

---

## **Sovraccarico Biomeccanico nella Realizzazione di Calzature Donna: Strategie di Valutazione, Primi Risultati, Linee di Miglioramento.**

---

Leonardo Bonci

Phone +39 340 2239884

E-mail: [leonardo.bonci@libero.it](mailto:leonardo.bonci@libero.it)

**Abstract:** La costruzione di una calzatura rappresenta una operazione complessa di montaggio ed assemblaggio di una serie di componenti semilavorati in un contesto, quello del *Made in Italy*, dove la capacità artigianale di realizzare un prodotto, secondo metodi e processi individuali, affinati nel tempo e nell'uso, si fonde con la tecnologia tesa a razionalizzare i processi.

Il settore calzaturiero si caratterizza per il breve ciclo di vita del prodotto, la difficoltosa prevedibilità della domanda e l'esigenza di un processo di innovazione di prodotto continuo.

Il *case study* argomento del lavoro di tesi si propone di studiare gli aspetti tecnico-organizzativi della realizzazione di calzature donna con l'obiettivo primario di valutare il rischio da sovraccarico biomeccanico degli arti e del rachide e contemporaneamente sviluppare un modello concettuale che consenta la possibilità di integrare agilmente le esigenze produttive e gli aspetti ergonomici legati al bilanciamento delle postazioni di lavoro al variare dei modelli prodotti e della produzione realizzata.

**Keyword :** comparto calzaturiero, rischio sovraccarico biomeccanico

---

### **1 Introduzione**

La costruzione di una calzatura rappresenta un' operazione complessa di montaggio ed assemblaggio di una serie di componenti semilavorati in un contesto, quello del *Made in Italy*, dove la capacità artigianale di realizzare un prodotto, secondo metodi e processi individuali, affinati nel tempo e nell'uso, si fonde con la presenza sapiente e ponderata di tecnologie spesso uniche nel loro genere .

Anche le imprese del comparto calzaturiero però si trovano ad affrontare e dover gestire alcuni aspetti tipici dell'attuale scenario economico quali la crescente età media della forza lavoro, la crescente difficoltà di reperimento di manodopera qualificata e la concorrenza di economie emergenti progressivamente più competitive non solo a livello di prezzo ma anche di qualità di prodotto.

La recente evoluzione della legislazione nazionale in tema di sicurezza e salute nei luoghi di lavoro ha riconosciuto un ruolo importante al rispetto dei principi ergonomici nell'organizzazione del lavoro, nella concezione dei posti di lavoro, nella scelta delle attrezzature, nella definizione dei metodi di lavoro e produzione, in particolare al fine di ridurre gli effetti sulla salute del lavoro monotono e di quello ripetitivo (D.Lgs 81/08 e s.m.i. Sez I, Art 15, comma 1, lett. d.). Accanto a questo aspetto è importante considerare la centralità attribuita al processo di valutazione del rischio quale strumento operativo completo ed idoneo di pianificazione degli interventi aziendali e di prevenzione la stesura del quale, sotto forma di documento, deve rispondere a criteri di semplicità, brevità e comprensibilità (D.Lgs 81/08 e s.m.i. Sez I, Art 28, comma 1, lett. d.). Non è di secondaria importanza ricordare che la valutazione dovrà essere aggiornata in occasione di modifiche del processo produttivo e dell' organizzazione del lavoro significative ai fini della salute e sicurezza dei lavoratori.

L'insieme delle considerazioni di cui sopra porta ad esplorare con interesse il percorso di valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori nel comparto calzaturiero: questo dovrà rispondere ai criteri sopra citati, ma non potrà necessariamente essere semplicistico, non solo per assolvere ad un obbligo di legge, ma anche per individuare le strade da percorrere per la realizzazione piena del concetto di salute definito dal Decreto il cui perseguimento può divenire importante fattore di vantaggio competitivo per le aziende del settore.

