

**ALMA MATER STUDIORUM**

**UNIVERSITA' DI BOLOGNA**

**Dottorato di Ricerca in  
Discipline delle attività Motorie e Sportive**

**XIX ciclo**

**Sede amministrativa: Università di Bologna**

**Coordinatore: Prof. Salvatore Squatrito**

**PROGETTAZIONE E CONTROLLO DI UN PROTOCOLLO DI  
ESERCIZIO FISICO FINALIZZATO AL MIGLIORAMENTO  
DELLA FITNESS IN SOGGETTI DI ETA' COMPRESA  
TRA I 65-75 ANNI**

**Tesi di Dottorato**

**Settore Scientifico Disciplinare: M\_EDF/01 Metodi e Didattiche delle Attività Motorie**

**Presentata da:  
Dott. Carlo Ravaioli**

**Relatore:  
Prof. Claudio Tentoni**

**Anno dell'esame finale: 2007**

**.....le teorie sono reti: solo chi le butta pesca.**

**Novalis**

# INDICE

<b>1. INTRODUZIONE .....</b>	<b>5</b>
<b>2. FATTIBILITA' E VANTAGGI CARDIOVASCOLARI DI UNA STRATEGIA DI INCREMENTO DELL'ATTIVITA' FISICA NELLA POPOLAZIONE ANZIANA: LO STUDIO PIANORO .....</b>	<b>9</b>
2.1 Introduzione al Protocollo "Studio Pianoro" .....	9
2.2 Presupposti.....	9
2.3 Parte A: Protocollo dello studio di popolazione: incentivi all'incremento generalizzato dell'attività fisica .....	10
2.3.1 <i>Obiettivi dello studio</i> .....	10
2.3.2 <i>Schema operativo</i> .....	11
2.3.3 <i>Parametri valutati mediante questionario in entrambe le popolazioni</i> .....	11
2.3.4 <i>Criteri di inclusione nello studio (Pianoro; Zola Predosa e Sasso Marconi)</i> .....	11
2.3.5 <i>Criteri di esclusione dall'incentivazione all'attività fisica (Pianoro)</i> .....	12
2.3.6 <i>Incentivazione e monitoraggio dell'attività fisica nella popolazione di Pianoro</i> .....	12
2.3.7 <i>Follow-up a 3 e 5 anni in entrambe le popolazioni</i> .....	13
2.4 Parte B: Protocollo dello studio randomizzato: esercizio individualizzato controllato .....	14
2.4.1 <i>Obiettivi dello studio</i> .....	14
2.4.2 <i>Schema operativo</i> .....	14
2.4.3 <i>Criteri di inclusione</i> .....	15
2.4.4 <i>Criteri di esclusione</i> .....	15
2.4.5 <i>Svolgimento dell'attività di esercizio fisico individualizzato e controllato</i> .....	15
<b>3. PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DEL "PROTOCOLLO DI ESERCIZIO FISICO FINALIZZATO AL MIGLIORAMENTO DELLA FITNESS IN SOGGETTI DI ETA' COMPRESA TRA I 65-75 ANNI" .....</b>	<b>17</b>
3.1 Introduzione.....	17

3.2	Obiettivi .....	17
3.3	Analisi delle variabili .....	18
3.3.1	<i>Valutazione dello stato di salute</i> .....	19
3.3.2	<i>Valutazione delle caratteristiche del gruppo</i> .....	19
3.3.3	<i>Valutazione dell'ambiente di lavoro e delle attrezzature</i> .....	20
3.4	Predisposizione del Protocollo di Prescrizione d'esercizio fisico.....	21
3.4.1	<i>Riferimenti bibliografici</i> .....	21
3.4.2	<i>La durata e la frequenza dell'esercizio fisico</i> .....	23
3.4.3	<i>La qualità dell'esercizio fisico</i> .....	23
3.4.4	<i>L'intensità dell'esercizio fisico</i> .....	24
3.5	Materiali e metodi.....	27
3.5.1	<i>La stationary bike "Tech 401" della Air Machine</i> .....	27
3.5.2	<i>Il cardiofrequenzimetro</i> .....	30
3.5.3	<i>La scheda d'allenamento</i> .....	30
<b>4.</b>	<b>MISURAZIONE DELLO STATO DI EFFICIENZA FISICA ATTRAVERSO IL TEST DI VARIAZIONE DI POTENZA (TVP) .....</b>	<b>33</b>
4.1	Valutazione e Misurazione .....	33
4.2	Obiettivi .....	34
4.3	Materiali e Metodi .....	34
4.3.1	<i>Protocollo del Test di Variazione di Potenza (TVP)</i> .....	35
4.3.2	<i>Il software "CardioLab"</i> .....	38
4.3.3	<i>Protocollo del test cardio-polmonare (CPX)</i> .....	40
4.3.4	<i>Valutazione della condizione cardio-polmonare</i> .....	41
4.4	Analisi dei dati.....	42
<b>5.</b>	<b>ANALISI DEI DATI E RISULTATI .....</b>	<b>45</b>
5.1	Analisi dei grafici dei Tests TVP (Hrt/Watt) .....	45
5.2	Analisi delle tabelle dei dati .....	56
5.3	Analisi dei dati anno 2004/2005.....	59
5.4	Analisi dei dati anno 2005/2006.....	63
5.5	Analisi dei dati complessivi .....	67
5.6	Analisi dei dati per fasce d'età e sesso .....	68
<b>6.</b>	<b>DISCUSSIONE E CONCLUSIONI .....</b>	<b>71</b>
<b>7.</b>	<b>BIBLIOGRAFIA.....</b>	<b>73</b>

# Capitolo 1

## INTRODUZIONE

Lo scopo di ciascuna scienza è quello di cercare le cause degli eventi che osserviamo<sup>39</sup>.

La metodologia della ricerca insegna a perseguire questo obiettivo percorrendo diversi steps che partono dalla descrizione dei fenomeni. Con questa definiamo l'argomento per il quale si cercheranno leggi e si formuleranno teorie.

Con il progredire della descrizione degli eventi si noteranno alcune "regolarità" che contribuiranno a formare le "leggi", ovvero quelle asserzioni secondo le quali certi eventi sono regolarmente associati.

Scopo ultimo di ogni ricercatore è quello di riuscire a formulare una teoria ovvero un insieme di asserzioni che organizzano un largo corpo di leggi in un singolo sistema di spiegazioni oppure, più sinteticamente, una spiegazione per una serie di fatti.

Una volta elaborate delle teorie è obiettivo della ricerca scientifica il dimostrarne la validità.

Ma perchè le teorie sono così importanti?

Le teorie svolgono due ruoli cruciali nello sviluppo della scienza: in primo luogo organizzano le conoscenze e spiegano le leggi, in secondo luogo servono a prevedere nuove leggi.

In mancanza della prima funzione si avrebbero semplicemente raccolte di descrizioni e qualche legge. La teoria, invece, collega tutto questo in un contesto unificato. Secondo i filosofi della scienza questo collegamento di eventi singoli in leggi e di leggi in teorie costituisce la spiegazione scientifica. Il fatto singolo viene spiegato come istanza di una legge generale. A sua volta la legge si spiega con la sua relazione con la teoria.

Il secondo ruolo è quello di prevedere nuove leggi. Una teoria feconda non spiega solo molte leggi diverse che precedentemente non erano collegate fra loro, ma suggerisce anche dove andare a cercare nuove leggi.

Le teorie servono anche a guidare la ricerca. La maggior parte dei ricercatori diranno che essi lavorano all'interno di un certo quadro teorico. Una buona teoria suggerisce nuovi esperimenti e aiuta i ricercatori a scegliere vie alternative per realizzarli. Questo ruolo che ha la teoria nel guidare le ricerche va insieme al ruolo di predire nuove leggi. Quando gli scienziati usano una teoria per predire una nuova legge, la usano anche per suggerire nuovi esperimenti da realizzare per consolidare quella nuova legge.

Ma come si collegano tra loro esperimenti e teorie?

In effetti la relazione è molto stretta, come dimostra la figura 1.

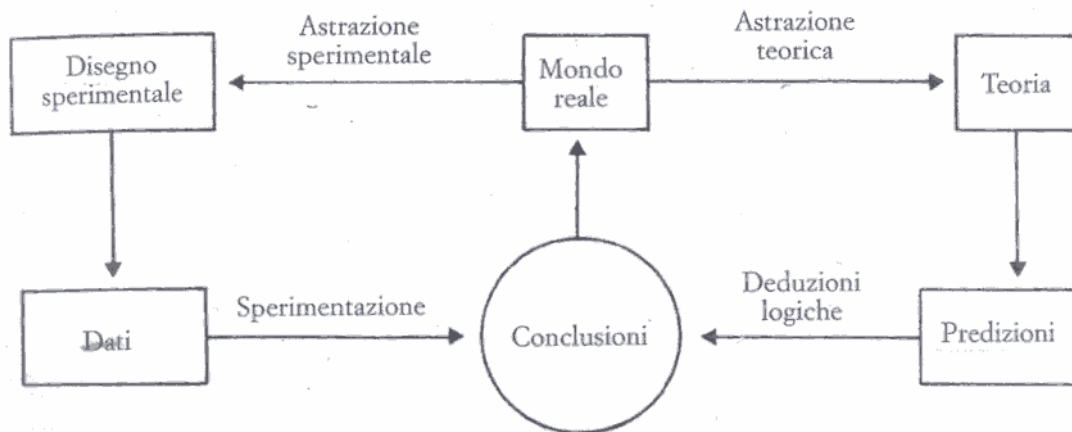


Figura 1<sup>53</sup>

Dal mondo reale deriviamo due astrazioni. Andando verso destra elaboriamo delle teorie. Dalla teoria, grazie a deduzioni logiche, facciamo poi delle previsioni. Andando verso sinistra partiamo dal mondo reale e astraiamo un disegno sperimentale. Attuando il disegno eseguiamo l'esperimento e otteniamo i dati empirici. In ultimo confrontiamo i risultati dell'esperimento con le previsioni della teoria.

Se questi sono in accordo diciamo che la teoria è confermata. Nel caso contrario diciamo che viene invalidata.

Se l'elaborazione di leggi e teorie è lo scopo della scienza, come seguiamo questo processo?

Ogni disegno sperimentale di ricerca si regge sulla formulazione di almeno una "ipotesi" ovvero su una asserzione ritenuta vera allo scopo di vagliarne la validità. Un'ipotesi scientifica ha la forma seguente: se facciamo certe osservazioni in condizioni particolari, e una data teoria è esatta, allora dovremo ottenere determinati risultati.

Veniamo ora a quelle teorie che ci permetteranno di formulare le nostre ipotesi.

Diverse ricerche hanno dimostrato i numerosi benefici apportati alla salute da un allenamento basato su esercizi aerobici che incidano positivamente sul sistema cardio-respiratorio essendo la salute di quest'ultimo, infatti, il principale metro per misurare lo stato di efficienza fisica dell'essere umano.

Altra conoscenza acquisita è quella che ci dice che uno stile di vita attivo associato ad attività motoria cardiorespiratoria riduce i fattori di rischio associati a diverse malattie croniche.

D'altro canto esiste una correlazione diretta e dimostrata tra quantità e qualità di esercizio fisico somministrato ed efficienza cardiovascolare e tra quest'ultima e mortalità cardiovascolare. La stessa relazione, è stata ampiamente rinvenuta tra attività fisica ed altre malattie quali l'ipertensione, l'obesità, il cancro del colon, il diabete tipo 2 e l'osteoporosi. E' chiaro quindi che anche l'aumento della longevità dipenda in qualche modo dallo svolgimento di attività fisica regolare.

Per sviluppare ulteriormente le nostre conoscenze sull'associazione tra attività fisica abituale e salute e per meglio definire la quantità sufficiente a produrre miglioramenti nello stato della fitness sono necessari metodi accurati di valutazione.

Sappiamo che il metodo universalmente considerato più valido per la misurazione dello stato di efficienza fisica è il test cardio-polmonare.

Permangono però numerose controindicazioni all'applicazione di tale metodica tra le quali il costo e la complessità dell'uso delle attrezzature e i rischi per la salute di coloro che vengono sottoposti al test da sforzo.

Esistono diversi tests che, attraverso la valutazione della frequenza cardiaca in risposta ad uno sforzo submassimale, ci restituiscono lo stato di efficienza fisica del soggetto. Ma, lavorando con soggetti quali gli anziani ci siamo resi conto della necessità di poter disporre di un test per la misurazione dell'efficienza fisica che permetta al soggetto, al fine di lavorare in assoluta sicurezza, il raggiungimento e il mantenimento di una frequenza cardiaca di esercizio moderata e costante. Per questo abbiamo messo a punto un test, che abbiamo chiamato TVP (Test di Variazione di Potenza), il quale misura, ad una determinata frequenza cardiaca target, la potenza meccanica (Watt) espressa dal soggetto.

Da quanto appena detto sorgono quelle domande e vengono formulate quelle ipotesi che sono alla base della nostra Ricerca e del nostro Dottorato. In particolare lo specifico nostro obiettivo è quello di indagare sugli effetti di un programma individualizzato e controllato di attività aerobica in un gruppo di soggetti di età avanzata e sui metodi di misurazione dello stato di efficienza fisica.

E' noto infatti che la letteratura ci fornisce numerosi lavori realizzati per il miglioramento dell'efficienza di atleti di alto livello ma molto meno si trova a riguardo del miglioramento dell'efficienza della popolazione "normale". Inoltre se andiamo a verificare l'esistenza di produzione scientifica relativa al fitness per anziani troviamo lavori importanti ma realizzati in contesti clinici e quindi in condizioni difficilmente riproponibili nel normale ambito lavorativo che caratterizza la figura del Laureato in Scienze Motorie.

Con questo nostro modesto impegno vogliamo contribuire a progredire su quella strada che, nel solco della tradizione, stiamo percorrendo, attraverso i secoli, con l'orgoglio di esserci sentiti prima "Maestri di Ginnastica" poi "Insegnanti di Educazione Fisica" per giungere, ai nostri giorni, a quella evoluzione che ci vedrà

approdare alla figura del “Physical exercise specialist”, continuando ad essere interpreti di una realtà con ricadute sociali sempre più importanti.  
L’arricchimento che vogliamo portare a quanto da noi conosciuto è il futuro della nostra professione e il presente della nostra Facoltà.



## Capitolo 2

# FATTIBILITA' E VANTAGGI CARDIOVASCOLARI DI UNA STRATEGIA DI INCREMENTO DELL'ATTIVITA' FISICA NELLA POPOLAZIONE ANZIANA: LO STUDIO PIANORO

### 2.1 INTRODUZIONE AL PROTOCOLLO “STUDIO PIANORO”

Il protocollo della nostra ricerca si inserisce in un più ampio progetto dal titolo: “Fattibilità e vantaggi cardiovascolari in una strategia di incremento dell’attività fisica nella popolazione anziana: lo studio Pianoro”, coordinato dal Prof. Marco Zoli (U.O. medicina interna, Policlinico S.Orsola-Malpighi, Università di Bologna). In particolare, essendo il progetto composto di due parti (denominate in seguito parte A e B), nostro specifico tema di ricerca è stato quello di progettare un programma di allenamento individualizzato e di somministrarlo ai soggetti partecipanti alla “Parte B” del progetto individuando e applicando, inoltre, un test idoneo al controllo dei miglioramenti dello stato di fitness dei soggetti stessi.

Riportiamo in questo capitolo le parti salienti del protocollo “Studio Pianoro” per meglio contestualizzare il nostro lavoro pur rimarcando che, nel prosieguo, si accenterà l’attenzione esclusivamente sugli aspetti individuati dal tema di ricerca messo in evidenza dal titolo della tesi.

### 2.2 PRESUPPOSTI

L’invecchiamento si caratterizza per una tendenza generale all’atrofia ed una diminuita efficienza funzionale, con conseguente maggiore vulnerabilità<sup>51</sup>.

Esistono suggestive analogie tra le modificazioni a carico del nostro organismo che si osservano nel corso del normale invecchiamento e quelle indotte dall’inattività fisica, tanto da indurre a ipotizzare un ruolo centrale di quest’ultima nel determinismo delle alterazioni morfofunzionali dell’età geriatrica<sup>38</sup>. Il ridotto margine di riserva funzionale che caratterizza tale età, e che si riduce ulteriormente in concomitanza di eventi patologici, rende l’anziano particolarmente sensibile al deterioramento funzionale da non uso<sup>29</sup>. Se spinta all’estremo, l’inattività porta alla comparsa della sindrome ipocinetica che può anche giungere a compromettere la sopravvivenza. Praticare un’attività fisica regolare è una delle poche sicure strategie che favoriscono un invecchiamento di successo<sup>68</sup>. Anche in campo geriatrico devono cadere le remore eccessive concernenti la fragilità dell’anziano, il suo diritto al riposo dopo una vita di fatiche, l’irrinunciabilità del riposo come elemento base del trattamento di qualsiasi malattia: nessuno è tanto anziano da non poter beneficiare di un corretto programma

di movimento. “Use it or lose it” è una legge biologica che deve seguire l’uomo per tutto l’arco della sua vita.

Lo svolgimento di una regolare attività fisica aerobica comporta numerosi documentati vantaggi per la salute. La letteratura su questi argomenti è vastissima e distribuita su un ampio arco di tempo. Riportiamo qui i principali indicatori di salute e benessere per i quali sono state documentate significative e positive relazioni con l’attività fisica:

- a) Mortalità ed eventi cardiovascolari (studi osservazionali)<sup>43,49</sup>
- b) Fattori di rischio e obesità<sup>44,51,90</sup>
- c) Parametri emodinamici all'ecocardiogramma, specie nell'insufficienza cardiaca<sup>103</sup>
- d) Cadute/fratture<sup>16</sup>
- e) Sintomi articolari<sup>42</sup>
- f) Disfunzione endoteliale<sup>33</sup>
- g) Declino cognitivo<sup>104</sup>
- h) Qualità della vita<sup>80</sup>
- i) Sintomi depressivi<sup>76</sup>

Alcuni parametri clinici, strumentali e bioumorali collegati con alterazioni metaboliche e con l'aterosclerosi e le sue complicanze, sono stati oggetto di recenti studi con risultati talora contrastanti, e non è noto se e fino a che punto possano essere favorevolmente influenzati dall'attività fisica.

## **2.3 PARTE A:**

### **PROTOCOLLO DELLO STUDIO DI POPOLAZIONE: INCENTIVI ALL'INCREMENTO GENERALIZZATO DELL'ATTIVITA' FISICA**

#### **2.3.1 Obiettivi dello studio**

- Questo studio si propone fundamentalmente: a) di dimostrare che è possibile incrementare per un lungo periodo di tempo (5 anni) l'attività fisica media di una intera popolazione anziana; b) di ottenere in tal modo vantaggi significativi in termini di qualità della vita e costi socio-sanitari; c) possibilmente, di arrivare a documentare vantaggi anche in termini di morbilità e sopravvivenza, in rapporto ad una analoga popolazione di controllo.
- Obiettivi secondari sono lo studio trasversale, in una popolazione anziana, della prevalenza dei tradizionali fattori di rischio cardiovascolari, dei fattori di rischio condizionali, della percentuale e distribuzione del grasso corporeo, e della steatosi epatica non alcolica. Lo studio trasversale consentirà inoltre di stabilire le correlazioni delle stesse variabili fra loro, nonché di accertare le associazioni di tali variabili con gli eventi ischemici pregressi.
- Un ulteriore obiettivo dello studio sarà infine la definizione delle relazioni prospettiche intercorrenti, in una popolazione anziana, fra i fattori di rischio noti (o anche fattori nuovi attualmente non identificati) e i successivi eventi cardiovascolari rilevati mediante follow-up di 5 anni.

### **2.3.2 Schema operativo**

E' stato inviato un questionario a 9640 anziani (uomini e donne > 65 anni)<sup>83</sup>.

- 3251 del Comune di Pianoro che costituisce la "Popolazione Trattata".

- 3393 del Comune di Zola Predosa e 2996 del Comune di Sasso Marconi che costituiscono le "Popolazioni di Controllo".

Sono stati restituiti 5495 questionari (57%).

Tutta la procedura sarà ripetuta a metà studio (3° anno) e a fine studio (5° anno).

La popolazione di controllo (Zola Predosa + Sasso Marconi) non avrà nessun altro tipo di trattamento.

Oltre ai questionari, i soggetti della popolazione di Pianoro, dopo la firma del consenso informato, sono stati sottoposti a una serie di test clinico-laboratoristico-strumentali basali. Fra i soggetti suddetti, quelli senza fattori d'esclusione (v.2.3.5) sono stati invitati a partecipare a varie iniziative di incentivazione generica all'attività fisica (v. 2.3.6), che saranno mantenute per tutto il periodo di studio (5 anni).

A distanza di 3 e 5 anni sarà effettuato il follow-up nelle due popolazioni, secondo le modalità specificate nel punto 2.3.7.

### **2.3.3 Parametri valutati mediante questionario in entrambe le popolazioni**

1. Dati anagrafici/antropometrici (telefono, stato civile, titolo di studio, occupazione, altezza, peso riferito)
2. Fattori di rischio (familiarità d'infarto miocardico, fumo, alcol, diabete, ipertensione, dislipidemia nota)
3. Quantificazione dell'attività fisica nell'ultima settimana (questionario PASE: Physical Activity Scale for the Elderly)
4. Qualità della vita (indice EuroQOL 5D: 5 domande generiche su capacità di movimento, cura della persona, attività abituali, dolore, ansia/depressione)
5. ADL (attività elementari della vita quotidiana)
6. IADL (attività strumentali, più complesse, della vita quotidiana)
7. Sintomi articolari (sedi e intensità del dolore)
8. Numero cadute negli ultimi 5 anni
9. Numero fratture negli ultimi 5 anni
10. Eventi ischemici minori (angina pectoris, claudicatio intermittens, TIA) con data episodio più recente
11. Eventi ischemici maggiori (infarto miocardico e ictus) con data episodio più recente
12. Farmaci assunti.

### **2.3.4 Criteri di inclusione nello studio (Pianoro + Zola Predosa e Sasso Marconi)**

1. Età  $\geq$  65 anni (nati prima del 31/12/1938) - Nessun limite superiore di età
2. Disponibilità a restituire i questionari compilati
3. Firma del consenso informato (popolazione di Pianoro).

### ***2.3.5 Criteri di esclusione dall'incentivazione all'attività fisica (Pianoro)***

1. Artrosi o fratture con severa limitazione funzionale agli arti inferiori
2. Paralisi o disturbi neuromotori rilevanti
3. Insufficienza respiratoria moderata o severa
4. Malattia neoplastica o comunque con prognosi infausta
5. MMSE (Mini Mental State Examination) < 20
6. BMI (Body Mass Index = peso in Kg / altezza in m al quadrato) < 18 oppure BMI > 32
7. Embolia polmonare recente
8. Endocardite, miocardite o pericardite recente
9. Claudicatio intermittens avanzata (stadio di Fontaine  $\geq 3$ )
10. Infarto miocardico da meno di 3 mesi
11. Angina pectoris o ischemia miocardica da sforzo
12. Insufficienza cardiaca classe NYHA  $\geq 3$
13. Ipertensione arteriosa severa (sistolica  $\geq 180$  oppure diastolica  $\geq 110$  mmHg)
14. Attività fisica preesistente già ottimale
15. Emoglobina < 11 g/dl
16. Aneurisma dell'aorta addominale all'ecografia (calibro trasverso > 3.5 cm)
17. ECG con:
  - Sottoslivellamento ST di tipo ischemico
  - Extrasistoli frequenti (> 6/min)
  - BAV di II o III grado
  - Fibrillazione atriale ad alta frequenza o altre tachiaritmie.

### ***2.3.6 Incentivazione e monitoraggio dell'attività fisica nella popolazione di Pianoro***

Questo aspetto è certamente il più delicato dell'intero progetto, in quanto si può facilmente prevedere che vi saranno difficoltà nel mettere in movimento una intera popolazione anziana, anche dopo esclusione dei casi elencati al punto 2.3.5. E' stata pertanto messa a punto una strategia globale con differenti proposte di attività fisica, in modo da consentire a ciascuno di trovare l'attività più congeniale. Inoltre, per motivare e incentivare i partecipanti, si è pensato di fare leva su meccanismi di tipo competitivo e gratificante. Più specificamente, le attività proposte saranno:

- a) Percorso-vita (marcia a passo sostenuto)
- b) Bicicletta in circuito riservato
- c) Nuoto in piscina
- d) Ginnastica aerobica
- e) Scuola di ballo.

I partecipanti saranno suddivisi in squadre equi-numeriche, omogenee per tipo di attività, ciascuna delle quali eleggerà un capo-squadra che avrà il compito di controllare le presenze (possibilmente trisettimanali), sollecitare gli assenti e animare lo spirito di squadra. Le attività si svolgeranno presso strutture messe a disposizione

dal Comune di Pianoro (percorso-vita all'aperto, circuito ciclistico recintato, piscina coperta, palestre).

### ***2.3.7 Follow-up a 3 e 5 anni in entrambe le popolazioni***

Trascorsi 3 e 5 anni dalla data indicata sui questionari iniziali, a tutti i soggetti delle due popolazioni di Pianoro e Zola Predosa/Sasso Marconi che avevano compilato i questionari iniziali saranno nuovamente inviati analoghi questionari, con busta di ritorno pre-affrancata, allo scopo di raccogliere le seguenti informazioni:

- Quantificazione dell'attività fisica nell'ultima settimana (PASE)
- Qualità della vita (indice EuroQOL 5D)
- ADL, IADL
- Sintomi articolari
- Numero cadute dopo l'ultima rilevazione
- Numero fratture dopo l'ultima rilevazione
- Nuovi eventi ischemici minori (angina pectoris di nuova insorgenza, claudicatio intermittens di nuova insorgenza, TIA) con data 1° episodio
- Nuovi eventi ischemici maggiori (infarto miocardico e ictus) con data 1° episodio.

Si presterà particolare attenzione ad inviare i questionari, a ciascun soggetto, nella stesso periodo dell'anno del precedente invio, in modo da non rilevare variazioni dell'attività fisica dovute a differenze di stagione.

I soggetti che non risponderanno saranno ricercati telefonicamente e invitati a compilare i questionari, eventualmente anche per telefono.

I deceduti, con i relativi codici ICD delle cause di morte, saranno identificati sulla base degli archivi informatizzati dell'Azienda USL Bologna Sud, oppure tramite l'Anagrafe.

Inoltre, è previsto che gli archivi dell'Azienda USL Bologna Sud potranno fornire informazioni di carattere generale relative alle seguenti variabili delle due popolazioni studiate:

- Consumo di farmaci, suddiviso in categorie
- Numero ospedalizzazioni, generali e specificamente causate da eventi ischemici
- Conferma eventi ischemici maggiori e minori sulla base delle ospedalizzazioni
- Decessi, con data e causa di decesso.

Gli eventi riferiti nei questionari e non confermati sulla base delle ospedalizzazioni saranno verificati direttamente invitando i soggetti a esibire la documentazione relativa. Gli eventi non documentati non saranno considerati nell'analisi statistica.

## **2.4 PARTE B:**

### **PROTOCOLLO DELLO STUDIO RANDOMIZZATO: ESERCIZIO INDIVIDUALIZZATO CONTROLLATO**

#### **2.4.1 *Obiettivi dello studio***

Questa parte dello studio si propone di stabilire se il miglioramento della capacità cardiovascolare, ottenuto mediante allenamento aerobico in un gruppo di soggetti anziani, può comportare benefici su una serie di variabili connesse con la funzione cardiovascolare. In particolare, saranno valutati gli effetti su alcuni parametri ecocardiografici, sullo spessore e la composizione delle placche carotidee<sup>84</sup>, sulla steatosi epatica non alcolica e sulle proteine della fase acuta e le citochine infiammatorie (quest'ultima valutazione sarà effettuata anche in acuto, considerando le variazioni immediatamente indotte dall'attività fisica, sia all'inizio del programma che al termine dell'anno di allenamento)<sup>27,61,77</sup>.

#### **2.4.2 *Schema operativo***

- a) Fra tutti i convocati nella stessa giornata nell'ambito dello studio di popolazione (Parte A), saranno identificati i soggetti compatibili con i criteri d'inclusione ed esclusione al presente studio. Il primo di essi in ordine alfabetico sarà invitato telefonicamente a partecipare a un programma individualizzato di attività fisica trisettimanale in palestra. In caso di rifiuto sarà contattato il secondo in ordine alfabetico, e così via, in modo da disporre di 2 nuovi soggetti (un uomo e una donna) da inserire nella Parte B dello studio fino al reclutamento complessivo di 300 partecipanti.
- b) Per la partecipazione a questo studio e' prevista la firma di un secondo specifico consenso informato.
- c) Oltre ai test già eseguiti nello studio di popolazione (Parte A), questi soggetti saranno sottoposti a ecocardiogramma, eco-Doppler dei tronchi sopra-aortici e stima della potenza aerobica. Tutti questi test saranno eseguiti sia in condizioni basali che dopo un anno di studio.
- d) Dopo l'esecuzione dei test iniziali, i partecipanti saranno randomizzati sulla base di due liste di randomizzazione a blocchi di 10, una per gli uomini e una per le donne. In tal modo si costituiranno due gruppi: un gruppo trattato di circa 150 soggetti (metà uomini e metà donne), e un analogo gruppo di controllo.
- e) L'allenamento (esercizio individualizzato) sarà somministrato al gruppo trattato in una palestra dedicata situata nel comune di Pianoro. Il gruppo di controllo rientrerà invece nel programma di incremento generico dell'attività fisica eseguito nello studio di popolazione (Parte A).
- f) Oltre alle valutazioni basale e finale sono previste due ulteriori stime della potenza aerobica dopo 4 e 8 mesi di attività, sia nel gruppo trattato che nel gruppo di controllo, per documentare il progressivo incremento della performance cardiovascolare aerobica nel gruppo trattato.

