



Camera di Commercio  
Padova



Confederazione Nazionale  
dell'Artigianato e della Piccola  
e Media Impresa

**MED**

valutazione  
dell'appropriatezza  
nel medicale



Fondazione  
Don Carlo Gnocchi  
Onlus



UNIVERSITÀ  
DEGLI STUDI  
DI PADOVA  
DIPARTIMENTO  
INGEGNERIA  
INDUSTRIALE



Associazione  
Imprese  
Ortopediche  
e Sanitarie  
delle Venezia



Galileo

PARCO SCIENTIFICO E TECNOLOGICO



OBV  
OSSERVATORIO  
BIOMEDICALE  
VENETO



distretto  
biomedicale  
veneto

**QUADERNI**  
di innovazione

# Utilizzatori e ausili

## un percorso sperimentale per valutare l'usabilità e migliorare il prodotto



A cura di:

Nicola Petrone, Luca Malimpensa,  
Matteo Cognolato, Sandro Storelli





**QUADERNI**  
di innovazione

# Utilizzatori e ausili

## un percorso sperimentale per valutare l'usabilità e migliorare il prodotto

A cura di:

Nicola Petrone, Luca Malimpensa,  
Matteo Cognolato, Sandro Storelli

La pubblicazione *Utilizzatori e ausili, un percorso sperimentale per valutare l'usabilità e migliorare il prodotto* è stata realizzata nell'ambito del progetto *Med, valutazione dell'appropriatezza nel medicale*, della CNA di Padova con il contributo della Camera di Commercio di Padova.

A cura di

**Nicola Petrone**, Dip. Ingegneria Industriale Università di Padova  
**Luca Malimpensa**, Dip. Ingegneria Industriale Università di Padova  
**Matteo Cognolato**, Dip. Ingegneria Industriale Università di Padova  
**Sandro Storelli**, CNA di Padova, innovazione & ricerca

**CTS** del progetto: **Renzo Andrich**, Coordinatore Area Tecnologie Assistive - Polo Tecnol. Fond. Don Gnocchi, **Vassilli Berto**, Direttore Vassilli srl, **Lorenzo Cavinato**, Direttore Mondial srl, **Marco Franchin**, Coordinatore Matech - PST Galileo, **Antonio Gaiani**, Tecnico Ortopedico Tonus srl, **Filippo Ghirardo**, Professore di Project Management - Università di Padova, **Loretta Gomiero**, Maestro ortopedico Officina Ortopedica Gomiero srl, **Luca Malimpensa**, Esperto professionale di prodotto, **Dino Paladin**, Direttore AB Analitica srl, **Nicola Petrone**, Ricercatore DII Dip. Ingegneria Industriale - Università di Padova, **Pivato Gianfranco**, Direttore Rehateam srl, **Federico Polo**, Consulente Centro Studi OBV - Osservatorio Biomedicale Veneto, **Antonino Russo**, Presidente F.I.S.H. Veneto, **Salvatore Russo**, Ricercatore Dip. Management - Università Cà Foscari di Venezia, **Piergiorgio Silvestrin**, Direttore Lydda Wear Taglieria San Giorgio, **Francesco Simionato**, Presidente Accademia Italiana Materiali Dentali, **Sandro Storelli**, Coordinatore Centro Studi OBV - Osservatorio Biomedicale Veneto, **Domenico Tosello**, Consulente Centro Studi OBV - Osservatorio Biomedicale Veneto, **Andrea Trevisan**, Direttore Prometeo srl, **Daniilo Volpato**, Direttore Tecnico Off Car srl, **Angela Zuppa**, Direttore Tecnico Clini-Lab srl

Coordinamento del progetto:  
CNA di Padova  
Area innovazione & ricerca  
Via Croce Rossa, 56  
35129 Padova  
Tel. 049 9062236  
e-mail [innovazione@pd.cna.it](mailto:innovazione@pd.cna.it)

Grafica di Gianni Plebani  
Stampato a cura di Il Prato

© Tutti i diritti sono riservati.  
L'utilizzo anche parziale del testo della presente pubblicazione dovrà essere autorizzato dalla CNA provinciale di Padova

dicembre 2012

In proseguimento delle attività di ricerca, promozione e trasferimento dell'innovazione, anche nel corso del 2012 sono stati realizzati progetti d'interesse del comparto medicale, coordinando e integrando diverse linee progettuali.

La Camera di Commercio di Padova e le Associazioni specializzate delle imprese hanno infatti scelto di investire per promuovere un settore propulsivo dell'economia e particolarmente propenso all'innovazione.

Nell'ambito del progetto *MED, valutazione dell'appropriatezza nel medicale*, si sono sviluppate attività in stretta collaborazione tra ricercatori, produttori e utilizzatori di prodotti, che costituiscono l'inizio di un percorso verso un "laboratorio vivente", per il miglioramento del prodotto e per la miglior utilità del dispositivo, coerentemente agli obiettivi di qualità della vita ed autonomia delle persone.

Ciò con particolare attenzione agli ausili tecnici per disabili, essendo in questo settore il nostro territorio un'area leader a livello produttivo e di servizio.

In collaborazione con i ricercatori del Dipartimento di Ingegneria Industriale dell'Università di Padova, si è quindi effettuato un approfondimento sulla caratterizzazione del prodotto e uno studio per la valutazione dell'usabilità dell'ausilio, coinvolgendo imprenditori e utilizzatori.

Primo nostro intendimento è quello di supportare le imprese nella competizione, favorendo una collaborazione virtuosa tra impresa, ricerca, sanità, società intera. In tal senso, la pubblicazione "*Utilizzatori e ausili, un percorso sperimentale per valutare l'usabilità e migliorare il prodotto*" propone il contributo dello studio di una esperienza che riteniamo significativa e che auspichiamo possa essere apprezzata e svilupparsi ulteriormente.

Il Presidente  
Camera di Commercio di Padova  
Roberto Furlan

Il Presidente  
CNA di Padova  
Guerrino Gastaldi



# Indice

Presentazione	3
<b>Indice</b>	4
<b>Caratterizzazione ed usabilità di carrozzine per disabili</b>	5
Introduzione	6
Obiettivi e quadro generale dello studio	6
Riferimenti bibliografici	6
Strumenti	8
Metodo	10
Caratteristiche tester	21
Caratteristiche carrozzine campione	21
Discussione risultati	41
Sviluppi futuri	42
<b>Bibliografia</b>	43
<b>Dialogo per il miglioramento di servizio e prodotto</b>	45
<i><b>Il progetto sperimentale Dialogo nel medicale</b></i>	45

# Caratterizzazione ed usabilità di carrozzine per disabili





## Caratterizzazione ed usabilità di carrozzine per disabili<sup>1</sup>

### INTRODUZIONE

Il presente rapporto viene redatto in seno al progetto “MED, valutazione dell'appropriatezza nel medicale” della CNA provinciale di Padova, con il contributo della Camera di Commercio di Padova e in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria Industriale (DII) di Padova.

Esso si connette con altre attività nell'ambito dello stesso progetto e di altri progetti d'innovazione d'interesse del comparto biomedicale.

L'integrazione tra le attività di due progetti di innovazione<sup>2</sup>, ha anche reso possibile l'attivazione sperimentale di un “dialogo” on line tra produttori e utilizzatori, per il miglioramento di prodotto e servizio. Le attività di quella linea progettuale<sup>3</sup> interessano sperimentalmente diversi prodotti e dispositivi di settori diversi del comparto biomedicale veneto, offrendo la possibilità - in particolare agli utilizzatori finali - di esprimere proposte di miglioramento e valutare funzionalità e criticità dei prodotti su griglie predefinite, in particolare su:

- aspetti tecnici, di usabilità e funzionalità dei prodotti, nei diversi contesti di utilizzo,
- aspetti di possibile miglioramento,
- esigenze non soddisfatte,
- soddisfazione complessiva.

Questa linea progettuale pur rispondendo a comuni finalità, ha un approccio residenziale e prevede il coinvolgimento diretto di un campione di soggetti utilizzatori di ausili tecnici per disabili, attraverso test di usabilità con quesiti ai soggetti interessati e studio della relazione tra utilizzatore e ausilio in determinate condizioni ambientali.

6

### OBIETTIVI E QUADRO GENERALE DELLO STUDIO

L'obiettivo che si prefigge questo studio è quello di sviluppare un metodo oggettivo e soggettivo per caratterizzare l'usabilità delle carrozzine per disabili nell'ambito delle attività quotidiane. Per questo scopo le imprese partecipanti alle attività sperimentali hanno individuato alcuni utilizzatori di ausili, che d'ora innanzi chiameremo *tester*, che si sono resi disponibili a compiere dei percorsi e svolgere attività di normale routine quotidiana. Durante le prove i tester e i dispositivi in loro utilizzo venivano monitorati con un sistema di misura che rilevava velocità media, angoli assoluti e relativi, accelerazioni. Oltre al punto di vista oggettivo, dato dalla strumentazione, al termine delle diverse prove veniva proposto ai tester un questionario a cui rispondere, per completare il quadro valutativo della prova con un punto di vista anche soggettivo.

### RIFERIMENTI BIBLIOGRAFICI

Nel mondo esistono diverse realtà di ricerca il cui lavoro sull'ausilio carrozzina risulta essere prolifico e continuativo sotto molti ambiti. In questo paragrafo si farà cenno ad alcuni risultati di studi effettuati dal gruppo di lavoro della Division of Physical Medicine and Rehabilitation dell'Università di Pittsburgh e del gruppo di lavoro francese che ha studiato con un approccio multidisciplinare la car-

<sup>1</sup> A cura di Nicola Petrone, Luca Malimpensa, Matteo Cognolato, Dipartimento Ingegneria Industriale dell'Università di Padova

<sup>2</sup> Concorrono infatti allo sviluppo di “Dialogo nel medicale”: *Osservatorio Biomedicale Veneto 2012*, progetto della Camera di Commercio di Padova e *MED, Valutazione dell'appropriatezza nel medicale*, progetto della CNA di Padova con il contributo della Camera di Commercio di Padova.

<sup>3</sup> Vedi rapporto “Dialogo nel medicale, un percorso sperimentale per la valutazione dell'appropriatezza” - Sandro Storelli, Nicola Petrone, Renzo Andrich - 2012



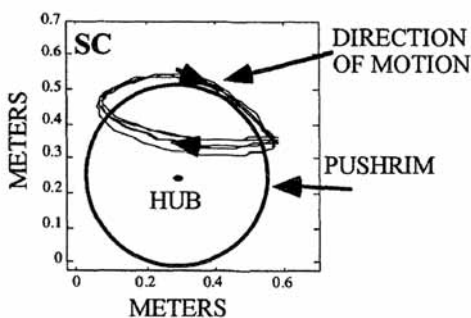
rozzina manuale nel progetto SACR-FRM.

In letteratura ci sono inoltre diversi studi che permettono di classificare le fasi che compongono il ciclo propulsivo nell'utilizzo della carrozzina manuale:

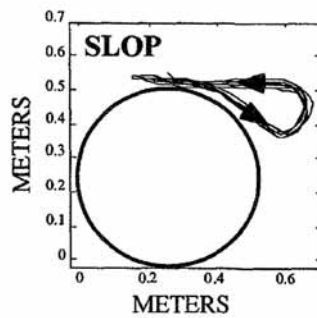
1. **Fase di propulsione** che si suddivide in: trazione (dalla presa cerchio di spinta al momento in cui la mano del soggetto passa l'asse verticale) e spinta (successiva alla fase di trazione finché il soggetto rilascia il cerchio di spinta).
2. **Fase di recupero** composta da: continuazione della fase di spinta, ritorno del braccio e preparazione alla spinta successiva.

Per quanto riguarda la cinematica del gesto, in letteratura sono state classificate differenti strategie di spinta suddivise in base alla traiettoria del polso che il soggetto esegue durante tutta l'operazione di propulsione. Le diverse traiettorie sono classificate come:

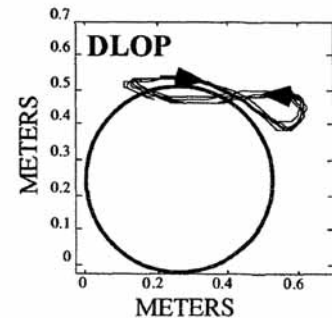
- traiettoria ad arco (ARC);
- traiettoria semicircolare (SC);
- traiettoria a singolo ciclo (SLOP);
- traiettoria a doppio ciclo (DLOP).



**Figura 1.**  
**Traiettoria SC**



**Figura 2.**  
**Traiettoria SLOP**



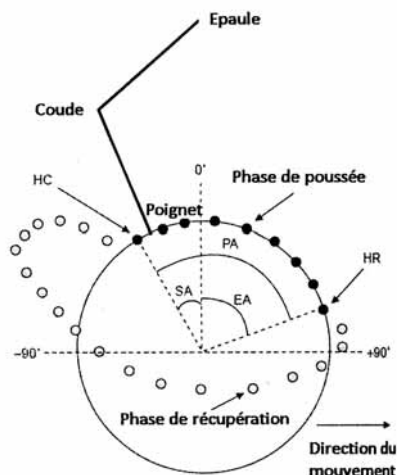
**Figura 3.**  
**Traiettoria DLOP**

Le differenti traiettorie risultano riconducibili alla lesione e all'abilità dell'utilizzatore.

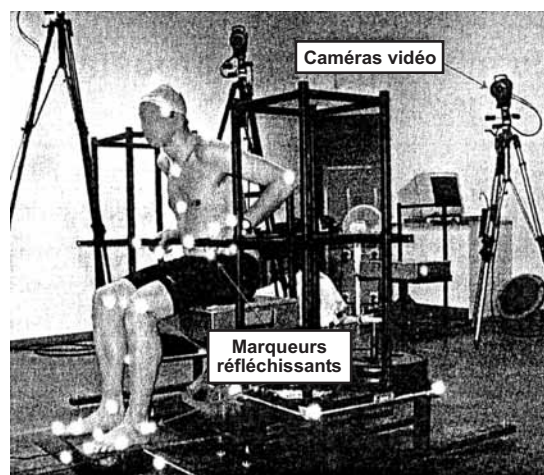
Un recente studio francese illustrato in "Le fauteuil roulant manuel: choix e réglages" si propone di valutare le diverse caratteristiche interagenti nel sistema soggetto - carrozzina - ambiente, suddivise in:

- interazioni tra persona e carrozzina;
- interazioni tra carrozzina e ambiente esterno;
- interazioni tra utilizzatore ed ambiente esterno.

La valutazione di queste caratteristiche è stata eseguita studiando grandezze cinematiche e dinamiche, definendo le relazioni tra più fattori sulla base di teorie scientifiche con l'integrazione di modelli più o meno sofisticati del fenomeno.



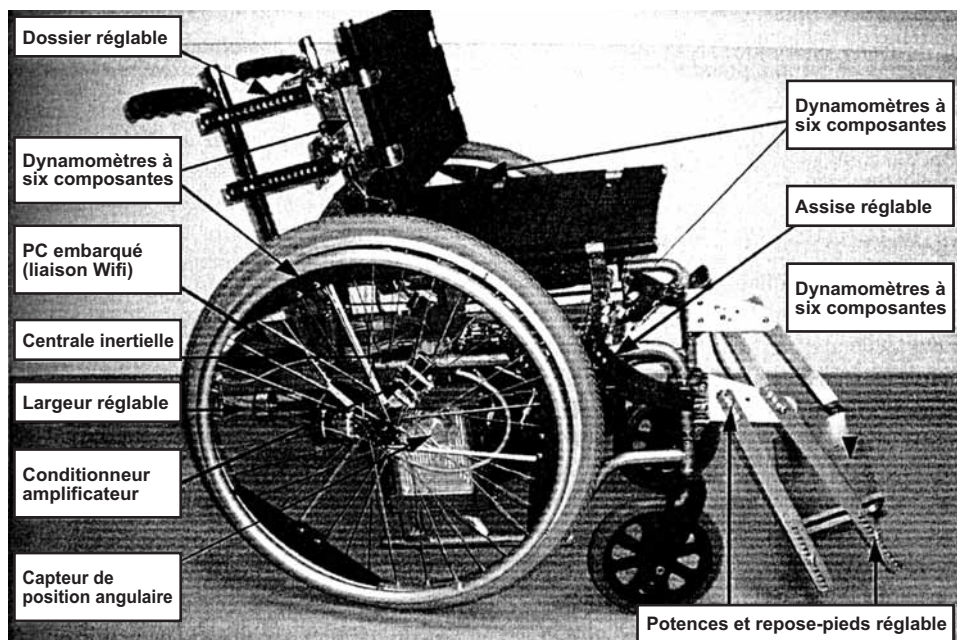
**Figura 4.** Schema del ciclo di propulsione



**Figura 5.** Esempio di sistema optoelettronico



Uno dei maggiori obiettivi di questo studio era quello di calcolare simultaneamente i parametri cinematici e dinamici del movimento di una carrozzina manuale in condizione di reale utilizzo. Per questi motivi è stata creata una carrozzina manuale, chiamata FRET-2, che consente diverse regolazioni ed è equipaggiata con sensori dinamometrici, sensori di posizione angolare e sensori inerziali. La carrozzina in questione permette differenti regolazioni, tra cui: l'avanzamento, l'altezza e l'inclinazione dello schienale; l'altezza e l'inclinazione della seduta, la posizione antero-posteriore del soggetto rispetto all'asse delle ruote posteriore mantenendo costanti schienale e seduta, la lunghezza dei braccioli, l'altezza e l'inclinazione delle pedane. La FRET-2 può essere equipaggiata con ruote anteriori di diametro compreso tra 5 e 25 cm per valutare la loro influenza sulla resistenza della carrozzina durante la propulsione.