## **2 Ricerca bibliografica**

In letteratura sono presenti alcuni studi che si riferiscono ad esperienze di gestione della sorveglianza sanitaria nel comparto calzaturiero in siti produttivi di grandi dimensioni [1], [2], [3].

Indicazioni operative su possibili strategie di miglioramento sono presenti in alcune pubblicazioni nazionali [4], [5].

Sono meno frequenti *case studies* di analisi costi-benefici riferite allo specifico settore che riportano anche considerazione relative all'approccio metodologico seguito nel progetto [6].

Nonostante sia sempre più evidente [7] ed in sede di dibattito sia sempre più frequentemente ribadito non risulta evidenza di *case studies* riferiti al settore calzaturiero in cui l'approccio alla valutazione del rischio da sovraccarico biomeccanico degli arti superiori sia legato in modo forte ad un approfondito studio dell'organizzazione del lavoro.

## **3 Valutazione del Rischio da Sovraccarico Biomeccanico**

Gli obiettivi che il processo di valutazione si è posto sono stati:

- L'individuazione delle possibili azioni di miglioramento da intraprendere a seguito dei risultati suddivise per priorità;
- L'elaborazione di una mappatura del rischio quale primo strumento operativo di supporto allo svolgimento delle attività per i responsabili di produzione e per il Medico Competente;
- La definizione di un'architettura per la creazione di uno strumento in grado di mantenere aggiornata la valutazione in modo semplice in occasione di modifiche significative del processo produttivo e dell'organizzazione del lavoro ai fini della salute e sicurezza dei lavoratori;
- La possibilità, per i responsabili di produzione, di agire in termini proattivi, rendendo disponibile uno strumento semplice per individuare e correggere eventuali criticità, per il fattore di rischio considerato, già a livello di programmazione della produzione.

Per raggiungere gli obiettivi sopra esposti il percorso di valutazione è stato suddiviso nelle seguenti fasi:

- Identificazione delle variabili significative;
- Modellazione del problema;
- Scelta degli strumenti per la valutazione del rischio;
- Individuazione delle linee di miglioramento possibili.

### *3.1 Identificazione e definizione delle variabili significative*

#### *3.1.1 Previsione della domanda*

Come sottolineato anche in letteratura [7] alla base di una affidabile studio ergonomico deve essere posta la comprensione delle modalità di organizzazione del lavoro.

Nel settore moda il modello di business è basato su due collezioni principali: la primavera-estate e l'autunno-inverno. A queste due macro-collezioni, che a loro volta si articolano nel regime di impianto e in quello di riassortimento, sono associate altre due collezioni dette *flash*. Queste ultime hanno un loro campionario e seguono lo stesso iter di quelle principali, la sola differenza è che presentano un mix più ristretto di prodotti sia in termini di linea sia di gamma. In queste micro-collezioni, infatti, vengono inserite solo determinate categorie merceologiche e di solito si tendono a proporre materiali e colori innovativi, che talvolta possono essere continuativi nella collezione di impianto della stagione successiva. Nel modello sopra descritto si inseriscono in modo non marginale produzioni esclusive in piccoli lotti di max 20 pezzi, master e produzioni per servizi fotografici [8], [9].

Alla luce delle considerazioni sopra esposte possono essere enucleate alcune importanti caratteristiche che definiscono la domanda del prodotto calzatura e che dovranno essere considerate nell'impostazione dell'analisi di rischio:

- il breve ciclo di vita del prodotto, misurabile in mesi o in alcuni casi in settimane;
- l'elevata volatilità e la conseguente difficile prevedibilità della domanda che per questi prodotti è raramente stabile o lineare e può essere fortemente essere influenzata da variabili contingenti;
- l'importanza della disponibilità del prodotto presso i punti vendita in quanto molte decisioni di acquisto dei consumatori sono effettuate nell'istante dell'acquisto stesso[10].