### **2.4.3 Criteri di inclusione**

1. Età compresa fra 65 e 75 anni
2. Disponibilità a svolgere 1 ora di attività di palestra 3 volte alla settimana per 1 anno
3. MMSE  $\geq 24$
4. Firma dell'ulteriore consenso informato.

### **2.4.4 Criteri di esclusione**

1. Artrosi, fratture o altre limitazioni funzionali agli arti inferiori
2. Paralisi o disturbi neuromotori rilevanti
3. Insufficienza respiratoria moderata o severa
4. Malattia neoplastica o comunque con prognosi infausta
5. BMI  $< 18$  oppure BMI  $> 32$
6. Embolia polmonare recente
7. Endocardite, miocardite o pericardite recente
8. Claudicatio intermittens (stadio di Fontaine  $\geq 2$ )
9. Infarto miocardico da meno di 6 mesi
10. Angina pectoris o ischemia miocardica da sforzo
11. Insufficienza cardiaca classe NYHA  $\geq 3$
12. Ipertensione arteriosa severa (sistolica  $\geq 180$  oppure diastolica  $\geq 110$  mmHg)
13. Attività fisica preesistente già ottimale
14. Emoglobina  $< 11$  g/dl
15. Trattamento beta-bloccante, digitalico o comunque limitante la frequenza cardiaca
16. ECG con:
  - Sottoslivellamento ST di tipo ischemico
  - Extrasistoli frequenti o incrementate dallo sforzo
  - BAV di II o III grado
  - Blocco di branca sinistro
  - Fibrillazione atriale o altre tachiaritmie
  - Pace-maker a frequenza fissa
17. Aneurisma dell'aorta addominale di diametro  $> 3.5$  cm
18. Insufficienza o stenosi valvolare moderata/severa
19. Cardiomiopatia ipertrofica non secondaria ad ipertensione
20. Frazione di eiezione del ventricolo sn  $< 35$  %

### **2.4.5 Svolgimento dell'attività di esercizio fisico individualizzato e controllato**

La progettazione e la somministrazione del protocollo di esercizio fisico individualizzato e controllato è oggetto del tema di ricerca del nostro Dottorato e verrà, quindi, sviluppato nei successivi capitoli.





## Capitolo 3

# PROGETTAZIONE E REALIZZAZIONE DEL “PROTOCOLLO DI ESERCIZIO FISICO FINALIZZATO AL MIGLIORAMENTO DELLA FITNESS IN SOGGETTI DI ETA' COMPRESA TRA I 65-75 ANNI”

### 3.1 INTRODUZIONE

L'American College of Sports Medicine<sup>4</sup> usa il termine “Fitness fisico per il mantenimento della salute” per definire l'attività motoria finalizzata alla prevenzione delle malattie e al miglioramento delle condizioni di salute<sup>101</sup>. La corretta definizione di fitness risulta essere, quindi, la seguente: Una condizione caratterizzata: a) dalla capacità di svolgere un'attività fisica quotidiana intensa; b) da un ridotto livello di rischio di sviluppo prematuro di malattie ipocinetiche. Le componenti del fitness includono la composizione corporea, l'efficienza cardiorespiratoria ( $VO_{2max}$ )<sup>102</sup>, la forza muscolare e la flessibilità.

In particolare, come abbiamo già visto nel par 2.4.1, il nostro studio si propone di stabilire se il miglioramento della capacità cardiovascolare, ottenuto mediante allenamento aerobico<sup>93</sup> in un gruppo di soggetti anziani, può comportare benefici su una serie di variabili connesse con la funzione cardiovascolare. Per questo, nel progettare il protocollo d'allenamento abbiamo largamente attinto ai principi della prescrizione di esercizi di fitness cardiorespiratorio<sup>67</sup>.

### 3.2 OBIETTIVI

L'obiettivo del nostro lavoro è quello, quindi, di migliorare la capacità cardiovascolare, in un gruppo di soggetti anziani, attraverso lo svolgimento di un'attività individualizzata, finalizzata e controllata<sup>48,52</sup>. L'obiettivo presuppone, quindi, l'elaborazione di un protocollo per la “prescrizione ottimale d'esercizio fisico”<sup>8,87,91</sup>.

Il Protocollo è stato predisposto dai Professori Tentoni Claudio e Maietta Latessa Pasqualino.

La realizzazione pratica del progetto è stata di competenza dei Dottorandi: Ravaioli Carlo, Foschi Elia e Nerozzi Erika che si sono avvalsi della collaborazione di numerosi studenti e laureati della Facoltà di Scienze Motorie di Bologna tra i quali ricordiamo: Masi P., Negrini I., Barbieri M., Marzovillo R., Falcioni A.

La stesura del programma ha dovuto tener conto sia di quanto dettato dal “Protocollo Progetto Pianoro”, di cui è parte operativa, sia delle numerose variabili che andremo a descrivere.

### 3.3 ANALISI DELLE VARIABILI

L'obiettivo di un programma di fitness è quello di migliorare lo stato di salute assicurando condizioni di sicurezza e gradimento dell'attività durante lo svolgimento della stessa. Per questo nel programmare il protocollo abbiamo tenuto in considerazione diversi fattori che incidono da una parte sulla sicurezza per quanto riguarda i rischi connessi con le caratteristiche dei soggetti da noi trattati. D'altra parte abbiamo dovuto considerare anche altri aspetti organizzativi relativi, per esempio, agli spazi in cui andavamo ad operare e alle attrezzature di cui disponevamo. Le variabili che abbiamo tenuto in considerazione sono le seguenti:

- 1) Valutazione delle condizioni di salute dei soggetti:
  - controlli medici
  - misurazione della pressione arteriosa (Bp)<sup>92</sup>
  - elettrocardiogramma(ECG)
  - considerazioni sul profilo dei fattori di rischio
  
- 2) Valutazione delle condizioni iniziali, in itinere e finali dei soggetti:
  - Tests sottomassimali per la valutazione della risposta cardiaca
  - Misura diretta e indiretta del consumo d'ossigeno( $VO_2$ )
  - Risposta soggettiva all'esercizio con valutazione dello sforzo percepito.

Chiaramente questi sono gli aspetti che attengono alla programmazione del piano d'esercizio in riferimento ad ogni singolo individuo. Ci sono altri aspetti che abbiamo tenuto in considerazione in riferimento alle caratteristiche del protocollo: "Studio Pianoro". Infatti le **caratteristiche dei gruppi di lavoro** e dell'**ambiente di lavoro** hanno influenzato, in maniera importante, il protocollo d'esercizio.

- 3) In particolare per quanto riguarda le caratteristiche dei gruppi di lavoro abbiamo dovuto considerare:
  - numero dei soggetti partecipanti al progetto
  - numero dei componenti ogni singolo gruppo
  - omogeneità per sesso, età e livello di forma fisica
  
- 4) Per quanto riguarda l'organizzazione dell'ambiente di lavoro abbiamo dovuto valutare:
  - caratteristiche delle attrezzature
  - ampiezza del locale palestra
  - temperatura
  - affollamento
  - condizioni igieniche
  - rumorosità

Considereremo ora punto per punto ogni variabile sopraddetta lasciando però gli elementi considerati al punto 2 alla trattazione del capitolo 4.

### **3.3.1 Valutazione dello stato di salute**

Come è stato ampiamente descritto nel capitolo 2 tutta la parte iniziale del “Progetto Pianoro” è stato gestito dallo Staff del Prof. Marco Zoli. A loro è andato il compito di selezionare i partecipanti attraverso il questionario descritto e di sottoporli alle analisi cliniche al fine di individuare quei fattori d’inclusione ed esclusione indicati ai par.2.4.3 e 2.4.4.

E’ toccato poi a noi segnalare allo Staff medico, durante lo svolgimento del protocollo, quei soggetti che, anche in considerazione dell’età, manifestassero segnali di disagio al fine di riprendere in esame l’opportunità di proseguire nel progetto. In particolare in un caso si è verificata, durante lo svolgimento dell’attività, la comparsa di forti vertigini e in un altro caso di problemi respiratori. Per entrambi i soggetti, su consiglio medico e in attesa di ulteriori accertamenti, si è ritenuto prudente interrompere la prosecuzione del programma. In questo abbiamo potuto ricavare una considerazione sull’importanza che può svolgere la figura del Laureato in Scienze Motorie al fine, in un dialogo costante con il medico, di costituire un controllo e un monitoraggio scrupoloso dello stato di salute dei soggetti che frequentano un programma di fitness.

### **3.3.2 Valutazione delle caratteristiche del gruppo**

Il Protocollo “Progetto Pianoro”, nella sua completezza, prevede il trattamento di 150 soggetti. Nei periodi 2004-2005 e 2005-2006 abbiamo trattato, in totale, 70 soggetti (36 maschi e 34 femmine). L’omogeneità dei componenti il gruppo trattato era garantito dai criteri adottati nel momento della selezione. Infatti il Protocollo prevedeva che i soggetti dovessero essere compresi nella fascia d’età tra i 65 e i 75 anni e che dovessero essere sani e sedentari.

I partecipanti sono stati poi divisi in due macrogruppi: 30 soggetti (12 maschi e 18 femmine) sono stati trattati nell’anno 2004-2005 (gruppo A) e 40 soggetti (24 maschi e 16 femmine) sono stati trattati nell’anno 2005-2006 (gruppo B). Il gruppo A è stato suddiviso in tre classi di 10 soggetti ciascuna e il gruppo B (anche in virtù della disponibilità di nuove macchine per l’anno 2005-2006) è stato suddiviso in tre classi di circa 12-14 soggetti. L’inserimento dei soggetti nelle singole classi è stato lasciato alla libertà dei singoli che hanno scelto sulla base delle proprie disponibilità e preferenze.

Nonostante tutte le precauzioni iniziali, non tutti coloro che hanno aderito inizialmente al progetto lo hanno portato a termine. Alcuni soggetti sono stati esclusi in itinere per sopraggiunti problemi di salute. Altri non hanno raggiunto, al termine dell’anno, quella percentuale di presenze richiesta per poter considerare valida la partecipazione al Protocollo. Al termine 50 soggetti (27 maschi e 23 femmine) hanno fornito dati utili alla ricerca.

### 3.3.3 Valutazione dell'ambiente di lavoro e delle attrezzature

Dal punto di vista operativo le sedute di allenamento si sono svolte presso il Palazzetto dello sport del Comune di Pianoro (vedi foto 1).



**Foto 1**

Come vedremo in seguito ogni seduta di allenamento constava di due momenti che venivano svolti in ambienti diversi. La parte di ginnastica a corpo libero veniva proposta nel parterre del palazzetto. L'ambiente era tranquillo e ben riscaldato anche se molto ampio e quindi dispersivo. Per gli esercizi in decubito venivano utilizzati comuni materassini. Non sono state utilizzati particolari attrezzi se non, in qualche caso, le bacchette di legno.

La parte di cardiofitness veniva somministrata nel locale debitamente predisposto nel sottotetto del palazzo. Il locale era piccolo ma di sufficiente ampiezza visto lo scarso affollamento negli orari in cui si svolgeva l'attività. La temperatura era ottimale e anche l'intensità del rumore era idonea sia allo svolgimento dei tests che degli allenamenti. Illuminazione, areazione ed umidità erano adeguate. Le attrezzature si componevano di stationary bikes della Air Machine e di treadmills e bikes della Technogym.

### **3.4 PREDISPOSIZIONE DEL PROTOCOLLO DI: “PRESCRIZIONE D’ESERCIZIO FISICO”**

Solo alla fine della valutazione delle diverse variabili abbiamo potuto formulare un piano d’allenamento sviluppato secondo i principi della “prescrizione d’esercizio” che sono i seguenti<sup>3,11,19,35,100</sup>.

- definizione della durata
- definizione della frequenza
- definizione della qualità
- definizione dell’intensità

La valutazione delle variabili ci ha portato a costruire un protocollo che è stato inizialmente proposto a tutti i partecipanti al progetto in modo standardizzato. Deve però essere detto che ogni programma d’allenamento non può essere messo in pratica in modo rigido, applicando freddamente formule matematiche ai risultati dei tests, ma deve essere personalizzato, anche in itinere, sulla base della risposta individuale di tipo fisiologico (Hrt, BP, RPE) e, inoltre, tenendo presente quei fattori di ordine psicologico quali il gradimento e la motivazione. Quindi, durante lo svolgimento del programma, si sono rese necessarie, soggetto per soggetto, alcune modifiche che, pur non alterando i parametri fondamentali, rendessero realmente individualizzati i carichi e la qualità del lavoro.

#### ***3.4.1 Riferimenti bibliografici***

Si è proceduto inizialmente ad una ricerca di tipo bibliografico al fine di individuare quali fossero i parametri utilizzati dai maggiori gruppi di ricerca che, in tutti i più importanti Istituti di Ricerca Internazionali, abbiano applicato protocolli simili al nostro. I criteri per la selezione delle pubblicazioni da tenere in considerazione erano, oltre all’autorevolezza degli Autori, degli Istituti di ricerca e dell’Impact Factor delle riviste su cui sono state pubblicate, le analogie con le variabili del nostro Protocollo. Queste possono essere riassunte in alcuni punti da considerare come caratteristiche specifiche della nostra ricerca:

- soggetti, maschi e femmine
- sani e sedentari
- età avanzata (60-80 anni)
- attività aerobica

Soprattutto attraverso la consultazione del sito [www.pubmed.com](http://www.pubmed.com), abbiamo estrapolato una serie di pubblicazioni di valore internazionale che abbiamo riunito nella metanalisi esposta nel quadro seguente (tabella 1).

<b>Autori</b>	<b>Istituto ricerca</b>	<b>Titolo</b>	<b>Pub e anno</b>	<b>Num sogg</b>	<b>Età sogg</b>	<b>Protocollo allenamento</b>
Beere AP et al.	Dep of Med, Div of Card and Geriat, Duke Un., Durham	Aerobic exercise training can reverse age- related.....	Circul. 1999	10	61-74	12 sett 3all sett 30 minuti 75-85%Hrtmax
Ehsani AA et al	Dipartimenti vari, Washington University school of medicine, St Louis, Missouri	Attenuation of cardiovascular adaptation to exercise in.....	J. appl. Physiol 2003	22	80-86	12sett 3 all sett 20-60 minuti 70-75%Hrtmax
Evans EM et al.	Dep of Medicine, Washington Un, St. Louis, Missouri	Aerobic power and insuline action.....	J. Appl Physiol	10 (women)	80.3	40/48 sett 3 all sett 60 minuti 60/85 Vo2peak
Foster VL et al.	Dep of Kines, Un Colorado, Boulder	Endurance training for elderly women.....	J. Gerontol	16	Mean 78.4	10 sett 3all sett 40/60%Hrtmax
Kohrt WM et al	Dipartimenti vari, Washington University school of medicine, St Louis, Missouri	Effects of gender, age, and fitness level on response of VO2max.....	J. appl. Physiol 1991	110	60-71	36/48 sett 3/4 all sett 40/50 minuti 75/85%Hrtmax
Makrides L. et al.	Ambrose Card. Unit, Mc Master Un, Ontario, Canada	High-intensity endurance training in.....	J. of Appl Phys, 1990	12	60-70	12 sett 3 all sett 60 minuti 45/65%peakVO2
Malbut K.E. et al.	University Dep. Of Geriatric Med. London, UK	Aerobic training in the "oldest old": the effects of 24 weeks.....	Age and ageing 2002	26	79-91	24 sett 3 all sett 20 minuti RPE 11-14
Pickering GP et al	Faculté de Med, Lab phys du sport, Clermond Ferrand, France	Effects of endurance training on the .....	J. appl. Physiol 1997	10	60-64	16 sett 3 all sett 50-85%VO2max
Seals DR et al.	Dipartimenti vari, Washington University school of medicine, St Louis, Missouri	Endurance training in older men and women.....	J. Appl Physiol 1984	11	Mean 63	48 sett 3 all sett 20/60minuti 40/85%Hrtreserve
Spina BJ et al.	Sch Med, Apl Phys Sect, Waschington UN.	Differences in cardiovascular adaptations to...	J. appl. Physiol 1993	31	60-67	36/48 sett 4 all sett 45 minuti 70-85%Hrtmax
Stratton JR et al.	Cardiol, Seattle med center,	Exercise:cardiovascular responses to.....	Circulation, 1994	13 (men)	60/82	24 sett 4/5 all sett 45 minuti 50/85 Hrtreserve
Warren BJ et al.	Human perf. Lab, Appalachian UN. Boone.	Cardiorespiratory responses to exercise training in septuagenarian women	Int j. sport Med	30 (women)	73-74	12 sett 5 all sett 30-40minuti 60%Hrtreserve

**Tabella 1**

Inoltre si è provveduto a tenere in considerazione quanto indicato dall'ACSM. Questo lavoro ci è servito per individuare i carichi di allenamento da applicare intesi come durata, frequenza, intensità e qualità dell'esercizio.

### **3.4.2. La durata e la frequenza dell'esercizio fisico**

Il periodo di applicazione del programma di esercizio fisico è stato fissato in 32/34 settimane da svolgere nel periodo settembre-maggio. Sono state previste due settimane di intervallo in concomitanza con le vacanze natalizie. Il numero di allenamenti è stato concordato in tre sedute settimanali (lunedì, mercoledì, venerdì). con l'intervallo di un giorno, per il recupero, tra ogni seduta. La durata complessiva di ogni seduta è stata prevista in 60 minuti.

E' stata anche prefissata nella misura del 65% la percentuale di presenze minima (due allenamenti a settimana su tre) per poter considerare valida la partecipazione al progetto.

### **3.4.3. La qualità dell'esercizio fisico**

La qualità dell'esercizio durante i 60 minuti era così ordinata:

- 30 minuti di esercizio a corpo libero (di cui 10 di riscaldamento) in ortostatismo ed in decubito supino, i primi finalizzati al tono-trofismo delle principali masse muscolari antigravitarie, alla mobilità delle articolazioni a capo delle principali catene cinetiche, alla corroborazione del "combinato funzionale" lavoro muscolare-lavoro cardio-circolatorio; quelli in decubito supino curavano soprattutto la sollecitazione della muscolatura addominale.
- 30 minuti di lavoro assolutamente aerobico (endurance), di cui gli ultimi 5 di raffreddamento-defaticamento. L'allenamento aerobico è stato svolto prevalentemente sulle stationary bikes fornite dalla ditta Air Machine di Cesena (vedi 3.5.1), utilizzate anche per i tests. In supporto sono state utilizzate bikes e treadmills della Technogym.

Il lavoro consisteva in 25-30 minuti di pedalata (o camminata) a ritmo costante (~ 60 RPM) e Hrt predefinita e controllata dal software della macchina che riceveva informazioni dalla fascia cardiodirezimetrica indossata da ogni soggetto (3.5.2). La bike della Air Machine ci forniva la possibilità di preimpostare diversi tipi di allenamento. In particolare si è utilizzata la modalità "Allenamento a Cuore costante". Con tale funzione, impostando la Hrt target, la bike, aumentando lo sforzo sul pedale, faceva raggiungere al soggetto la Hrt prefissata per poi mantenerla costante fino alla fine dell'allenamento. In alcuni casi si è dovuto procedere con la funzione "Allenamento Manuale" cioè veniva impostato un livello di difficoltà (espresso in Watt) inizialmente basso per poi, gradualmente, aumentare il livello di difficoltà sino a raggiungere la Hrt target. Questa seconda modalità era resa

necessaria dalla risposta individuale di alcuni soggetti che manifestavano un difficile adattamento allo sforzo fisico.

#### **3.4.4. L'intensità dell'esercizio fisico**

L'intensità d'esercizio è la variabile in grado di influenzare maggiormente gli effetti dell'allenamento<sup>30</sup>.

Nei 30 minuti di lavoro a corpo libero l'intensità era controllata con lavoro interrotto da pause.

Per quanto riguarda l'attività aerobica, la ricerca bibliografica da noi svolta ci è servita soprattutto per individuare quali fossero le frequenze cardiache allenanti cui sottoporre i nostri soggetti e con quali metodiche individuarle. Dal confronto con la letteratura internazionale sono scaturite importanti informazioni. Infatti i metodi e le percentuali per individuare la Hrt di lavoro variano notevolmente:

Beere<sup>10</sup>, Ehsani<sup>22</sup>, Foster<sup>28</sup>, Spina<sup>79</sup> hanno utilizzato, per le loro ricerche, percentuali che vanno dal 40 all'80% della Hrtmax individuata con test cardiopolmonare.

Makrides<sup>46</sup> ed Evans<sup>25</sup> hanno utilizzato percentuali che vanno dal 45 all'85% del VO<sub>2</sub> di picco.

Pickering<sup>62</sup> ha utilizzato la percentuale del 50-85% del Vo2max individuata con test cardiopolmonare.

Seals<sup>72</sup>, Stratton<sup>82</sup> e Warren<sup>96</sup> hanno utilizzato percentuali che vanno dal 40 all'85% dell'Hrtreserve.

Malbut<sup>47</sup> ha utilizzato l'intervallo 11-14 della scala di Borg.

Inoltre bisogna tenere anche in considerazione le indicazioni dell'ACSM che consiglia una frequenza cardiaca allenante che si ponga o tra il 55-90% della Hrt max oppure tra il 40-80% della Hrt reserve.

In ultima analisi abbiamo ritenuto più corretto e preciso adottare il criterio della Hrt reserve calcolata con il metodo Karvonen<sup>40</sup>. Abbiamo così deciso, anche considerando la progressione che prevede l'aumento delle frequenze allenanti con l'incremento dello stato di allenamento, di utilizzare le seguenti percentuali:

- 45/50% nel periodo iniziale (settembre-dicembre)
- 60% dopo il test di controllo (gennaio)

Il metodo Karvonen prevede il calcolo delle frequenze allenanti secondo l'applicazione della seguente formula:

$$\text{Hrt allenante} = [(\text{Hrtmax} - \text{Hrtrest}) * \% \text{ allenante}] + \text{Hrtrest}$$

Abbiamo quindi raccolto, all'inizio del programma (settembre), la frequenza cardiaca a riposo dei partecipanti al progetto. Questa è stata rilevata tre volte, per ogni soggetto, durante tre sedute di allenamento successive. Il soggetto veniva fatto sedere comodamente e fatto riposare per 5 minuti. Quindi veniva misurata la Hrt al polso contando le pulsazioni per 30 secondi e moltiplicandole, successivamente, per 2.



La frequenza cardiaca massima è stata calcolata utilizzando la formula della Hrtmax teorica:

$$\text{Hrt max} = 220 - \text{età}$$

Abbiamo calcolato, quindi, le Hrt allenanti che sono state inserite in una scheda di cui ogni istruttore che operava in palestra aveva una copia.

Riportiamo di seguito le schede relative alle due annate di allenamento (tabelle 2 e 3):

### ANNO 2004-2005

Numero codice	età	Hrtrest	Hrtmax	Hrt reserve	Hrt all 40%	Hrt all 60%
1	66	92	154	62	117	129
2	66	85	154	69	113	126
3	72	77	148	71	105	120
4	66	91	154	63	116	129
5	73	62	147	85	96	113
6	75	75	145	70	103	117
7	69	79	151	72	108	122
8	72	72	148	76	102	118
9	67	82	153	71	110	125
10	69	90	151	61	114	127
11	70	90	150	60	114	126
12	67	70	153	83	103	120
13	67	64	153	89	100	117
14	67	83	153	70	111	125
15	67	72	153	81	104	121
16	66	93	154	61	117	130
17	71	74	149	75	104	119
18	71	80	149	69	108	121
19	74	83	146	63	108	121
20	71	75	149	74	105	119
21	70	75	150	75	105	120
22	71	76	149	73	105	120
23	66	75	154	79	107	122
24	71	80	149	69	108	121
25	75	93	145	52	114	124
26	68	73	152	79	105	120
27	74	83	146	63	108	121
28	72	108	148	40	124	132
29	68	88	152	64	114	126
30	71	62	149	87	97	114

Tabella 2

## ANNO 2005-2006

Numero codice	età	Hrtrest	Hrtmax	Hrt reserve	Hrt all 40%	Hrt all 60%
31	70	75	150	75	105	120
32	71	87	149	62	112	124
33	70	80	150	70	108	122
34	69	94	151	57	117	128
35	69	76	151	75	106	121
36	71	86	149	63	111	124
37	74	77	146	69	105	118
38	69	79	151	72	108	122
39	72	80	148	68	107	121
40	69	90	151	61	114	127
41	71	66	149	83	99	116
42	68	72	152	80	104	120
43	67	85	153	68	112	126
44	70	95	150	55	117	128
45	72	95	148	53	116	127
46	70	70	150	80	102	118
47	74	80	146	66	106	120
48	67	80	153	73	109	124
49	72	85	148	63	110	123
50	69	90	151	61	114	127
51	69	90	151	61	114	127
52	71	78	149	71	106	121
53	70	75	150	75	105	120
54	74	80	146	66	106	120
55	69	80	151	71	108	123
56	69	85	151	66	111	125
57	75	95	145	50	115	125
58	70	100	150	50	120	130
59	72	75	148	73	104	119
60	72	68	148	80	100	116
61	74	72	146	74	102	116
62	67	71	153	82	104	120
63	67	75	153	78	106	122
64	70	85	150	65	111	124
65	68	85	152	67	112	125
66	68	64	152	88	99	117
67	68	60	152	92	97	115
68	75	85	145	60	109	121
69	68	85	152	67	112	125
70	71	65	149	84	99	115

**Tabella 3**

## 3.5 MATERIALI E METODI

### 3.5.1 *La Stationary Bike*

In questo capitolo si daranno informazioni sulla stationary bike utilizzata per gli allenamenti lasciando al capitolo 4 la trattazione degli aspetti riguardanti l'utilizzazione della bike stessa per l'effettuazione dei tests.

Il cicloergometro utilizzato per questa ricerca è stato fornito dalla ditta Air Machine di Cesena, il modello è il "BIKE TECH 401" (foto 2) di costruzione ibrida, cioè anziché montare un computer standard con microcontrollore Hitachi 2357, è dotato di un microcontrollore di nuova generazione Hitachi 2398; questo tipo di implementazione elettronica si è resa necessaria in quanto il nuovo software creato per la gestione degli allenamenti e dei tests non poteva esser contenuto nei soli 128 KB, di cui disponeva il vecchio firmware, ma necessitava di almeno 256 KB.

Per questo è stato richiesto l'intervento del Dott. Enrico Gnani<sup>31</sup>, Ingegnere Informatico, il quale, sulla base delle nostre esigenze, ha provveduto a sviluppare lo strumento che andavamo ad utilizzare. Si è così creata una fattiva collaborazione tra Azienda e Facoltà di Scienze Motorie che ha trovato, anche attraverso i rapporti tenuti con l'Ingegnere Sebastiano Zannoli, dell'Air Machine, un'interessante prospettiva di impiego delle nostre esperienze.



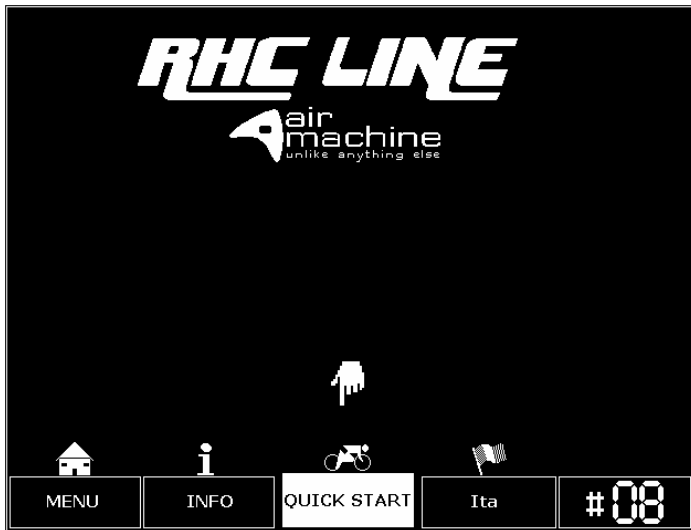
Foto 2

### **Il Computer della Bike**

Il computer in dotazione con la bike è l'interfaccia tra l'utilizzatore e la macchina. Esso è dotato di un monitor a cristalli liquidi che mostra all'utente quali opzioni possono essere scelte e dove vengono visualizzati in tempo reale tutti i parametri relativi all'esercizio/test che si sta eseguendo. L'utente può caricare nel computer della bike i dati antropometrici e le variabili d'esercizio che servono per calibrare l'esecuzione dell'allenamento. Ogni valore viene inserito per mezzo di una manopola

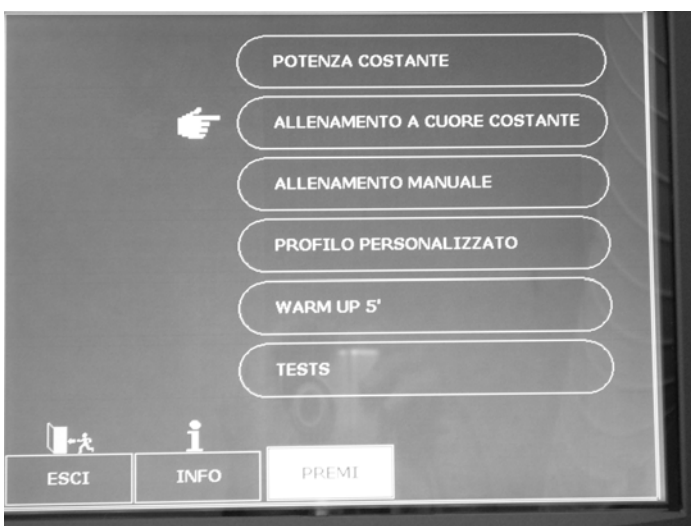
joystick con la quale si può esplorare il programma interno della bike (scegliere il test, l'allenamento, ecc.). Il monitor LCD montato sul cicloergometro ha la funzione di rappresentare i valori in tempo reale e l'andamento dell'allenamento.