**Figura 6. Carrozzina manuale FRET-2**

La carrozzina FRET-2 è stata prodotta in 3 esemplari per il progetto SACR-FRM ed è uno strumento completo e polivalente per studiare sul campo le grandezze cinematiche, dinamiche ed ergonomiche della locomozione su carrozzina.

Per quanto riguarda l'utilizzo della carrozzina manuale, la letteratura risulta essere molto ricca di studi nei quali vengono approfondite grandezze cinematiche e dinamiche. D'altro canto gli aspetti di caratterizzazione ed usabilità dell'ausilio non hanno ottenuto lo stesso grado di approfondimento, cosicché risultano tuttora caratteristiche poco studiate o in fase di studio.

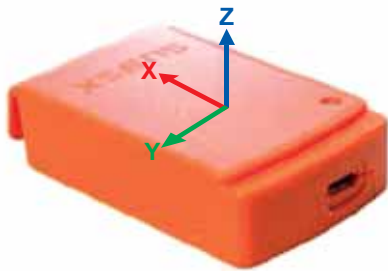
## **STRUMENTI**

Gli strumenti di misura utilizzati per lo studio sono:

- sensori inerziali Xsens;
- videocamere;
- questionario.

### **Sensori inerziali Xsens**

Questo sistema di misurazione è costituito da una serie di sensori inerziali (Fig.7) che opportunamente fissati ai segmenti corporei (Fig.8 e 9) sono in grado di calcolare l'orientamento di tali segmenti rispetto ad un sistema di riferimento fisso o mobile opportunamente scelto. Inoltre, grazie agli accelerometri e giroscopi 3D di cui sono equipaggiati, sono in grado di rilevare accelerazioni e velocità angolari sui tre assi del sistema di riferimento scelto.



in alto a sinistra:  
**Figura 7. Sensore Xsens MTw**

a lato:  
**Figura 8. Esempio applicazione sensori**

sopra:  
**Figura 9. Esempio applicazione sensori**

### Videocamera

Si sono utilizzate due videocamere tradizionali (Fig.10 e 11) e una a grand'angolo (Fig.12) per riprendere i tester durante le prove. Questo ha reso agevole l'analisi dei risultati in quanto in ogni istante si poteva confrontare il movimento compiuto dal tester con i relativi grafici ottenuti dai sensori.



sopra, in alto: **Figura 10. Vista videocamera**

a destra: **Figura 11. Vista videocamera**

sopra, in basso: **Figura 12. Vista videocamera grand'angolo**





## Questionario

Il termine usabilità significa “adoperabilità e utilizzabilità” di un oggetto ed è inteso nel linguaggio comune anche come la “idoneità di un oggetto all'uso per il quale è stato progettato e realizzato” e la “facilità con la quale l'utente può adoperarlo”.

La norma ISO 9241/11 fornisce gli strumenti per la misura e la valutazione delle tre componenti dell'usabilità: l'efficacia, l'efficienza e la soddisfazione.

- L'efficacia: è l'accuratezza e la completezza con la quale gli utilizzatori raggiungono specifici obiettivi.
- L'efficienza: riguarda le risorse spese in relazione all'accuratezza e alla completezza con la quale gli utilizzatori raggiungono i risultati.
- La soddisfazione: è il livello di benessere o di disagio sperimentata dall'utente e la sua attitudine all'uso del prodotto.

Per lo scopo si è quindi costruito un questionario, di cui si riporta un esempio schematizzato:

Obiettivi di usabilità	Misure di efficacia	Misure di efficienza	Misure di soddisfazione
<i>Obiettivi generali</i>			
<i>Percorso su asfalto Percorso su ciottolato Percorso su sterrato</i>	<i>Completezza di esecuzione</i>	<i>Rapidità di esecuzione</i>	<i>Soddisfazione nell'esecuzione</i>
<i>Utilizzo della rampa Utilizzo del bagno Utilizzo della zona giorno Utilizzo della cucina Utilizzo della zona notte</i>	<i>Correttezza di esecuzione</i>  <i>Autonomia di esecuzione</i>	<i>Fatica di esecuzione</i>  <i>Comfort di esecuzione</i>	<i>Sicurezza nell'esecuzione</i>
<i>Salita e discesa dall'auto</i>			

10

Ogni tester alla fine della prova era chiamato a dare un giudizio da 0 a 10 su ogni singolo tema (corrispondente a un compito funzionale nell'utilizzo dell'ausilio).

## METODO

Si riporta di seguito la tipologia e il metodo con cui sono state condotte le prove:

- **PROVA OUTDOOR:**
  - o percorso su diverse tipologie di superficie;
  - o utilizzo dell'automobile.
- **PROVA INDOOR:**
  - o utilizzo di una rampa per disabili;
  - o utilizzo del bagno;
  - o utilizzo dell'ascensore;
  - o percorso in area domestica allestita presso gli spazi messi a disposizione da un'azienda commerciale<sup>4</sup>.

### PROVA OUTDOOR: percorso su diverse tipologie di superficie

**COMPITI:** Il tester doveva affrontare un percorso studiato nelle vicinanze del Dipartimento di Ingegneria Industriale, dove sono presenti diverse tipologie di superfici e, per ottenere dati confrontabili, le variazioni di superfici sono state indicate attraverso alcuni varchi predisposti.

**OSSERVAZIONI E MISURAZIONI:**

- o Il tempo di durata della prova veniva rilevato dai sensori Xsens;

<sup>4</sup> Mercatone UNO, sede di Noventa Padovana

- o Sono stati previsti filmati e foto durante la prova;
  - o Un osservatore annotava anomalie o compiti non completati durante la prova.
- Per la prova, le tipologie di superficie prese in considerazione sono le seguenti:  
(A) Tratto sterrato (evidenziato in rosso sulla pianta);



**Figura 13. Sterrato**

(B) Tratto asfaltato intervallato da pavimentazione lastricata (evidenziato in giallo sulla pianta);



**Figura 14. Asfalto/piastrellato**

(C) Ponte in legno con superamento dello spartigente (evidenziato in azzurro sulla pianta);



**Figura 15. Ponte di legno**



(D) Tratto in ghiaino con e senza accompagnatore (evidenziato in color senape sulla pianta);



**Figura 16. Ghiaino in autonomia**



**Figura 17. Ghiaino accompagnato**

(E) Tratto in ciottolato con accompagnatore (evidenziato in nero sulla pianta);

(F) Tratto in ciottolato senza accompagnatore (evidenziato in nero sulla pianta).

**12**



**Figura 18. Ciottolato accompagnato**



**Figura 19. Ciottolato in autonomia**



Di seguito si riporta un'immagine relativa al percorso scelto per la prova dove sono evidenziate le diverse tipologie di superficie sopra descritte.

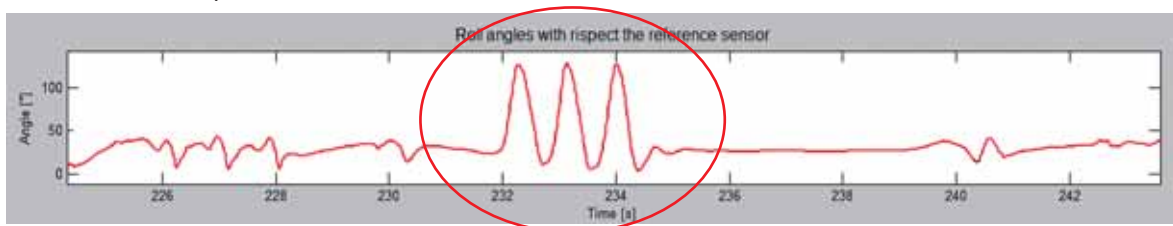


Figura 20. Percorso della prova

Lungo il percorso della prova erano presenti dei varchi per identificare i punti in cui veniva eseguito un cambio di superficie. In questi punti il tester eseguiva un movimento di flessione ed estensione dei gomiti preceduto e seguito da un piccolo intervallo temporale (~5 sec) di pausa, in cui il soggetto manteneva una posizione statica. Questa sequenza prestabilita, chiamata *trigger*, ha permesso di riconoscere all'interno dei grafici ottenuti (Fig 21) i precisi istanti in cui il soggetto si accingeva al cambio di superficie.

13

#### PAUSA - FLESSIONI/ESTENSIONI DEL GOMITO - PAUSA



Per indicare al tester il corretto percorso da seguire, sono stati predisposti dei varchi delimitati da due birilli e, sfruttando riferimenti ambientali fissi, sono stati posizionati negli stessi punti per ogni tester. Utilizzando questa procedura, tutti i soggetti coinvolti nello studio hanno avuto gli stessi punti di riferimento indicanti il percorso da seguire ed il costante posizionamento dei varchi ha consentito di ottenere risultati confrontabili, in quanto tutti i soggetti hanno seguito lo stesso percorso.



Di seguito si riporta una figura che identifica il posizionamento dei varchi (X) nel percorso e le immagini che ne illustrano i riferimenti ambientali per il posizionamento:



#### PROVA OUTDOOR: utilizzo dell'automobile

**COMPITI:** Il tester, partendo dal varco predisposto, doveva salire sull'automobile, posizionare la carzina all'interno della stessa e ripetere le stesse operazioni scendendo per ritornare al varco di partenza.

**OSSERVAZIONI E MISURAZIONI:**

- o il tempo di durata della prova veniva identificato dai sensori Xsens;
- o si sono previsti filmati e foto durante la prova;



o un osservatore annotava anomalie o compiti non completati durante la prova.  
Di seguito si riportano delle immagini relative alla zona di prova ed un momento durante l'esecuzione della stessa:

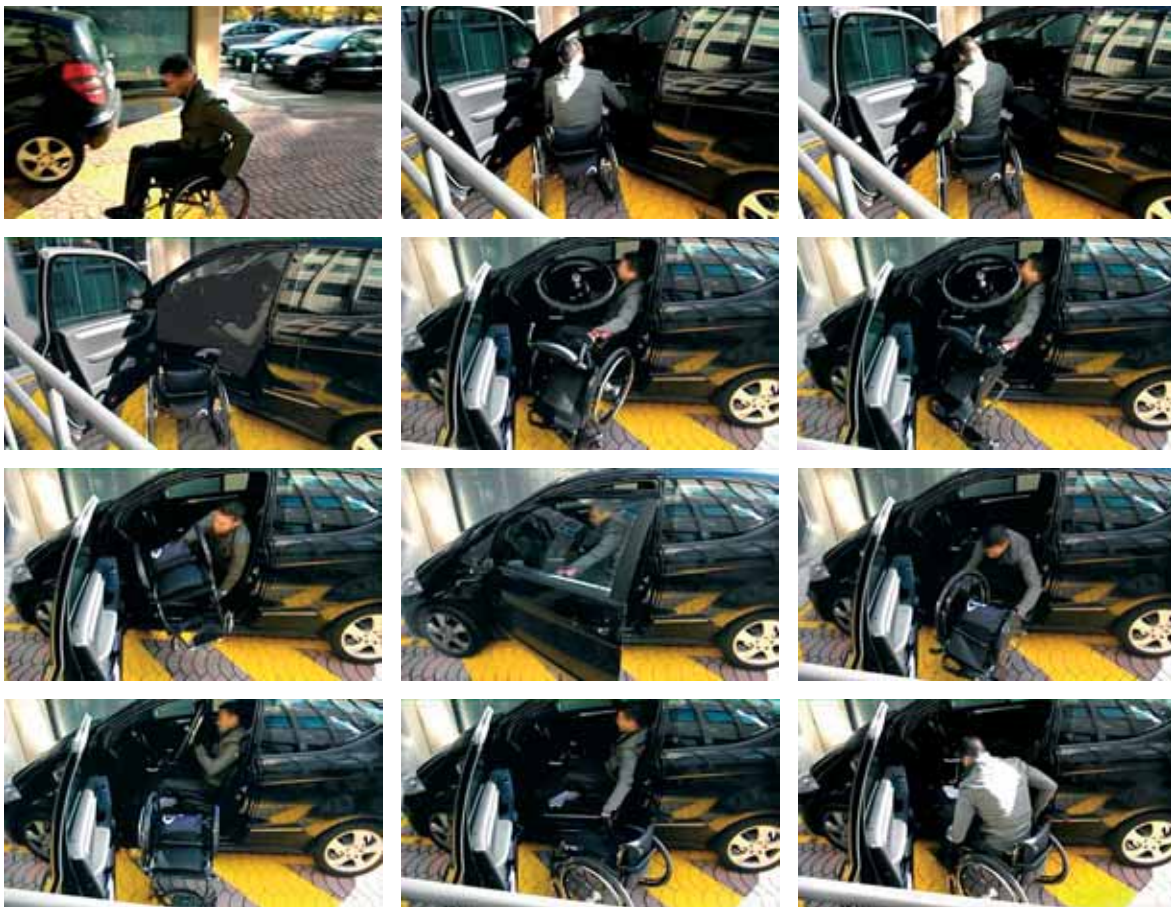


**Figura 23. Esempio prova automobile**



**Figura 24. Zona di prova**

Tutte le prove sono state interamente riprese da una videocamera e l'immagine sottostante riporta una sequenza di fotogrammi di una di queste:



**Figura 25. Sequenza prova automobile**



### **PROVA INDOOR: utilizzo della rampa, utilizzo dell'ascensore, utilizzo del bagno**

**COMPITI:** Il tester, partendo dal varco predisposto, doveva utilizzare la rampa, salire al quinto piano con l'ascensore e simulare l'utilizzo del wc all'interno di un bagno per disabili. La prova veniva considerata terminata quando il soggetto si era posizionato di fronte all'ascensore.

**OSSERVAZIONI E MISURAZIONI:**

- o il tempo di durata della prova veniva rilevato dai sensori Xsens;
- o si sono previsti filmati e foto durante la prova;
- o un osservatore annotava anomalie o compiti non completati durante la prova.

Si riportano delle immagini relative a momenti della prova indoor appena descritta:



16

sopra a sinistra: **Figura 26. Esempio prova rampa**, sopra a destra: **Figura 27. Esempio prova ascensore**, sotto: **Figura 28 e 29. Esempio prova bagno**

Si riporta una sequenza di fotogrammi relativi alla prova precedentemente descritta:



**Figura 30. Sequenza prova bagno**



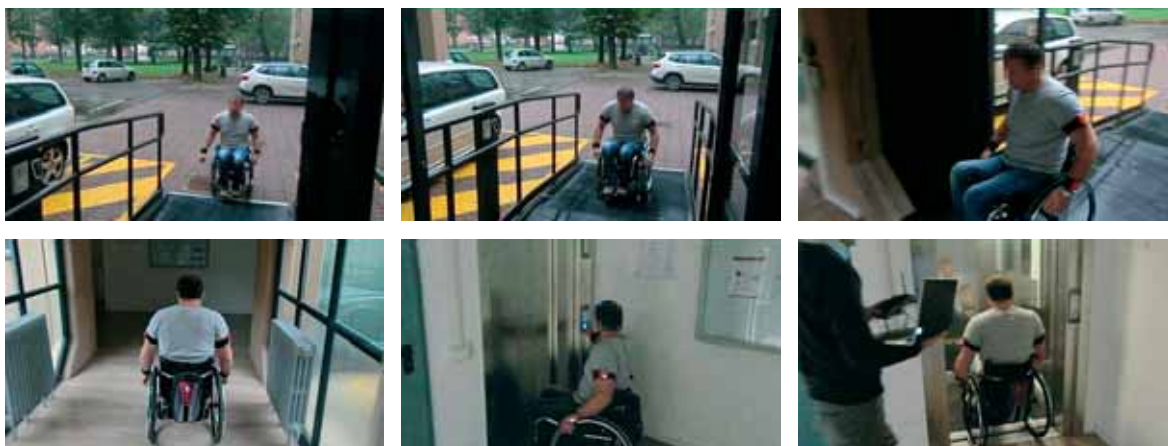


Figura 31. Sequenza prova rampa/ascensore

**PROVA INDOOR:** percorso in area domestica allestita presso gli spazi messi a disposizione dall'azienda commerciale<sup>5</sup>

COMPITI:

TASK	
	Acquisizione statica al varco
TRIGGER	
CUCINA	(A) Lavarsi le mani nel lavandino
	(B) Prendere la bottiglia dal frigorifero
	(C) Versare il contenuto della bottiglia in un pentolino utilizzando il piano lavoro della cucina Riposizionare la bottiglia nel frigorifero
	(D) Posizionare il pentolino sul fuoco posteriore sinistro
	(E) Prendere la teglia dal forno e posizionarla sul tavolo della cucina
	(F) Facendo il giro del tavolo sedersi a capotavola
TRIGGER	
ZONA GIORNO	(G) Raggiungere la lampada e accenderla passando sulla destra del tavolo
	(H) Accendere la TV
	(I) Sedersi comodamente sul divano
	Riposizionarsi sulla carrozzina
TRIGGER	
ZONA NOTTE	(L) Aprire e richiudere il comodino lato destro del letto
	(M) Aprire e richiudere il primo cassetto della cassettiera
	(N) Aprire e richiudere le prime due ante dell'armadio
	(O) Posizionarsi sul letto Riposizionarsi sulla carrozzina
	Uscire dai varchi
TRIGGER	

OSSERVAZIONI E MISURAZIONI:

- o il tempo di durata della prova veniva rilevato dai sensori Xsens;
- o si sono previsti filmati e foto durante la prova;
- o un osservatore annotava anomalie o compiti non completati durante la prova;
- o è stato previsto il posizionamento di una videocamera grand'angolo per una ripresa dall'alto.