#### *3.1.2 Calzature donna: modelli base e componenti fondamentali [11],[13],[14],[16],[17],[18]*

L'industria calzaturiera include tutte quelle lavorazioni che portano alla produzione di calzature, indumenti che servono a coprire e proteggere il piede (scarpa), e talvolta anche la caviglia (stivaletto) e parte della gamba (stivale).

La calzatura si compone delle seguenti due parti ben distinte:

- 1) tomaia: parte superiore che fascia il piede.
- 2) fondo: parte inferiore che posa in terra, venendo a contatto con il suolo.

La tomaia è, di norma, composta da diversi pezzi:

- dalla mascherina e dalla puntina, che formano la parte anteriore della tomaia;
- dai quartieri, che formano la parte posteriore;
- da pezzi accessori come i riporti (pezzi staccati che servono a completare i quartieri e la mascherina): listini, linguetta, soffietto, decorazioni, rinforzi, ecc., che vengono usati a seconda del modello prescelto per la confezione della tomaia.

In alcuni casi sul bordo della tomaia è applicata una striscia di pelle o di altro materiale chiamata bordino. Si usa la parola *diritto* per identificare la vera e propria tomaia; la fodera costituisce invece il pellame che ricopre internamente la calzatura. Per il diritto si usano i pellami più resistenti e meglio rifiniti; per le fodere quelli più leggeri e morbidi. Il rinforzo, a volte inserito, è rappresentato da una tela a maglie larghe (di norma in cotone) che viene applicata sul rovescio della tomaia, interposto quindi tra questa e la fodera.

Il puntale o cappellotto è un rinforzo inserito tra la parte anteriore della tomaia (cioè la mascherina) e la fodera, al fine di dare una forma ed una linea stilistica alla calzatura,

e di proteggere le dita del piede.

Il contrafforte o sperone è un componente di rinforzo inserito tra la parte posteriore della tomaia e la fodera per dare forma e mantenimento della struttura e per permettere un giusto contenimento del calcagno.

Nel gergo calzaturiero la parola *fondo* comprende i seguenti componenti: suola, sottopiede, arco plantare. Detto anche cambriglione o cambrione, riempimento, guardolo, giretto e tacco.

La suola è la parte del fondo che viene a contatto con il suolo, proteggendo il piede dalle eventuali asperità del terreno. In alcuni tipi di scarpa da donna con tacco alto la suola viene prolungata a coprire il tacco. Tale parte di suola è chiamata coda.

La zeppa è il rialzo in sughero, legno o gomma espansa microporosa, che viene realizzato per certe calzature come sandali o zoccoli. Quando la suola viene realizzata in gomma la parte della suola che viene a contatto con il terreno si chiama battistrada.

Il sottopiede si distingue in:

- sottopiede di costruzione, che rappresenta la base per la costruzione della calzatura ed ha la funzione di elemento di giunzione tra la tomaia e la suola;
- sottopiede di pulizia o soletta, che ha la funzione di ricoprire il sottopiede di costruzione al fine di abbellire la scarpa finita.

La tallonetta è un rinforzo in cartone fibrato, talvolta anche con lamina d'acciaio rivettata, che si unisce al sottopiede nella parte del calcagno.

L'arco plantare è un rinforzo che si applica nella parte stretta del sottopiede di costruzione fra tacco e pianta. La parte più stretta della calzatura, vicino al calcagno, è chiamato fionso e le due parti laterali del fionso sono chiamate rasce.

Il riempimento è il materiale che viene posto tra sottopiede e suola per colmare gli eventuali spazi vuoti.

Il guardolo (detto giretto quando ha la forma a ferro di cavallo) è un componente, non sempre usato, costituito da una stretta striscia di materiale con funzione estetica e di guarnizione che facilita la buona applicazione della suola alla tomaia.

Il tacco è la parte che sostiene il tallone del piede, contribuendo, specie nella scarpa da donna, a dare forma e linea stilistica alla calzatura. Esso rappresenta la parte della scarpa che si consuma più facilmente e deve perciò poter essere facilmente sostituito.