La fotografia 3 ci mostra la schermata d'ingresso attraverso la quale possiamo accedere ai vari menù.



**Foto 3 (schermata d'ingresso)**

Cliccando su “Menù” si accede alla pagina con i vari programmi per l'allenamento o per i tests (Foto 4).



**Foto 4 (schermata menù)**

Come indicato in 3.4.3 le funzioni da noi utilizzate per gli allenamenti sono state o “Allenamento a Cuore Costante” oppure “Allenamento Manuale”. Nel primo caso si presenta una videata (vedi foto 5) dove l'istruttore impostava semplicemente l'Hrt e il tempo di durata dell'allenamento.



Foto 5 (Schermata allenamento Cuore costante)

Nel secondo caso l'istruttore inserisce il livello di difficoltà (immediatamente quantificato in watt) e il tempo (foto 6).

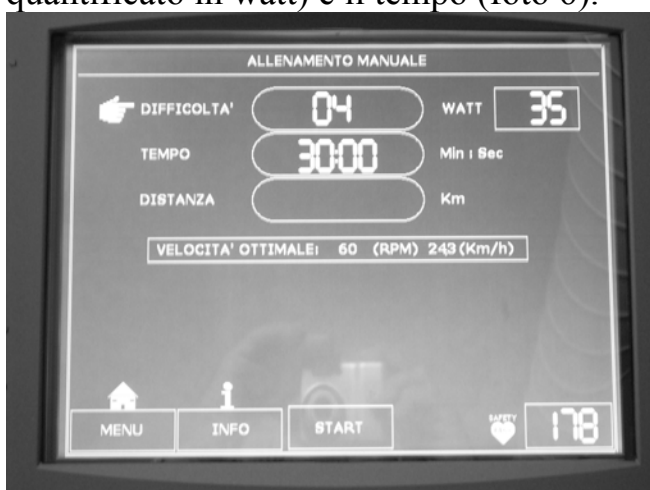


Foto 6 (Schermata allenamento manuale)

In entrambi i casi, fatto partire l'allenamento, si possono seguire, sul monitor, diversi parametri tra i quali la Hrt effettiva, lo sforzo al pedale quantificato in Watt, la frequenza delle pedalate e il decorrere del tempo a scalare. (vedi foto 7).

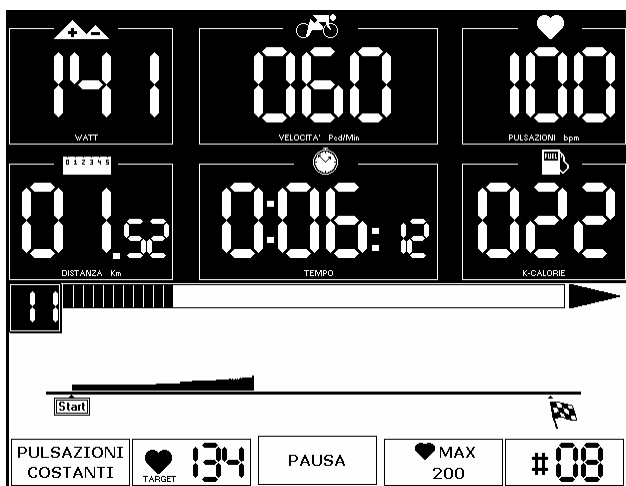


Foto 7 (Schermata allenamento)

## **La Meccanica della Bike**

Il cicloergometro da noi utilizzato è dotato di un elettrofreno che è in grado di opporre resistenza al movimento della ruota a cui è collegato. Il valore dell'intensità della frenata è regolato da una tensione elettrica. Una volta stabilito il livello di difficoltà da applicare, si può calcolare la potenza che l'utente sviluppa pedalando con l'attrito presente. La potenza è direttamente proporzionale alla durezza della pedalata e alla sua frequenza (RPM) ed è misurata in Watt.

Per il calcolo della potenza la macchina utilizza un torsionometro, cioè un motore collegato alla pedaliera che fornisce l'informazione relativa ai watt sviluppati in funzione della difficoltà e della frequenza di pedalata.

### ***3.5.2 Il cardiofrequenzimetro***

Il cardiofrequenzimetro è lo strumento impiegato per la rilevazione dell'Hrt<sup>13,14,70</sup>. È costituito da un trasmettitore inserito all'interno di una fascia da applicare sul torace dell'utilizzatore e da un ricevitore all'interno della Bike. La fascia, applicata al torace utilizzando l'apposito elastico, rileva la frequenza cardiaca attraverso due elettrodi a contatto con il torace e trasmette il segnale radio che permette all'apparecchiatura ricevente di calcolare l'Hrt.

### ***3.5.3 La scheda di allenamento***

Ogni soggetto partecipante al protocollo era accompagnato da una scheda appositamente predisposta al fine di registrare in ingresso ed in itinere tutte le informazioni utili all'allenamento. Oltre ai dati anagrafici venivano registrate le modificazioni del peso corporeo, la Hrt a riposo, la percentuale di riserva utilizzata per l'impostazione della Hrt allenante e la Hrt allenante.

Inoltre venivano riportate nella scheda, allenamento per allenamento, le informazioni raccolte dagli istruttori e ritenute importanti al fine del miglior adeguamento dei parametri alle reali esigenze del protocollo. Abbiamo così raccolto una quantità enorme di informazioni relative allo stato di salute, alla assunzione di farmaci, all'andamento dell'adattamento al carico di lavoro, al gradimento o meno delle varie attività proposte (tabella 4).



**COGNOME**

**NOME**

Numero codice:

Data di nascita:

telefono

DATA	ETA'	PESO	Hrt rest	% riserva	Hrt allenante Karvonen	NOTE

**DIARIO ALLENAMENTI**

DATA	

**Tabella 4**





## Capitolo 4

### MISURAZIONE DELLO STATO DI EFFICIENZA FISICA ATTRAVERSO IL TEST DI VARIAZIONE DI POTENZA (TVP)

#### 4.1 VALUTAZIONE E MISURAZIONE<sup>1</sup>

La valutazione può essere definita come "arte del giudicare scientificamente, applicata ad alcuni aspetti, qualità o caratteristiche universalmente riconosciute secondo standard predeterminati" (Verducci 1980)<sup>2</sup>.

Nella progettazione d'ogni protocollo d'esercizio fisico finalizzato possiamo distinguere due fasi: innanzitutto si determinano gli obiettivi che si vogliono raggiungere. La determinazione degli obiettivi costituisce infatti la base di partenza di ogni intervento didattico.

Successivamente si elabora il protocollo di lavoro. Quindi si scelgono le procedure, le metodologie e si formula la programmazione. Dice Carbonaro: "Il processo della valutazione viene inserito da questo punto in avanti, innanzitutto con la misurazione, che è il vero momento di quantificazione". Solo attraverso un'efficace misurazione si giunge alla valutazione come confronto tra risultati pronosticati e risultati realmente conseguiti. Tale confronto viene successivamente espresso attraverso giudizi e interpretazioni.

Sostanzialmente la valutazione ha le seguenti finalità:

- **DIAGNOSI:** "un accertamento delle capacità di prestazione di partenza, mediante rilevazione e giudizio dei parametri relativi alla prestazione" (Thiess 1978). Quindi, anche in ambito fitness, la valutazione iniziale è necessaria per individuare il livello d'efficienza fisica di partenza. L'applicazione della valutazione in tempi successivi ci serve, per creare una rappresentazione dinamica dello sviluppo dell'efficienza fisica.
- **PROGNOSI:** fare una previsione quanto più precisa possibile del livello che il soggetto potrà raggiungere.
- **PROGRAMMAZIONE:** definizione dei metodi, dei mezzi e della struttura temporale del carico allenante da utilizzare nel periodo d'applicazione dell'attività motoria.
- **REGISTRAZIONE:** delle deviazioni rispetto ai dati preventivi previsti.

Gli strumenti fondamentali per la misurazione sono i tests che vengono applicati in tre momenti:

- **INGRESSO:** per fini diagnostici e prognostici
- **ITINERE:** per verificare l'andamento dello sviluppo

- FINALI: per verificare i risultati ottenuti al termine di un periodo di programmazione

## 4.2 OBIETTIVI

Nella pratica della valutazione e del monitoraggio dello stato di forma dell'anziano, al fine di controllare un esercizio fisico mirato, nonché di riscontrare gli adattamenti indotti dall'esercizio stesso, è necessario individuare una prova (test) compatibile con lo stato biologico del soggetto che sia un valido indicatore di migliore efficienza della "macchina umana"<sup>57</sup>.

Il metodo da noi proposto identifica, quale parametro indicatore, l'efficienza meccanica determinata dalla relazione della quantità del lavoro (W) espresso dal soggetto ad una determinata frequenza cardiaca sottomassimale (Hrt)<sup>45,71,81</sup>.

Tale indicatore è correlato all'efficienza fisica considerando l'intervento del fattore funzionale (Hr) che rappresenta la costante di carico del test.

Il test propone un immediato riscontro nel confronto dei dati (W) rilevati prima di un periodo di allenamento con quelli (W) rilevati al termine dello stesso mantenendo inalterato l'impegno cardiaco, evidenziando chiaramente i miglioramenti indotti.

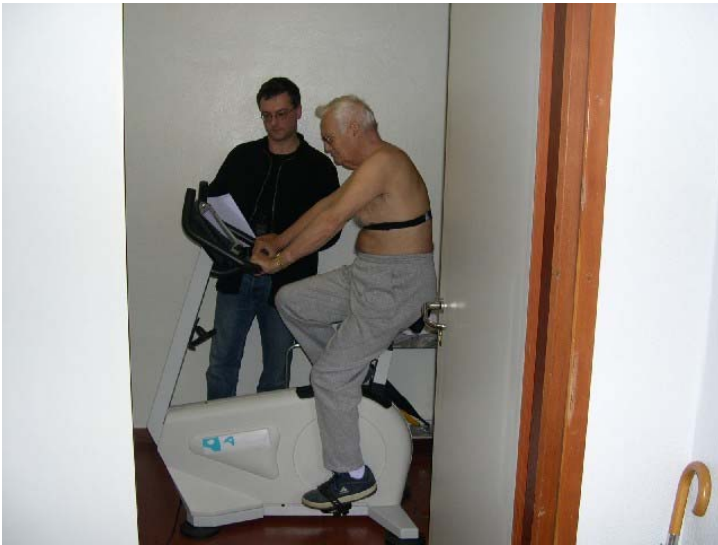
L'obiettivo di questo capitolo è quello di confermare la validità oggettiva di un test per la misurazione dell'efficienza fisica che preveda il raggiungimento e il mantenimento di una frequenza cardiaca di esercizio moderata e costante al fine di garantire che il soggetto – sano ma non sempre idoneo a sostenere prove massimali - possa essere valutato in condizioni di assoluta sicurezza. Per questo abbiamo messo a punto un test, che abbiamo chiamato TVP – Test di Variazione di Potenza, il quale misura, ad una determinata frequenza cardiaca target, la potenza meccanica (Watt) espressa dal soggetto. Al fine di indagare la sua attendibilità, abbiamo confrontato i dati ottenuti dalla applicazione del TVP con quelli risultanti dal test cardiopolmonare (CPX).

## 4.3 MATERIALI E METODI

Tutti i partecipanti sono stati preventivamente informati sulle caratteristiche del protocollo cui si dovevano sottoporre e hanno firmato il modulo "consenso informato".

33 soggetti (20 maschi e 13 femmine) anziani (65-75 anni), sani (non affetti da alcuna patologia cardiaca conosciuta), sono stati testati con test cardiopolmonare (CPX) e con test TVP all'inizio e alla fine della somministrazione del programma di esercizio aerobico<sup>64, 21</sup> individualizzato previsto dal "Progetto Pianoro".

#### 4.3.1 Protocollo del Test di Variazione di Potenza (TVP)<sup>88</sup>



**Foto 8**

Il test viene svolto in condizioni ambientali stabili. Quindi sempre alla stessa ora e in condizioni di tranquillità e silenzio. Inoltre la prova viene ripetuta più volte, in sedute diverse, al fine di controllare l'omogeneità dei risultati. La fase preparatoria all'applicazione del test consiste nell'inserimento dei dati anagrafici del soggetto nella cartella fornita dal software "CardioLab" (vedi par.4.3.2). Successivamente l'operatore imposterà, sul monitor della bike, la Hrt target e la durata del test (5 minuti). Prima di far partire il test l'operatore controllerà, inoltre, la regolarità di tutti i valori dei parametri iniziali. In particolare si controllerà che il soggetto sia tranquillo e che l'Hrt iniziale corrisponda a quella di riposo. Fatto partire il test si verificherà che il soggetto, nei cinque minuti di durata della prova, mantenga una pedalata costante a 60 RPM. Il mantenimento della Hrt al livello voluto è determinato dal software della macchina che, incrementando progressivamente lo sforzo della pedalata, fa raggiungere al soggetto la Hrt stabilita e poi fa in modo di mantenerla stabile fino alla fine del test. Essendo un test submassimale l'Hrt target da noi utilizzata è stata del 70% la Hrt max calcolata con il metodo della Hrt massima teorica. La scelta di adottare la percentuale del 70% è stata dettata dalla necessità, peraltro confermata da quanto prescritto dall'ACSM, di rimanere su una frequenza di lavoro realmente aerobica.

La potenza prestativa espressa, in relazione a quella determinata Hrt target, è calcolata in Watt in rapporto al tempo (W/t). I dati relativi ai parametri di ogni test vengono trasferiti, dal software del CardioLab, in una pagina excel attraverso la quale si possono svolgere le elaborazioni statistiche necessarie<sup>56</sup>. Infatti ad ogni riga corrisponde la durata di un secondo dei 300 totali della durata del test (60 secondi \* 5). Nelle colonne, invece, sono contenuti diversi parametri tra i quali la Hrt e la potenza espressa in Watt. (vedi tabella 5). L'indice di potenza del test si ricava calcolando la media dei valori dei Watt espressi ad iniziare dal momento in cui il

soggetto raggiunge la Hrt target sino al termine del test. Valutando i soggetti in diversi periodi del processo allenante e riportando i valori di Hrt e Watt in un unico grafico, è possibile apprezzare se vi sia stata variazione di espressione di potenza (W) alla stessa prefissata Hrt target. Un incremento di tale espressione è sicuramente indice di migliore rendimento, di aumentata capacità prestativa e di performance fisica più efficiente<sup>59,66</sup>.

Start Time	#####	9.23.17							
Time	Speed	Distance	Hrt	KCal	Watt	Difficulty	Exercise		
0.00.00	0	0	68	0	0	0	32		
0.00.01	4	0	67	0	0	0	32		
0.00.02	26	0	67	0	9	0	32		
0.00.03	54	3	67	0	30	0	32		
0.00.04	62	9	67	0	63	150	32		
0.00.05	56	16	67	0	56	150	32		
0.00.06	50	23	67	0	48	150	32		
0.00.07	49	28	67	0	47	150	32		
0.00.09	48	34	67	0	46	150	32		
0.00.10	50	39	67	0	48	150	32		
0.00.11	58	51	67	0	58	150	32		
0.00.12	62	58	68	0	63	150	32		
0.00.13	62	65	68	0	63	150	32		
0.00.14	60	72	68	0	61	150	32		
0.00.15	61	79	68	1	62	150	32		
0.00.16	63	86	68	1	56	100	32		
0.00.17	65	93	68	1	58	100	32		
0.00.18	63	100	68	1	56	100	32		
0.00.19	61	107	68	1	62	150	32		
0.00.20	61	114	69	1	62	150	32		

**CONTINUA**

0.04.40	67	1932	101	34	138	500	32	
0.04.41	67	1939	101	34	138	500	32	
0.04.42	67	1947	101	34	138	500	32	
0.04.43	66	1954	101	34	136	500	32	
0.04.44	65	1961	102	34	133	500	32	
0.04.45	64	1969	102	34	140	550	32	
0.04.46	66	1976	102	35	136	500	32	
0.04.47	65	1983	102	35	133	500	32	
0.04.48	65	1991	102	35	133	500	32	
0.04.49	63	1998	102	35	137	550	32	
0.04.50	64	2005	102	35	140	550	32	
0.04.51	62	2012	102	35	135	550	32	
0.04.52	62	2019	102	36	135	550	32	
0.04.53	64	2026	102	36	140	550	32	
0.04.54	66	2034	102	36	136	500	32	
0.04.55	65	2041	102	36	133	500	32	
0.04.57	65	2048	102	36	133	500	32	
0.04.58	66	2056	102	36	136	500	32	
0.04.59	64	2070	102	37	140	550	32	
0.05.00	67	2078	102	37	138	500	32	

End Time	#####	9.28.17								
Kcal	Dist	Dur	Kmh	AvgRpm	AvgW	AvgDiff	VO2	Mets	AvgHrt	
37	2078	300	24,9	61	101	7	21	6,2	85	

**Tabella 5**

### 4.3.2 Il software “CardioLab”

Il “CardioLab” della Air Machine è un Software di acquisizione dati in grado di registrare i valori di interesse archiviandoli sotto forma di file e nello stesso tempo di visualizzare in tempo reale l’andamento del test che si sta eseguendo.

#### La finestra principale

Ecco come si presenta la schermata d’avvio (foto 9):

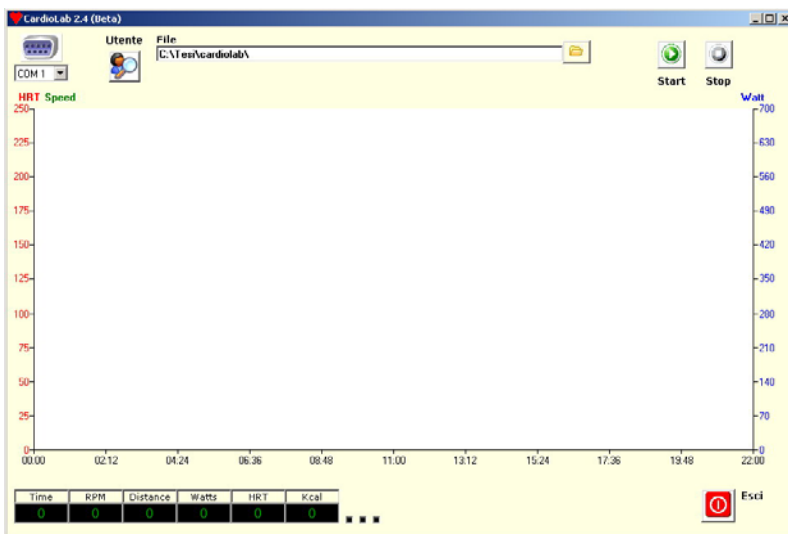


Foto 9 (Schermata d’avvio)

Come si può notare la maggior parte dello spazio è occupato dalla zona dove comparirà il grafico dei valori registrati in tempo reale. Inizialmente bianco, ospiterà il tracciato di tre righe rappresentanti l’Hrt, la potenza sviluppata (Watt) e la velocità della pedalata (RPM) (vedi foto 10).

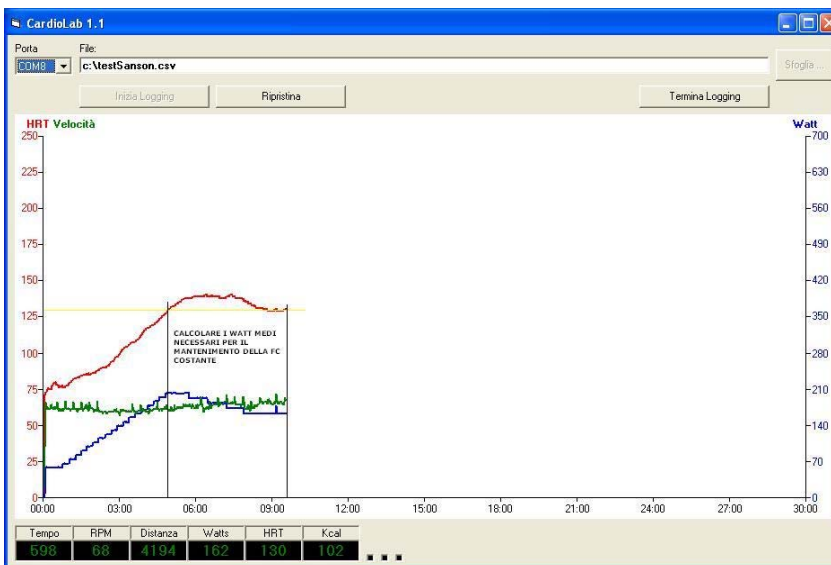


Foto 10

## Finestre dei valori.

Time	RPM	Distance	Watts	HRT	Kcal
0	0	0	0	0	0

Foto 11. (Rappresentazione dei Valori Istantanei)

Questa raccolta di finestre serve a rappresentare numericamente i valori in tempo reale che il paziente sta realizzando nell'esecuzione del test. Questi vengono anche visualizzati nel monitor LCD del cicloergometro.

### Time

In questa finestra si può seguire lo scorrere del tempo in secondi

### RPM

Viene visualizzato il numero di pedalate al minuto che il soggetto sta effettuando.

### Distance

E' la distanza percorsa fino a quel momento da parte del soggetto.

### Watts

E' il valore espresso in Watt della potenza istantanea sviluppata.

### HRT

Attraverso questa finestra possiamo controllare a quale Hrt il soggetto stia lavorando.

### Kcal

La stima di tutte le calorie fino a questo punto consumate viene rappresentata in quest'ultima finestra.

## Finestra Gestione Dati.

The screenshot shows a software window titled "Lettura Database". At the top, there is a dropdown menu for "Utente:" with "GNANI ENRICO" selected, and an "Applica" button with a red circular icon. Below this, there are several input fields: "Cognome" (GNANI), "Nome" (ENRICO), "Categoria" (empty), "Peso" (80), "Età" (27), "Altezza" (184,5), and "BMI" (23,501590029450). At the bottom, there are three icons with labels: "Visualizza" (person icon), "Modifica" (notepad icon), and "Aggiungi" (person with plus icon). There is also a "Grafico" icon (bar chart) and a "Chiudi" button (red stop sign icon). A small "Intero Database" icon is in the bottom left corner.

Foto 12 (Finestra Gestione Dati)

Da questa finestra è possibile consultare il database dei soggetti registrati. Oltre ai pulsanti ed una Drop Down List, sono presenti molte TextBox che contengono informazioni riguardanti il soggetto scelto.

## Finestra Interfaccia Database.

Questa finestra consente all'operatore di manipolare i dati contenuti nel database dei soggetti, senza per questo dover aprire l'applicazione Access.

Il suo aspetto è il seguente:

The screenshot shows a window titled "Modifica utente" with the following fields and controls:

- Cognome: GNANI
- Freq. Card. base: 48
- Cat.: Sportivo
- Nome: ENRICO
- Freq. Card. Max: 190
- BMI: 23,50159
- Nato il: 12/02/1978
- Telefono: 123-12312312
- Risultato IRI: (empty)
- Peso: 80
- 1°TEST: 10/09/2004
- Note: Utente Prova
- Altezza: 184,5
- 2°TEST: (empty)
- 3°TEST: (empty)
- Tempo: (empty)
- Codice: 1029
- Sesso:  M  F
- Ritirato:

Buttons: Cambia, Genera

Scorri: [Left Arrow] [Right Arrow]

Campi da visualizzare:  Tempo  Data Test  FC Base  FC MAX  Tel.  Note  Ritir.  BMI  Risult. IRI  Cat.

Visualizza o Nascondi Campi

Si sta modificando: GNANI ENRICO

Buttons: Annulla, Salva, Elimina

Foto 13 (Finestra Modifica Utente)

### 4.3.3 Protocollo del Test Cardio Polmonare (CPX)

La strumentazione utilizzata per i test da sforzo consisteva in un sistema per l'analisi degli scambi gassosi (CPX/D System della Medgraphics<sup>®</sup>) collegato ad un cicloergometro (Corival Cycle Ergometer) e ad un elettrocardiografo (Cardio Perfect ST-2001) (Foto 14).

Il test da sforzo prevedeva una fase iniziale di warm up di durata variabile ai fini dell'attivazione di tutti i parametri fisiologici del soggetto. In questa fase il soggetto doveva pedalare a Watt zero mantenendo una frequenza di pedalata pari a 60 RPM. Al termine di questa parte iniziava la fase centrale costituita da un lavoro incrementale con un aumento del carico di 10 Watt ogni minuto. La fase centrale continuava, oltre il raggiungimento della soglia anaerobica, fino al raggiungimento di uno dei seguenti stati:

- Raggiungimento della  $VO_2$  max.
- Avvicinarsi al limite della massima frequenza cardiaca teorica predetta ( $220 - \text{età}$ ) entro un range compreso tra il 95 e il 105 % della stessa.
- Il soggetto non riusciva a mantenere la giusta frequenza di pedalata.
- Affaticamento percepito come massimale dal soggetto.

Raggiunto questo limite iniziava la fase di recupero composta da 5 minuti in cui il soggetto pedalava a carico costante (40 Watt) mantenendo la stessa frequenza di pedalata (60 RPM), e da successivi 5 minuti di recupero passivo in cui il soggetto



rimaneva fermo sul cicloergometro. Anche in questa fase venivano monitorati e acquisiti i dati relativi ai parametri fisiologici suddetti.

Durante tutta la durata del test sono stati monitorati e acquisiti i valori, respiro per respiro, di consumo di ossigeno ( $VO_2$ ), di produzione di diossido di carbonio ( $VCO_2$ ), la ventilazione corrente ( $VE$ ) e una serie di altri parametri derivati tra cui gli equivalenti respiratori di ossigeno e diossido di carbonio ( $VE/VO_2$ ,  $VE/VCO_2$ ) e il quoziente respiratorio ( $VO_2/VCO_2$ ).



Foto 14

#### 4.3.4 Valutazione della condizione cardiopolmonare

Il massimo consumo di ossigeno ( $VO_{2max}$ ) rappresenta senza dubbio l'indicatore più attendibile della massima capacità di lavoro di un individuo<sup>60</sup>. Tuttavia è molto raro raggiungere tale livello di lavoro durante i comuni test<sup>41,18</sup>. È infatti necessario che il  $VO_2$  si stabilizzi e sia osservabile lo stato di plateau mentre il soggetto produce uno sforzo massimale che continua ad aumentare. Questa condizione è ottenibile soprattutto in soggetti allenati, mentre risulta molto difficile in soggetti anziani. In tali soggetti, quello che si ottiene, è un valore di consumo di ossigeno di picco ( $VO_2$  di picco) ottenuto nel momento di massimo sforzo immediatamente precedente la fine del test. Questo momento, però, è fortemente influenzato dalla motivazione dei soggetti testati e dalla scelta soggettiva dell'operatore di porre termine al test. Per ovviare a questo viene spesso utilizzata, al posto del  $VO_{2max}$ , la soglia anaerobica<sup>9,50</sup>.

Anche in questo studio, pertanto, sono stati presi come riferimento i valori rilevati alla soglia anaerobica<sup>97,98,99</sup>.

#### 4.4 ANALISI DEI DATI

Abbiamo calcolato la variazione percentuale della potenza meccanica ( $\Delta$ Watt %) tra il primo e il secondo test TVP.

Come indicativi dello stato di performance dell'individuo sono stati considerati i valori di Watt,  $VO_2$ , e  $VCO_2$  di soglia rilevati con il test cardiopolmonare.

Per poter verificare la concordanza tra i risultati ottenuti tra i due test, è stato attribuito un punteggio per ogni parametro: +1 in caso di miglioramento e -1 in caso di peggioramento del parametro. Per fornire un punteggio che tenga conto di tutti parametri alla soglia anaerobica, i punteggi relativi al test da sforzo cardiopolmonare sono stati poi combinati fra loro in due modi diversi:

1) mediante somma aritmetica (Ptot). I punteggi risultanti avranno un range compreso fra -3 ( $P_w=-1$ ;  $P_{vo_2}=-1$ ,  $P_{vco_2}=-1$ ) e +3 ( $P_w=+1$ ;  $P_{vo_2}=+1$ ,  $P_{vco_2}=+1$ ).

2) mediante OR logico, attribuendo cioè il punteggio globale (Por) pari a +1 nel caso in cui almeno uno dei tre punteggi fosse positivo.

Questi due punteggi sono stati poi confrontati con quello relativo al TVP per verificare l'attendibilità del test da noi proposto. I dati sono stati confrontati mediante analisi non parametrica con test di McNemar. Sono state calcolate sensibilità e specificità del test (tabella 6).

	Ptot<0	Ptot>0
TVP<=0	0	3
TVP>0	5	25
<b>p=0,724</b>		
Sensibilità:	89%	
Specificità:	0%	

	Por<0	Por>0
TVP<=0	0	3
TVP>0	3	27
<b>p=0,683</b>		
Sensibilità:	90%	
Specificità:	0%	

**Tabella n. 6**

I test statistici evidenziano una differenza non significativa fra i risultati ottenuti con i due test per entrambi i punteggi utilizzati ( $p=0.724$  e  $p=0.683$ ) con concordanza in 25 casi su 33 tra TVP e Ptot e 27 su 33 tra TVP e Por. Per entrambi i casi il test TVP si è dimostrato molto sensibile (90% e 89%) ma per nulla specifico (0%). Il TVP, quindi, si è dimostrato affidabile nella valutazione del miglioramento della performance ma totalmente errato quando si tratta di evidenziare dei peggioramenti. Peraltro, nel nostro caso, le situazioni in cui si è registrato un peggioramento nella seconda prova rappresentano un campione poco numeroso. La scarsa specificità del

test, in realtà, non rappresenta un parametro importante nella valutazione della performance: il TVP, infatti, si propone di diventare un test di facile utilizzo nelle palestre come metodica per valutare eventuali miglioramenti della fitness in seguito ad allenamento. I risultati negativi sono spesso la conseguenza di fattori transitori che possono condizionare la prova.