<sup>5</sup> Mercatone UNO

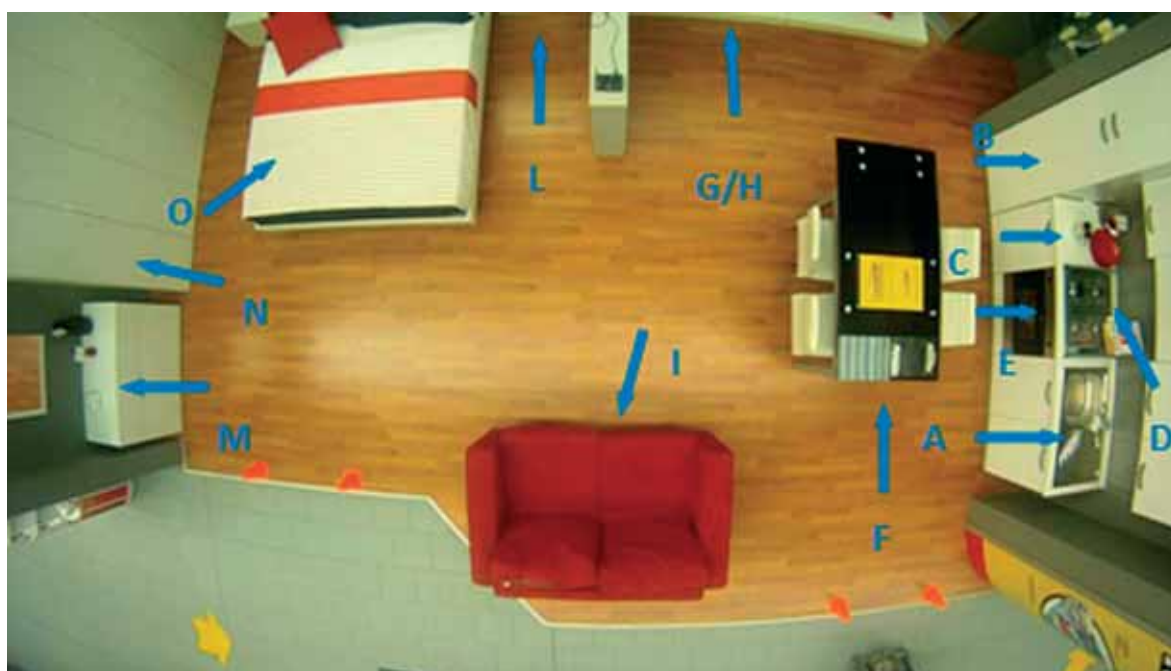


Di seguito si può osservare la suddivisione delle zone nella prova indoor e i compiti:



**Figura 32. Suddivisione zone prova indoor azienda commerciale**

18



**Figura 33. Raffigurazione obiettivi prova indoor azienda commerciale**

Nella pagina a lato si propone una sequenza di immagini relative alla prova indoor presso l'azienda commerciale appena descritta.



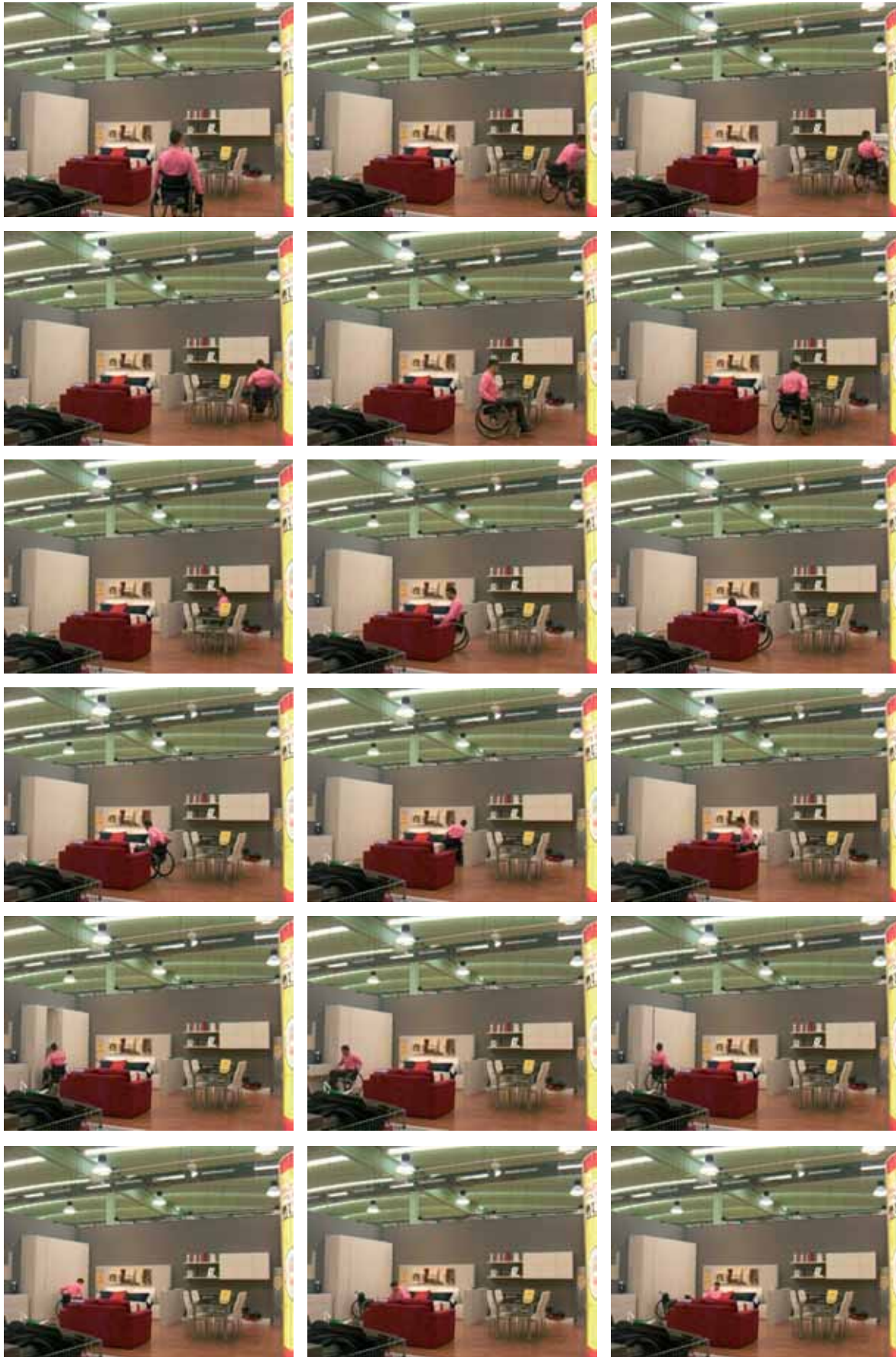


Figura 34. Sequenza prova indoor presso azienda commerciale



## APPLICAZIONE SENSORI E SISTEMA DI RIFERIMENTO

Sul tester e sulla carrozzina, come si può vedere dalle immagini, sono stati posizionati i sensori nel seguente modo:

- sensore 438: carrozzina;
- sensore 100: tronco;
- sensore 436: bacino;
- sensore 98: braccio destro;
- sensore 96: braccio sinistro;
- sensore 95: avambraccio destro;
- sensore 101: avambraccio sinistro.



20

a sinistra: **Figura 35. Applicazione sensori Xsens, vista laterale**  
a destra: **Figura 36. Applicazione sensori Xsens, vista posteriore**

I sensori sono stati resettati in modo tale da ottenere il seguente sistema di riferimento:



a sinistra:  
**Figura 37. Rappresentazione orientamento sistema di riferimento sensori braccia**

a destra:  
**Figura 38. Rappresentazione orientamento sistema di riferimento sensore carrozzina**



Da cui deriva la seguente orientazione degli angoli.



Figura 39. Rappresentazione rotazioni di Roll, Pitch e Yaw

### CARATTERISTICHE TESTER

RIF.	NOME	ETÀ	SESSO	PESO	ALTEZZA	MODELLO CARROZZINA	PRODUTTORE
O1	A. M.	47	F	70	168	QUASAR	OFFCARR
O2	F. R.	43	M	80	178	EOS	OFFCARR
P1	D. B.	34	M	65	175	CARBON JOKER	PROGEO
P2	F. B.	38	M	80	177	EXELLE	PROGEO

### CARATTERISTICHE CARROZZINE CAMPIONE

21

MODELLO	IMMAGINE	CARATTERISTICHE TECNICHE																																																																
QUASAR		<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1°</td> <td>4°</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>34</td> <td>52</td> <td>58</td> <td>44</td> <td rowspan="5">A: ~ 40 B: ~ 78</td> <td>36</td> <td rowspan="5">27-29 31-33 35-37</td> <td rowspan="5">A: min. 40 max. 48 B: 46,48,50</td> <td rowspan="5">media average 78</td> <td rowspan="5">Seduta Seat 38x40cm 7 Kg (asse fisso) 7,4 kg (asse regol)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>36</td> <td>54</td> <td>60</td> <td>46</td> </tr> <tr> <td></td> <td>38</td> <td>56</td> <td>62</td> <td>48</td> </tr> <tr> <td></td> <td>40</td> <td>58</td> <td>64</td> <td>50</td> </tr> <tr> <td></td> <td>42</td> <td>60</td> <td>66</td> <td>52</td> </tr> <tr> <td></td> <td>44</td> <td>62</td> <td>68</td> <td>54</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													1°	4°										34	52	58	44	A: ~ 40 B: ~ 78	36	27-29 31-33 35-37	A: min. 40 max. 48 B: 46,48,50	media average 78	Seduta Seat 38x40cm 7 Kg (asse fisso) 7,4 kg (asse regol)		36	54	60	46		38	56	62	48		40	58	64	50		42	60	66	52		44	62	68	54						
	1°	4°																																																																
	34	52	58	44	A: ~ 40 B: ~ 78	36	27-29 31-33 35-37	A: min. 40 max. 48 B: 46,48,50	media average 78	Seduta Seat 38x40cm 7 Kg (asse fisso) 7,4 kg (asse regol)																																																								
	36	54	60	46																																																														
	38	56	62	48																																																														
	40	58	64	50																																																														
	42	60	66	52																																																														
	44	62	68	54																																																														
EOS		<table border="1"> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>1°</td> <td>4°</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td></td> <td>34</td> <td>54</td> <td>60</td> <td>43</td> <td rowspan="5">A: ~ 41 B: ~ 79</td> <td>36</td> <td rowspan="5">27-29 31-33 35-37</td> <td rowspan="5">A: min. 40 max. 48 B: 46,48,50</td> <td rowspan="5">media average 82</td> <td rowspan="5">Seduta Seat 38x40cm 7,5 Kg (asse fisso) 7,8 kg (asse regol)</td> </tr> <tr> <td></td> <td>36</td> <td>56</td> <td>62</td> <td>45</td> </tr> <tr> <td></td> <td>38</td> <td>58</td> <td>64</td> <td>47</td> </tr> <tr> <td></td> <td>40</td> <td>60</td> <td>66</td> <td>49</td> </tr> <tr> <td></td> <td>42</td> <td>62</td> <td>68</td> <td>51</td> </tr> <tr> <td></td> <td>44</td> <td>64</td> <td>70</td> <td>53</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table>													1°	4°										34	54	60	43	A: ~ 41 B: ~ 79	36	27-29 31-33 35-37	A: min. 40 max. 48 B: 46,48,50	media average 82	Seduta Seat 38x40cm 7,5 Kg (asse fisso) 7,8 kg (asse regol)		36	56	62	45		38	58	64	47		40	60	66	49		42	62	68	51		44	64	70	53						
	1°	4°																																																																
	34	54	60	43	A: ~ 41 B: ~ 79	36	27-29 31-33 35-37	A: min. 40 max. 48 B: 46,48,50	media average 82	Seduta Seat 38x40cm 7,5 Kg (asse fisso) 7,8 kg (asse regol)																																																								
	36	56	62	45																																																														
	38	58	64	47																																																														
	40	60	66	49																																																														
	42	62	68	51																																																														
	44	64	70	53																																																														
CARBON JOKER		<ul style="list-style-type: none"> <li>Larghezza seduta: 33 - 36 - 39 - 42 - 45 cm</li> <li>Profondità seduta: 35 - 37,5 - 40 - 42,5 - 45 - 47,5 cm</li> <li>Altezza seduta: Su misura</li> <li>Distanza Pedane: Su misura (alt.) Regolabile (no richiesta)</li> <li>Carico massimo: 125 kg</li> <li>Altezza schienale: Da 74,5 a 47 cm Regolabile</li> <li>Angolo tavolo ant.: 80°/90°/90°</li> <li>Lunghezza totale: 85 cm circa (incl. sed.)</li> <li>Larghezza totale: Largh. seduta + 17 cm (con campanatura 0°)</li> <li>Angolo schienale: Da 74° a 94° alla verticale Regolabile</li> <li>Campanatura: 0°/2°/4°</li> <li>Peso carrozzina: 6,3 kg circa (con ruote posteriori KEY SPORT)</li> <li>Peso solo telaio: 3,7 kg circa</li> </ul>																																																																



MODELLO	IMMAGINE	CARATTERISTICHE TECNICHE
EXELLE		<div style="display: flex; flex-wrap: wrap;"> <div style="width: 33%;"> <p><b>Larghezza seduta</b> 33 - 36 - 39 - 42 - 45 - 48 cm</p> <p><b>Profondità seduta</b> 35 - 37,5 - 40 42,5 - 45 - 47,5 cm</p> <p><b>Altezza seduta</b> Av. 48 cm (alt.) regolabile Post. 44 cm (alt.) regolabile</p> <p><b>Sistemi Prolens</b> Regolabile</p> <p><b>Peso sulla sedia</b> 6,9 kg (cont. più leggera) 7,5 kg (cont. alt.)</p> </div> <div style="width: 33%;"> <p><b>Altezza schienale</b> Da 30 a 54 cm Regolabile</p> <p><b>Angolo schienale ant.</b> 100° - 110°</p> <p><b>Lunghezza totale</b> 90 cm circa (cont. alt.)</p> <p><b>Larghezza totale</b> Largh. seduta + 17 cm (con campanatura 17°)</p> <p><b>Carico massimo</b> 125 kg</p> </div> <div style="width: 33%;"> <p><b>Inclinatore</b> 26 cm circa (con campanatura 0°)</p> <p><b>Angolo schienale</b> Telaio posteriore anti 90° alla seduta Telaio posteriore Dynamic da 81° a 99° alla seduta Regolabile</p> <p><b>Campanatura</b> Telaio posteriore anti 0° - 1,5° - 3°</p> <p><b>Telaio posteriore Dynamic</b> 0° - 1,5° - 2° - 4°</p> <p><b>Peso caricatore</b> 9,5 kg circa (con il più leggero) 10,5 kg circa (cont. alt.)</p> </div> </div>

### RISULTATI PROVE

Il sistema di misura inerziale adottato per lo studio consente di ottenere attraverso diverse tipologie di analisi dati i seguenti valori:

- ANGOLI ASSOLUTI
- ANGOLI RELATIVI
- ACCELERAZIONI

Data la numerosa quantità di grafici ottenuti dalle prove se ne riportano solo alcuni a titolo di esempio.