Quando il tacco è realizzato in cuoio, le parti del tacco di spessore uniforme che vengono sovrapposte le une alle altre per ottenere l'altezza desiderata si chiamano sottanelle. Il perimetro della parte superiore del tacco è chiamato corona del tacco.

Il copritacco viene ancorato al tacco ed è la parte che viene a contatto con il suolo.

Tra gli elementi di chiusura della calzatura si ricordano le stringhe, i ganci, gli occhiali, le fibbie, i bottoni, le guarnizioni elastiche e le chiusure lampo.

### *3.1.3 Organizzazione della produzione*

L'operazione di montaggio su cui si è focalizzato il presente studio consiste nell'applicazione della tomaia sulla forma il quale è stato preventivamente fissato il sottopiede o soletta. La forma, realizzata in resine sintetiche, riproduce il piede umano e serve da supporto per la realizzazione della calzatura.

*Sovraccarico Biomeccanico nella realizzazione di Calzature Donna:  
Strategie di Valutazione, Primi Risultati, Linee di Miglioramento*

Le operazioni si svolgono lungo la manovia, un insieme di stazioni poste in maniera sequenziale. I collegamenti tra le varie stazioni di lavoro avvengono tramite una giostra centrale che provvede al trasporto dei semilavorati da una stazione ad un'altra tramite dei cestelli in cui viene riposto l'occorrente per il montaggio. Il ciclo della lavorazione si conclude dopo che ogni carrello ha completato il giro. L'avanzamento dei carrelli è manuale nei piccoli calzaturifici, automatico nei medi e nei grandi. Nel caso di sistema di avanzamento automatico i cestelli sono trasportati a velocità costante tramite un sistema a catene. Il cestello viene bloccato ad ogni stazione tramite fermi di ritenuta che vengono sbloccati dall'operatore una volta terminata la lavorazione sulle parti presenti nel cestello. Le giostre generalmente sono suddivise su più livelli (più guide poste in parallelo) e ad ogni livello è attribuita una priorità di lavorazione: questo per gestire meglio le urgenze della produzione, come il montaggio di pochi campioni per campionari o sfilate.



Benchè siano possibili e presenti variazioni significative di *layout* dettate da esigenze realizzative del prodotto, con frequenza non trascurabile, sia nella forma della manovia che nella disposizione e nel numero di macchine predisposte per le singole fasi di montaggio è possibile con sufficiente affidabilità individuare i seguenti *building blocks* del processo di produzione di una calzatura [12]:

Montaggio	<p>Applicazione del puntale tra tomaia e fodera, per rendere più resistente la parte anteriore della calzatura. Il puntale è costituito da tessuto impregnato da resina cellulosa oppure costituito da resina termoindurente.</p>	
	<p>Inserimento dello sperone (o contrafforte o tallonetta): lo sperone, costituito da cuoio o da un succedaneo del cuoio, viene applicato manualmente tra fodera e tomaia (parte posteriore), incollato mediante mastici o vinavil; in altri casi, utilizzando collante al termoplastico, è sufficiente una riattivazione a caldo.</p>	
	<p>Applicazione sottopiede o soletta alla forma: avviene mediante inchiodatura con tre oppure cinque chiodi che verranno tolti in una fase successiva. A volte si esegue la rifilatura del sottopiede quando non è stata eseguita nella fase di taglio.</p>	

*Sovraccarico Biomeccanico nella realizzazione di Calzature Donna:  
Strategie di Valutazione, Primi Risultati, Linee di Miglioramento*

