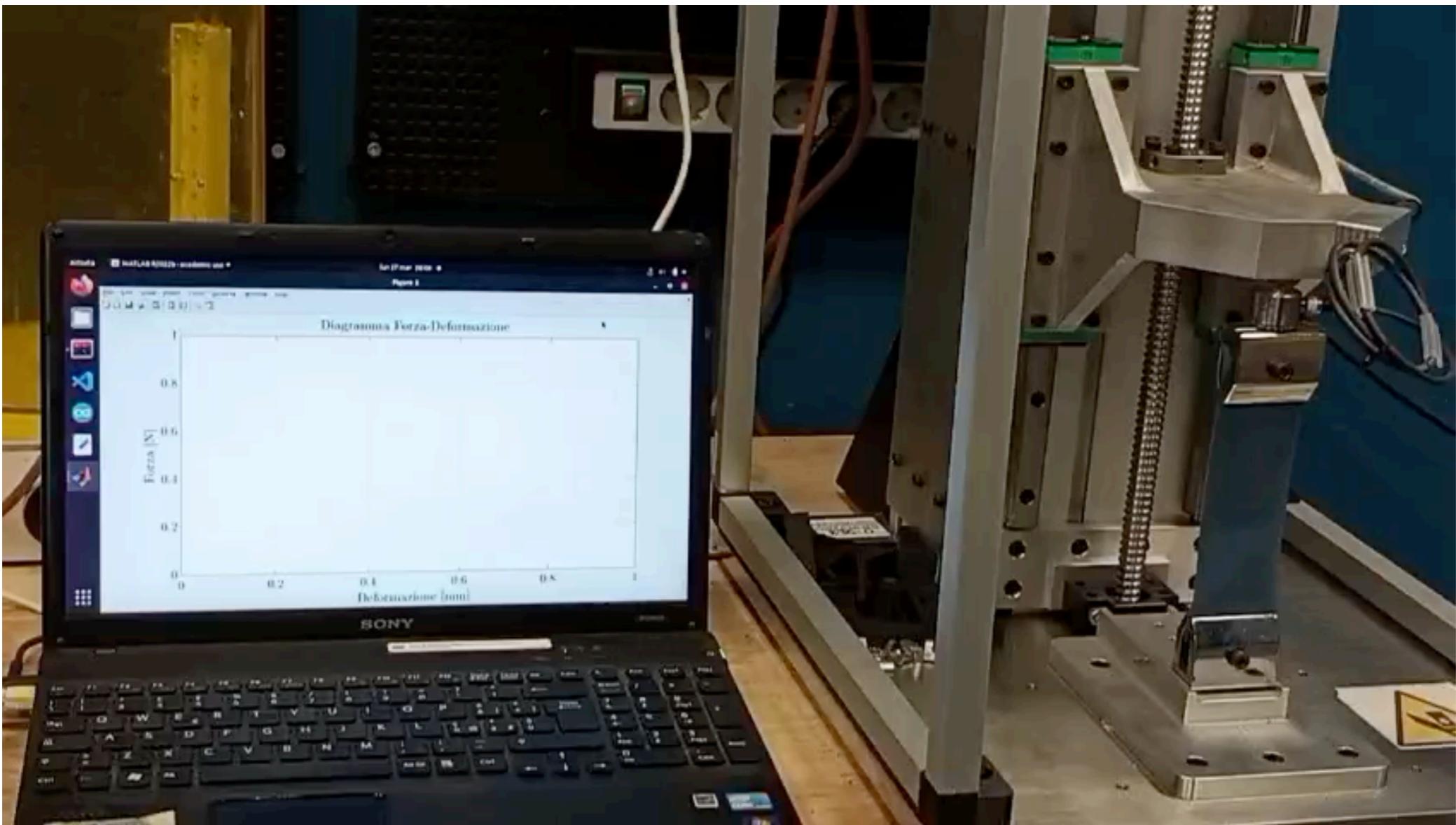
PROVA DI TRAZIONE

Modulo Elastico : 0.76 MPa

Misura Tester: 150mm

Tessuto: B-NATURAL

- ▶ 45% Polyamide
- ▶ 40% Cotone
- ▶ 15% Elastane



$w: 150$ mm

Fattori di controllo [1°liv]:

- ▶ $E: 0.76$ MPa
- ▶ $\epsilon: 0.9$
- ▶ $D_S: 30$ mm
- ▶ $d_S: 3$ mm
- ▶ $d: 0.3$ mm

Fattori di controllo* [2°liv]:

- ▶ $E: 0.41$ MPa
- ▶ $\epsilon: 0.8$
- ▶ $D_S: 20$ mm
- ▶ $d_S: 2$ mm
- ▶ $d: 0.8$ mm

Fattori di disturbo:

Calcolo Pressione per
ogni taglia e per ogni
combinazione (2^5)

[200, 230, 260] mm

Calcolo media μ e std σ
(deviazione standard)

$$S/N = 10 \log_{10} \left(\frac{\mu^2}{\sigma^2} \right)$$

► Combinazione robusta:

E	ϵ	d	d_s	D_s	w	Pe_s	Pe_M	Pe_L	μ	σ	S/N
0.41	0.9	0.8	3	20	150	3.40 kPa	3.67 kPa	3.99 kPa	3.68	0.29	21.96

► Fattore di controllo più influente: d

- ▶ Contributo percentuale: 46 %

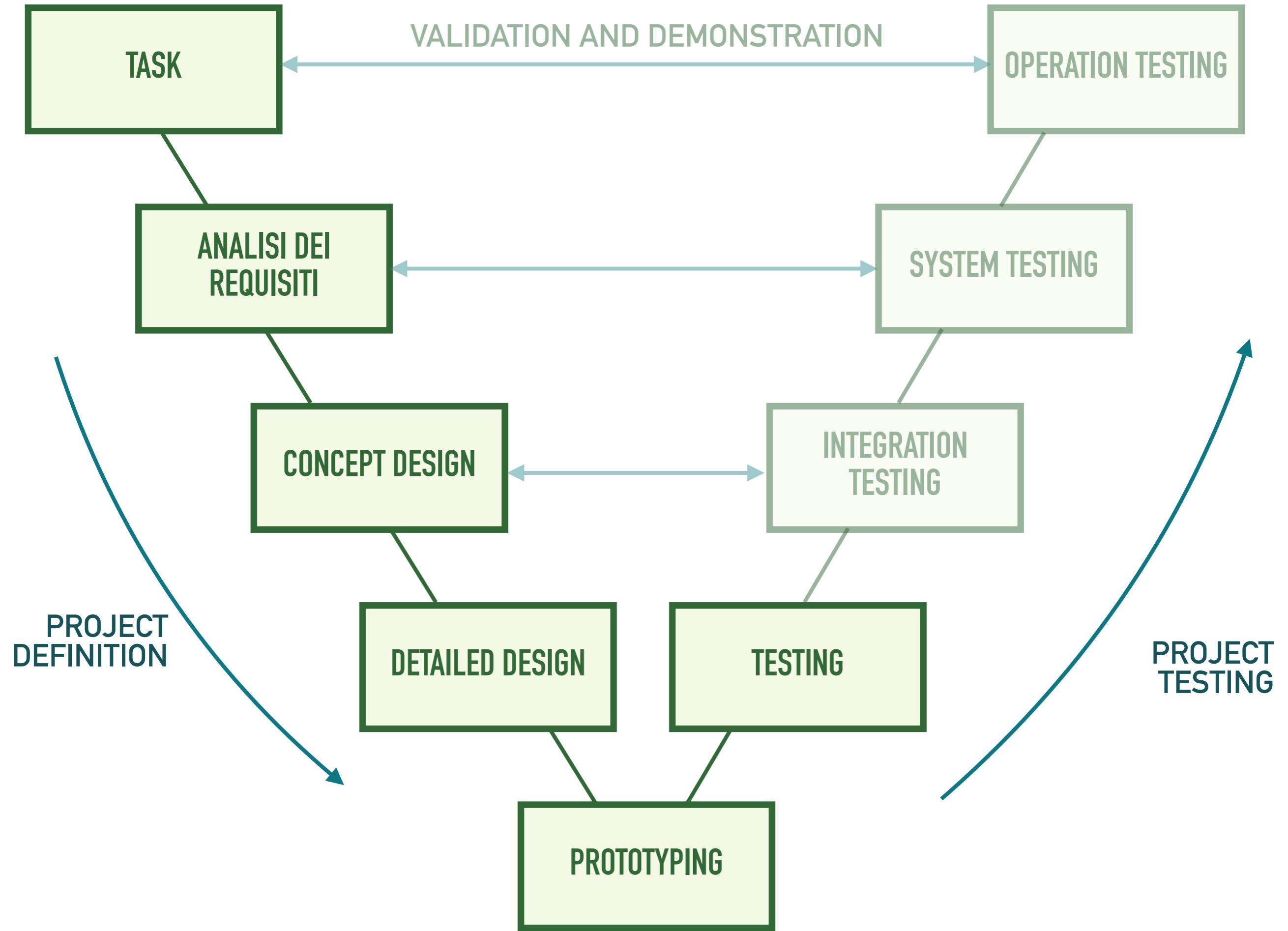
A seguire: $E \rightarrow 30\%$, $D_s \rightarrow 9\%$, $\epsilon \rightarrow 8\%$, $d_s \rightarrow 4\%$

- ▶ Pressione misurata sul manicotto: $P_{230mm} = 2.26 \text{ kPa}$
- ▶ Pressione combinazione ottima: $P_{230mm} = 3.66 \text{ kPa}$

► Fattori di influenza su variabilità e robustezza

- ▶ Variabilità (std) : $d \rightarrow 67\%$
- ▶ Robustezza (S/N): $E \rightarrow 30\%$