### Grafico relativo all'angolo dell'avambraccio destro durante l'intera prova sulle diverse tipologie di superficie

Sensor Nr. 436 - Posizione: Avambraccio Destro

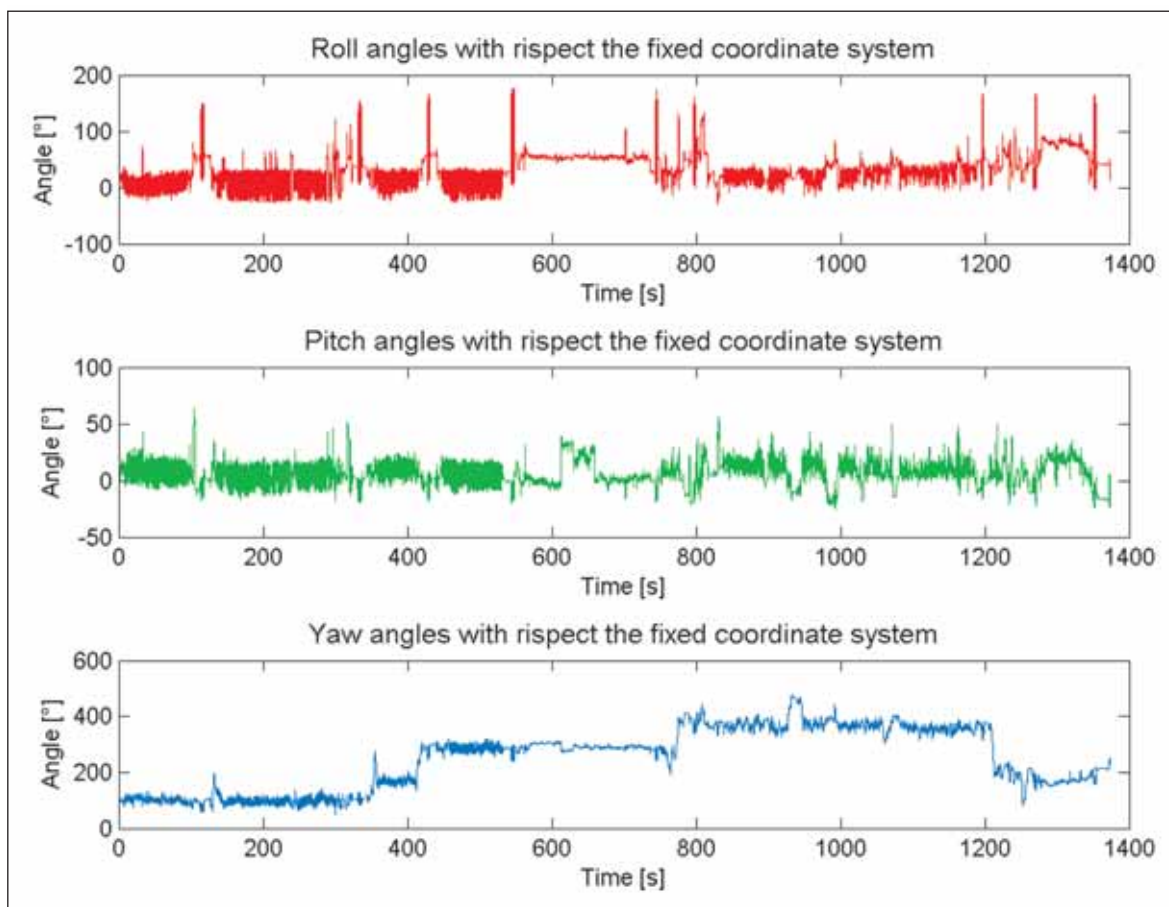

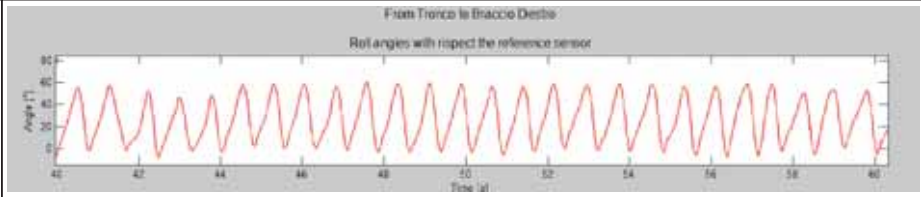

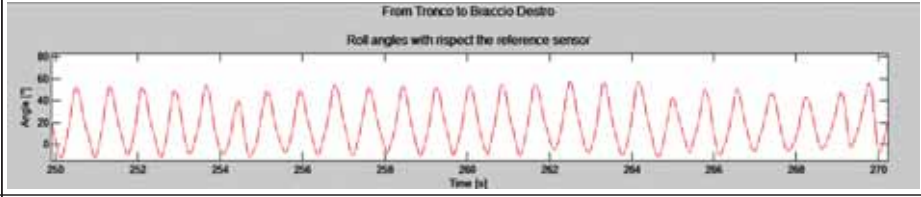

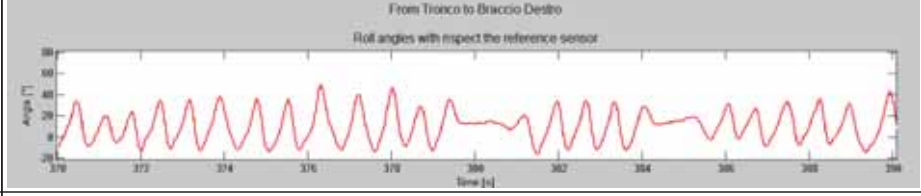

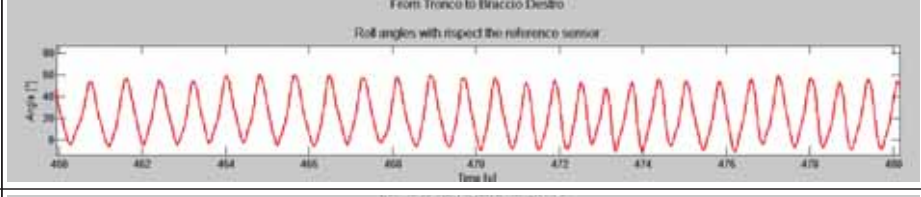

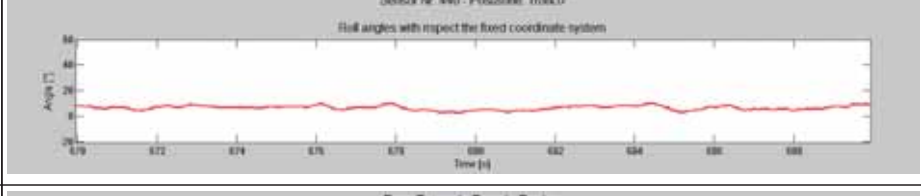

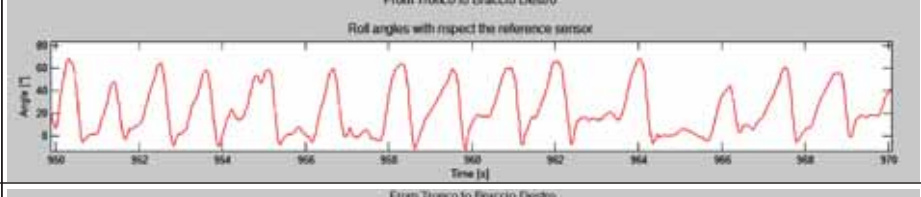

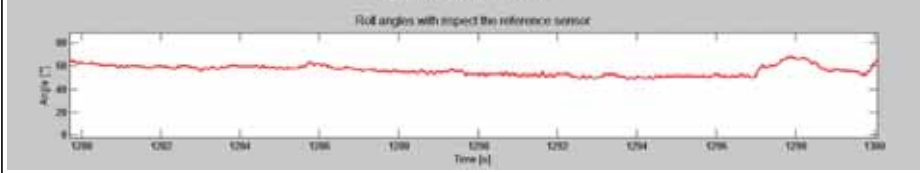


Grafico 1. Movimenti dell'avambraccio destro durante la prova outdoor



Gráfico dell'angolo relativo di spalla suddiviso per le varie tipologie di superficie

<p><b>A</b> Sterrato</p>		<p>From Tronco to Braccio Destro                      Roll angles with respect the reference sensor</p> 
<p><b>B</b> Asfalto piastrellato</p>		<p>From Tronco to Braccio Destro                      Roll angles with respect the reference sensor</p> 
<p><b>C</b> Ponte in legno spartigente</p>		<p>From Tronco to Braccio Destro                      Roll angles with respect the reference sensor</p> 
<p><b>D</b> Ghiaino autonomia</p>		<p>From Tronco to Braccio Destro                      Roll angles with respect the reference sensor</p> 
<p><b>D</b> Ghiaino spinta</p>		<p>Sensor Nr: 440 - Posizione: Tronco                      Roll angles with respect the fixed coordinate system</p> 
<p><b>E</b> Ciottolato autonomia</p>		<p>From Tronco to Braccio Destro                      Roll angles with respect the reference sensor</p> 
<p><b>E</b> Ciottolato spinta</p>		<p>From Tronco to Braccio Destro                      Roll angles with respect the reference sensor</p> 



## Grafico dell'angolo relativo di gomito suddiviso per le varie tipologie di superficie

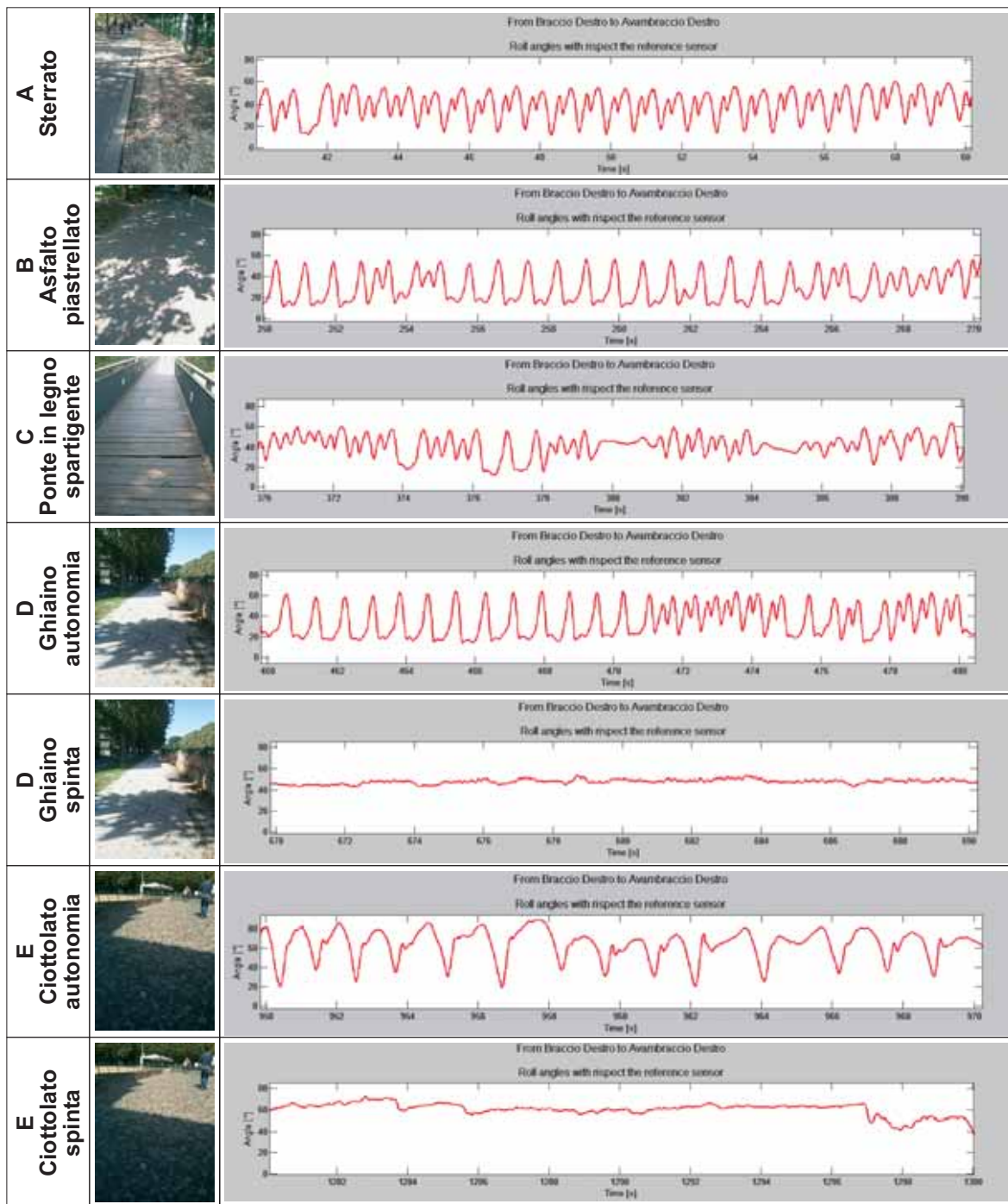

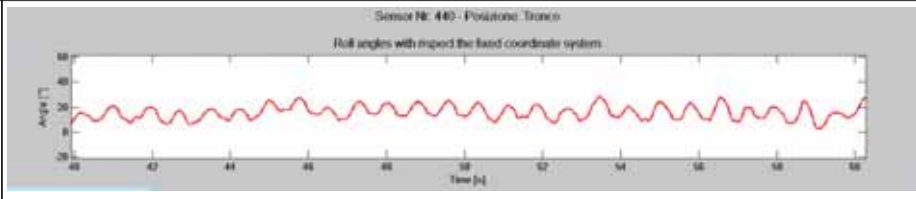

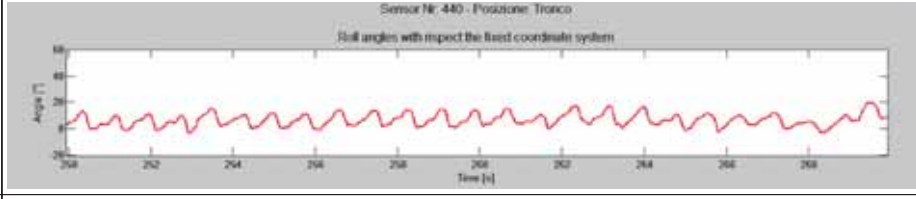

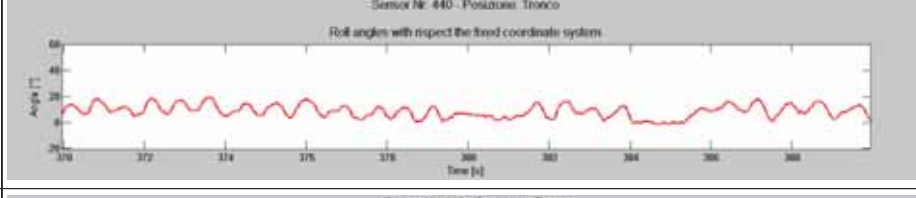

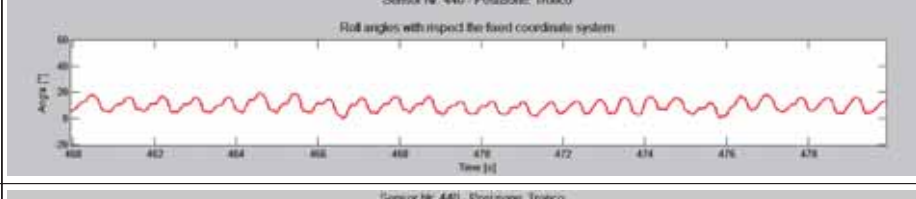

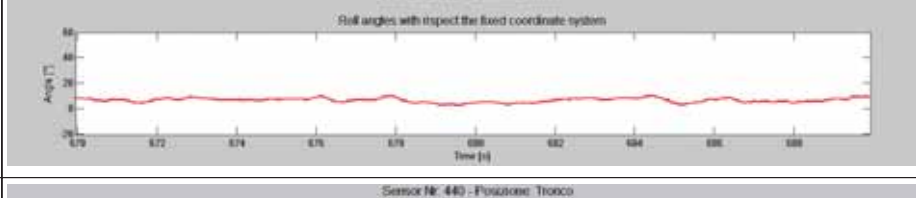

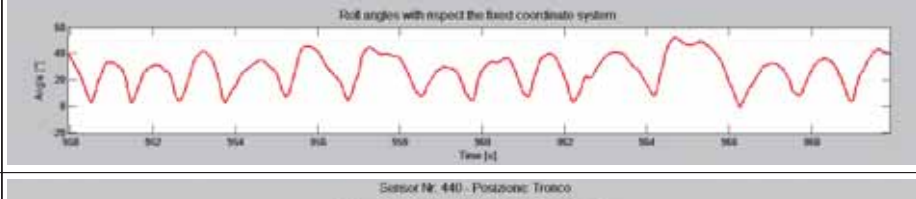

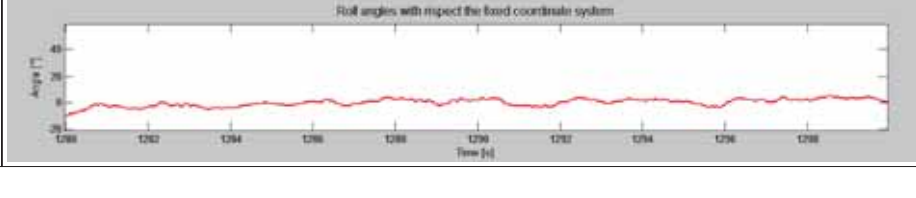


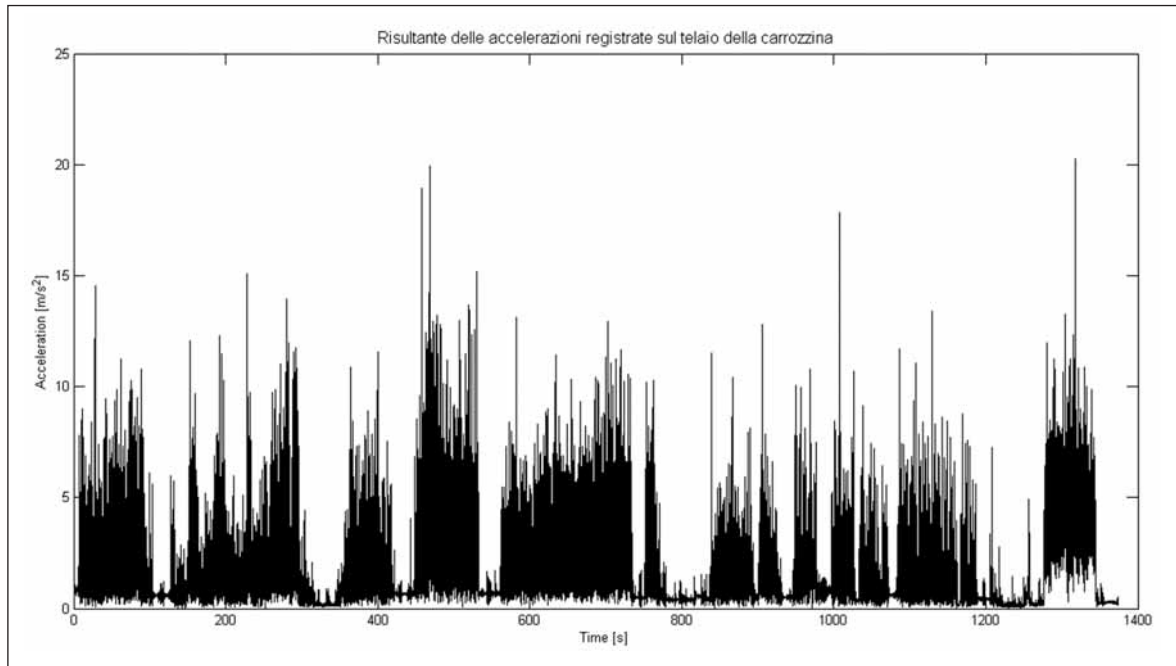
Grafico dell'angolo relativo di tronco suddiviso per le varie tipologie di superficie