<p>Una volta preparata, la tomaia viene montata sulla forma. Premonta/Monta: tipicamente viene montato prima il “davanti”, punta e fianchi della scarpa, quindi la parte posteriore utilizzando soprattutto la macchina definita premonta/monta.</p>	
<p>Montafianchi/Montaboetta: montaggio dei fianchi della tomaia sul sottopiede mediante iniezione di termoplastico e/o mediante chiodatura. L'operatore tiene la scarpa con due mani e inserisce i bordi della tomaia su una pinza. Il comando di chiusura della pinza e il consenso per la spalmatura del termoplastico o la chiodatura avviene premendo un pedale.</p>	
<p>L'operazione può anche essere fatta completamente in modo manuale tramite l'utilizzo di pinze e martello.</p>	
<p>Monta Boettatura: montaggio della parte di tomaia corrispondente al Tallone.</p>	
<p>Levachiodi: rimozione dei chiodi inseriti per fissare il sottopiede o soletta alla forma</p>	

*Sovraccarico Biomeccanico nella realizzazione di Calzature Donna:  
Strategie di Valutazione, Primi Risultati, Linee di Miglioramento*

Lavorazione del Fondo	<p>Ribattitura: ribattitura dei chiodi fissati nelle fasi precedenti fatta tramite una macchina a rulli che ribatte eventuali pieghe della tomaia nella zona del calcagno e spiana la superficie inferiore della scarpa.</p>	
	<p>Tracciatura suole: tracciatura sulla tomaia del bordo della suola, questo segno verrà preso come riferimento per la successiva operazione di cardatura.</p>	
	<p>Cardatura: asportazione dello strato superficiale della parte di tomaia ripiegata sotto la soletta e a questa fissata, al fine di realizzare una superficie ruvida su cui permettere una migliore presa dei collanti e ridurre l'eventuale spessore eccessivo.</p>	
	<p>Spalmatura collante fondo suola: distribuzione della colla sul fondo della scarpa montata.</p>	
	<p>Pressatura: applicazione della suola, previamente raspa e incollata mediante pressatura, effettuata tramite uno stampo elastico opportunamente gonfiato con aria compressa o con acqua.</p>	

*Sovraccarico Biomeccanico nella realizzazione di Calzature Donna:  
Strategie di Valutazione, Primi Risultati, Linee di Miglioramento*

	<p>Applicazione tacchi (con colla o chiodi).</p>	
	<p>Sformatura: rimozione della scarpa montata dalla forma.</p>	
<p>Finissaggio</p>	<p>Coloritura bordi soles e tacco: applicazione di vernici realizzata a mano o con pistola a spruzzo, indicata anche come operazione di "messa in colore della scarpa".</p>	
	<p>Pomiciatura della suola: leggera raspatura della suola allo scopo di facilitare l'adesione del colore e migliorare quindi la qualità del prodotto.</p>	
	<p>Coloritura suola: operazione realizzata attraverso l'applicazione manuale di cere naturali.</p>	
	<p>Lucidatura suola: operazione di finitura della suola realizzata mediante macchine a spazzole rotanti.</p>	
	<p>Pulitura e lavatura della scarpa: tale operazione viene effettuata manualmente utilizzando spugne o pezzi di stoffa imbevute di solventi o acqua passati sulla superficie della scarpa.</p>	
	<p>Applicazione sottosuola di pulizia: la sottosuola di pulizia, già timbrata, viene cosparsa di collante e inserita all'interno della scarpa. In alcuni casi le sottosuola di pulizia sono autoadesive (o rese tali tramite appositi macchinari).</p>	
	<p>Apprettatura: è un'operazione realizzata impiegando</p>	

*Sovraccarico Biomeccanico nella realizzazione di Calzature Donna:  
Strategie di Valutazione, Primi Risultati, Linee di Miglioramento*

	vernicietta o appretto che può essere spalmato a mano con l'impiego di pennellini.	
	Lucidatura scarpa: operazione di spalmatura del lucido che può essere effettuata in alternativa alla apprettatura.	
	Stiratura della scarpa: in tale fase si utilizzano ferri da stiro per distendere la pelle sulla superficie della scarpa. Talvolta per raggiungere lo stesso obiettivo, si utilizzano becchi bunsen, detti "lumette", sulla cui fiamma libera viene rapidamente fatta passare la scarpa stessa.	
Confezionamento	L'operazione di confezionamento consiste nel riporre la coppia di calzature in scatole apposite.	