A conclusione possiamo dire che il test TVP, date le evidenti concordanze con i risultati del test da sforzo, fornisce un'indicazione attendibile sullo stato di efficienza fisica dell'anziano. Infatti è evidente la correlazione fra la potenza meccanica espressa dal soggetto (Watt) durante un test a frequenza cardiaca costante e quei parametri comunemente considerati per valutare lo stato di salute cardiopolmonare del soggetto (Watt,  $VO_2$  e  $VCO_2$  di soglia).

Inoltre il test detto bene si presta ad essere somministrato a soggetti non sempre idonei a sostenere prove massimali, quali sono gli anziani, vista l'esigua durata dello sforzo e la bassa intensità a cui il soggetto deve lavorare<sup>5, 55</sup>.



## Capitolo 5

### ANALISI DEI DATI E RISULTATI

Il protocollo di esercizio fisico, affrontato inizialmente da 70 soggetti, è stato completato, in modo utile, da 50 di questi. Durante lo svolgimento del programma 7 soggetti si sono ritirati per motivi personali o famigliari. 10 soggetti non hanno raggiunto, al termine dell'anno di allenamento, la percentuale di presenze minima richiesta (2/3 del totale). Altri 3 soggetti non hanno potuto svolgere il test finale.

Il numero delle lezioni totali è stato, in entrambi gli anni, di 77. La partecipazione media è stata di 62 lezioni nell'anno 2004-2005 e di 61 lezioni nell'anno 2005-2006. La percentuale di partecipazione ha raggiunto la quota media dell'81% nell'anno 2004-2005 e dell'80% nell'anno 2005-2006 con un range compreso tra il 66% e il 95%.

	<b>TOTALE LEZIONI</b>	<b>%Media presenze</b>	<b>Media numero lezioni</b>
<b>Anno 2004-2005</b>	77	81%	~62
<b>Anno 2005-2006</b>	77	80%	~61

#### 5.1 ANALISI DEI GRAFICI DEI TESTS TVP (Hrt/Watt)

La prima valutazione svolta sui dati raccolti è stata l'analisi dei grafici relativi all'andamento dell'Hrt e della potenza meccanica espressa (Watt) da ogni singolo soggetto durante lo svolgimento del test TVP. Per ogni soggetto è stato preso in esame l'andamento delle curve dell'Hrt e dei Watt.

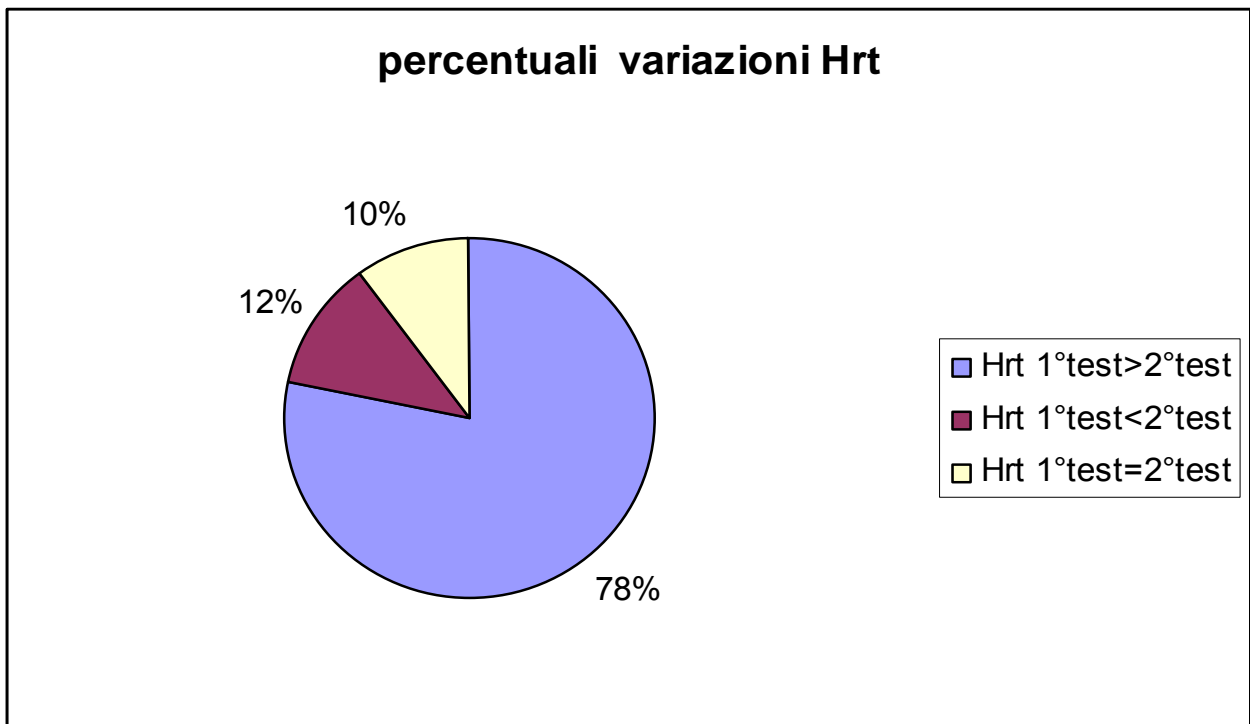
Essendo il test a frequenza cardiaca costante, la parte finale delle curve dell'Hrt termina sempre in corrispondenza del valore dell'Hrt target a dimostrazione della precisione del cicloergometro da noi utilizzato. Va notato però che le curve relative ai tests iniziali percorrono delle traiettorie, come prevedibile, diverse da quelle relative ai tests finali. Infatti si nota che, normalmente, le curve dei tests finali compiono una traiettoria sottostante a quella dei tests iniziali evidenziando, quindi, valori più bassi. Questo fenomeno è un'ulteriore ricaduta degli effetti benefici dell'allenamento che non solo sono espressi dal miglioramento della potenza meccanica (Watt) al termine del ciclo di applicazione dell'esercizio fisico, ma anche dalla riduzione dell'Hrt alla quale il soggetto lavora durante il test finale.

In 39 casi su 50 (78%)(vedi grafico 1) abbiamo constatato un calo nella curva dell'Hrt di lavoro al termine del periodo di allenamento (vedi ad esempio grafici 2, 3, e 4); in 5 casi (10%) l'Hrt è rimasta uguale nei due tests iniziale e finale (esempio vedi grafici

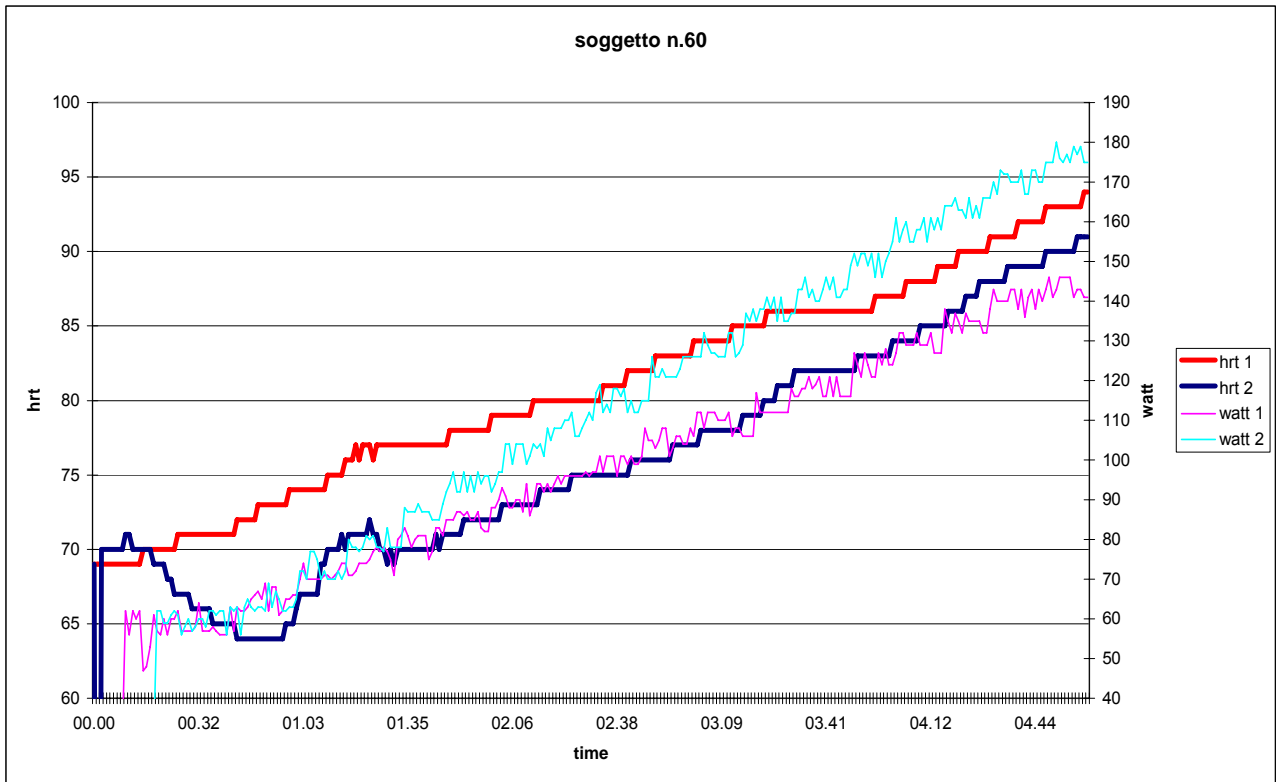
5, 6, e 7); in 6 casi (12%) abbiamo assistito ad un modesto peggioramento (esempio vedi grafico 8).

Netto risulta, per i soggetti che hanno ottenuto miglioramenti dell'efficienza meccanica, l'incremento dei valori della potenza (watt) risultante dalle curve relative. Queste denotano, infatti, un'impennata soprattutto nella seconda metà del test (vedi esempio grafici 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15 e 16).

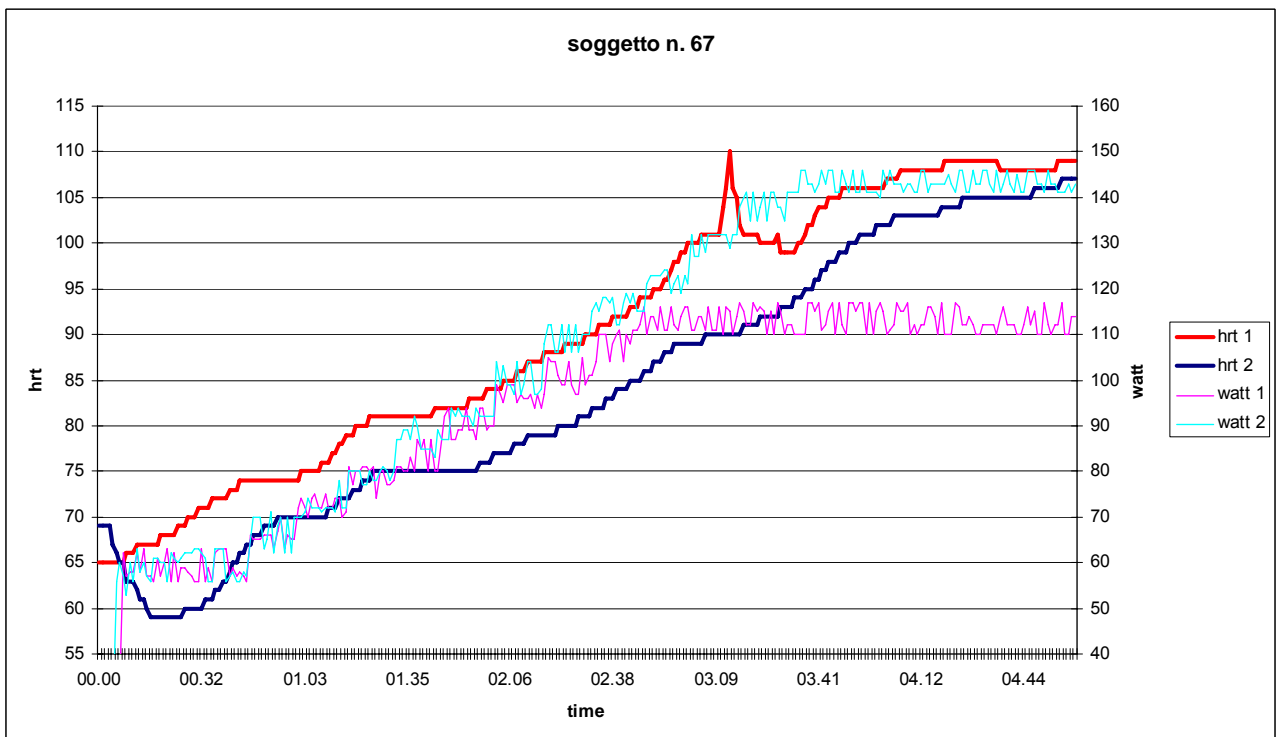
In alcuni casi i grafici non ci segnalano miglioramenti evidenti (vedi esempio grafici 17, 18 e 19).