<p><b>A</b> Sterrato</p>		
<p><b>B</b> Asfalto piastrellato</p>		
<p><b>C</b> Ponte in legno spartigente</p>		
<p><b>D</b> Ghiaino autonomia</p>		
<p><b>D</b> Ghiaino spinta</p>		
<p><b>E</b> Ciottolato autonomia</p>		
<p><b>E</b> Ciottolato spinta</p>		



## Grafico relativo alla risultante delle accelerazioni della carrozzina sulle diverse tipologie di superficie

Sensor Nr. 442 - Posizione: Carrozzina

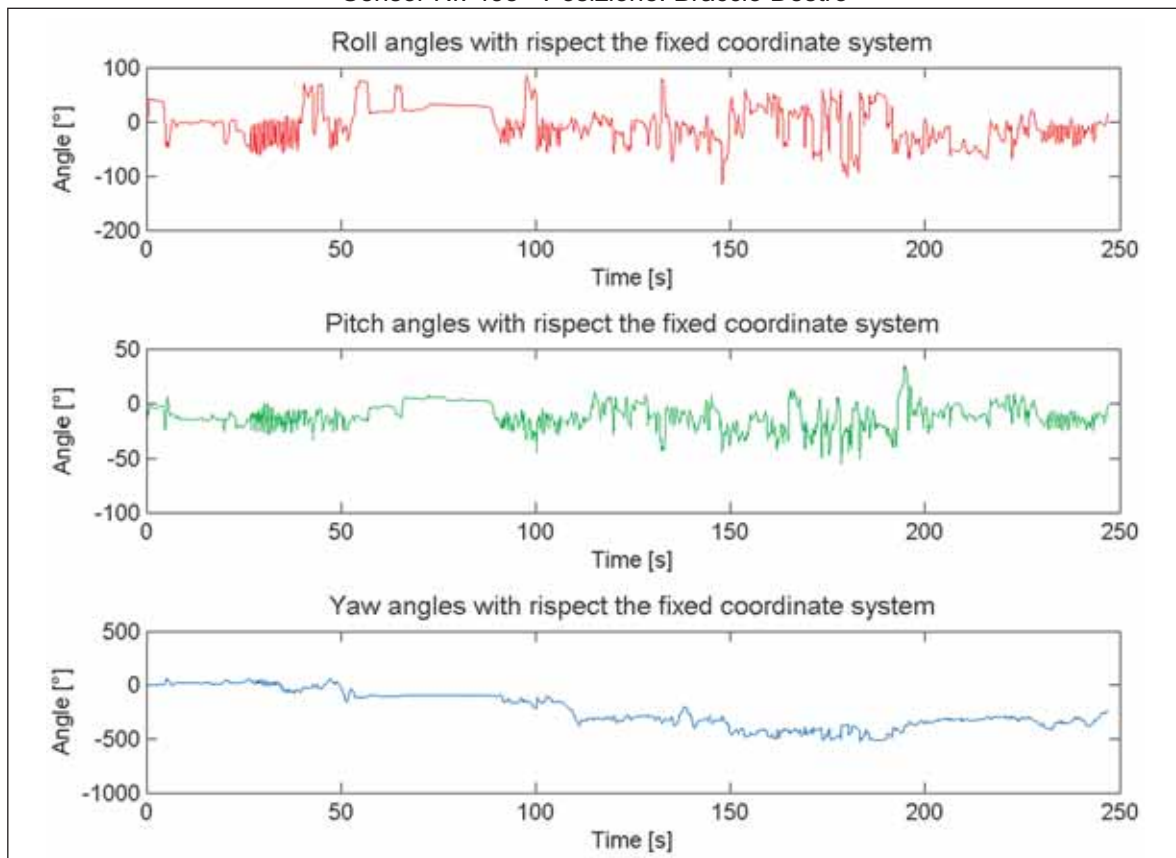


**Grafico 2. RMS della risultante delle accelerazioni**

26

## Grafico relativo all'angolo del braccio destro durante la movimentazione in bagno

Sensor Nr. 438 - Posizione: Braccio Destro

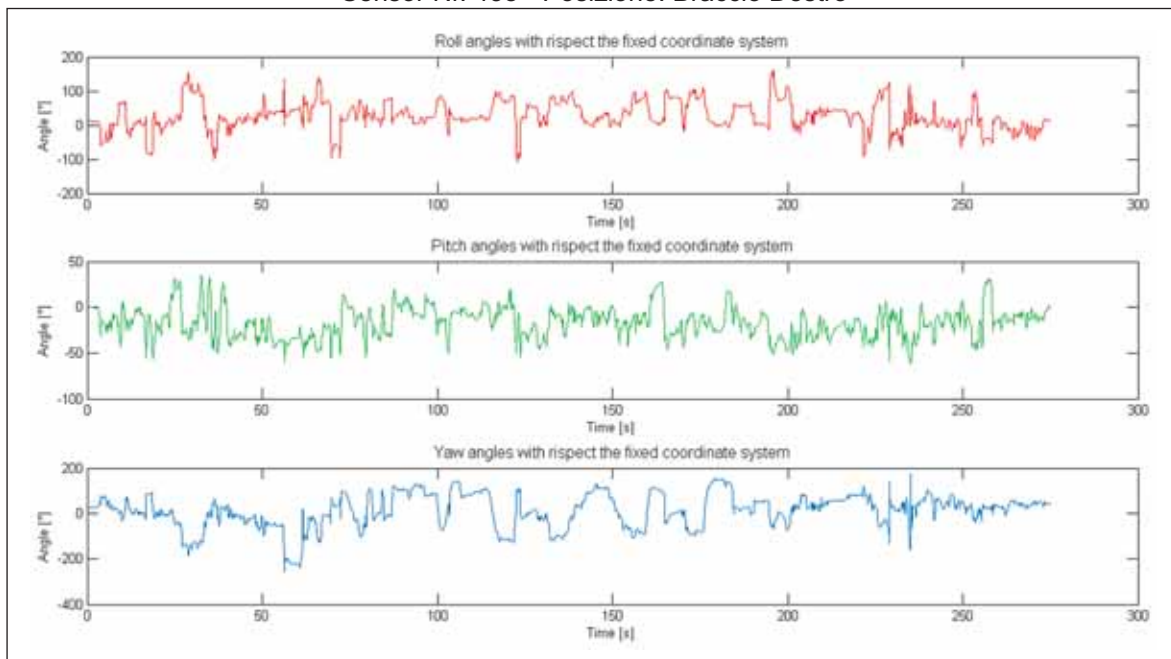


**Grafico 3. Movimenti del braccio destro durante la prova di utilizzo del bagno**



### Grafico relativo al braccio destro durante la prova dell'automobile

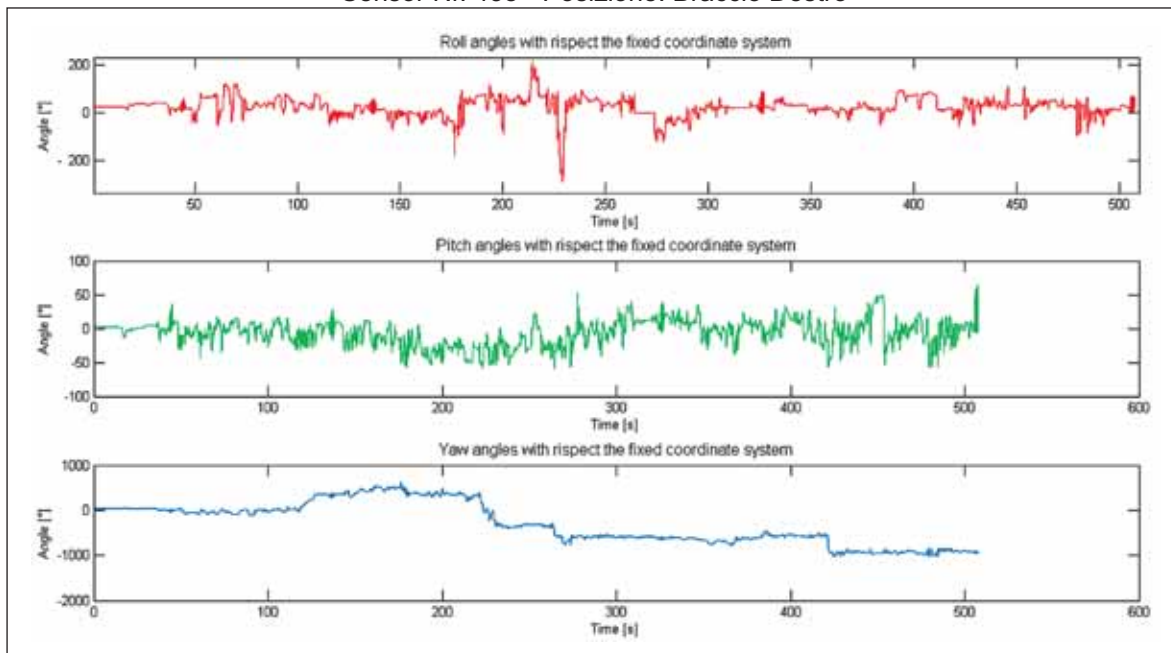
Sensor Nr. 438 - Posizione: Braccio Destro



**Grafico 4. Movimenti del braccio destro durante la prova di salita/discesa dall'automobile**

### Grafico relativo al braccio destro durante la prova presso un'azienda commerciale<sup>6</sup>

Sensor Nr. 438 - Posizione: Braccio Destro



**Grafico 5. Movimenti del braccio destro durante la prova presso un'azienda commerciale<sup>6</sup>**

#### **METODO ANALISI DATI**

Per l'analisi dei dati, si sono considerati tre angoli essenziali: l'angolo formato tra la verticale e il tronco ( $\Theta_T$ ), l'angolo di flessione ed estensione della spalla ( $\Phi_S$ ) ed infine l'angolo di flessione ed estensione del

<sup>6</sup> Mercatone UNO



gomito ( $\Phi_e$ ). Tutti gli angoli sono da considerarsi positivi come mostrati nelle immagini sotto riportate.



**Figura 40. Angolo assoluto tronco**



**Figura 41. Angolo relativo tronco/braccio**



**Figura 42. Angolo relativo Braccio/avambraccio**

Le prove prese in esame per l'analisi sono:

- prova outdoor presso il DII

tutte le varie tipologie di superfici:

- A. sterrato
  - B. asfaltato/piastrellato
  - C. ponte di legno/spartigente
  - D. ghiaio in autonomia
  - E. ghiaio accompagnato
  - F. ciottolato in autonomia
  - G. ciottolato spinto
- salita e discesa dall'automobile;  
posizionamento sul wc e ritorno in carrozzina;  
utilizzo del frigorifero  
utilizzo del divano  
utilizzo del letto

28

- prova outdoor presso il DII
- prova indoor presso il DII
- prova indoor presso l'azienda commerciale<sup>7</sup>

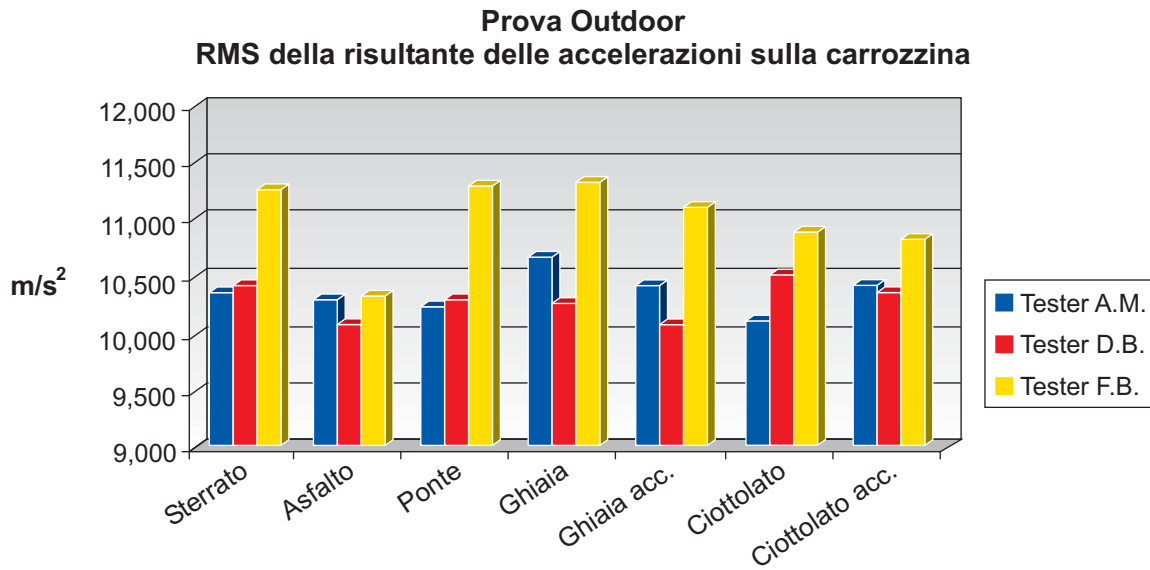
L'analisi dei dati raccolti si è sviluppata nel seguente modo:

- o Per la prova outdoor si sono considerati venti secondi di percorrenza relativi a ogni tipologia di superficie e per ogni tester. Questa finestra temporale è stata scelta per standardizzare il tempo di percorrenza. Su questi intervalli si è calcolato il range<sup>8</sup> dell'angolo di tronco, del relativo di spalla e del relativo di gomito. Per quanto concerne l'accelerazione, si è calcolato la RMS della risultante delle accelerazioni dei tre assi.
- o Per la prova di utilizzo del bagno e dell'automobile, si sono inizialmente sincronizzati i grafici delle prove con i video delle stesse con il software Diadem, onde identificare gli istanti precisi che interessavano l'analisi dei dati. Questi istanti si identificano rispettivamente nel passaggio carrozzina/wc e carrozzina/automobile. Successivamente di queste prove si è calcolato il valore massimo e minimo dell'angolo di tronco, del relativo di spalla e del relativo di gomito.
- o Per la prova indoor negli spazi messi a disposizione dall'azienda commerciale<sup>7</sup> si è inizialmente eseguita la procedura, descritta precedentemente, di sincronizzazione dei grafici delle prove con i video delle stesse. Dalla sincronizzazione si sono identificati gli istanti in cui il tester utilizzava il frigorifero, si disponeva sul divano e sul letto. Su queste sequenze si è svolta la stessa analisi precedentemente descritta.