### 3.1.4 Scelta delle variabili significative

La scelta delle variabili significative è avvenuta attraverso lo studio della bibliografia sopra citata e attraverso interviste alle figure aziendali coinvolte nell'organizzazione della produzione, ai preposti e ai lavoratori.

Alle figure aziendali con compiti organizzativi sono state fatte interviste volte ad approfondire gli aspetti inerenti l'evoluzione delle tendenze produttive, la composizione del mix produttivo al variare della stagionalità e la definizione degli scenari produttivi di maggior interesse.

Ai preposti e ai lavoratori invece le interviste fatte hanno avuto l'obiettivo di comprendere attraverso la loro esperienza personale le differenze presenti in termini qualitativi nei fattori di rischio riportati in ISO 11228-3 al variare dei modelli in lavorazione.

L'analisi delle informazioni fornite ha portato alle seguenti conclusioni:

- i vari modelli realizzati possono essere raggruppati in 3 famiglie di modelli base (decolletè, sandali, stivali e stivaletti);
- il mix produttivo è una variabile importante;
- la produttività del sito operativo è una variabile di interesse e risulta di utilità per la definizione scenari produttivi di riferimento.

### 3.2 Modellazione del problema

Su ciascuna postazione sono state analizzate le possibili lavorazioni eseguite suddivise per famiglie di modelli base.

La valutazione per mansione è data dalla percentuale di tempo trascorso dall'addetto su ciascuna postazione.

### *3.3 Strumenti per la valutazione*

#### *3.3.1 Sistema OCRA*

Per la valutazione del rischio sono stati adottati i seguenti fogli di calcolo messi a disposizione dall'Unità di Ricerca Ergonomia e Postura del Movimento (EPM) [15]:

- NEWchecklistOCRAautoAP(v1) ITA 27-4-11 VUOTO;
- OCRA CHECK LIST MAPPA Gm106-V3 28-01-2011.

La scelta di tali strumenti è stata dettata dalla necessità di fornire in via prioritaria una visione d'insieme sufficientemente semplice e comprensibile della realtà studiata, che consentisse un'agevole individuazione dei distretti dell'arto superiore maggiormente sollecitati, in modo da individuare le priorità e le linee di azione per l'attivazione di un percorso di riduzione del rischio a livello strutturale che possa essere anche uno strumento operativo di supporto per il Medico Competente.

Tra le versioni disponibili della checklist è stata scelta quella in grado di offrire maggiore accuratezza in modo da raggiungere comunque un buon grado di precisione per la valutazione.

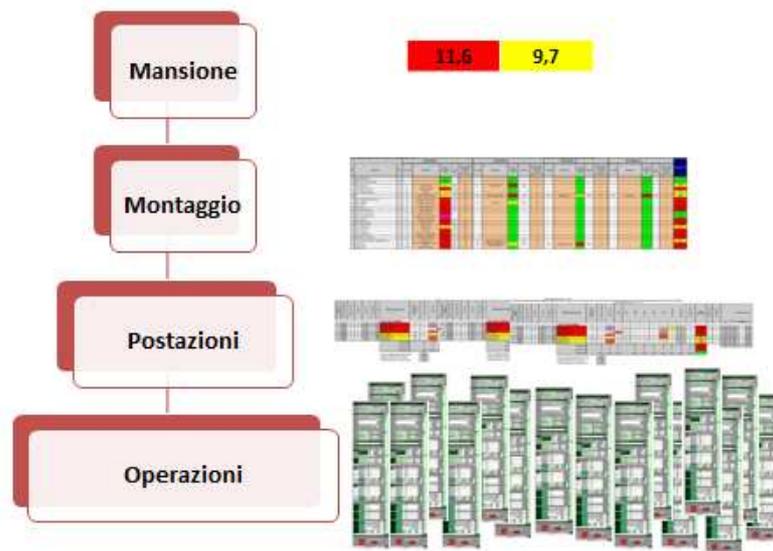
La NEWchecklistOCRAautoAP(v1) ITA 27-4-11 VUOTO è stata utilizzata per lo studio di ciascuna delle operazioni analizzate.