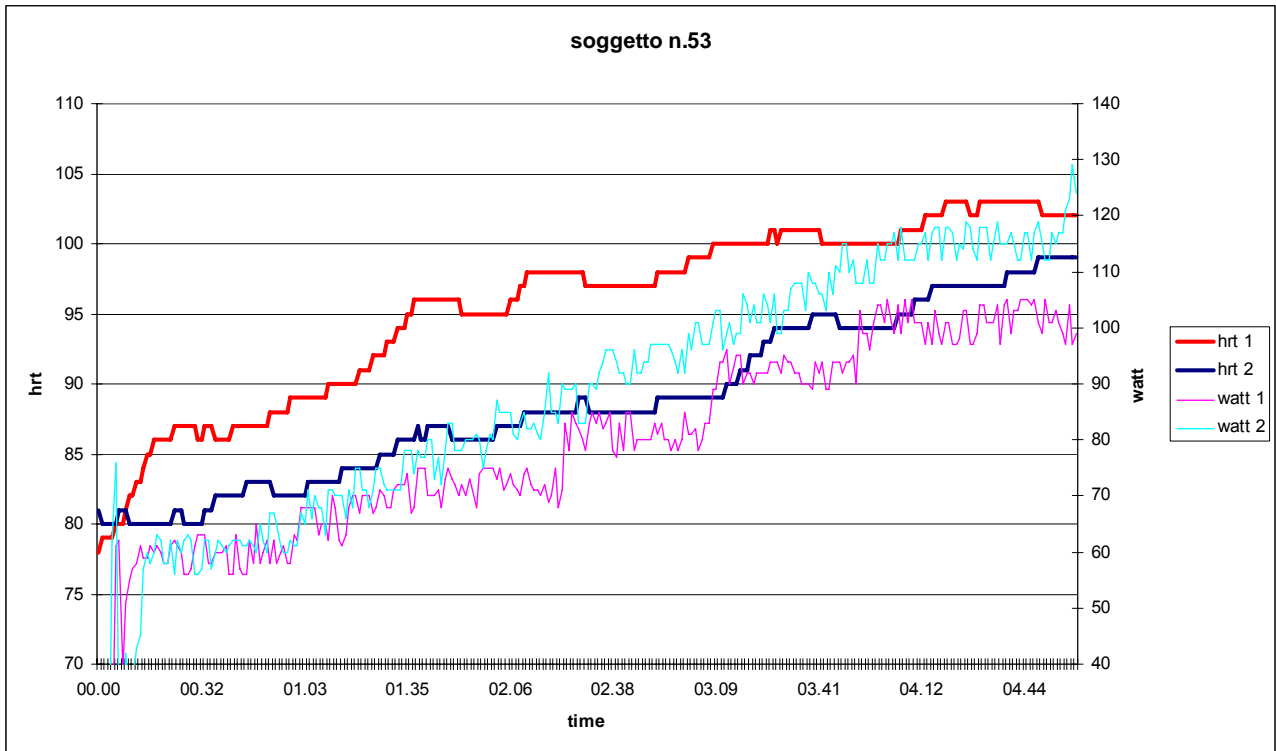
**Grafico 1**



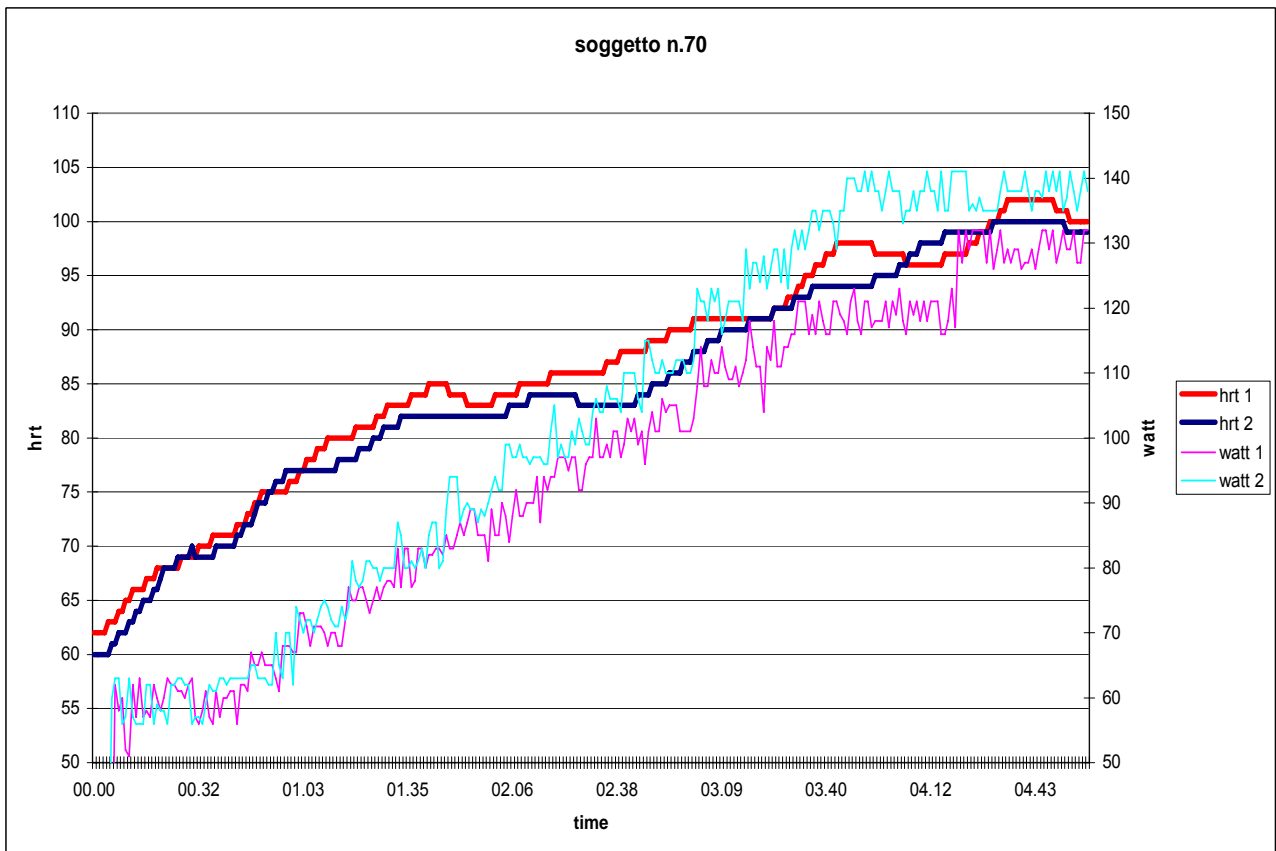
**Grafico 2**



**Grafico 3**

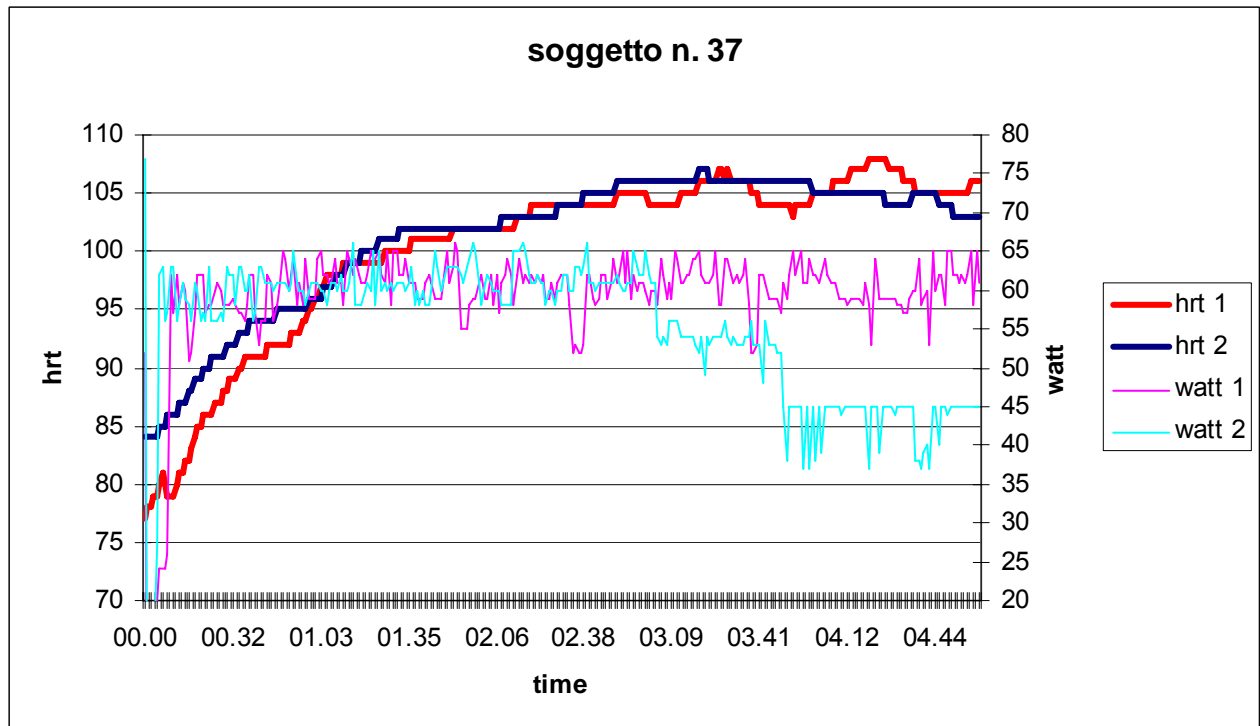


**Grafico 4**

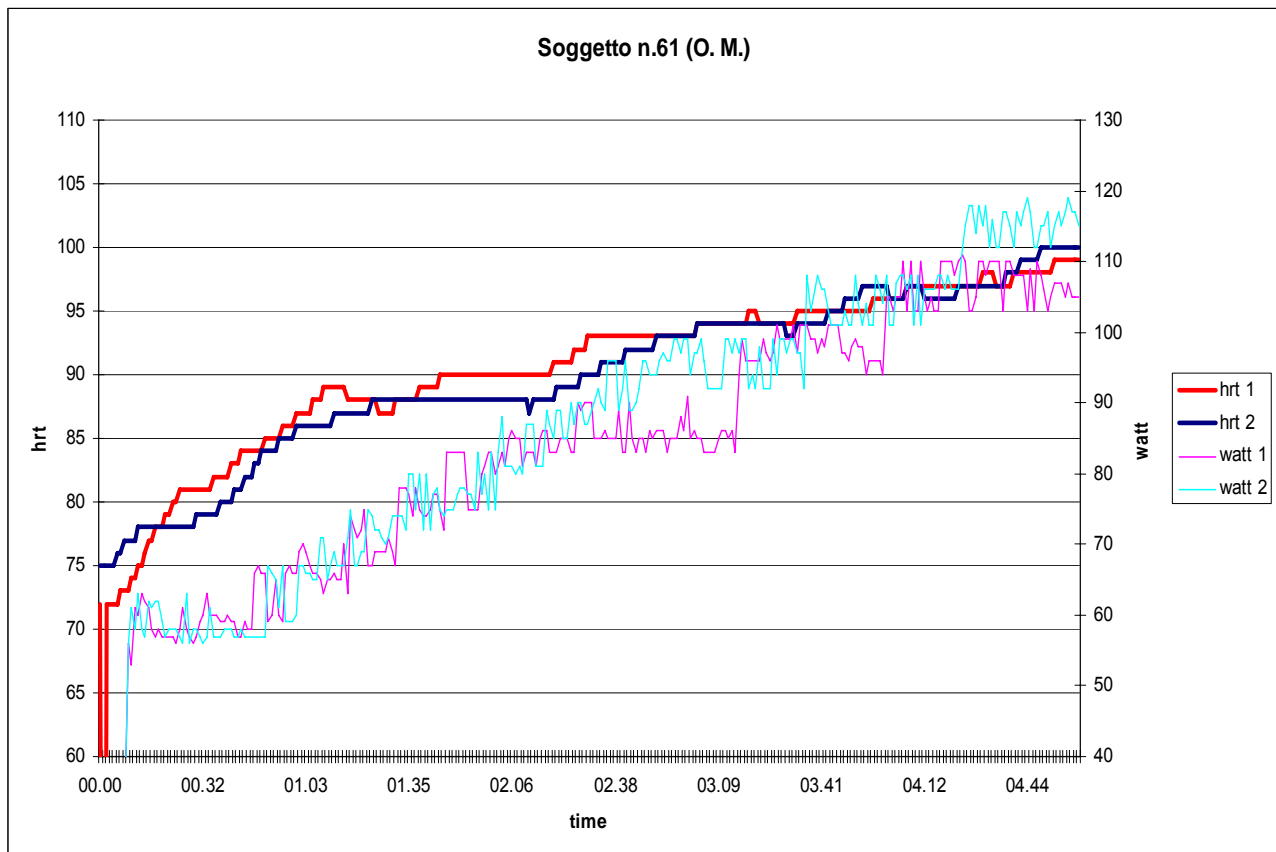


**Grafico 5**

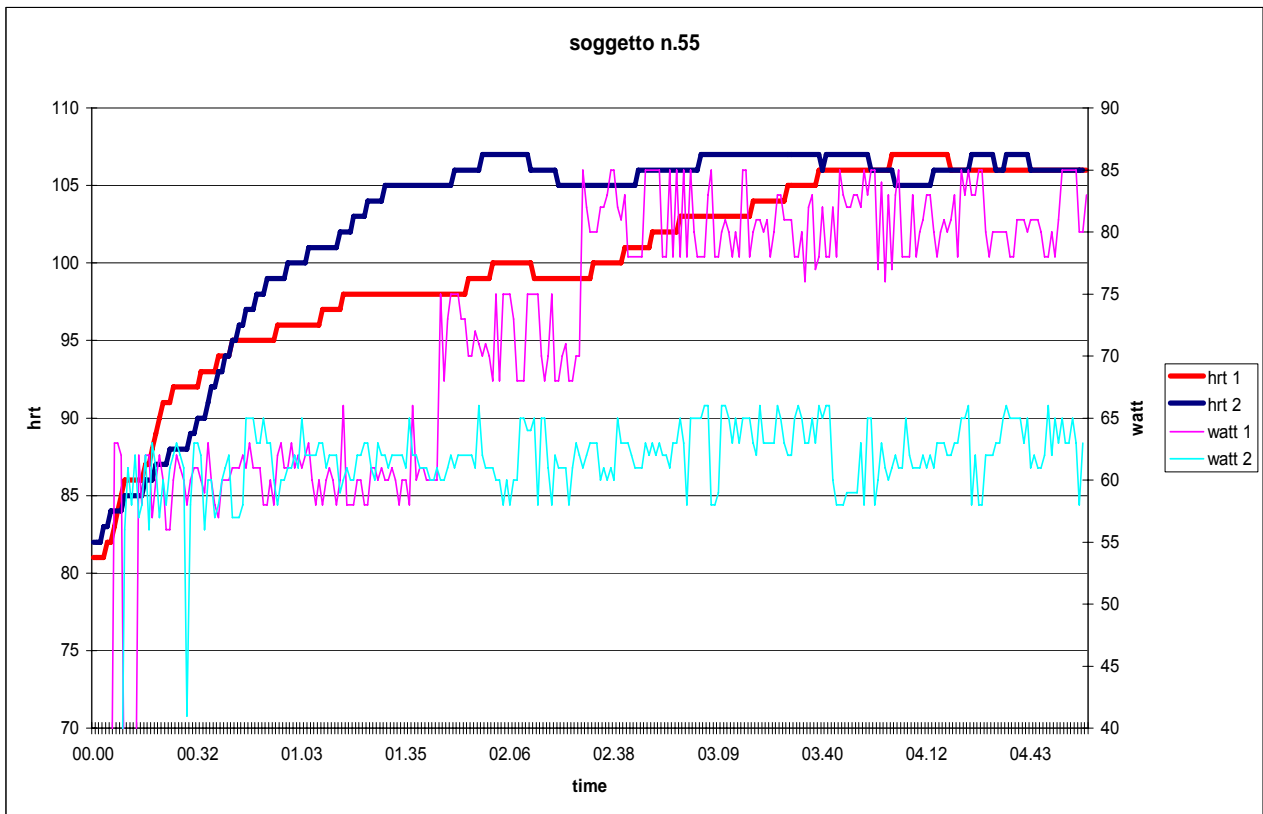




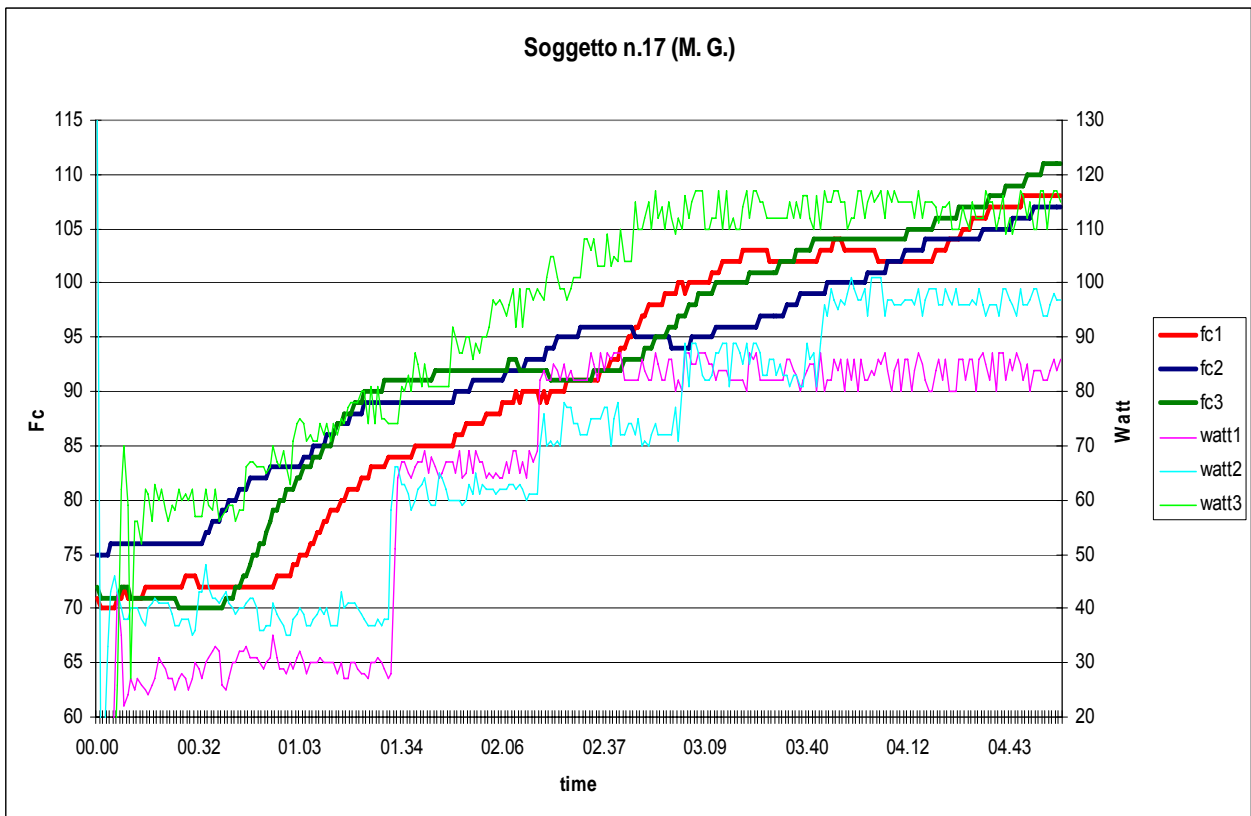
**Grafico 6**



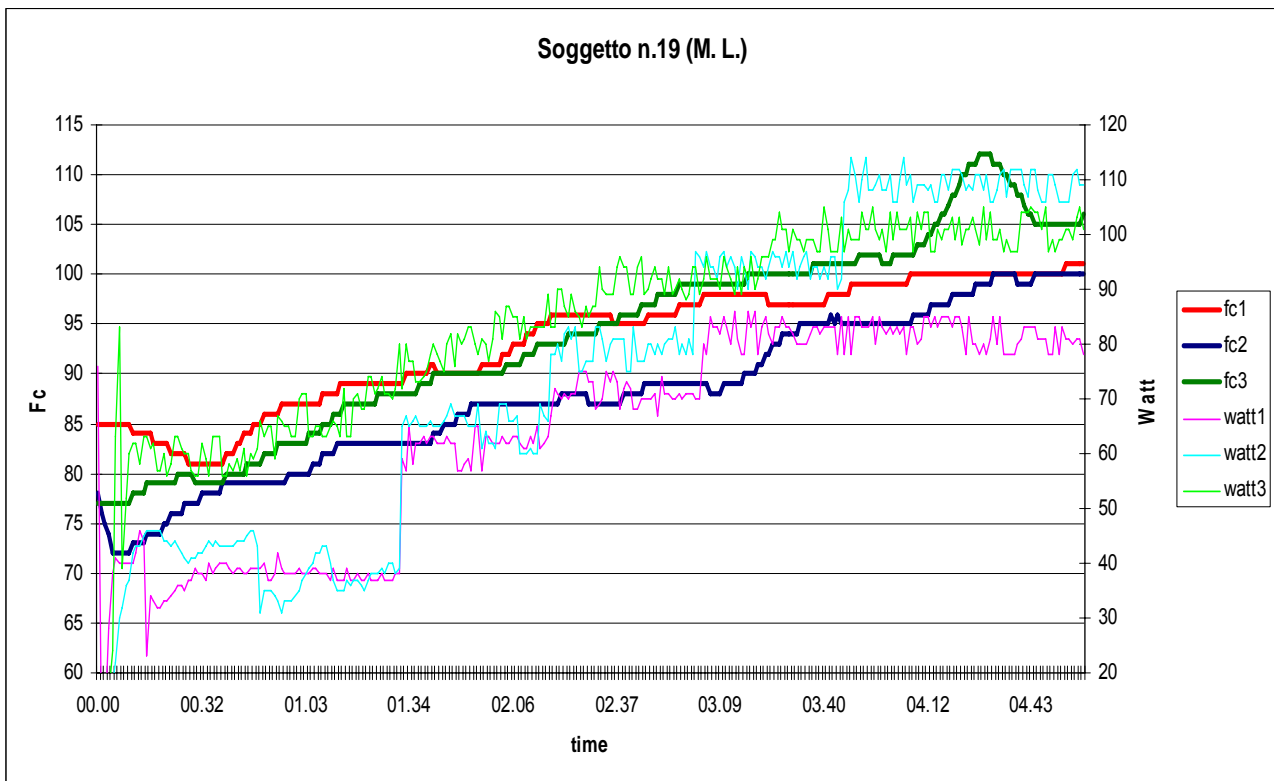
**Grafico 7**



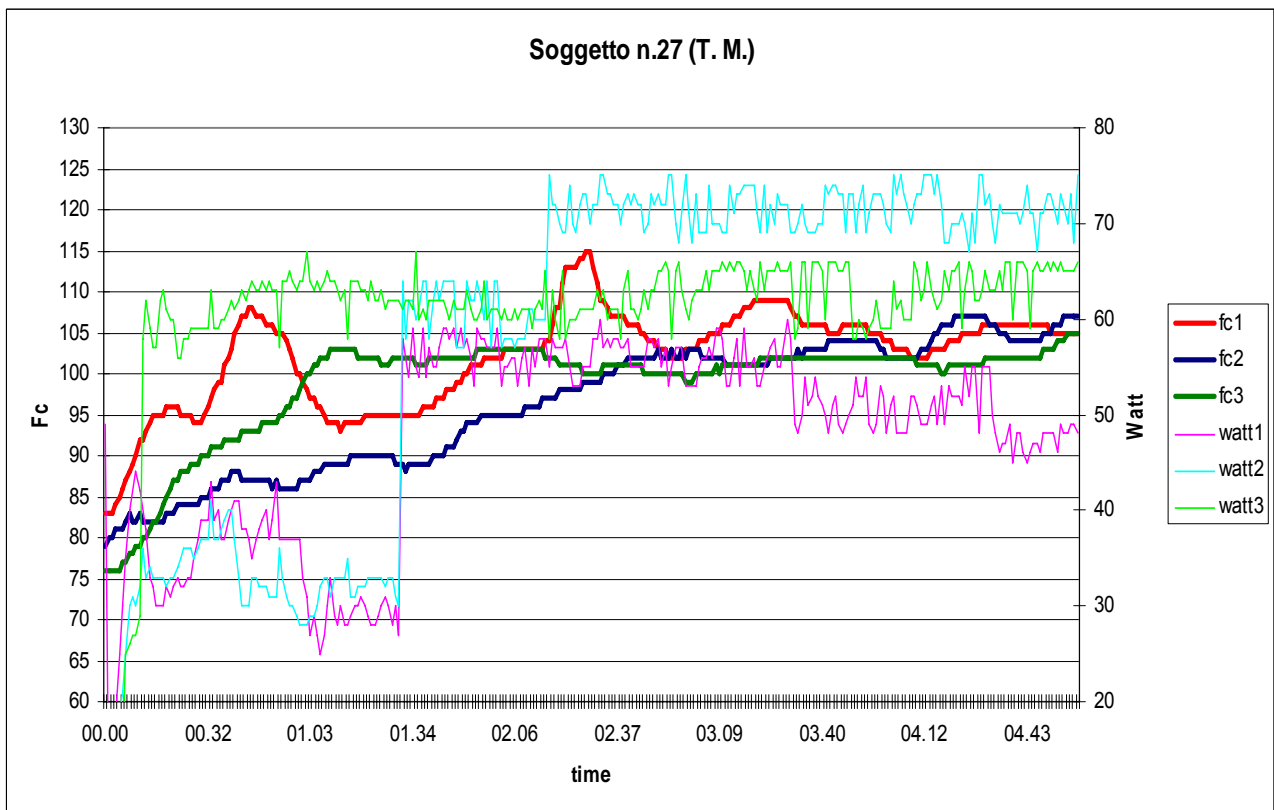
**Grafico 8**



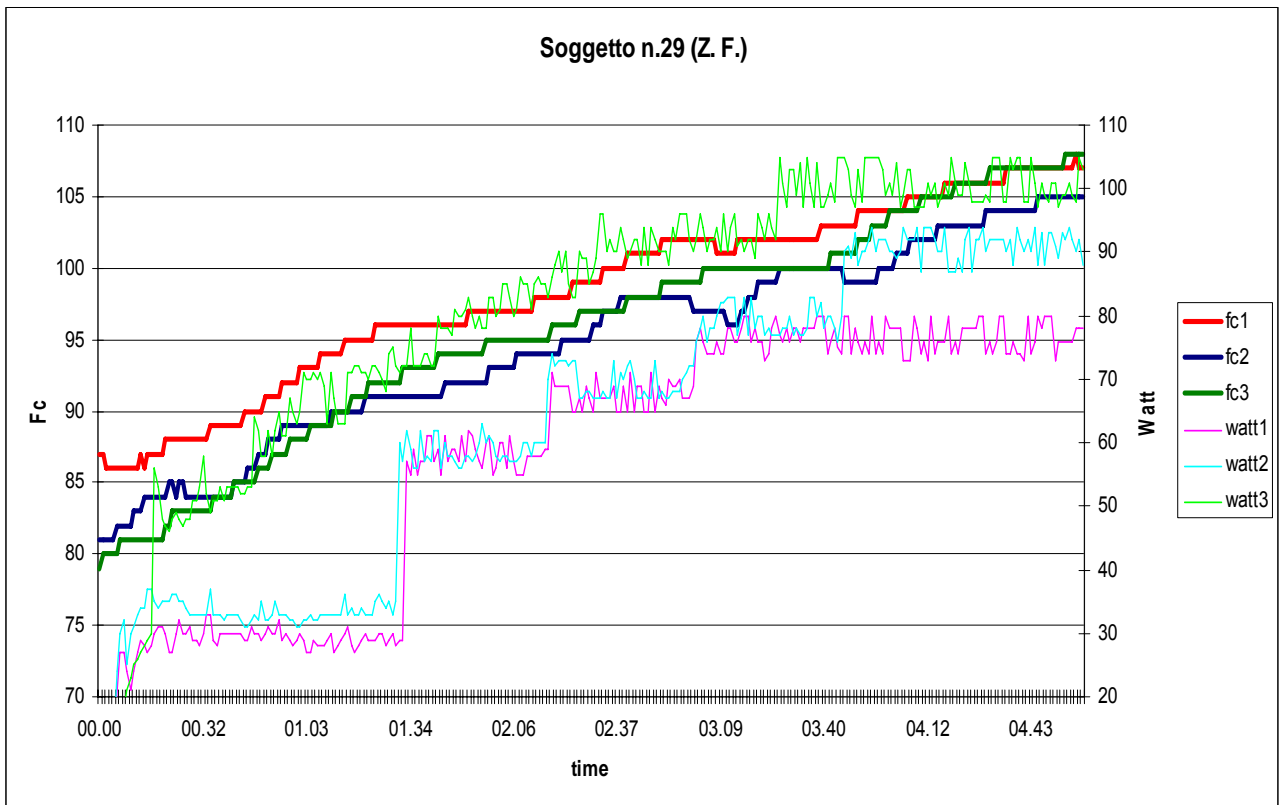
**Grafico 9**



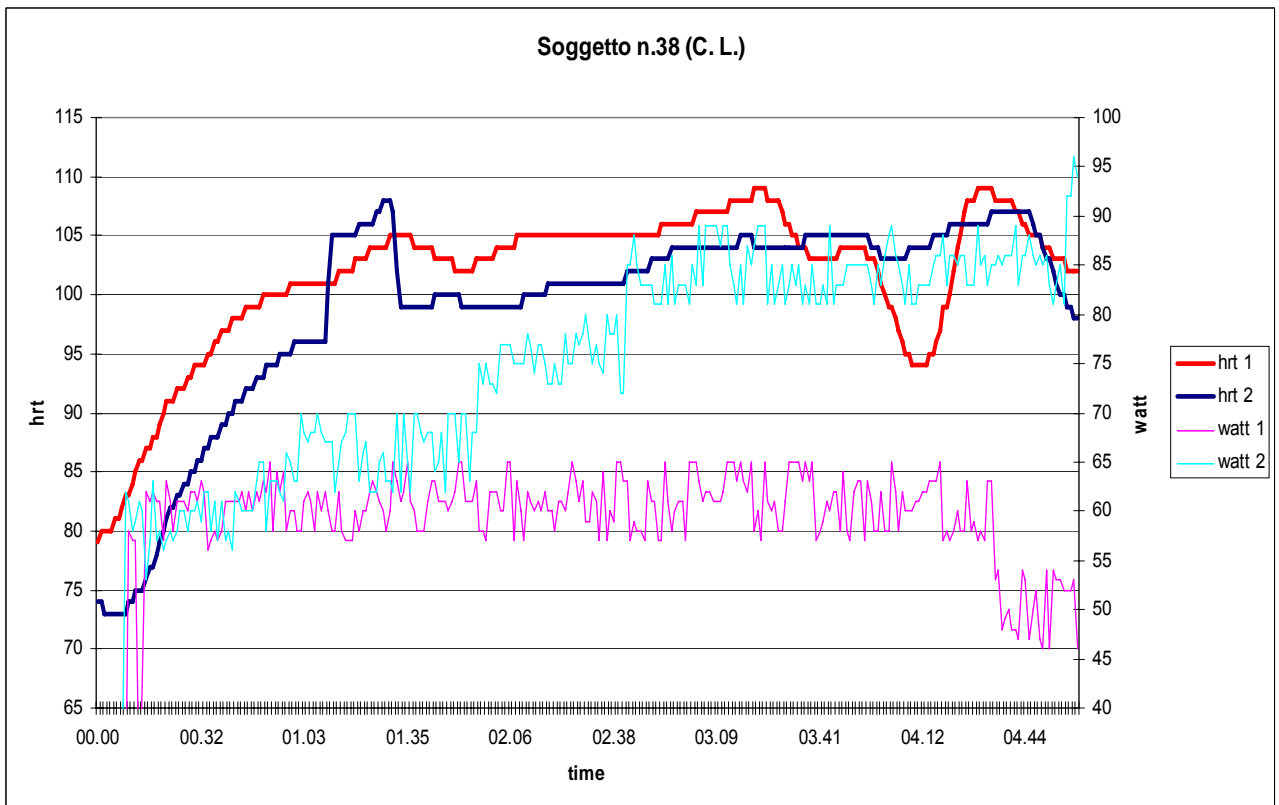
**Grafico 10**



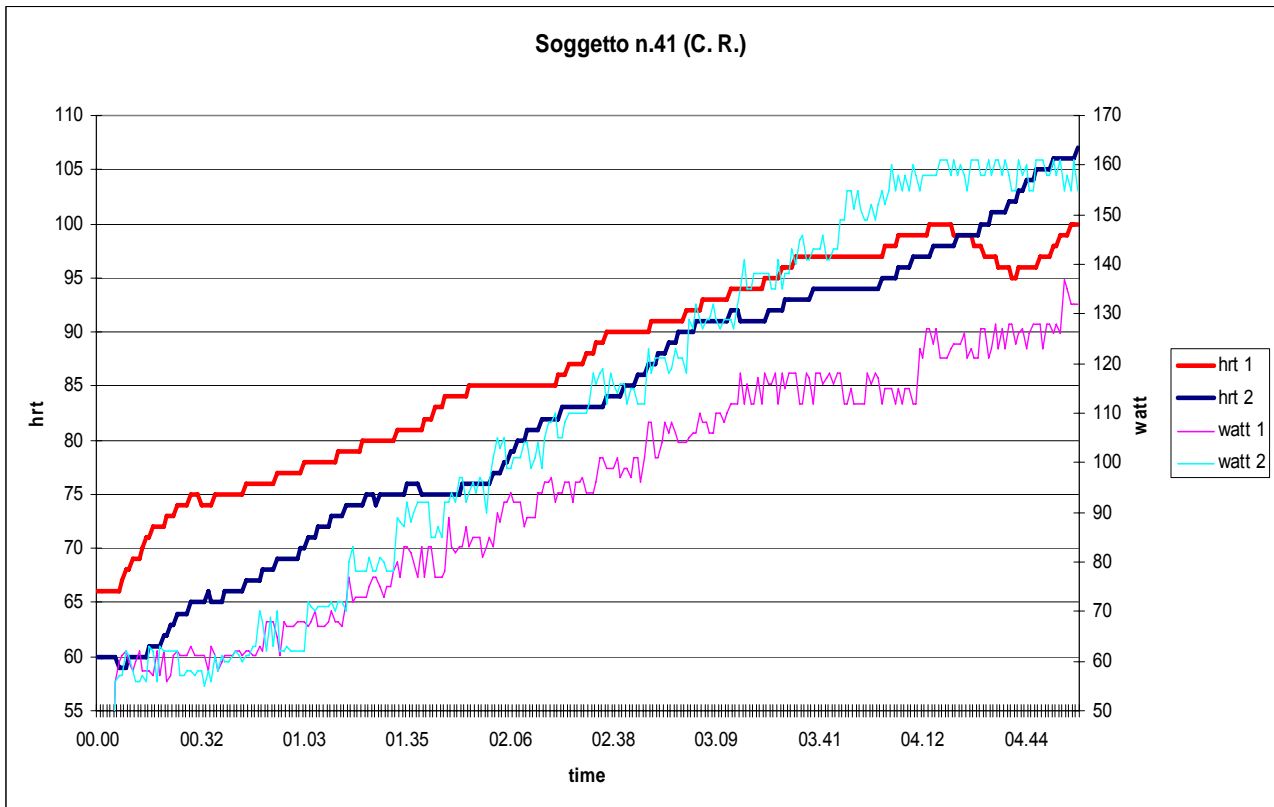
**Grafico 11**



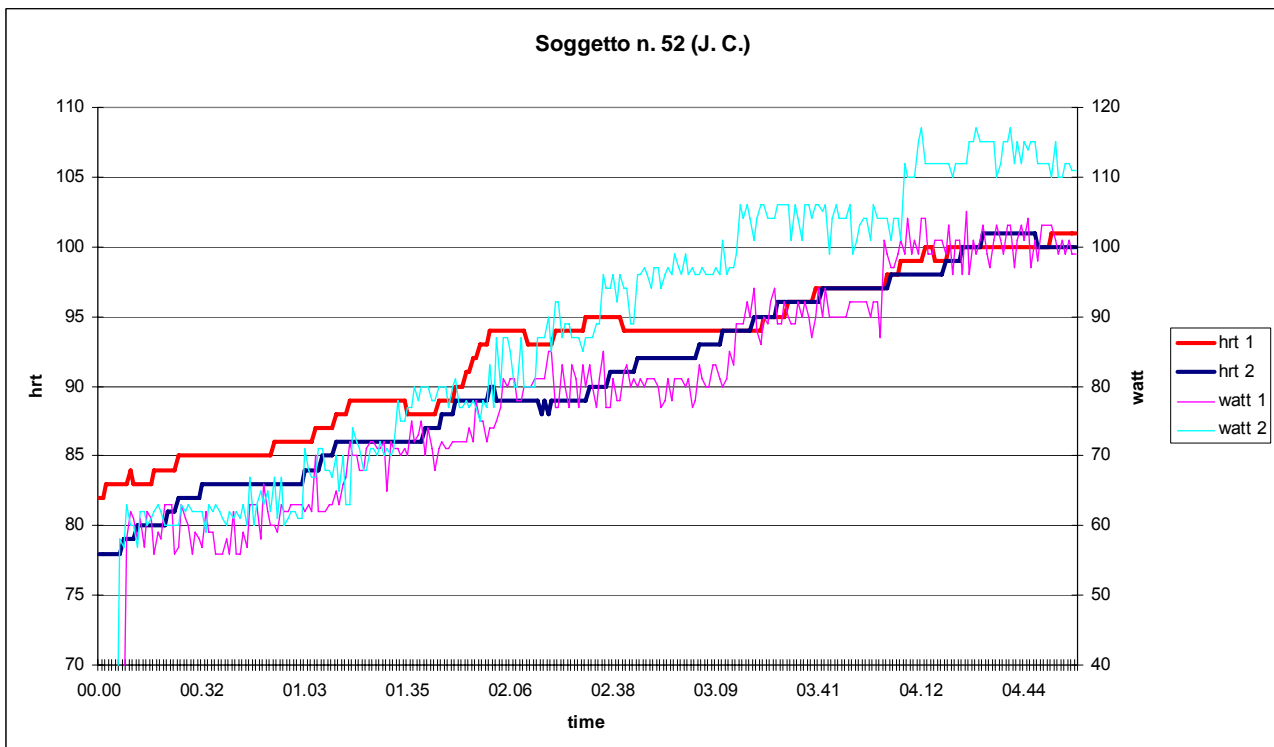
**Grafico 12**



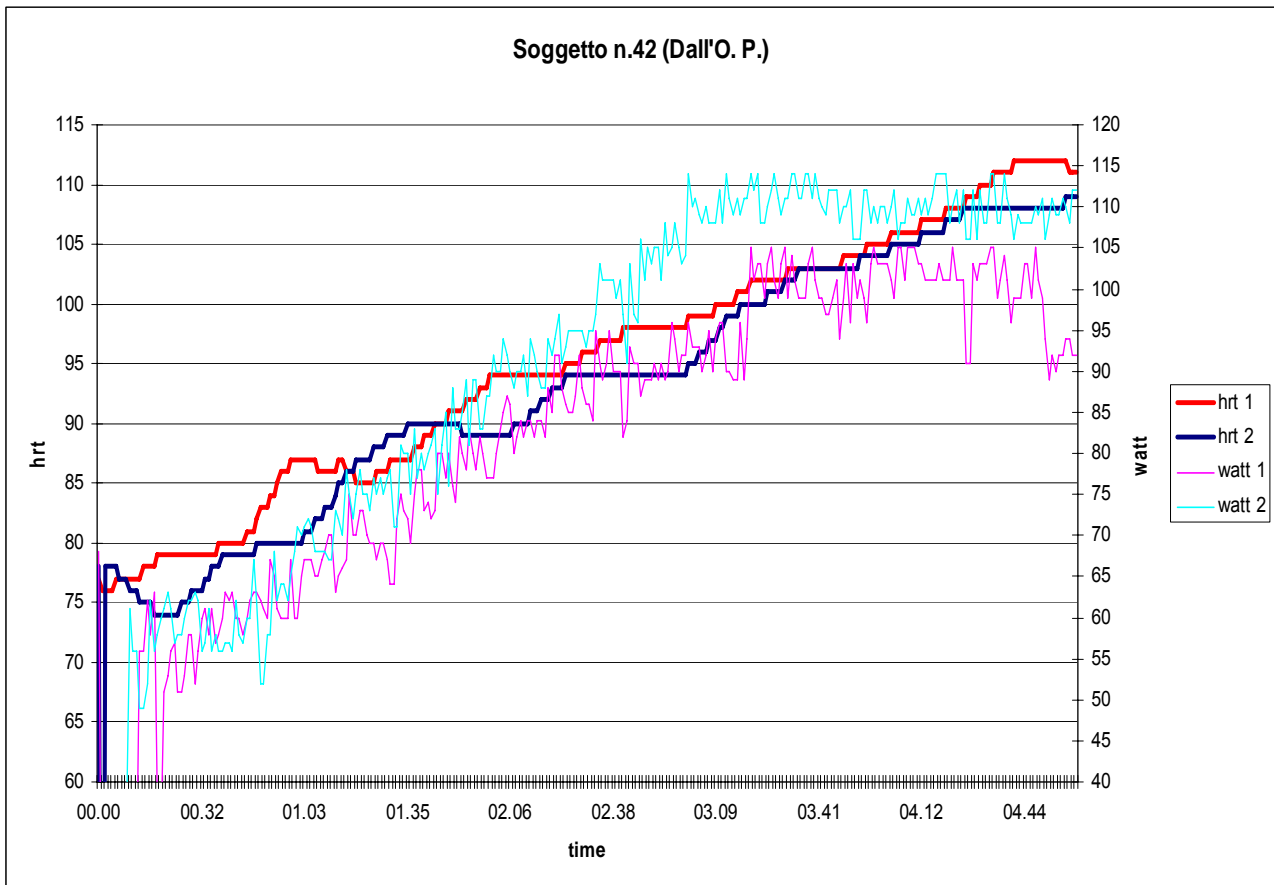
**Grafico 13**



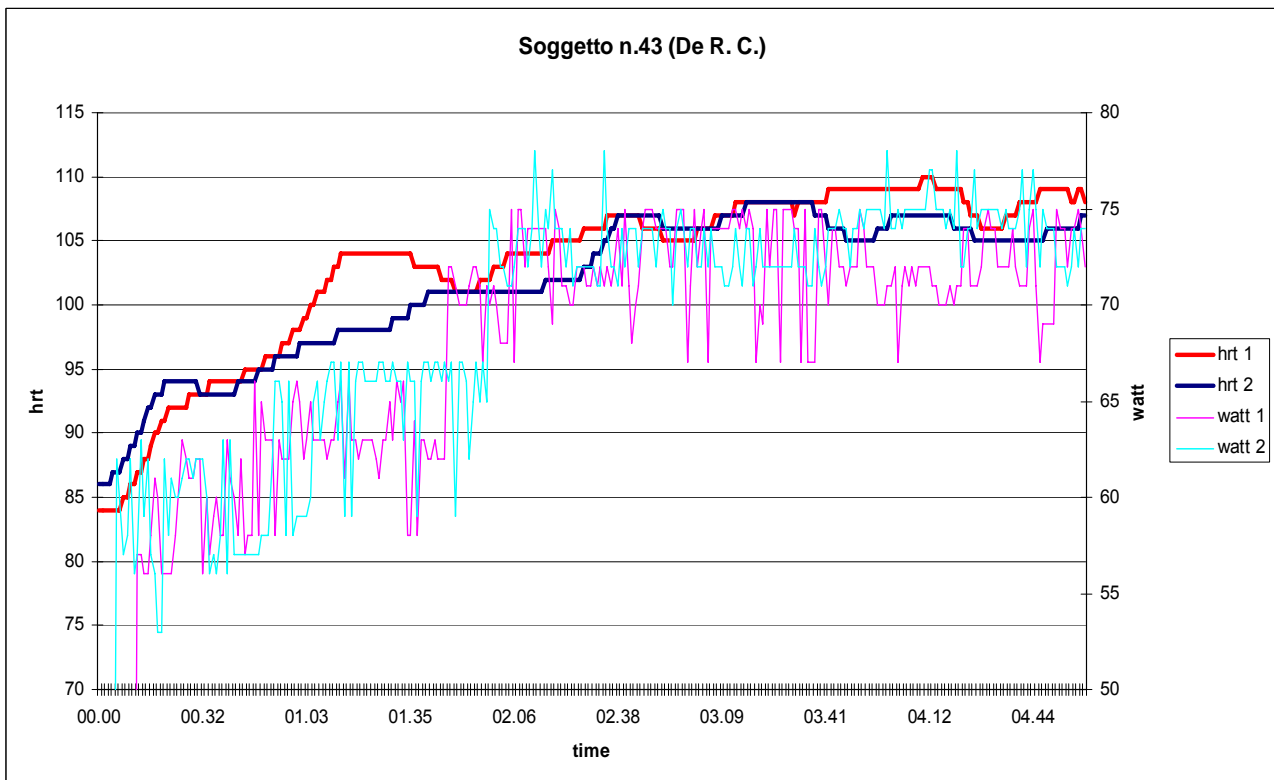
**Grafico 14**



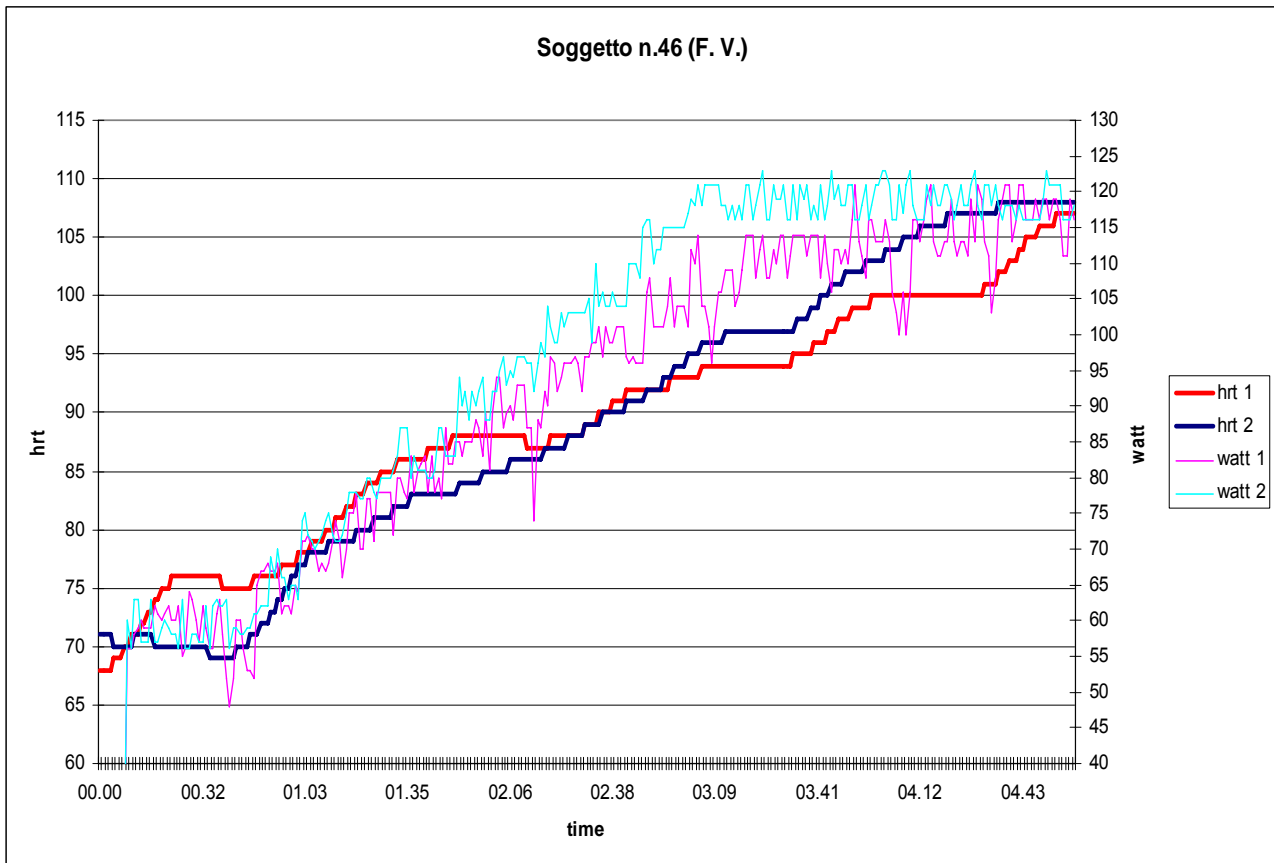
**Grafico 15**



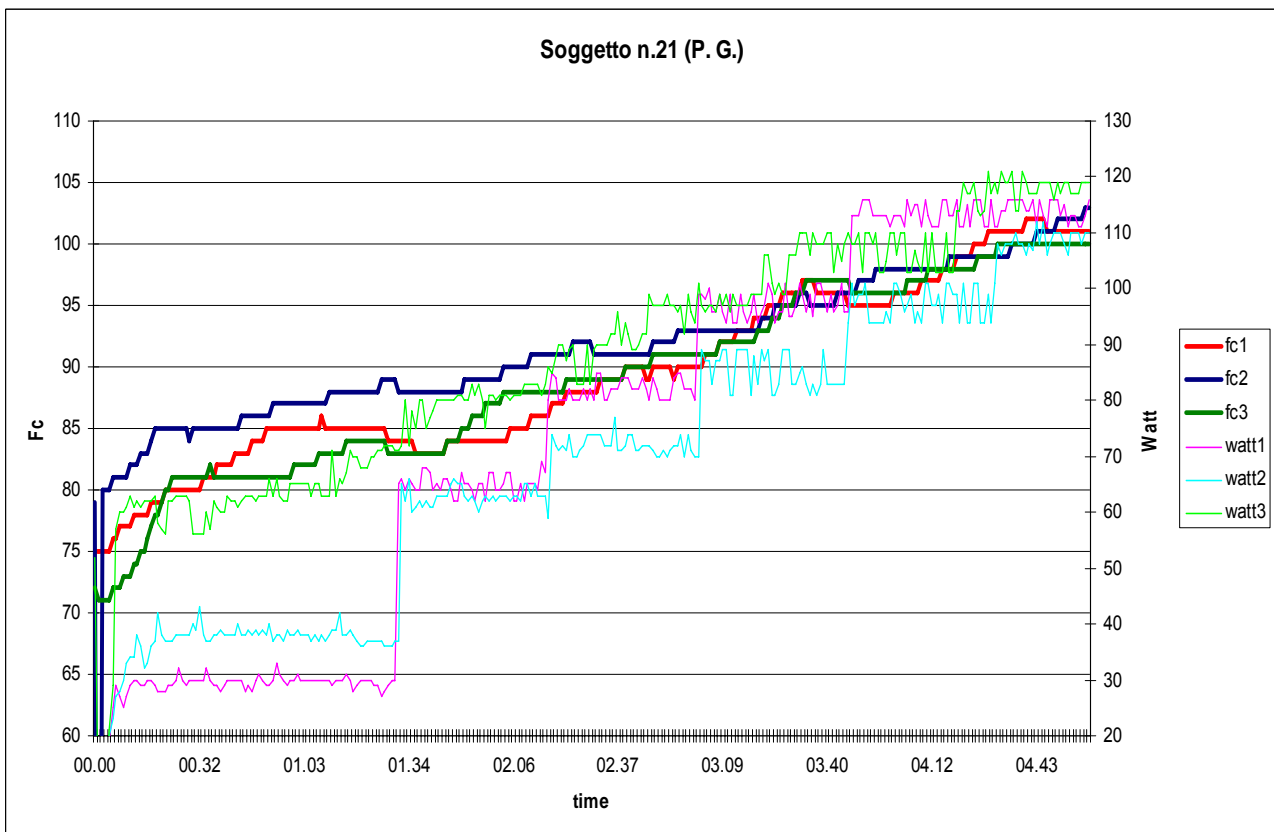
**Grafico 16**



**Grafico 17**



**Grafico 18**



**Grafico 19**

## 5.2 ANALISI DELLE TABELLE DEI DATI

I dati raccolti sono stati inseriti in una serie di tabelle excel al fine di eseguire le elaborazioni necessarie. Ogni soggetto compare nelle tabelle e nei grafici con un numero di codice che gli è stato attribuito per motivi di privacy. Le tabelle contengono una serie di colonne tra le quali, dopo quelle relative al sesso e all'età, troviamo:

- Potenza espressa (watt) nei tre tests.
- differenza matematica dei watt ( $\Delta$  Watt) tra 1° e 2° test, tra 2° e 3° test e tra 1° e 3° test.
- differenza percentuale dei watt ( $\Delta$  Watt %) tra 1° e 2° test, tra 2° e 3° test e tra 1° e 3° test

Nella prima tabella abbiamo raccolto i dati dei soggetti partecipanti al primo anno divisi per sesso (vedi tabella 7).

Nella seconda tabella troviamo i dati relativi ai soggetti che hanno partecipato al secondo anno di sperimentazione (vedi tabella 8)

Infine nella terza tabella compaiono tutti i soggetti, indistintamente dall'anno, divisi per sesso e fasce d'età (65//70 e 71/75) (vedi tabelle 9 e 10).

### Tabella soggetti anno 2004-2005

num.	num.	sex	età	Watt 1° test	Watt 2° test	Watt 3°test	$\Delta$ Watt 1°- 2°test	$\Delta$ Watt 2°- 3°test	$\Delta$ Watt 1°- 3°test	$\Delta$ Watt % 1°-2°test	$\Delta$ Watt % 2°-3°test	$\Delta$ Watt % 1°-3°test
1	Bortone	0	72	62,8	72,6	74,9	9,8	2,3	12,1	15,61	3,17	19,27
2	Dosi	0	69	73,4	106,4	108,7	33	2,3	35,3	44,96	2,16	48,09
3	Gaggero	0	70	39,6	47,3	50,5	7,7	3,2	10,9	19,44	6,77	27,53
4	Mariani	0	71	83,8	96,8	113,9	13	17,1	30,1	15,51	17,67	35,92
5	Minghetti	0	74	81,5	109,2	100	27,7	-9,2	18,5	33,99	-8,42	22,70
6	Podestà	0	66	116,2	126	125,4	9,8	-0,6	9,2	8,43	-0,48	7,92
7	Stagnani	0	75	36,7	45,4	57,9	8,7	12,5	21,2	23,71	27,53	57,77
8	Tomasi	0	68	83,1	92,9	86,3	9,8	-6,6	3,2	11,79	-7,10	3,85
9	Toninello	0	74	49,4	71,5	62,7	22,1	-8,8	13,3	44,74	-12,31	26,92
10	Zaramella	0	68	76,6	91,1	100,4	14,5	9,3	23,8	18,93	10,21	31,07
	media			70,31	85,92	88,07	15,61	2,15	17,76	23,71	3,92	28,10
	s.d											16,51
11	Bondi	1	66	72,3	134	128,7	61,7	-5,3	56,4	85,34	-3,96	78,01
12	D'Emilio	1	75	109,8	150,1	131,8	40,3	-18,3	22	36,70	-12,19	20,04
13	Landi	1	67	89,4	79,3	95,8	-10,1	16,5	6,4	-11,30	20,81	7,16
14	Malpensi	1	67	158,2	170,3	159,6	12,1	-10,7	1,4	7,65	-6,28	0,88
15	Pacetti	1	70	113,9	109,3	118,1	-4,6	8,8	4,2	-4,04	8,05	3,69
16	Paladino	1	71	126,2	147,7	146,3	21,5	-1,4	20,1	17,04	-0,95	15,93
17	Zaniboni	1	72	46,5		55,9			9,4	0,00	0,00	20,22
	media			112	120	119	20,15	-1,73	17,13	18,77	0,78	20,85
	m+f									21,24	2,35	24,47
	s.d											26,37

Tabella 7



## Tabella soggetti anno 2005-2006

num	num	sex	Età	Watt 1° test	Watt 2° test	Watt 3° test	Δ Watt 1°- 2°test	Δ Watt 2°- 3°test	Δ Watt 1°- 3°test	Δ Watt % 1°-2°test	Δ Watt % 2°-3°test	Δ Watt % 1°-3°test
prog	cod											
1	Cervini	0	74	60		54			-6			-10,00
2	Chiaricati	0	69	59		86			27			45,76
3	Cronia	0	69	65	89	97	24	8	32	36,92	8,99	49,23
4	Dall'Omo	0	68	100	85	110	-15	25	10	-15,00	29,41	10,00
5	De Rosa	0	67	72	91	74	19	-17	2	26,39	-18,68	2,78
6	Di Maria M	0	72	47	44	47	-3	3	0	-6,38	6,82	0,00
7	Faggioli	0	70	117	126	118	9	-8	1	7,69	-6,35	0,85
8	Gabrielli	0	67	70	88	93	18	5	23	25,71	5,68	32,86
9	Mazzanti	0	69	81	74	63	-7	-11	-18	-8,64	-14,86	-22,22
10	Mingardi	0	70	44	45	59	1	14	15	2,27	31,11	34,09
11	Monterumici	0	72	62	64	78	2	14	16	3,23	21,88	25,81
12	Papini	0	67	66	74	115	8	41	49	12,12	55,41	74,24
13	Wudenik	0	68	79	71	105	-8	34	26	-10,13	47,89	32,91
	media			71	77	85	4	9,82	14	6,74	15,21	21,25
	s.d											27,16
1	Barnabà	1	70	99	100	136	1	36	37	1,01	36,00	37,37
2	Bianchi	1	71	71	100	109	29	9	38	40,85	9,00	53,52
3	Bonvini	1	70	73	101	109	28	8	36	38,36	7,92	49,32
4	Conti	1	72	95	132	145	37	13	50	38,95	9,85	52,63
5	Cuppini	1	71	132	125	158	-7	33	26	-5,30	26,40	19,70
6	Di Maria G	1	70	70	79	106	9	27	36	12,86	34,18	51,43
7	Fanari	1	74	77	96	105	19	9	28	24,68	9,38	36,36
8	Godi	1	68	62	62	82	0	20	20	0,00	32,26	32,26
9	Grillini	1	69	58	61	87	3	26	29	5,17	42,62	50,00
10	Jacoboni	1	71	100	114	113	14	-1	13	14,00	-0,88	13,00
11	Lugatti	1	70	97	116	118	19	2	21	19,59	1,72	21,65
12	Mazzini	1	69	83	95	105	12	10	22	14,46	10,53	26,51
13	Morini	1	72	142	152	177	10	25	35	7,04	16,45	24,65
14	Olivieri	1	74	106	84	116	-22	32	10	-20,75	38,10	9,43
15	Pappi	1	67	142	154	163	12	9	21	8,45	5,84	14,79
16	Samori	1	70	107	100	109	-7	9	2	-6,54	9,00	1,87
17	Santolini	1	68	102	118	123	16	5	21	15,69	4,24	20,59
18	Severi	1	68	138	140	171	2	31	33	1,45	22,14	23,91
19	Toselli	1	68	113	111	143	-2	32	30	-1,77	28,83	26,55
20	Zanarini	1	71	129	137	138	8	1	9	6,20	0,73	6,98
	media			100	109	126	9,05	16,8	25,85	10,72	17,22	28,63
	m+f									8,73	16,21	24,9
	s.d											16,19

Tabella 8

## Tabella con soggetti divisi per sesso e fasce d'età (65//70 e 71/75)

### FEMMINE

num.	num.	sex	età	Watt	Watt	Watt	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$	$\Delta$ Watt	$\Delta$ Watt	$\Delta$ Watt