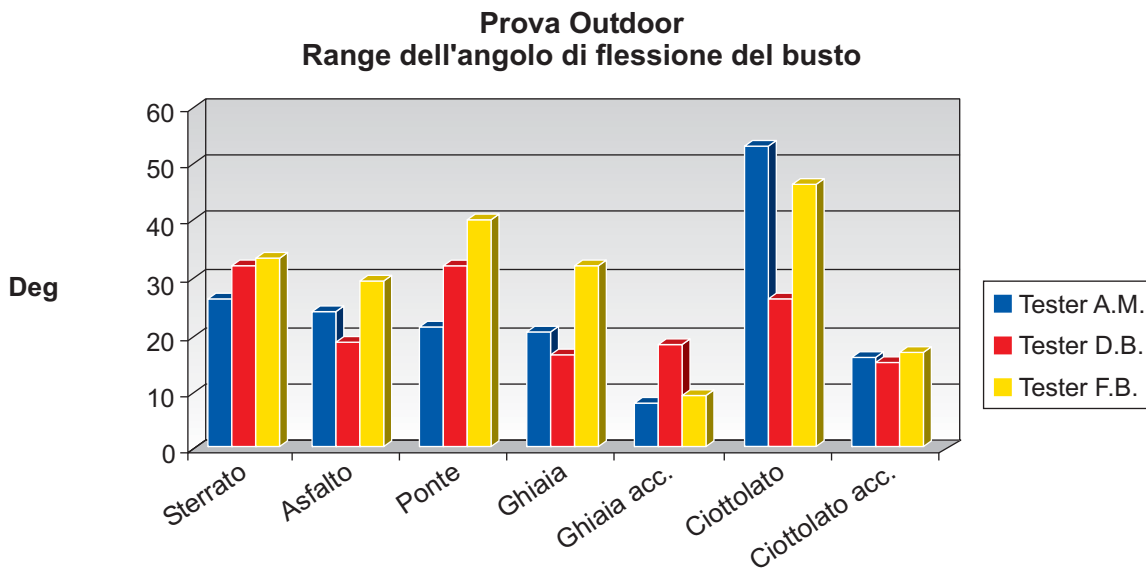
<sup>7</sup> Mercatone Uno

<sup>8</sup> Max = valore massimo; min = valore minimo → range=Max-min

Si riportano i risultati dell'analisi della prova outdoor:



**Grafico 6. RMS della risultante delle accelerazioni sulla carrozzina**



**Grafico 7. Range dell'angolo di flessione del busto durante la prova outdoor**



### Prova Outdoor Range dell'angolo di flessione di spalla

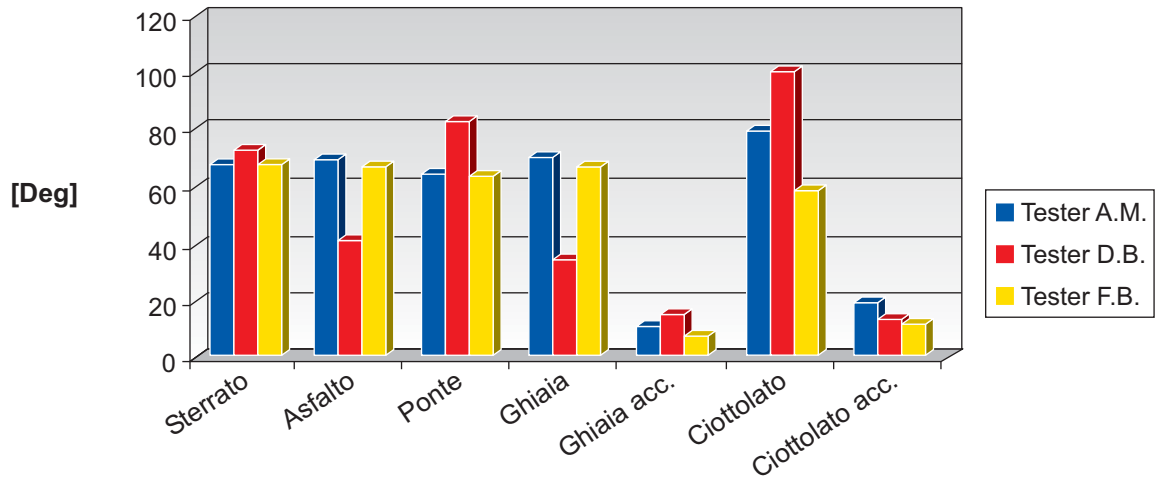


Grafico 8. Range dell'angolo di flessione di spalla nella prova outdoor

### Prova Outdoor Range dell'angolo di flessione del gomito

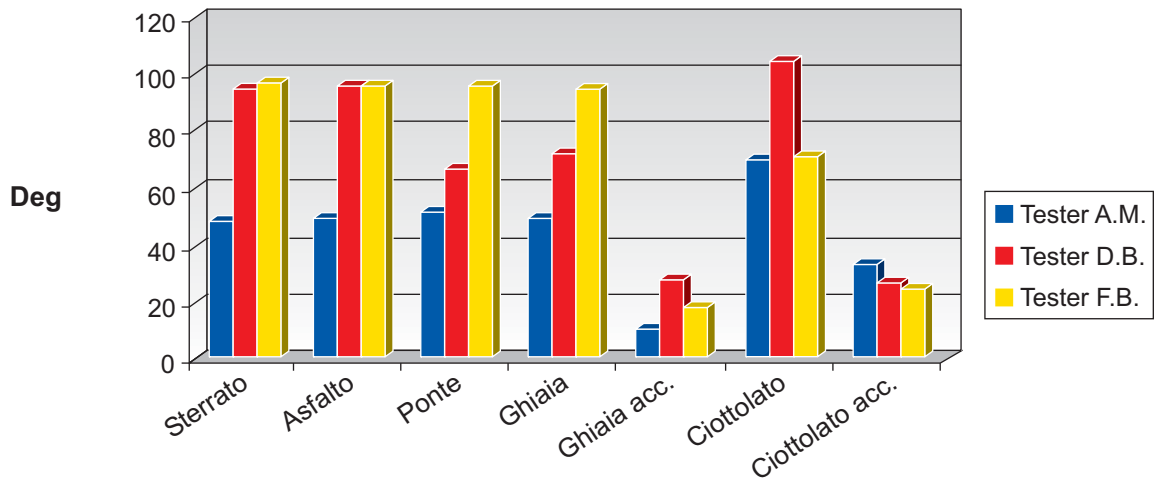


Grafico 9. Range dell'angolo di flessione del gomito nella prova outdoor



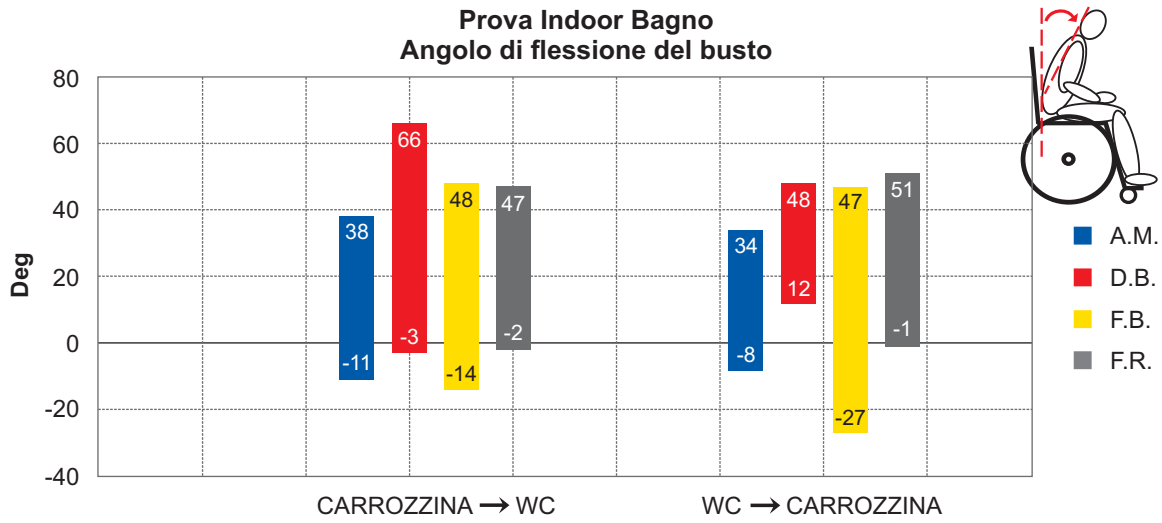
Si riportano due tabelle relative agli istanti considerati nell'analisi dell'utilizzo del bagno. Le tabelle sono due perché durante la prova i tester hanno utilizzato due tecniche differenti di posizionamento sul wc.

TECNICA BAGNO 1		CARROZZINA → WC		WC → CARROZZINA	
$\Theta_T$		0 1			
	0 2				
	P 1				
$\Phi_S$		0 1			
	0 2				
	P 1				
$\Phi_E$		0 1			
	0 2				
	P 1				

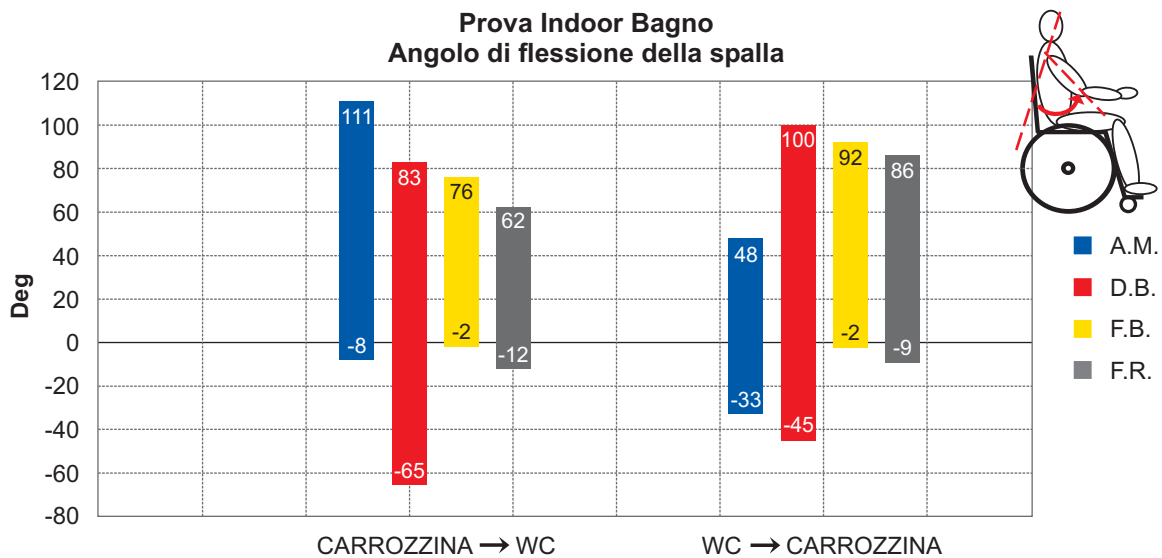


TECNICA BAGNO 2		CARROZZINA → WC	WC → CARROZZINA
$\Theta_T$		P 2 	
$\Phi_S$		P 2 	
$\Phi_E$		P 2 	

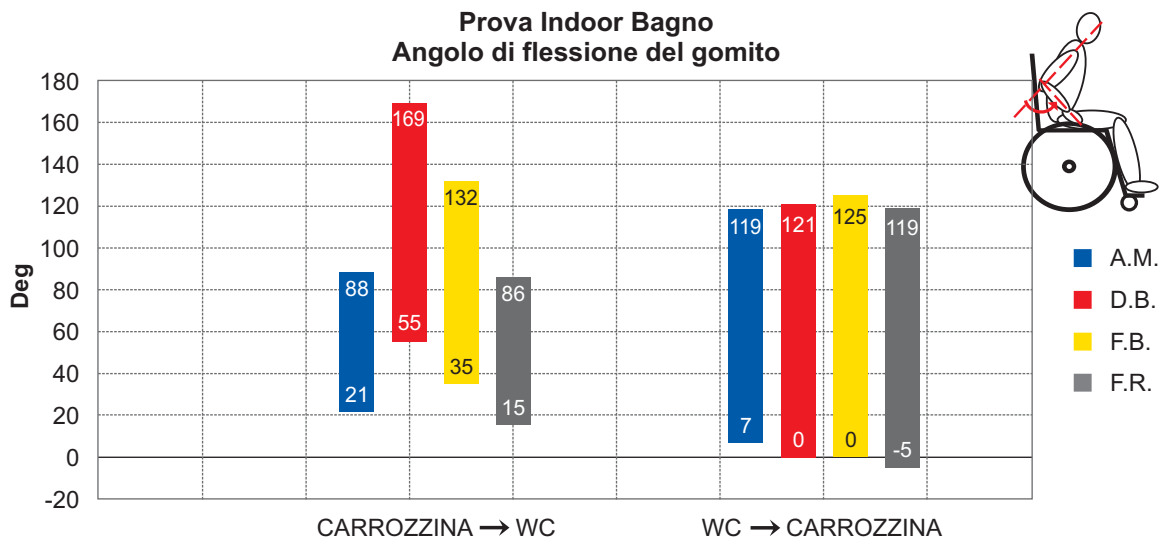
Si riportano i risultati dell'analisi della prova di utilizzo del bagno:



**Grafico 10. Angolo di flessione del busto nella prova di utilizzo del bagno**







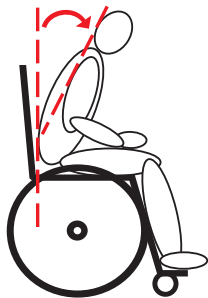
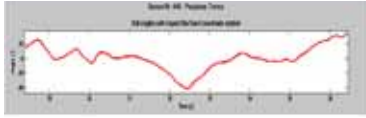
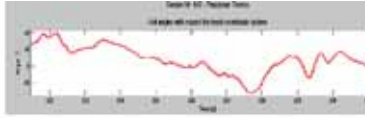
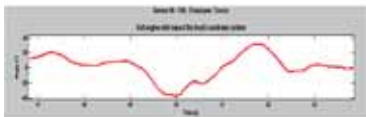
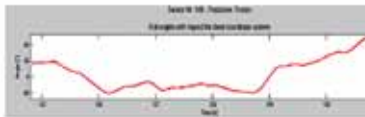
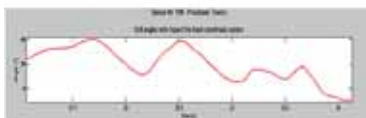
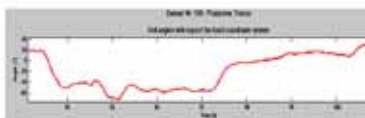
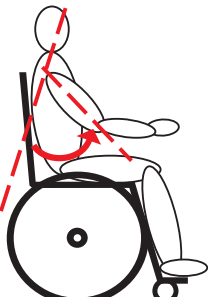
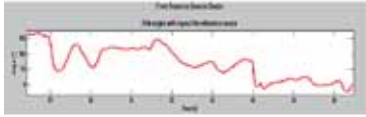
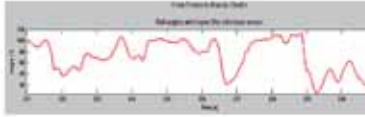
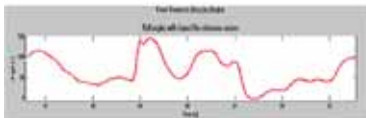
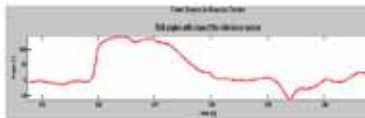
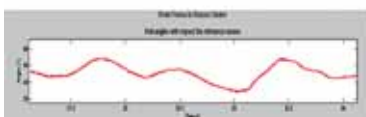
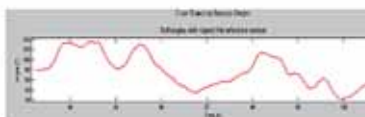
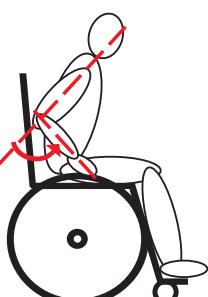
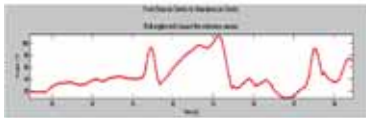
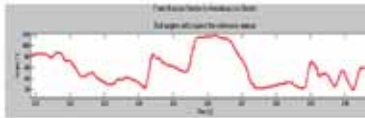
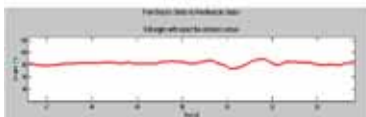
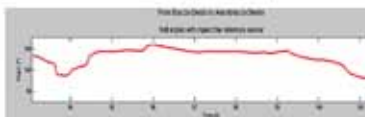

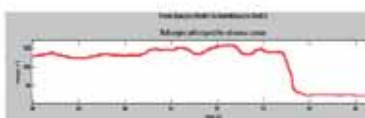
**Grafico 11. Angolo di flessione della spalla nella prova di utilizzo del bagno**



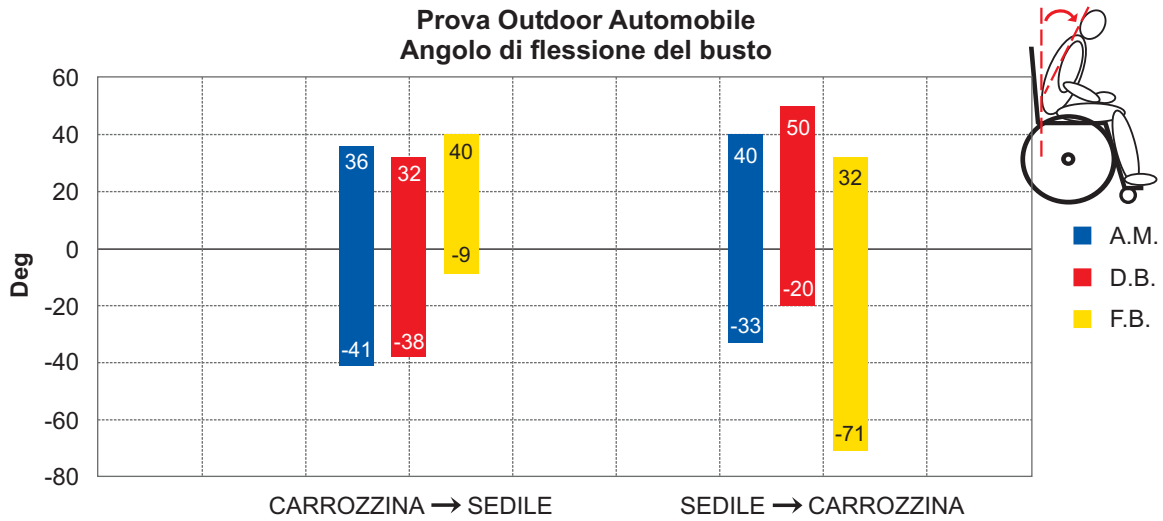
**Grafico 12. Angolo di flessione del gomito nella prova di utilizzo del bagno**