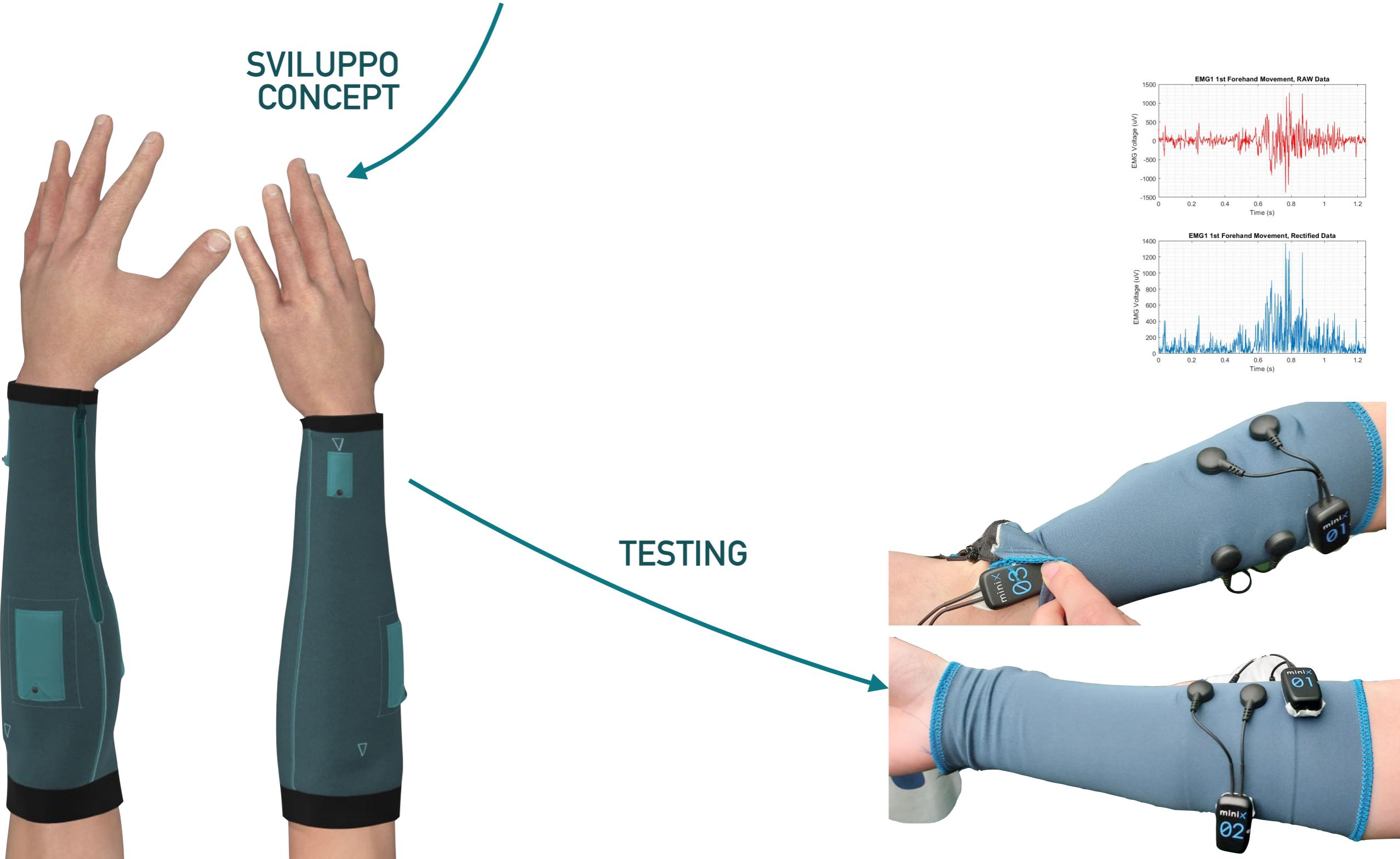
CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI



1. Analisi di mercato → prodotti e competitor

2. Kano - Kansei → definizione del dominio di interesse

3. QFD → Identificazione richieste utente e specifiche tecniche



4. Analisi della resistenza dei sensori sottoposti a cicli di lavaggi

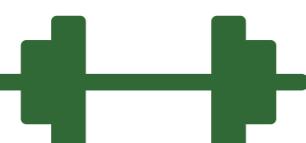
		Asse x Asse y		Asse x Asse y		Asse x Asse y		Asse x Asse y		Asse x Asse y	
Sensore 3		5.8	6.5	6.0	6.6	6.0	7.3	7.0	7.6	7.3	7.8
Sensore 3		9.7	9.2	10.7	9.2	10.9	9.7	10.9	10.5	11.6	10.9
Valori in Ohm											

5. Selezione dei fattori controllo e di disturbo per ridurre la variabilità dei risultati e aumentare la qualità del prodotto

- ▶ Fattore di controllo più influente: d
- ▶ Variabilità (std) : d  Fattore causa variazioni della pressione
- ▶ Robustezza (S/N): E



► **Medico:** Riabilitazione e Fisioterapia



► **Palestra:** esercizi per movimentazione del polso, gomito e avambraccio



► **Sport:** tennis e paddle

**GRAZIE PER
L'ATTENZIONE**