prog	cod			1° t	2° t	3° t	1°-2°t	2°-3°t	1°-3°t	%1°- 2°t	%2°- 3°t	%1°- 3°t
1	Podestà	0	66	116,2	126	125,4	9,8	-0,6	9,2	8,43	-0,48	7,92
2	De Rosa	0	67	72	91	74	19	-17	2	26,39	-18,68	2,78
3	Gabrielli	0	67	70	88	93	18	5	23	25,71	5,68	32,86
4	Papini	0	67	66	74	115	8	41	49	12,12	55,41	74,24
5	Dall'Omo	0	68	100	85	110	-15	25	10	-15,00	29,41	10,00
6	Tomasi	0	68	83,1	92,9	86,3	9,8	-6,6	3,2	11,79	-7,10	3,85
7	Zaramella	0	68	76,6	91,1	100,4	14,5	9,3	23,8	18,93	10,21	31,07
8	Wudenik	0	68	79	71	105	-8	34	26	-10,13	47,89	32,91
9	Dosi	0	69	73,4	106,4	108,7	33	2,3	35,3	44,96	2,16	48,09
10	Chiaricati	0	69	59	-----	86	-----	-----	27	-----	-----	45,76
11	Cronia	0	69	65	89	97	24	8	32	36,92	8,99	49,23
12	Mazzanti	0	69	81	74	63	-7	-11	-18	-8,64	-14,86	-22,22
13	Gaggero	0	70	39,6	47,3	50,5	7,7	3,2	10,9	19,44	6,77	27,53
14	Faggioli	0	70	117	126	118	9	-8	1	7,69	-6,35	0,85
15	Mingardi	0	70	44	45	59	1	14	15	2,27	31,11	34,09
												25,26
1	Mariani	0	71	83,8	96,8	113,9	13	17,1	30,1	15,51	17,67	35,92
2	Bortone	0	72	62,8	72,6	74,9	9,8	2,3	12,1	15,61	3,17	19,27
3	Di Maria M	0	72	47	44	47	-3	3	0	-6,38	6,82	0,00
4	Monterumici	0	72	62	64	78	2	14	16	3,23	21,88	25,81
5	Cervini	0	74	60	-----	54	-----	-----	-6	-----	-----	-10,00
6	Minghetti	0	74	81,5	109,2	100	27,7	-9,2	18,5	33,99	-8,42	22,70
7	Toninello	0	74	49,4	71,5	62,7	22,1	-8,8	13,3	44,74	-12,31	26,92
8	Stagnani	0	75	36,7	45,4	57,9	8,7	12,5	21,2	23,71	27,53	57,77
												22,30

Tabella 9

## MASCHI

1	Bondi	1	66	72,3	134	128,7	61,7	-5,3	56,4	85,34	-3,96	78,01
2	Landi	1	67	89,4	79,3	95,8	-10,1	16,5	6,4	-11,30	20,81	7,16
3	Malpensi	1	67	158,2	170,3	159,6	12,1	-10,7	1,4	7,65	-6,28	0,88
4	Pappi	1	67	142	154	163	12	9	21	8,45	5,84	14,79
5	Godi	1	68	62	62	82	0	20	20	0,00	32,26	32,26
6	Santolini	1	68	102	118	123	16	5	21	15,69	4,24	20,59
7	Severi	1	68	138	140	171	2	31	33	1,45	22,14	23,91
8	Toselli	1	68	113	111	143	-2	32	30	-1,77	28,83	26,55
9	Grillini	1	69	58	61	87	3	26	29	5,17	42,62	50,00
10	Mazzini	1	69	83	95	105	12	10	22	14,46	10,53	26,51
11	Barnabà	1	70	99	100	136	1	36	37	1,01	36,00	37,37
12	Bonvini	1	70	73	101	109	28	8	36	38,36	7,92	49,32
13	Di Maria G	1	70	70	79	106	9	27	36	12,86	34,18	51,43
14	Lugatti	1	70	97	116	118	19	2	21	19,59	1,72	21,65
15	Pacetti	1	70	113,9	109,3	118,1	-4,6	8,8	4,2	-4,04	8,05	3,69
16	Samori	1	70	107	100	109	-7	9	2	-6,54	9,00	1,87
												27,87
1	Bianchi	1	71	71	100	109	29	9	38	40,85	9,00	53,52
2	Cuppini	1	71	132	125	158	-7	33	26	-5,30	26,40	19,70
3	Jacoboni	1	71	100	114	113	14	-1	13	14,00	-0,88	13,00
4	Paladino	1	71	126,2	147,7	146,3	21,5	-1,4	20,1	17,04	-0,95	15,93
5	Zanarini	1	71	129	137	138	8	1	9	6,20	0,73	6,98
6	Conti	1	72	95	132	145	37	13	50	38,95	9,85	52,63
7	Morini	1	72	142	152	177	10	25	35	7,04	16,45	24,65
8	Zaniboni	1	72	46,5	-----	55,9	-----	-----	9,4			20,22
9	Fanari	1	74	77	96	105	19	9	28	24,68	9,38	36,36
10	Olivieri	1	74	106	84	116	-22	32	10	-20,75	38,10	9,43
11	D'Emilio	1	75	109,8	150,1	131,8	40,3	-18,3	22	36,70	-12,19	20,04
												24,77

**Tabella 10**

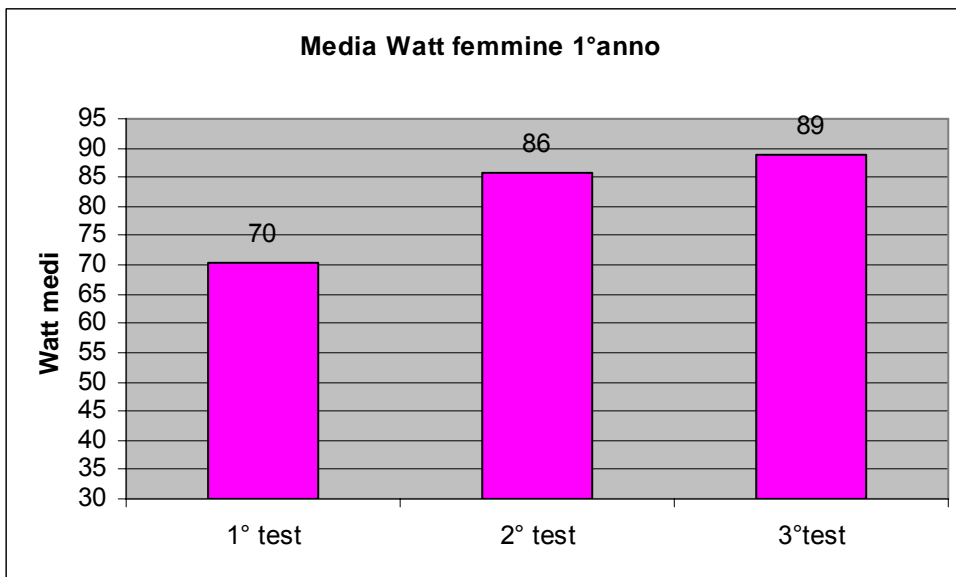
### 5.3 ANALISI DEI DATI ANNO 2004/2005

L'analisi statistica dei dati indica, considerando unitamente i dati di maschi e femmine, per quanto riguarda l'incremento medio della potenza meccanica, il valore di 24,4 %. Le femmine raggiungono miglioramenti più consistenti rispetto ai maschi (28,1% vs 20,8%). La misura della deviazione standard mostra valori piuttosto elevati.

ANNO 2004-2005	Incrementi % medi Watt	DEVIAZIONE STANDARD
Popolazione totale	24,4%	16,5%
Maschi	20,8%	26,4%
Femmine	28,1%	21,4%

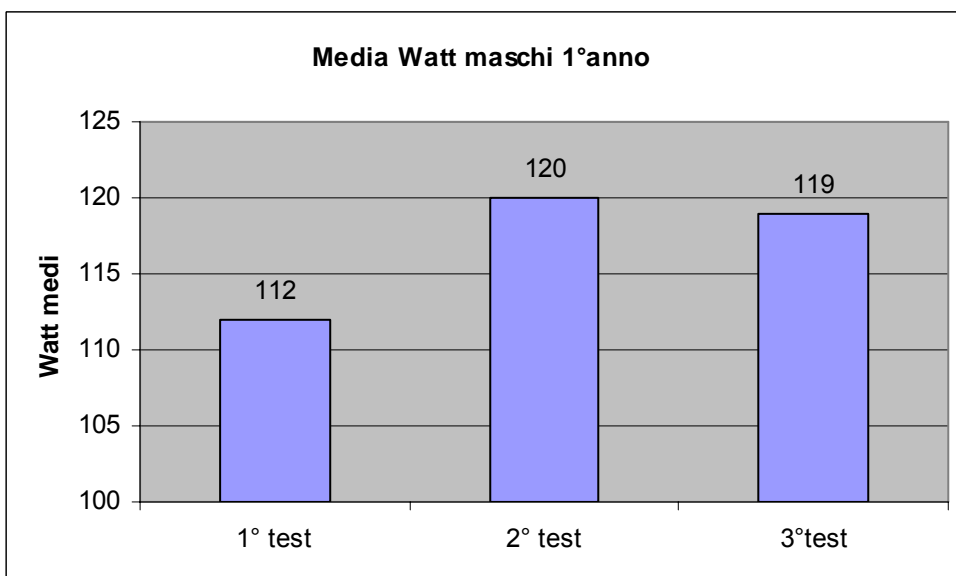
Osservando le medie dei Watt espresse dai soggetti durante i tre tests possiamo notare come, per quanto riguarda le femmine (vedi grafico n. 20), si è avuto un notevole miglioramento della efficienza fisica tra settembre e gennaio laddove i Watt medi

hanno avuto un incremento passando da 70 a 86. Si è assistito invece ad un modesto incremento nel periodo febbraio-maggio con il passaggio da 86 Watt medi a 89. In totale i Watt medi sono passati, a seguito dell'allenamento, da 70 a 89.



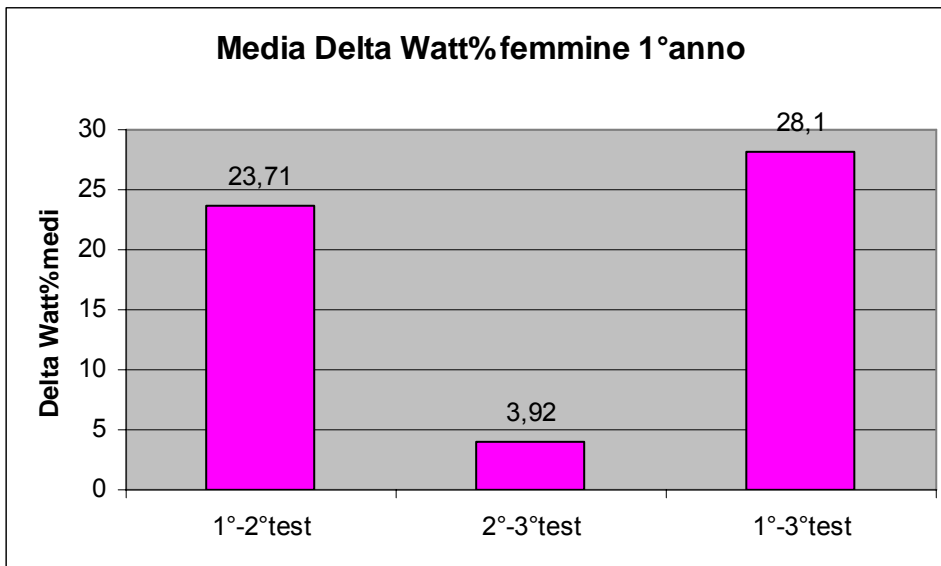
**Grafico 20**

Per quanto riguarda i maschi (vedi grafico n.21), si è avuto un discreto miglioramento della efficienza fisica tra settembre e gennaio. I Watt medi hanno avuto un incremento passando da 112 a 120. Si è assistito invece ad un livellamento dei risultati nel periodo febbraio-maggio. In totale i Watt medi sono passati, a seguito dell'allenamento, da 112 a 119.

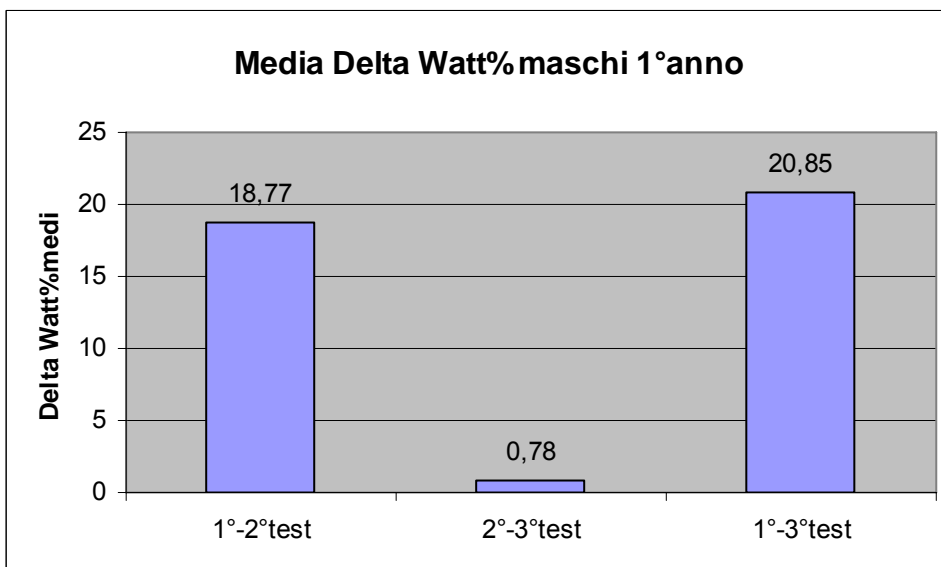


**Grafico 21**

Analizzando i grafici degli incrementi medi percentuali dei dati delle femmine possiamo constatare che, a conferma di quanto anticipato nel grafico n. 20, i miglioramenti si sono avuti soprattutto nel periodo iniziale (settembre-febbraio) (vedi grafico n. 22). Stesso fenomeno possiamo osservare per quanto riguarda i maschi (vedi grafico n. 23).



**Grafico 22**



**Grafico 23**

Valutando le variazioni individuali delle 10 femmine e dei 7 maschi componenti il gruppo osserviamo che (vedi grafici 24 e 25), per quanto riguarda le femmine, tutti i soggetti hanno ottenuto miglioramenti con un range di variazione percentuale della potenza (Watt) che è tra il 4% e il 58%. In tre casi si è assistito al decremento della prestazione tra il secondo e il terzo test. Per quanto riguarda i maschi possiamo dire

che tutti i soggetti hanno ottenuto miglioramenti con un range di variazione percentuale della potenza che è tra l'1% e il 78%. In quattro casi si è assistito al decremento della prestazione tra il secondo e il terzo test. In due casi si è registrato il peggioramento della prestazione nel secondo test rispetto al test iniziale.