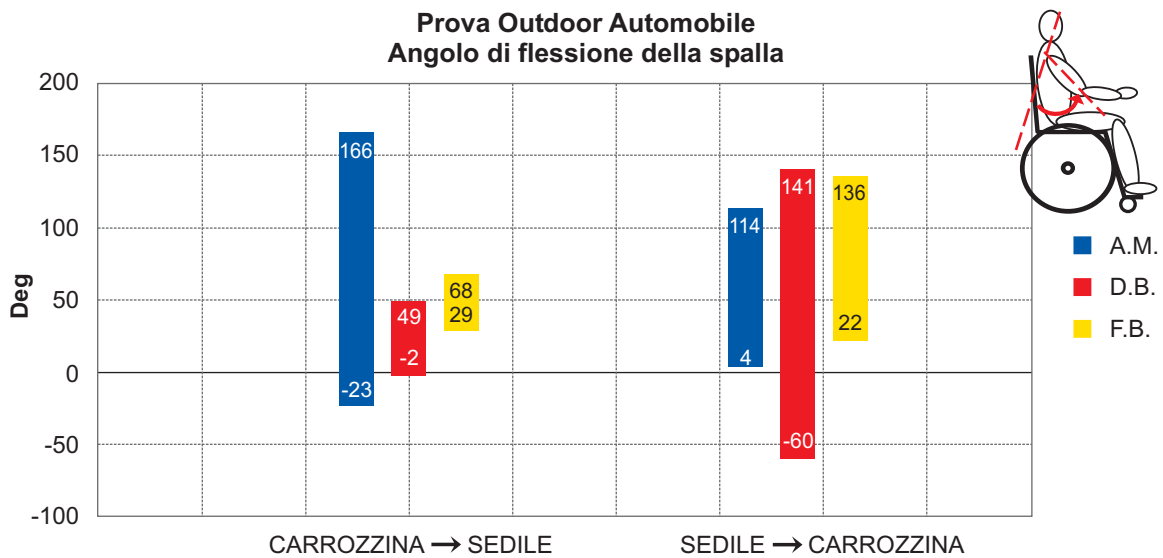
Si riporta la tabella relativa agli istanti considerati nell'analisi dell'utilizzo dell'automobile:

UTILIZZO AUTOMOBILE		SALITA		DISCESA	
					
$\Theta_T$		01			
		02	Prova non eseguita		
		P1			
		P2			
$\Phi_S$		01			
		02	Prova non eseguita		
		P1			
		P2			
$\Phi_E$		01			
		02	Prova non eseguita		
		P1			
		P2			

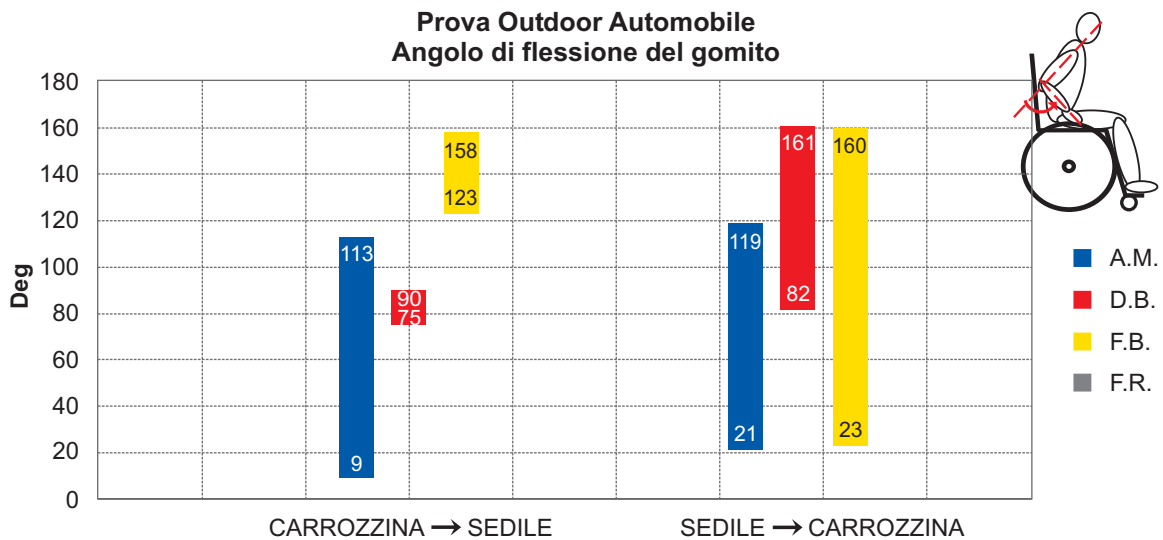
Si riportano i risultati dell'analisi della prova di utilizzo dell'automobile:



**Grafico 13. Angolo di flessione del busto nella prova di salita/discesa dall'automobile**



**Grafico 14. Angolo di flessione della spalla nella prova di salita/discesa dall'automobile**



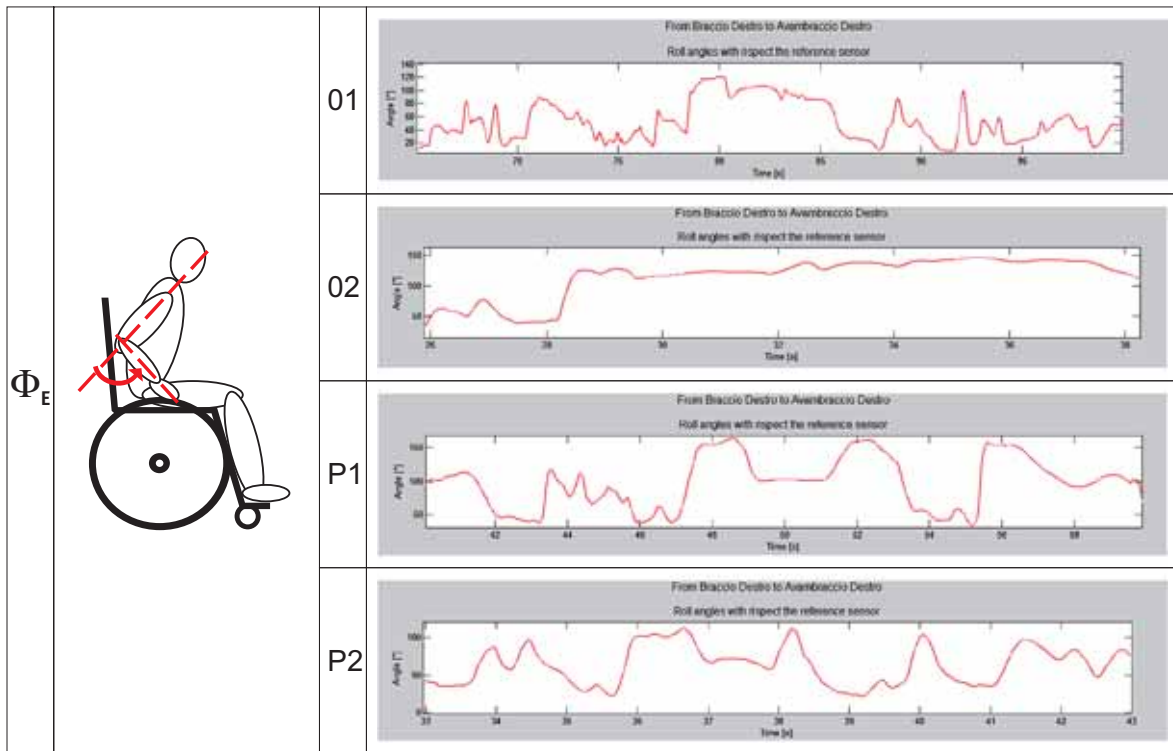
**Grafico 15. Angolo di flessione del gomito nella prova di salita/discesa dall'automobile**





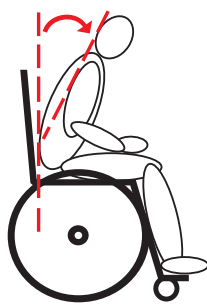
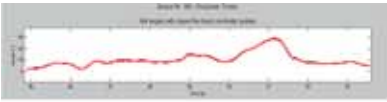
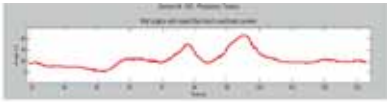
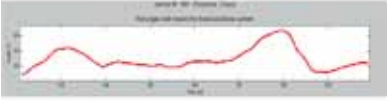
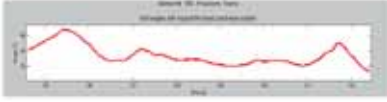


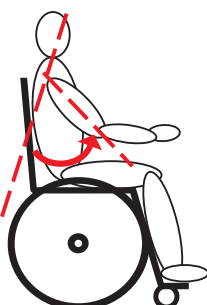
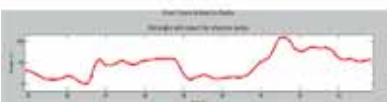
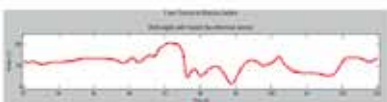
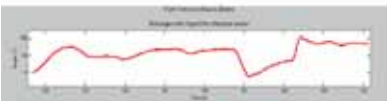
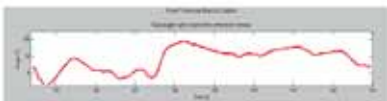
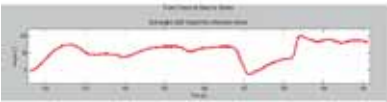
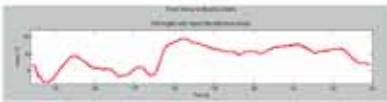
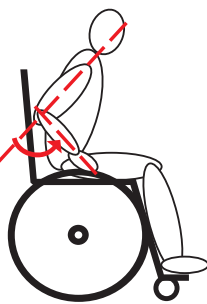

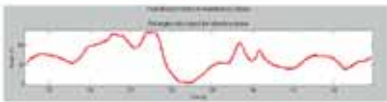
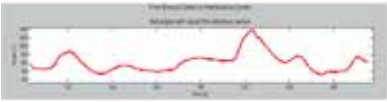
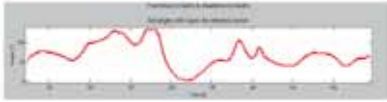
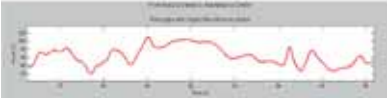
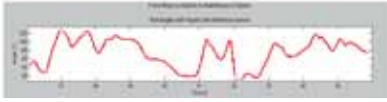
Si riportano le tabelle relative agli istanti considerati nell'analisi della prova indoor:

		UTILIZZO FRIGORIFERO	
$\Theta_T$		01	
		02	
		P1	
		P2	
$\Phi_S$		01	
		02	
		P1	
		P2	



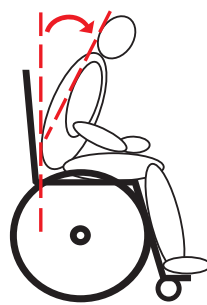
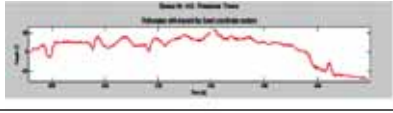
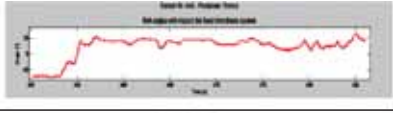
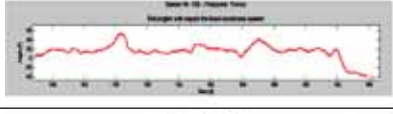
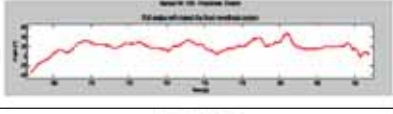
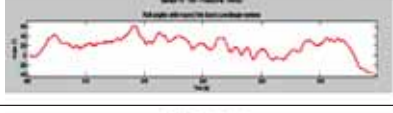
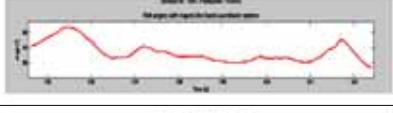
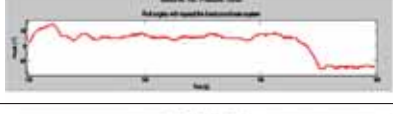
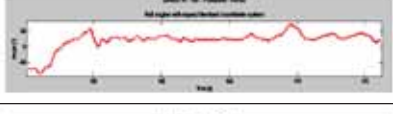
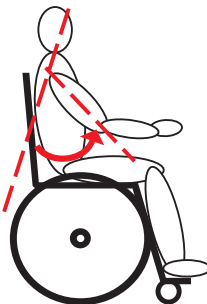
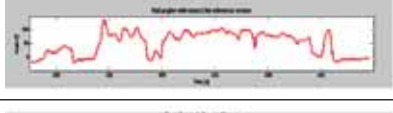
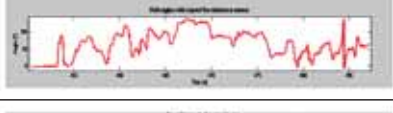
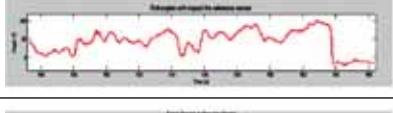
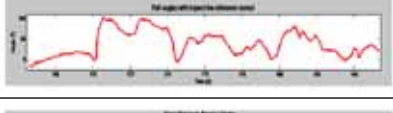
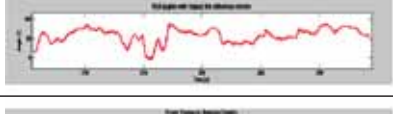
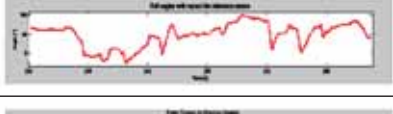
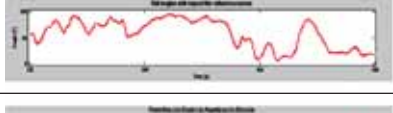
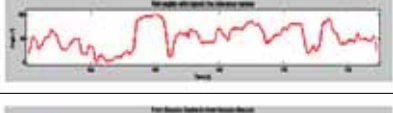
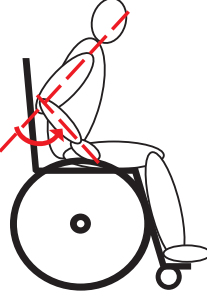
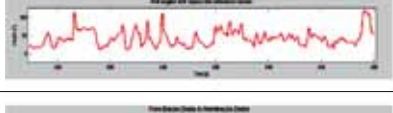
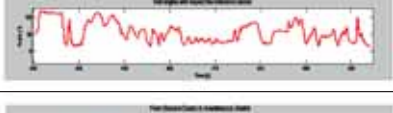
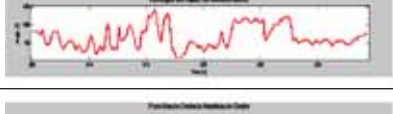
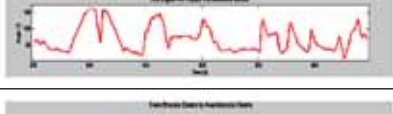

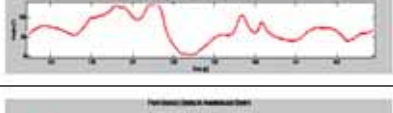
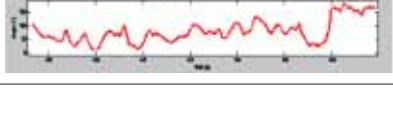
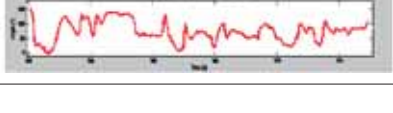






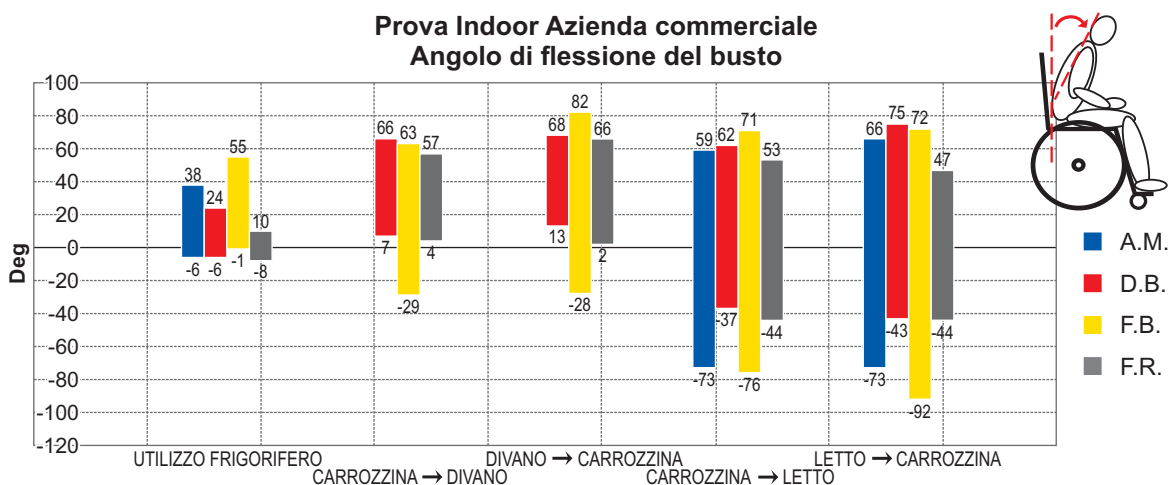
UTILIZZO DIVANO		SALITA		DISCESA	
					
$\Theta_T$ 	01	Prova non eseguita		Prova non eseguita	
	02				
	P1				
	P2				
$\Phi_S$ 	01	Prova non eseguita		Prova non eseguita	
	02				
	P1				
	P2				
$\Phi_E$ 	01	Prova non eseguita		Prova non eseguita	
	02				
	P1				
	P2				



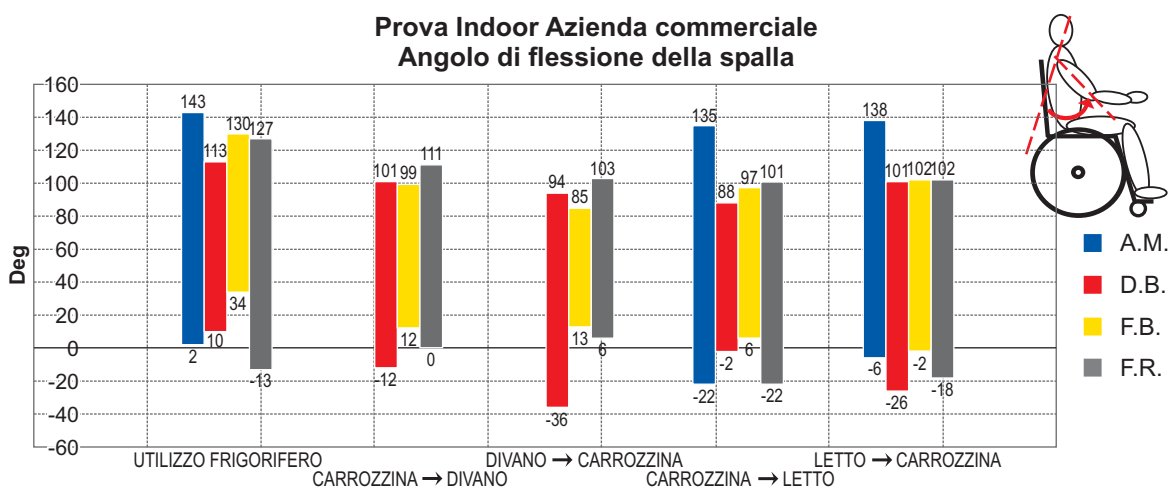
UTILIZZO LETTO		SALITA		DISCESA	
					
$\Theta_T$		01			
		02			
		P1			
		P2			
$\Phi_S$		01			
		02			
		P1			
		P2			
$\Phi_E$		01			
		02			
		P1			
		P2			



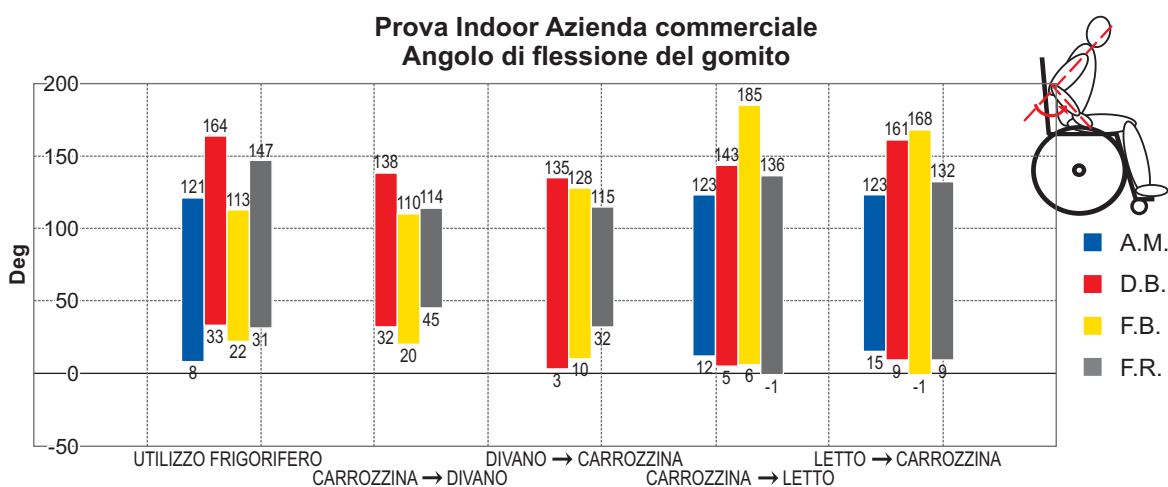
Si riportano i risultati dell'analisi della prova indoor:



**Grafico 16. Angolo di flessione del busto nella prova indoor negli spazi dell'azienda commerciale<sup>9</sup>**



**Grafico 17. Angolo di flessione della spalla nella prova indoor negli spazi dell'azienda commerciale<sup>9</sup>**



**Grafico 18. Angolo di flessione del gomito nella prova indoor negli spazi dell'azienda commerciale<sup>9</sup>**

## DISCUSSIONE RISULTATI

### PROVE

La metodologia adottata è risultata logisticamente impegnativa, essendosi svolte le prove in due diversi ambienti a poco più di cinque chilometri di distanza l'uno dall'altro:

- 1) il Laboratorio di Ingegneria dello Sport e della Riabilitazione, Dipartimento di Ingegneria Industriale, Università di Padova.
- 2) gli spazi messi a disposizione dall'azienda commerciale di Noventa Padovana<sup>9</sup>.

Il cambiamento dell'ambiente di prova ha imposto una doppia sensorizzazione del soggetto ed una preventiva ed attenta valutazione delle tempistiche, soprattutto a causa della limitata autonomia dei sensori wireless. Tuttavia le prove sono risultate tecnicamente sostenibili sia sotto l'aspetto temporale sia per quanto concerne la strumentazione utilizzata.

La metodologia adottata e le attività richieste, sia per quanto riguarda le prove outdoor sia indoor, sono state positivamente accettate e considerate azioni rispecchianti la quotidianità dalla totalità dei soggetti coinvolti.

Durante l'esecuzione delle prove i tester hanno proposto possibili miglioramenti della metodologia in base alla loro esperienza, sottolineando inoltre eventuali migliorie tecniche da apportare agli spazi e/o oggetti con cui era richiesta una interazione. Ad esempio, durante le prove in cui era richiesto al tester la simulazione dell'utilizzo del bagno, due terzi dei soggetti utilizzando la tecnica più "comune", hanno evidenziato una imprecisa collocazione delle maniglie che dovrebbero agevolare gli spostamenti.

Le strumentazioni utilizzate sono risultate affidabili e versatili nell'utilizzo sia per le prove indoor che outdoor. I sensori inerziali wireless venivano posizionati nei segmenti corporei attraverso appositi strappi, per rendere l'operazione di vestizione piuttosto rapida e comoda. Il sistema di comunicazione wireless e l'autoalimentazione da porta USB della station predisposta alla ricezione dati, consentono un'ottima portabilità del sistema ed evitano eventuali ingombri e discomfort derivanti dall'utilizzo di sistemi di comunicazione basati su cavo.

I risultati oggettivi ottenuti richiedono una lunga e laboriosa procedura di rianalisi, tuttora in corso, a causa dell'elevata mole di dati raccolti e dalla complessità delle attività effettuate. I grafici ottenuti dalla rianalisi dei dati sono risultati difficilmente interpretabili senza una procedura di sincronizzazione con i dati video registrati, che ha inoltre consentito di focalizzare l'analisi su specifiche attività svolte all'interno della prova completa (es. utilizzo frigorifero, salita e discesa auto etc.). Le analisi preliminari effettuate consentono di evidenziare differenze nelle tecniche di esecuzione dei diversi gesti, soprattutto per quanto riguarda le prove di simulazione di utilizzo del bagno e di salita/discesa dall'automobile, in cui i soggetti utilizzano approcci e tecniche da loro stessi sviluppati con l'esperienza.

Le interazioni presenti nel sistema soggetto utilizzatore - carrozzina - ambiente rendono l'operazione di valutazione di singole variabili (eliminando o mantenendo costanti altri parametri) piuttosto complessa. Il coinvolgimento di soggetti diversi, utilizzatori di ausili differenti, non consente in prima analisi di distinguere tra valutazioni specifiche dell'ausilio e valutazioni caratteristiche dell'utilizzatore, nonostante il fattore ambientale sia rimasto invariato per tutti i soggetti coinvolti.

Infine, la metodologia di valutazione oggettiva applicata in questo studio (e/o con eventuali integrazioni), applicata ad un solo tester che utilizzi un unico o diversi ausili appositamente progettati per consentire diverse regolazioni, può agevolare una ricerca della personalizzazione ottimale dell'ausilio.

### QUESTIONARIO

L'analisi dei risultati del questionario viene effettuata suddividendola in base alle valutazioni di efficacia, efficienza e soddisfazione con le loro sottocategorie.

- EFFICIENZA: questo parametro è stato valutato considerando la completezza, la correttezza e

<sup>10</sup> Mercatone UNO



l'autonomia di svolgimento dei compiti. La valutazione nel complesso è massima per il fatto che i compiti rappresentavano azioni quotidiane e quindi non difficoltose per i tester. A tal proposito si suggerisce di includere compiti più difficoltosi per diversificare i giudizi e di conseguenza la caratterizzazione dei dispositivi. Solo in un caso il compito di utilizzare il divano non è stato portato a termine per il motivo che il tester non aveva la forza fisica necessaria per posizionarsi dal divano alla carrozzina. Questo mette in luce un limite di applicazione del questionario con questa modalità di prove: per ottenere valutazioni confrontabili dovrebbe essere sempre lo stesso tester a compiere tali compiti, utilizzando diversi modelli di carrozzina su misura.

- **EFFICACIA:** questo parametro è stato valutato considerando la rapidità, la fatica e il comfort permessi dal dispositivo. Anche in questa fase della valutazione i giudizi erano disposti verso la soglia massima; questo perché i soggetti tester sono già abituati a queste azioni. Una fatica moderata è stata espressa sulla superficie di ciottolato dai tester che montavano ruote anteriori piccole, che si incastravano nelle fughe del ciottolato.
- **SODDISFAZIONE:** questo parametro è stato valutato considerando la soddisfazione e la sicurezza dati dal dispositivo nel portare a termine i compiti. I giudizi espressi verso la soglia massima anche per questa fase di valutazione misurano la qualità dei dispositivi utilizzati dai tester.

Le valutazioni soggettive sono risultate in quasi tutti i casi allineate verso le soglie massime. Le cause di questa omogeneità valutativa possono suggerire una revisione ed un possibile miglioramento del questionario posto ai soggetti, tuttavia le valutazioni si concentrano ai valori massimi evidenziando l'elevata qualità degli ausili e l'adattamento ottimale degli utenti.

### **SVILUPPI FUTURI**

**42**

I dati rilevati e il loro studio propongono la prospettiva di sviluppi futuri, sia per ottenere un affinamento della metodologia utilizzata, sia per ampliare lo studio in ulteriori ambiti.

La principale difficoltà, già esposta nella discussione dei risultati, è riuscire ad isolare singole (o gruppi specifici di) variabili da studiare, eliminando o tenendo costanti altri parametri d'influenza. Per consentire ciò, durante questo studio la variabile ambientale è rimasta costante per ogni soggetto, tuttavia sviluppi futuri riguardanti questo aspetto potrebbero essere:

- L'applicazione del metodo di prova qui presentato con l'impiego di un solo tester ed un certo numero di modelli di carrozzina di diversi produttori costruiti su misura sul soggetto. In questo modo la caratterizzazione risulterebbe indipendente da variabili di tipo soggettivo quali ad esempio la prestanza fisica e l'abilità del tester.
- La costruzione di un ausilio "muletto" dotato di tutte le regolazioni applicabili ad una carrozzina, per poter eseguire il metodo di prova con un solo soggetto e valutare i diversi parametri al variare dei settaggi applicati. Inoltre, con la costruzione di questa carrozzina regolabile, sarebbe possibile ottenere una personalizzazione della carrozzina basata anche su valutazioni oggettive e non unicamente sulle valutazioni soggettive fornite dal soggetto.

Un ulteriore sviluppo futuro del metodo di prova, potrebbe essere lo studio di attività in ambienti appositamente progettati ed organizzati per l'utilizzo da parte di persone disabili, quali ad esempio una cucina progettata e realizzata appositamente per soggetti disabili.

La versatilità della strumentazione utilizzata consentirebbe ulteriori integrazioni in altri ambiti di valutazione, in condizioni di utilizzo quotidiane o in specifiche condizioni, che possano consentire di valutare ulteriori parametri per caratterizzare l'usabilità dell'ausilio testato.

## BIBLIOGRAFIA

NEWSAM CJ et al. *Three dimensional upper extremity motion during manual wheelchair propulsion in men with different levels of spinal cord injury*. Gait & Posture, 1999.

RAO SS et al. *Three-dimensional kinematics of wheelchair propulsion*. IEEE Transactions on Rehabilitation Engineering, 1996.

RODGERS MM et al. *Biomechanics of wheelchair propulsion during fatigue*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 1994.

SANDERSON DJ et al. *Kinematic features of wheelchair propulsion*. Journal of biomechanics, 1985.

VEEGER HEJ et al. *Wheelchair propulsion technique at different speeds*. Scandinavian Journal of Rehabilitation Medicine, 1989.

Lepoutre François Xavier. *Le fauteuil roulant manuel: choix e réglages*

SHIMADA SD. et al. *Kinematic characterization of wheelchair propulsion*. Journal of Rehabilitation Research & Development, 1998.

BININGER ML et al. *Propulsion patterns and pushrim biomechanics in manual wheelchair propulsion*. Archives of Physical Medicine and Rehabilitation, 2002.





## Dialogo per il miglioramento di servizio e prodotto

### *Il progetto sperimentale Dialogo nel medicale*

L'integrazione tra le attività di due progetti di innovazione, dall'ottobre 2012 ha reso possibile l'attivazione sperimentale di un dialogo on line tra produttori e utilizzatori.

Concorrono infatti allo sviluppo di Dialogo nel medicale:

- *Osservatorio Biomedicale Veneto 2012*, progetto della Camera di Commercio di Padova;
- *MED, Valutazione dell'appropriatezza nel medicale*, progetto della CNA di Padova con il contributo della Camera di Commercio di Padova.

Il dialogo interessa sperimentalmente diversi prodotti e dispositivi delle imprese che partecipano al progetto.

*Dialogo nel medicale* offre la possibilità - in particolare agli utilizzatori finali e professionali dei dispositivi e prodotti proposti - di partecipare a un dialogo con i progettisti e fabbricanti, guidato da una terza parte (OBV), con la supervisione di un Comitato Tecnico Scientifico.

Il progetto prevede la raccolta e lo studio delle valutazioni dei partecipanti su funzionalità e criticità dei prodotti, che avverranno previa registrazione e su griglie predefinite, in particolare su:

- aspetti tecnici, di usabilità e funzionalità dei prodotti, nei diversi contesti di utilizzo
- soddisfazione complessiva
- aspetti di possibile miglioramento
- esigenze ancora non soddisfatte.

Inoltre, per una miglior valutazione sui prodotti d'interesse, Dialogo nel medicale rende disponibile sul sito una opportuna documentazione tecnica di riferimento.

I partecipanti potranno attribuire punteggi su diversi temi e, se del caso, specificare criticità e proposte. Saranno rilevate le idee migliorative e verranno attivati "Gruppi di lavoro" per ogni prodotto considerato. I risultati e la loro analisi verranno quindi presentati e discussi in incontri di merito aperti a tutti gli interessati.

Infine, attraverso i dati di web analytics monitorati, sarà possibile avere anche indicazioni sull'utilizzo e sul gradimento del sito da parte degli utenti.





## Dialogo per il miglioramento

A *Dialogo nel medicale* sono invitati a partecipare in primo luogo gli utilizzatori dei prodotti, che possono esprimersi su:

- aspetti tecnici, di usabilità e funzionalità dei prodotti, nei diversi contesti di utilizzo
- soddisfazione complessiva
- aspetti di possibile miglioramento
- esigenze ancora non soddisfatte.

## Dialogo tra produttori e utilizzatori

*Dialogo nel medicale* offre la possibilità di partecipare a un dialogo, guidato da un Comitato Tecnico Scientifico.

Saranno raccolte e studiate le valutazioni dei partecipanti su funzionalità e criticità dei prodotti.

Previa registrazione e su griglie predefinite, i partecipanti potranno attribuire punteggi su diversi temi e specificare criticità e proposte. Saranno rilevate le idee migliorative e verranno attivati "Gruppi di lavoro" per ogni prodotto considerato.



## Come puoi partecipare

La partecipazione è aperta a tutti gli interessati. I risultati del dialogo saranno presentati e discussi in occasione di incontri aperti. Per partecipare devi registrarti nel sito di *Dialogo nel medicale*. Avrai accesso alle griglie per esprimere la tua valutazione sui prodotti d'interesse. Avrai a disposizione una documentazione tecnica di riferimento. Le diverse valutazioni e proposte verranno raccolte ed analizzate, per trarne utili indicazioni. I risultati verranno quindi presentati e discussi in incontri di merito, cui sarai invitato.

## fac-simile griglia valutazione

VALUTA IL GRADO DI SODDISFAZIONE DELLA QUALITÀ E DEL SERVIZIO  
Dai un valore da 1=minimo a 5=massimo

QUALITÀ COSTRUTTIVA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	NV
	1	2	3	4	5	
QUALITÀ DELLE FINITURE	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	NV
	1	2	3	4	5	
QUALITÀ E DEI MATERIALI	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	NV
	1	2	3	4	5	
INFORMAZIONE E FORMAZIONE DELL'UTILIZZATORE ALL'USO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	NV
	1	2	3	4	5	
TEMPI DI ATTESA DEL DISPOSITIVO	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	NV
	1	2	3	4	5	
ASSISTENZA/SERVIZI POST VENDITA	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	NV
	1	2	3	4	5	

Segnala criticità o proposte migliorative sulla qualità e il servizio

---



Finito di stampare nel mese di dicembre 2012 a cura di Il Prato





Via Croce Rossa, 56 - 35129 Padova  
Tel. 049.8062236 fax 049.8062200  
e-mail: [innovazione@pd.cna.it](mailto:innovazione@pd.cna.it)