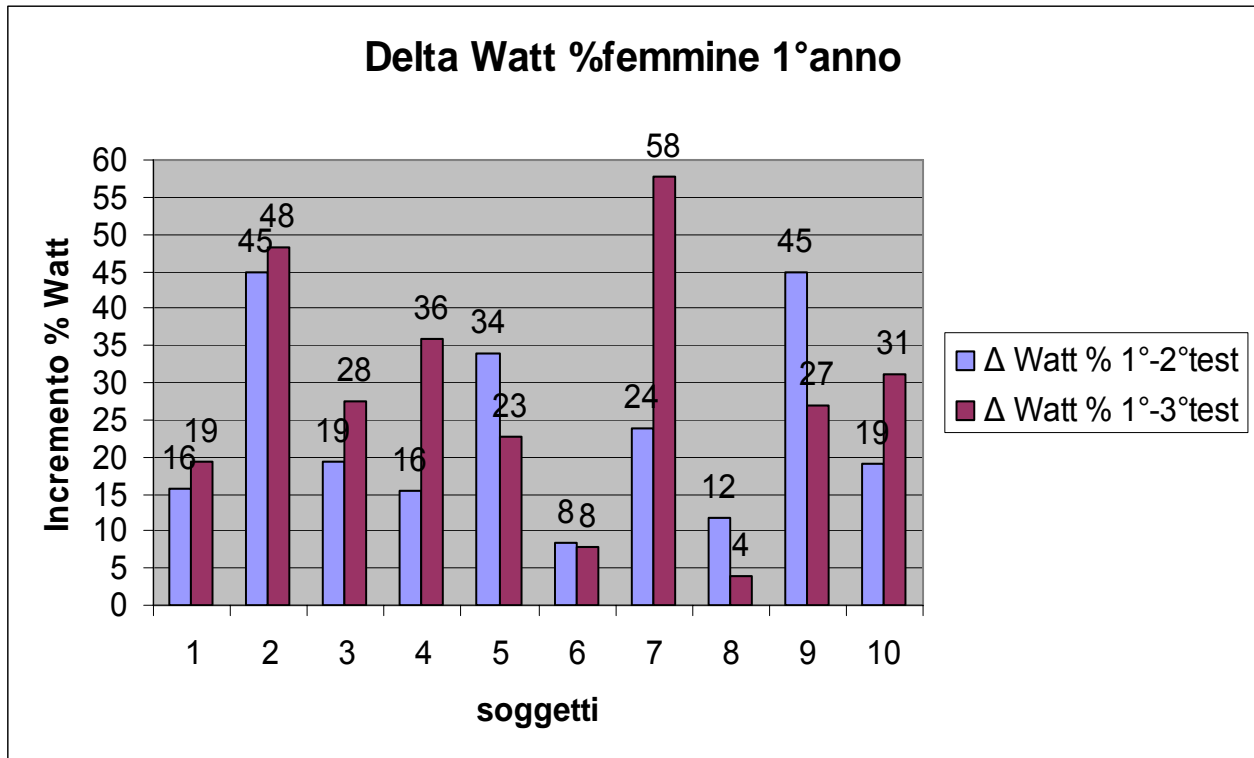


Grafico 24

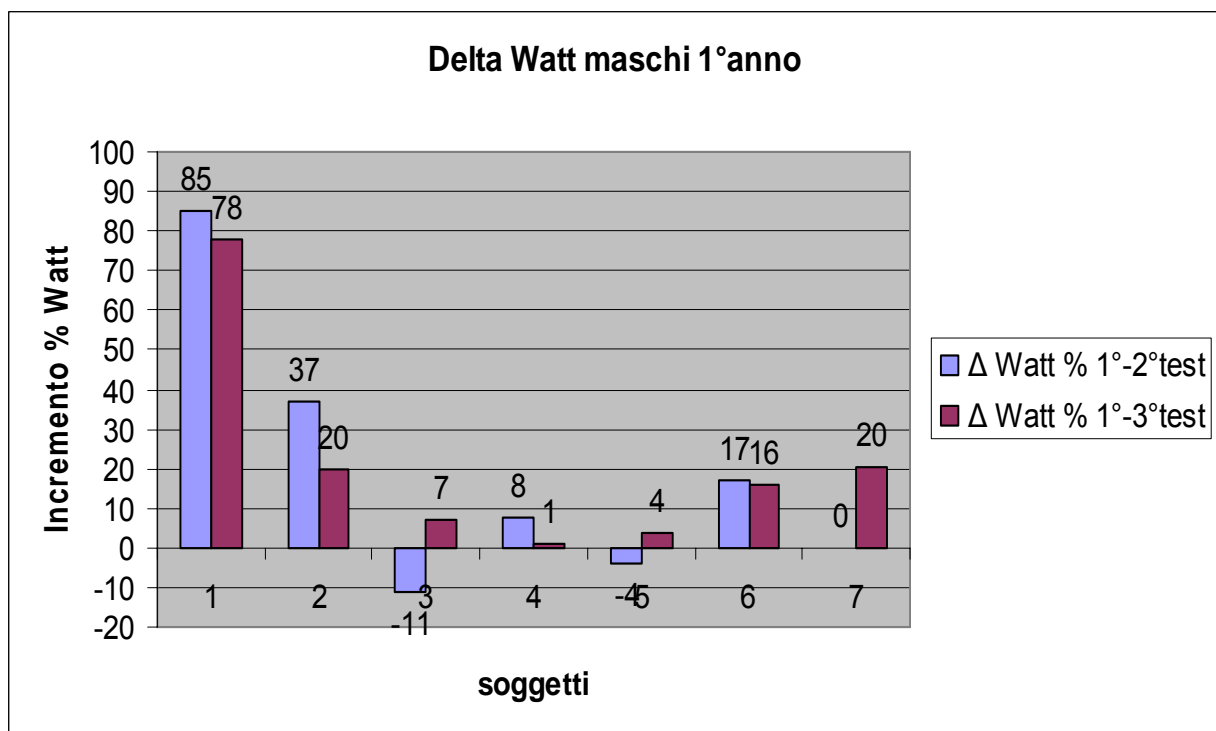


Grafico 25

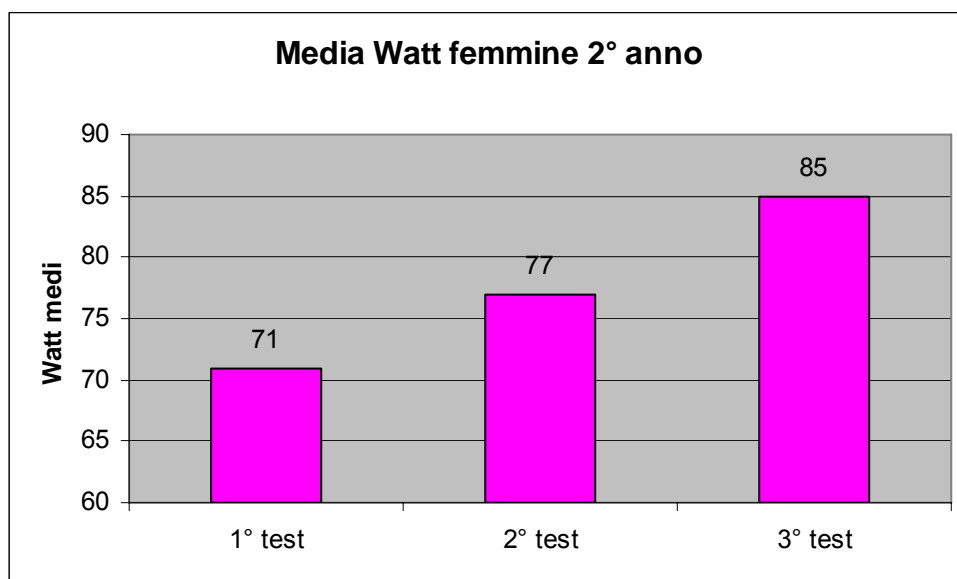
## 5.4 ANALISI DEI DATI ANNO 2005/2006

L'analisi statistica dei dati indica, considerando unitamente i dati di maschi e femmine, per quanto riguarda l'incremento medio della potenza meccanica, il valore di 24,9%. I maschi raggiungono miglioramenti più consistenti rispetto alle femmine (28,6% vs 21,2%). La misura della deviazione standard mostra valori piuttosto elevati.

ANNO 2005-2006	Incrementi % medi Watt	DEVIAZIONE STANDARD
Popolazione totale	24,9%	21,6%
Maschi	28,6%	16,1%
Femmine	21,2%	27,1%

Osservando le medie dei Watt espresse dai soggetti durante i tre tests possiamo notare come, per quanto riguarda le femmine (vedi grafico n.26), si è avuto un graduale miglioramento della efficienza fisica durante tutto l'anno. Infatti tra settembre e gennaio i Watt medi hanno avuto un incremento passando da 71 a 77, mentre tra febbraio e maggio i Watt sono passati da 77 a 85.

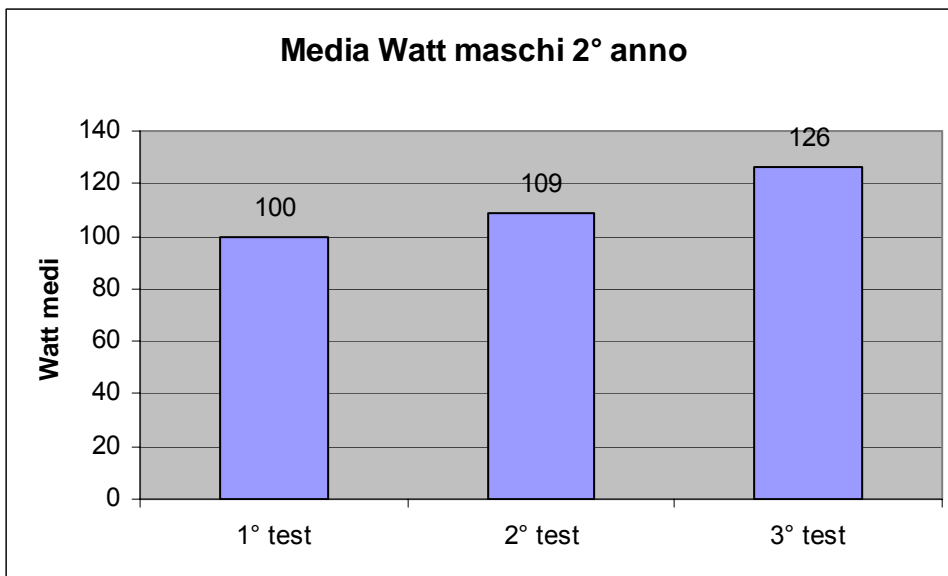
In totale i Watt medi sono passati, nel periodo settembre-maggio, da 71 a 85.



**Grafico 26**

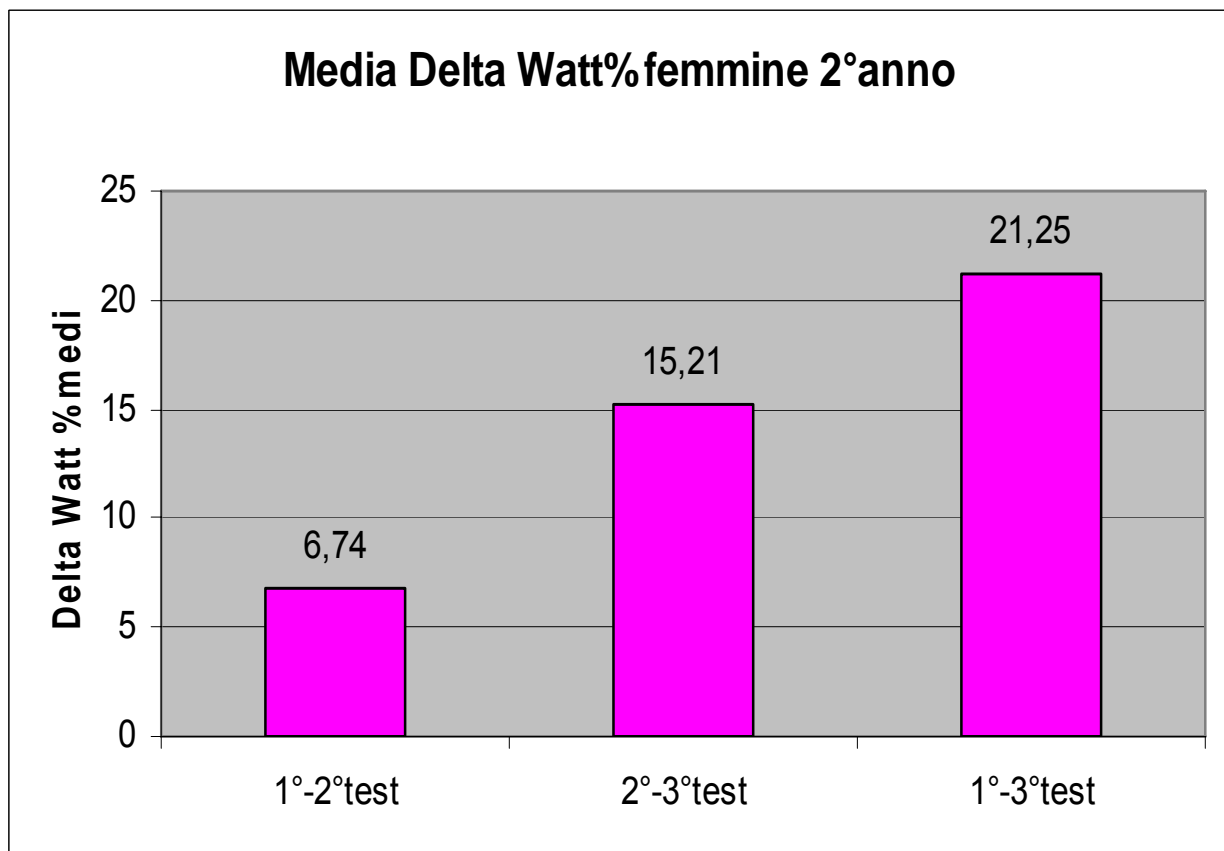
Per quanto riguarda i maschi (vedi grafico n.27), si è avuto un modesto miglioramento della efficienza fisica tra settembre e gennaio. I Watt medi hanno avuto un incremento passando da 100 a 109. Si è assistito invece ad un notevole incremento dei risultati nel periodo febbraio-maggio con i Watt medi che sono cresciuti da 109 a 126.

In totale i Watt medi sono passati, a seguito dell'allenamento, da 100 a 126



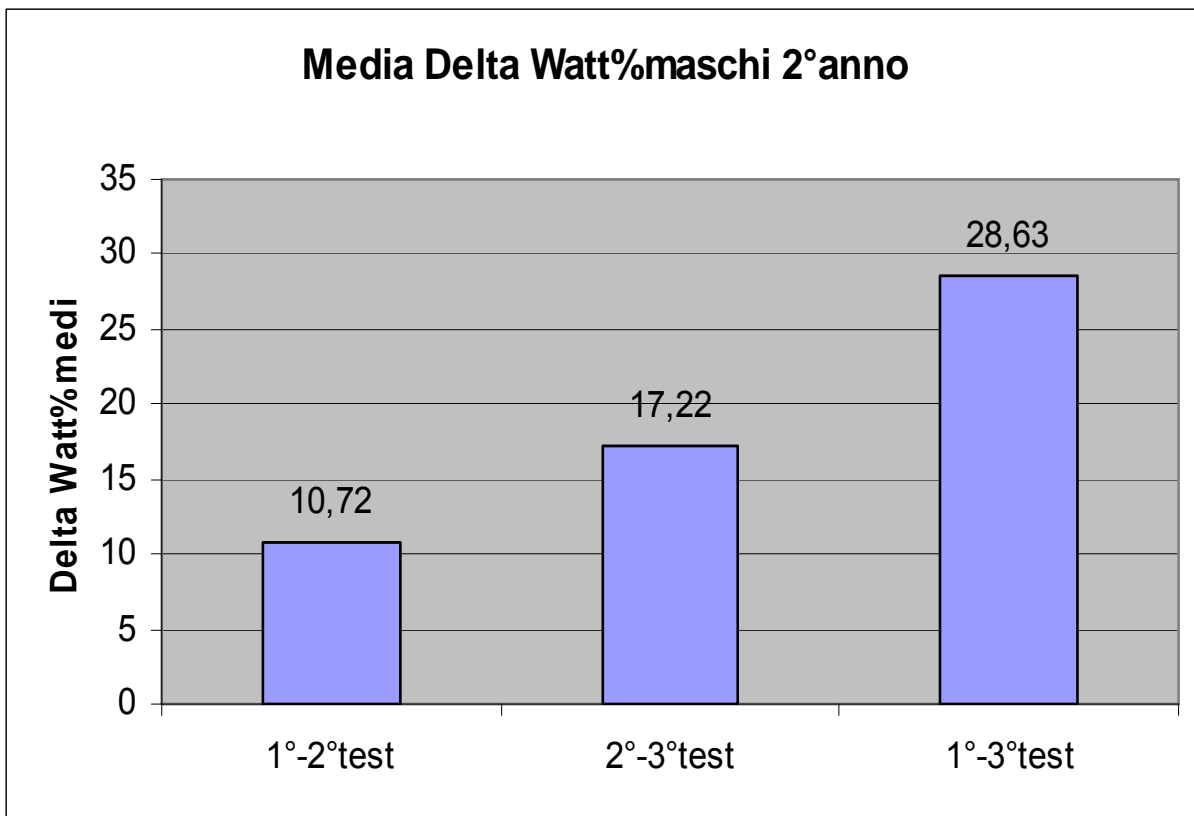
**Grafico 27**

Analizzando i grafici degli incrementi medi percentuali dei dati delle femmine possiamo constatare che i miglioramenti sono stati gradualmente durante tutto l'anno (vedi grafico n. 28). Stesso fenomeno possiamo osservare per quanto riguarda i maschi (vedi grafico n. 29).



**Grafico 28**





**Grafico 29**

Valutando le variazioni individuali delle 13 femmine e dei 20 maschi componenti il gruppo osserviamo che (vedi grafici 30 e 31), per quanto riguarda le femmine, 11 soggetti hanno ottenuto miglioramenti con un range di variazione percentuale della potenza che è tra il 3% e il 74%. In 2 casi si è assistito al decremento della prestazione tra il primo e il terzo test probabilmente a causa delle non perfette condizioni di salute alla data di effettuazione del test finale. In 2 casi si è assistito al decremento della prestazione tra il secondo e il terzo test. In 4 casi si è notato un peggioramento tra il primo e il secondo test probabilmente a causa di un difficile adattamento iniziale ai carichi allenanti. Per quanto riguarda i maschi possiamo dire che tutti i soggetti hanno ottenuto miglioramenti con un range di variazione percentuale della potenza che è tra il 2% e il 54%. In quattro casi si è assistito al decremento della prestazione tra il primo e il secondo test.

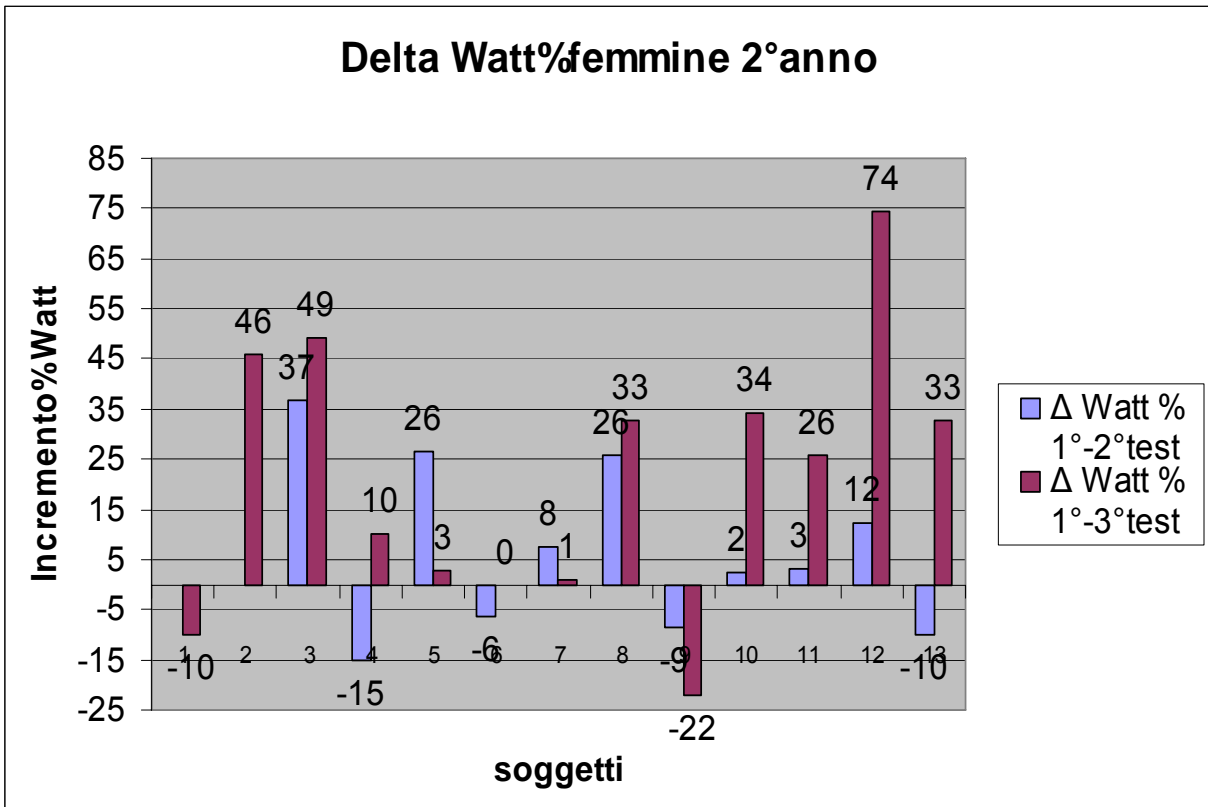


Grafico 30

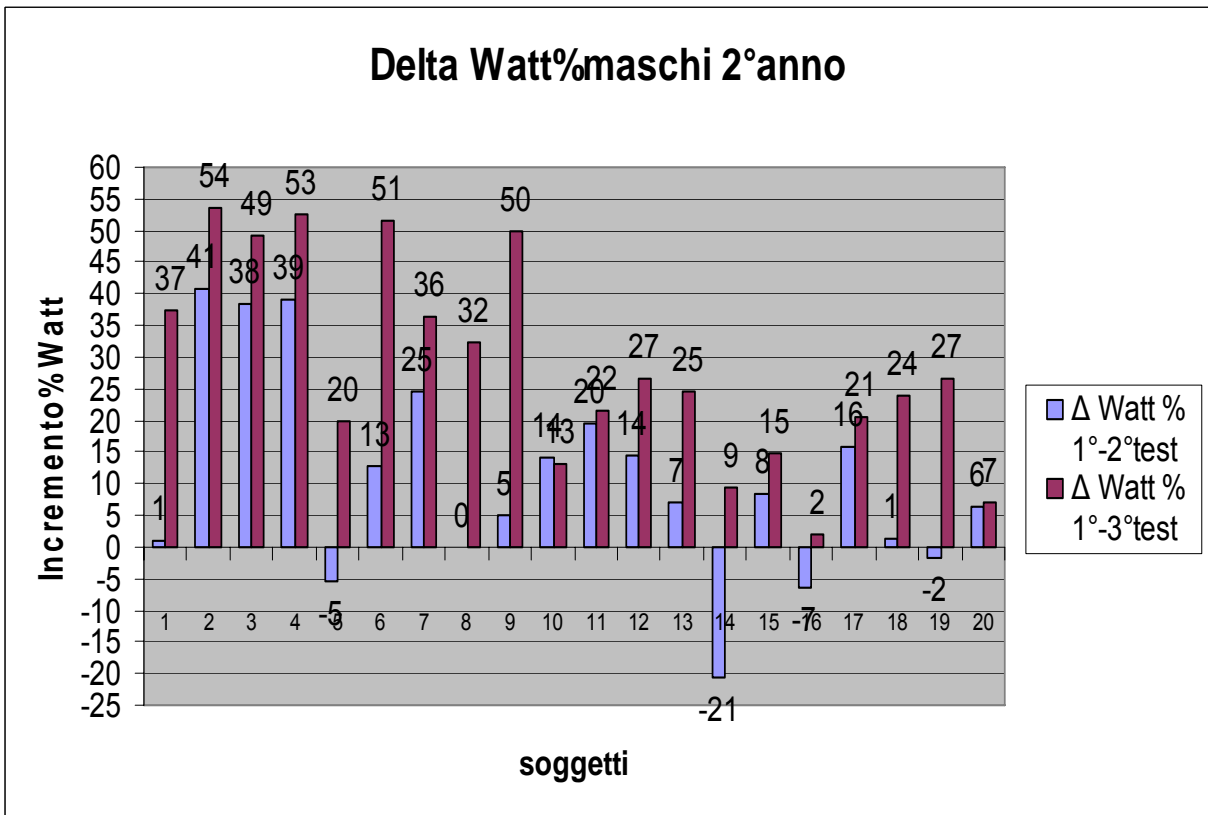
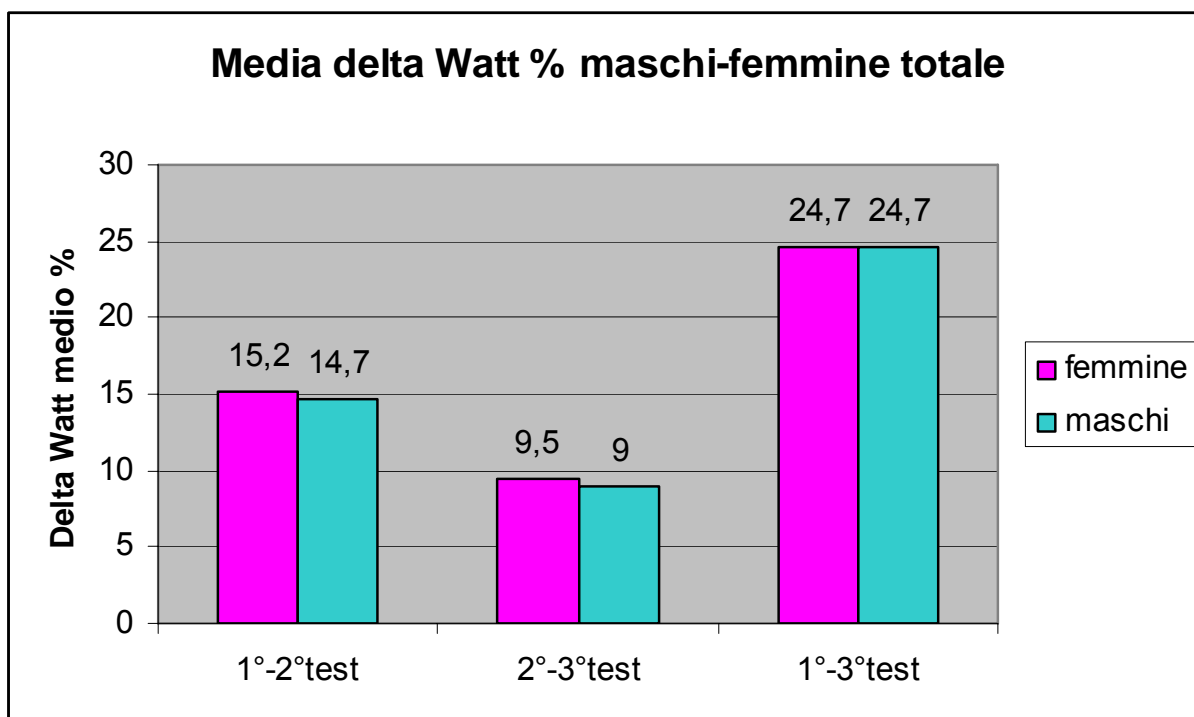


Grafico 31

## 5.5 ANALISI DEI DATI COMPLESSIVI

L'analisi statistica dei dati indica, considerando unitamente i dati di maschi e femmine dei due gruppi (anno 2004-2005 e anno 2005-2006) (vedi grafico 32), per quanto riguarda l'incremento medio della potenza meccanica al termine del periodo d'allenamento (1°-3° test), il valore di 24,65%. I maschi raggiungono sostanzialmente gli stessi miglioramenti delle femmine (24,7% vs 24,6%). Circa i 3/5 dell'incremento di potenza meccanica (Watt) si ottiene, per maschi e femmine, nel periodo settembre-gennaio (14,9%) mentre i rimanenti 2/5 nel periodo febbraio-maggio (9,25). La misura della deviazione standard mostra valori piuttosto elevati indice di una elevata variabilità nei miglioramenti individuali. Questo fenomeno manifesta una notevole sensibilità individuale all'allenamento aerobico. Il t-test evidenzia una differenza significativa tra i valori della potenza meccanica (Watt) all'inizio e alla fine dell'allenamento.

TOTALE protocollo	1°-2°test	2° - 3° test	1°-3° test*	DEVIAZIONE STANDARD	t-test
totale	14,9%	9,25%	24,65%	19%	p=1,871
Maschi	14,7%	9%	24,7%	21,2%	p=4,596
Femmine	15,2%	9,5%	24,6%	24,2%	p=0,0005



**Grafico 32\***

\*Il valore relativo alla media dei Watt tra la prima e l'ultima prova non corrisponde esattamente alla somma dei valori risultanti tra il 1° e 2° test e tra il 2° e 3° test in quanto alcuni soggetti non hanno svolto il 2° test.

Osservando le medie dei Watt espresse dai soggetti durante i tre tests possiamo notare come le femmine abbiano ottenuto livelli di potenza meccanica inferiore a quella dei maschi (vedi grafico n.33).

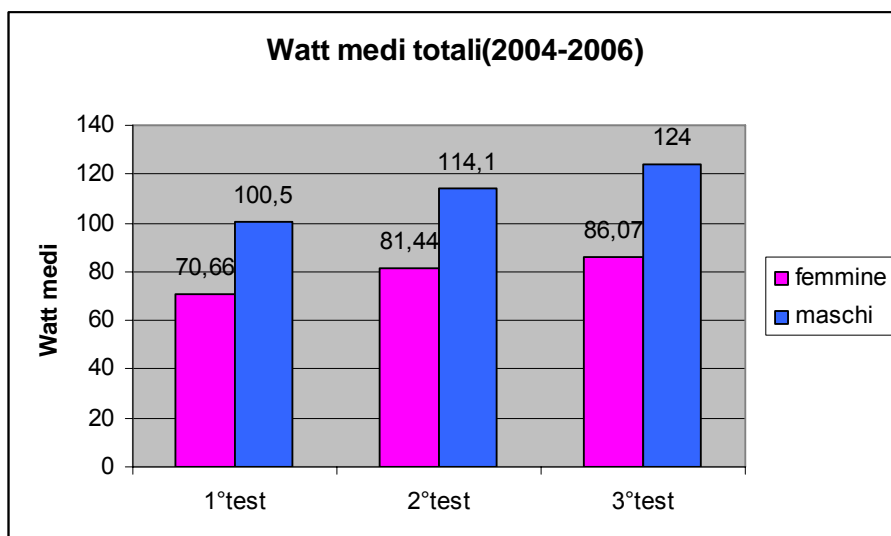
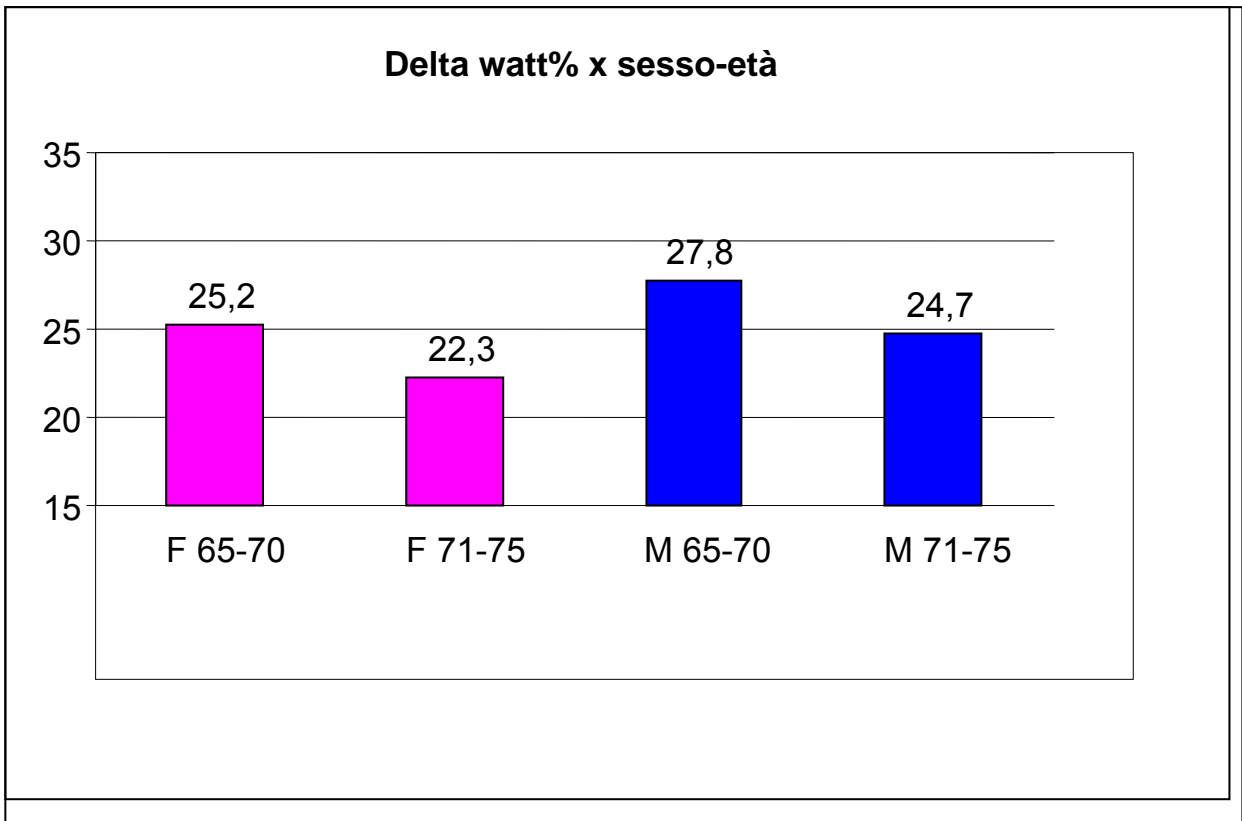


Grafico 33

## 5.6 ANALISI DEI DATI PER FASCE DI ETÀ E SESSO

L'analisi statistica dei dati per fasce d'età indica (vedi grafico 34), chiaramente che i soggetti, maschi e femmine, d'età inferiore (65-70 anni) hanno margini di miglioramento superiori rispetto ai soggetti più anziani (71-75 anni). Infatti le femmine di età under 71 hanno un incremento del 25,2% contro il 22,3% di quelle over 71. I maschi under 71 migliorano di 27,8% mentre i soggetti over 71 migliorano del 24,7%. La misura della deviazione standard mostra valori piuttosto elevati.

Fasce sesso/età	Incrementi % medi Watt	DEVIAZIONE STANDARD
Femmine 65-70	25,2%	24,6%
Femmine 71-75	22,3%	20,8%
Maschi 65-70	27,8%	21,3%
Maschi 71-75	24,7%	19,4



**Grafico 34**



## Capitolo 6

### DISCUSSIONE E CONCLUSIONI

La ricerca da noi svolta ha evidenziato che, a conferma di quanto ampiamente riferito dalla letteratura internazionale, anche in età avanzata, è possibile incidere positivamente sullo stato di fitness attraverso un programma d'allenamento aerobico individualizzato e controllato<sup>7,12,15,32</sup>.

E' particolarmente rilevante, infatti, il dato relativo all'aumentata capacità prestativa, in termini di potenza (Watt) erogata, sia per quanto riguarda i maschi che le femmine, tenendo costante la frequenza cardiaca, dai 50 soggetti da noi testati all'inizio e alla fine di un protocollo d'allenamento della durata di nove mesi<sup>36,63,65</sup>.

Inoltre, al termine del trattamento, si osserva anche la riduzione delle frequenze cardiache di lavoro<sup>23</sup>.

I soggetti "trattati" risultano, in definitiva, capaci di maggiori prestazioni fisiche, mantenendo costante l'impegno cardiaco e questo, evidentemente, a tutto vantaggio della qualità della vita<sup>24,34</sup>.

Altro dato interessante è quello relativo al rapporto tra quantità-qualità dell'esercizio fisico somministrato ed effetti da questo indotti sui soggetti anziani. Possiamo, a tal proposito, affermare che, previa somministrazione di un protocollo programmato, individualizzato ad personam, controllato ed infine adeguato in itinere, si ottengono incrementi dell'efficienza fisica apprezzabili nonostante l'utilizzo di frequenze cardiache allenanti, e quindi di intensità, largamente sottomassimali. Infatti nella nostra ricerca abbiamo ottenuto risultati evidenti applicando Hrt allenanti corrispondenti al 50-60% della frequenza cardiaca di riserva e quindi proponendo esercizio fisico non eccessivamente pesante, gradevole dal punto di vista psicologico e assolutamente sicuro per l'età dei soggetti<sup>37,54,58</sup>.

D'altro canto però i miglioramenti da noi descritti possono essere garantiti solo dalla somministrazione di un protocollo d'esercizio fisico individualizzato ovvero costruito sulla base di quei parametri quali la quantità, la frequenza, l'intensità e la qualità che devono essere opportunamente progettati e somministrati sulla base delle conoscenze che sono il bagaglio del Laureato in Scienze Motorie.

Ultima considerazione è quella che ci porta a dire che, al fine di progettare un programma d'esercizio fisico, è necessario poter disporre di strumenti che ci permettano di poter misurare e quindi valutare lo stato di efficienza cardiaca del soggetto<sup>17,20,85</sup>. Nella nostra ricerca abbiamo utilizzato un test, che abbiamo chiamato Test di Variazione di Potenza (TVP), il quale ci restituisce la potenza

meccanica espressa ad una determinata frequenza cardiaca target durante una prova al cicloergometro della durata di cinque minuti. Il TVP, messo a confronto con il test cardiopolmonare, ha fornito evidenti concordanze. Quindi, essendo evidente la correlazione fra la potenza meccanica espressa dal soggetto (Watt) durante un test a frequenza cardiaca costante quale il TVP e quei parametri comunemente considerati per valutare lo stato di salute cardiopolmonare del soggetto (Watt,  $VO_2$  e  $VCO_2$  di soglia)<sup>73,74,75,86,89</sup>, possiamo dire che il test da noi utilizzato fornisce una indicazione attendibile sullo stato di efficienza fisica dell'anziano.

Il TVP bene si presta ad essere somministrato a soggetti non sempre idonei a sostenere prove massimali, quali sono gli anziani, vista l'esigua durata dello sforzo e il fatto che il soggetto lavora con frequenza cardiaca sottomassimale e costante. Inoltre, per gli usi consentiti dalla particolarità "ambiente palestra", il TVP è risultato semplice e veloce da eseguire.

Naturale proseguimento della ricerca e obiettivo ultimo da raggiungere sarà quello di individuare, attraverso il TVP, un indice valido di riferimento per la valutazione di forma fisica.

Questo obiettivo potrà essere raggiunto con l'allargamento dei riferimenti testati: il nostro studio infatti prevede nel futuro la somministrazione del test a soggetti di diverse fasce d'età.



## Capitolo 7

### BIBLIOGRAFIA

1. AA.VV, La valutazione nell'avviamento allo sport, SSS, Roma, 1994
2. AA.VV, La valutazione nello sport dei giovani, S.S.S., Roma,1988
3. AAVV, Corpo Movimento prestazione, Istituto dell'Enciclopedia Italiana-CONI, Roma, 1984
4. ACSM, Linee guida per i test e la prescrizione d'esercizi, Clueb, Bologna,2004
5. Ades PA, Waldman ML, Meyer WL, Brown KA, Poehlman ET, Pendlebury WW, Leslie KO, Gray PR, Lew RR, LeWinter MM, Skeletal muscle and cardiovascular adaptations to exercise conditioning in older coronary patients, *Circulation*, 1996, 94:323-330
6. Astrand-Rodahl, *Fisiologia*, Edi-ermes, Milano, 1984
7. Babcock MA, Paterson D.H., Cunningham D.A., Dickinson JR- Exercise on transient gas exchange Kinetics are slowed as a function of age- *Med sci sports exerc*-1994 Apr;26(4):440-6.
8. Bazzano C., Falconio A., Leone L., Linee guida per l'attività fisica con gli anziani, CSI, Roma, 1998
9. Beaver WL, Wasserman K, Whipp B., A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange., *J Appl Physiol*. 1986; 60: 2020-2027.
10. Beere PA, Russel SD, Morey MC, Kitzman DW, Higginbotham MB, -Aerobic Exercise Training Can Reverse Age-Related Peripheral Circulatory Changes in Healthy Older Men- *Circulation*-1999; 100:1085-1095.
11. Bellotti P., Matteucci E., *Allenamento sportivo*, UTET, Torino, 2000
12. Binder EF, Schechtman KB, Ehsani AA, Steger-May K, Brown M, Sinacore DR, Yarasheski KE, and Holloszy JO. E, Effects of exercise training on frailty in community-dwelling elderly adults: results of a randomized, controlled trial., *J Am Geriatr Soc*, 2002, 50: 1921-1928.
13. Brick M., *Precision multisport*, Polar electro, Finland,1998
14. Burke E.R, *Precision cycling*, University of Colorado, Colorado Springs, Colorado, 1994
15. Buskirk ER, Hodgson JL, Age and aerobic power: the rate of change in men and women, *Fed Proc*, 1987 apr, 46(5):1824-9
16. Campbell AJ, Robertson MC, Gardner MM, Norton RN, Tilyard MW, Buchner DM., Randomised controlled trial of a general practice programme of home based exercise to prevent falls in elderly women, *BMJ*, 1997;315:1065-1069.
17. Capodaglio E.M., Saibene F., A test to assess the mechanical power sustainable during everyday activities in older people, *Age and ageing*, 2003; 32:31-36.

18. Cazorla G, Leger L, Marini JF. Les epreuves d'effort en physiologie: epreuves et mesures du potentiel aerobie. Travaux et recherches en E.P.S. no.7: valuation de la valeur physique, INSEP, Paris, pp.95-119, 1984.
19. Ciullo M., Attività motoria ed età adulta e anziana, Greco, Catania, 1999
20. Dal Monte A.-Faina M., Valutazione dell'atleta, UTET, Torino, 2003
21. De Vito G, Hernandez R, Gonzalez V, Felici F, Figura F., Low intensity physical training in older subjects., *J Sports Med Phys Fitness*. 1997 Mar; 37(1):72-7.
22. Ehsani AA, Ogawa T, Miller TR, Spina RJ, and Jilka SM., Exercise training improves left ventricular systolic function in older men, *Circulation*, 1991, 83: 96-103.
23. Ehsanj AA, Spina RJ, Peterson LR, Rinder MR, Glover KL, Villareal DT, Binder EF, Holloszy JO, Attenuation of cardiovascular adaptations to exercise in frail octogenarians., *J Appl Physiol*, July 2003, 95:1781-1788.
24. Eskurza I, A. J. Donato, K. L. Moreau, D. R. Seals, and H. Tanaka, Changes in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained women: 7-yr follow-up, *J Appl Physiol*, June 2002, 92(6): 2303 – 2308.
25. Evans EM, Racette SB, Peterson LR, Villareal DT, Greiwe JS, Holloszy JO, Aerobic power and insulin action improve in response to endurance exercise training in healthy 77-87 yr olds, *J Appl Physiol*, 2005, 98:40-45
26. Fernhall B., Unnithan VB, Physical activity, metabolic issues, and assessment, *Phys Med Rehabil Clin N Am*, 2002 nov; 13(4):925-47.
27. Ford ES., Does exercise reduce inflammation? Physical activity and C-reactive protein among U.S. adults, *Epidemiology* 2002;13:561-568.
28. Foster VL, Hume GJ, Byrnes WC, Dickinson AL, Chatfield SJ, Endurance training for elderly women: moderate vs low intensity, *J Gerontol*, 1989 nov;44(6):M184-8.
29. Galletta F., Franzoni F., Femia FR, Roccella N., Pentimone F., Santoro G., Lifelong physical training prevent the age-related impairment of heart rate variability and exercise capacity in elderly people, *J sport Med Phys Fitness*, 2005 jun;45 (2):217-21.
30. Gass G, Gass E, Wicks J, et al., Rate and amplitude of adaptation to two intensities of exercise in men aged 65-75 yr, *Medicine and science in sports and exercise*, oct 2004, 36 (10): 1811-1818
31. Gnani E., Acquisizione e analisi di dati riguardanti performance cardiaca di pazienti anziani, tesi di laurea, Bologna, 2005
32. Hagberg JM, Effect of training on the decline of Vo2 max with aging., *Fed Proc*, apr-87, 46(5):1830-3
33. Hambrecht R, Gielen S, Linke A, Fiehn E, Yu J, Walther C, Schoene N, Schuler G, Effects of exercise training on left ventricular function and peripheral resistance in patients with chronic heart failure: A randomized trial, *JAMA* 2000;283:3095-3101.

34. Hambrecht R, Wolf A, Gielen S, Linke A, Hofer J, Erbs S, Schoene N, Schuler G, Effect of exercise on coronary endothelial function in patients with coronary artery disease, *N Engl J Med* 2000;342:454-460.
35. Harre D., *Teoria dell'allenamento*, SSS, Roma, 1972
36. Hawkins SA, Wiswell RA, Rate and mechanism of maximal oxygen consumption decline with aging - Implications for exercise training, *Sports medicine*, 2003, 33 (12): 877-888.
37. Hung C., Daub B., Black B., Welsh R., Quinney A., Haykowsky M., Exercise training improves overall physical fitness and quality of life in older women with coronary artery disease, *Chest*, 2004; 126:1026-1031.
38. Imeroni A., *L'attività motoria nella grande età*, Carracci, Roma, 2000
39. Karl R. Popper, *Logica della scoperta scientifica*, Einaudi, Torino, 1959
40. Karvonen M, Kentala K, Mustala O, The effects of training on heart rate: a longitudinal study, *Annales Medicinæ sperimentalis et Biologica Fennia*, 1957;35:307-315.
41. Kostis JB, Moreyra AE, Amendo MT, Di Pietro J, Cosgrove N, Kuo PT., The effect of age on heart rate in subjects free of heart disease. Studies by ambulatory electrocardiography and maximal exercise stress test., *Circulation*. 1982 Jan; 65(1):141-5.
42. Kovar PA, Allegrante JP, MacKenzie CR, Peterson MG, Gutin B, Charlson ME, Supervised fitness walking in patients with osteoarthritis of the knee. A randomized, controlled trial, *Ann Intern Med*, 1992;116:529-534.
43. Langer RD, Klauber MR, Criqui MH, Barret-Connor EL, Exercise and survival in the very old, *Am J Geriatr Cardiol*, 1994; 3:24-34.
44. Lie H, Mundal R, Erikssen J, Coronary risk factors and incidence of coronary death in relation to physical fitness. Seven-year follow-up study of middle-aged and elderly men, *Eur Heart J*, 1985;6:147-157.
45. Maietta P.L., Ravaioli C., Foschi E., Nerozzi E., Corazza I., Zannoli S., Tentoni C., *Effetti dell'allenamento sullo stato di efficienza fisica nell'anziano. Misurazione con il metodo di Variazione di Potenza, rivista "Chinesiologia, UNC, n.1, 2006.*
46. Makrides L, Heigenhauser GJ, Jones NL, High intensity endurance training in 20- to 30- and 60-to 70- yr-old healthy men., *Journal of Applied Physiology*, 1990 nov, 69(5): 1792-8.
47. Malbut KE, Dinan S, Young A-Aerobic training in the "oldest old":the effect of 24 weeks of training-Age and ageing, 2002;31:255-260-*Brithis Geriatrics Society*.
48. Manno R., *Fondamenti dell'allenamento sportivo*, Zanichelli, Bologna, 1989.
49. Manson JE, Greenland P, LaCroix AZ, Stefanick ML, Mouton CP, Oberman A, Perri MG, Sheps DS, Pettinger MB, Siscovick DS., Walking compared with vigorous exercise for the prevention of cardiovascular events in women., *N Engl J Med*, 2002; 347:716-725.
50. Marchetti M., De Vito G., Proja G., *La soglia anaerobica nell'anziano.*, *Med sport*. 1991; 44:1-7

51. Marti B, Tuomilehto J, Salonen JT, Puska P, Nissinen A., Relationship between leisure-time physical activity and risk factors for coronary heart disease in middle-aged Finnish women., *Acta Med Scand*, 1987; 222:223-230.
52. Martin D., Carl K., Lehnertz, *Manuale di teoria dell'allenamento*, SSS, Roma, 1997.
53. McBurney D.H., *Metodologia della ricerca in psicologia*, il Mulino, Bologna, 1996
54. McGuire DK, Levine BD, Williamson JW, Snell PG, Blomqvist CG, Saltin B, and Mitchell JH., A 30-year follow-up of the Dallas bed rest and training study. I. Effect of age on the cardiovascular response to exercise, *Circulation*, 2001, 104: 1350-1357.
55. Messenger-Rapport B, Pothier Snader CE, Blackstone EH, Yu D, Lauer MS., Value of Exercise Capacity and Heart Rate Recovery in Older People., *JAGS* 2003; 51: 63-68, 2003.
56. Middleton M.R., *Analisi statistica con Excel*, Apogeo, Milano, 2004
57. Monod H, Amoretti R, Rodineau J., *Medicine du sport pour le praticien*, Simep, Paris, 1994.
58. O'Donovan G., Owen A., Bird SR, Kearney EM, Nevill AM, Jones DV, Woolf-May K, Changes in cardiorespiratory fitness and coronary heart disease risk factors following 24 wk of moderate or high intensity exercise of equal energy cost, *J Appl Physiol*, may 2005, 98(5):1619-25.
59. Ogawa T, Spina RJ, Martin WH III, Kohrt WM, Schechtman KB, Holloszy JO, and Ehsani AA., Effects of aging, sex, and physical training on cardiovascular responses to exercise., *Circulation*, 1992, 86: 494-503.
60. Ong KC, Loo CM, Ong YY, Chan SP, Earnest A, Saw SM., Predictive values for cardiopulmonary exercise testing in sedentary Chinese adults., *Respirology*, 2002, Sep;7(3):225-31.
61. Pedersen BK, Bruunsgaard H, Ostrowski K, Krabbe K, Hansen H, Krzywkowski K, Toft A, Sondergaard SR, Petersen EW, Ibfelt T, Schjerling P., Cytokines in aging and exercise, *Int J Sports Med*, 2000;21 Suppl 1:S4-S9.
62. Pickering GP, N. Fellmann, B. Morio, P. Ritz, A. Amonchot, M. Vermorel, and J. Coudert, Effects of endurance training on the cardiovascular system and water compartments in elderly subjects, *J Appl Physiol*, October 1, 1997; 83(4): 1300 – 1306.
63. Pimentel AE, Gentile CL, Tanaka H, Seals DR, Gates PE, Greater rate of decline in maximal aerobic capacity with age in endurance-trained than in sedentary men, *J Appl Physiol*, June 2003, 94(6): 2406 - 2413.
64. Posner JD, Gorman KM, Windsor-Landsberg L, Larsen J, Bleiman M, Shaw C, Rosenberg B, Knebl J., Low to moderate intensity endurance training in healthy older adults: physiological responses after four months., *J Am Geriatr Soc.*, 1992 Jan;40(1):1-7.
65. Proctor DN, Joyner MJ, Skeletal muscle mass and the reduction of Vo<sub>2</sub>max in trained older subjects, *J Appl Physiol*, may 1997, vol. 82 no. 5 pp1411-1415.

66. Reilly T, Assessment of some aspects of physical fitness, *Applied ergonomics*, vol 22, issue 5, october 1991, pages 291-294.
67. Roi G.S., *Manuale di cardiofitness*, Alea, Milano,
68. Romano M., Salvatori G., *La rieducazione motoria in geriatria*, Marrapese, Roma, 1983
69. Rowland TW, Rambusch JM, Stab JS, Unnithan VB, Siconolfi SF, Accuracy of physical working capacity (PWC170) in estimating aerobic fitness in children, *J sport Med Phys Fitness*, 1993 jun,;33(2):184-8.
70. Roy B., *Precision running*, Polar electro, Finland,2000.
71. Schulman SP, Fleg JL, Goldberg AP, Busby-Whitehead J, Hagberg JM, O'Connor FC, Gerstenblith G, Becker LC, Katzell LI, Lakatta LE, Lakatta EG, Continuum of Cardiovascular Performance Across a Broad Range of Fitness Levels in Healthy Older Men, *Circulation*, Aug 1996, 94(3): 359 - 367.
72. Seals DR, Hagberg JM, Hurley BF, Ehsanj AA, Holloszy, Endurance training in older men and women. Cardiovascular responses to exercise, *J Appl Physiol*, 57: 1024-1029, 1984.
73. Shaw CE, McCully KK, Landsberg L, Posner J, The effect of a submaximal exercise orientation on cardiopulmonary cycloergometer stress test results in older adults., *J Cardiopulm Rehabil.*, 1996 Mar-Apr; 16(2):93-9.
74. Simar D., Malatesta D., Dauvilliers Y, Prefaut C., Varray A., Caillaud C., Aerobic and functional capacities in a selected active population of european octogenarians, *Int J. sport Med.*, mar-05, 26(2):128-33.
75. Simons R., Andel R., The effects of resistance training and walking on functional fitness in advanced old age, *J Aging Health*, 2006 feb; 18(1):91-105.
76. Singh NA, Clements KM, Fiatarone MA., A randomized controlled trial of progressive resistance training in depressed elders, *J Gerontol A Biol Sci Med Sci*, 1997;52:M27-35.
77. Smith JK, Chi DS, Krish G, Reynolds S, Cambron G., Effect of exercise on complement activity., *Ann Allergy*, 1990;65:304-310.
78. Spiegel M.R., *Statistica*, McGraw-Hill, Milano,1994
79. Spina RJ, Ogawa T, Kohrt WM, et al., Differences in cardiovascular adaptations to endurance exercise training between older men and women, *J Appl Physiol*, aug 1993, 75 (2): 849-855.
80. Stessman J, Hammerman-Rozenberg R, Maaravi Y, Cohen A., Effect of exercise on ease in performing activities of daily living and instrumental activities of daily living from age 70 to 77: the Jerusalem longitudinal study, *J Am Geriatr Soc*, 2002;50:1934-1938.
81. Strath, Scott J; Swartz, Ann M; Basset, David R.Jr; O'Brien, William L.; King, George A.; Ainsworth, Barbara E, Evaluation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity, *Medicine & science in sports & exercise*, volume 32(9) supplement, sept 2000, pp s465-s470.
82. Stratton JR, Levy WC, Cerqueira MD, Schwartz RS, and Abrass IB, Cardiovascular responses to training in healthy men, *Circulation*, 1994, 89: 1648-1655.

83. Tager I.B., Hollenberg M., Satariano W.A., Association between self-reported leisure-time physical, American Journal of epidemiology, Oxford University, 1998, vol 147, Issue 10 921-931.
84. Tanaka H, Seals DR, Monahan KD, Clevenger CM, DeSouza CA, Dinunno FA., Regular aerobic exercise and the age-related increase in carotid artery intima-media thickness in healthy men, J Appl Physiol, 2002; 92:1458-1464.
85. Tentoni C., Maietta P.L., Foschi E., Il “Test of performance”(TOP) nell’esame tecnologico dei sistemi d’azione (EST), Chinesiologia, n. 3, 2005.
86. Tentoni C., Maietta PL, L’efficienza del VO2 nella affidabilità prestativa nell’età adulta e anziana (modificazioni indotte da esercizio fisico controllato). Chinesiologia, Editrice Veneta Sas, Vicenza (ISSN 1824-7911) n°3, luglio-settembre 2004: 26-29.
87. Tentoni C., Maietta P.L., Ravaioli C., Nerozzi E., Corazza I., Zannoli S., Foschi E., Muscari A., Zoli M. e gruppo di studio Pianoro, “Physical Fitness and life extension”. Lo Studio Pianoro, Abstract e Poster presentati al II°Convegno Internazionale “Il ruolo dell’esercizio fisico nella prevenzione delle malattie e nel miglioramento della qualità della vita”, Rimini, 28-30 maggio 2005.
88. C.Tentoni, C.Ravaioli, E.Foschi, I.Corazza, E.Nerozzi, S. Zannoli, P.L.Maietta, Il Test di Variazione di Potenza (TVP) come metodo per valutare l’efficienza fisica dell’anziano, rivista “Chinesiologia”, numero 1, 2007
89. Tonino RP, Driscoll PA, Reliability of maximal and submaximal parameters of treadmill, Journal of gerontology, 1988 Jul, 43(4):M101-4.
90. Ueno T, Sugawara H, Sujaku K, Hashimoto O, Tsuji R, Tamaki S, Torimura T, Inuzuka S, Sata M, Tanikawa K., Therapeutic effects of restricted diet and exercise in obese patients with fatty liver, J Hepatol, 1997;27:103-107.
91. Ulatowski T., La teoria dell’allenamento sportivo, SDS, Roma, 1979
92. Uusitalo A.L.T., Laitinen T., Vaisanen S.B., Lansimies E., Rauramaa R., Physical training and heart rate and blood pressure variability: a 5-yr randomized trial, Am J Physiol Heart Circ Physiol 286: H1826, 2004
93. Vaitkevicius PV, Ebersold C, Shah MS, et al., Effects of aerobic exercise training in community-based subjects aged 80 and older: A pilot study, J Am Geriatrics Society, dec 2002, 50 (12): 2009-2013
94. Vander A.J.-Sherman J.H.-Luciano D.S., Fisiologia dell'uomo, Il pensiero scientifico, Roma, 1980
95. Vautier JF, Vandewalle H, Arabi H, Monod H, Critical power as an endurance index, Appl Ergon, 1995 apr;26(2):117-21.
96. Warren B.J., Nieman DC, Dotson RG, Adkins GH, O'Donnel KA, Haddock BL, Butterworth DE, Cardiorespiratory responses to exercise training in septuagenary women, Int J. sport Med., feb-93, 14(2):60-5.
97. Wasserman K., Hansen JE, Sue DY, Stringer WW, Whipp BJ., Principles of Exercise Testing and Interpretation; IV ed. Philadelphia: Lippincott Williams & Wilkins

98. Wasserman K., Stringer W.W., Casaburi R., Koike A., Determination of the anaerobic threshold by gas exchange: biochemical considerations, methodology and physiological effects, *Z Cardiol*; 83:1-12,1994.
99. Wasserman K., Whipp B.J., Beaver W.L., A new method for detecting anaerobic threshold by gas exchange, *J Appl Physiol*;60:2020-2027, 1986.
100. Weineck J, L'allenamento ottimale, Calzetti Mariucci ed., luglio 2001.
101. Wilder MD RP, Greene JA, Winters KL, Long Iii MD WB, Gubler DO Mph K, Edlich Md Phd RF, Physical fitness assessment: an update, *J long term Eff Med Implants*, 2006;16(2):193-402.
102. Wilson TM, Tanaka H., Meta-analysis of the age-associated decline in maximal aerobic capacity in men: relation to training status, *Am J Physiol Heart Circ Physiol*, March 2000, 278(3): H829 - 834.
103. Witham MD, Struthers AD, McMurdo ME, Exercise training as a therapy for chronic heart failure: can older people benefit?, *J Am Geriatr Soc*, 2003;51:699-709.
104. Yaffe K, Barnes D, Nevitt M, Lui LY, Covinsky K., A prospective study of physical activity and cognitive decline in elderly women: women who walk, *Arch Intern Med*, 2001;161:1703-1708.