I risultati sono stati caricati su un file OCRA CHECK LIST MAPPA Gm106-V3 28-01-2011 con un collegamento in modo che, in caso di modifiche o aggiornamenti della valutazione nelle operazioni, le variazioni fossero automaticamente modificate anche nella valutazione per postazione e nella successiva valutazione per mansione.

Il file OCRA CHECK LIST MAPPA Gm106-V3 28-01-2011 è composto da fogli chiamati mappe: ciascun foglio si suddivide in 6 pagine. Su ogni pagina sono stati caricati i risultati delle operazioni svolte su ciascuna postazione, il numero postazioni presenti ed il numero di addetti per ciascuna postazione. Per ciascuna operazione caricata in base al tempo ciclo è stata determinata la percentuale di utilizzo della postazione per lo svolgimento di quella operazione nel corso della giornata.

Una volta determinati i risultati della valutazione del rischio per le varie postazioni, che costituiscono il percorso di montaggio della calzatura, è stato utilizzato un ulteriore file OCRA CHECK LIST MAPPA Gm106-V3 28-01-2011 dove sono stati caricati, previo collegamento, i risultati delle postazioni così da poter determinare più agevolmente il risultato della valutazione per mansione.

La scelta di adottare due file OCRA CHECK LIST MAPPA Gm106-V3 28-01-2011 distinti è stata dettata dall'obiettivo di creare un'architettura estendibile anche agli altri reparti del sito produttivo (aggiunteria, preparazione, controllo tomaie, etc.) per i quali potranno quindi essere disponibili dei fogli Mappa dove caricare i riepiloghi delle valutazioni per postazione.



**Figura 1** Modellazione del problema

### 3.3.2 Determinazione dei fattori di rischio

In un contesto produttivo quale quello studiato, al quale si associa il carattere artigianale delle lavorazioni e nel quale la cura nella realizzazione del prodotto è di primaria importanza, particolare attenzione deve essere posta necessariamente nella definizione della strategia per una determinazione dei fattori di rischio che sia allo stesso tempo sufficientemente affidabile e minimamente invasiva.

Nel caso oggetto di studio, vista la fortissima componente artigianale, non essendo presente un sistema di gestione tempi e metodi la determinazione del tempo netto di lavoro ripetitivo è avvenuta attraverso campionamento. L'idea di studiare i risultati di una campagna di misure di tempo ciclo delle varie operazioni, per stabilire il valore del tempo ciclo da adottare nella checklist, oltre ad aver consentito una migliore comprensione della realtà studiata e aver permesso una ottimizzazione della fase di realizzazione delle videoriprese, risponde ad alcune esigenze fondamentali:

- fornire una stima sufficientemente affidabile del valore del tempo ciclo da adottare quale riferimento;
- comprendere l'eventuale variazione nella durata del ciclo nel corso della giornata;
- comprendere l'influenza del carattere artigianale e della cura delle lavorazioni sul tempo ciclo.

Su alcune postazioni individuate a seguito di osservazione come maggiormente meritevoli di approfondimento è stata realizzata un'osservazione cronometrata di gruppi di cicli in momenti diversi della giornata ed in giornate diverse.

Il caso riportato in Tabella 1 e Tabella 2 può prestarsi ad alcune considerazioni. La Tabella 1 si riferisce a rilievi effettuati su una postazione in giorni diversi dell'anno. La Tabella 2 si riferisce agli scenari di riferimento analizzati dove, oltre alla media campionaria, è stata calcolata la deviazione standard campionaria quale indicatore di dispersione dei dati e l'intervallo di confidenza della media inteso come intervallo di confidenza della media di una distribuzione normale con varianza ignota.

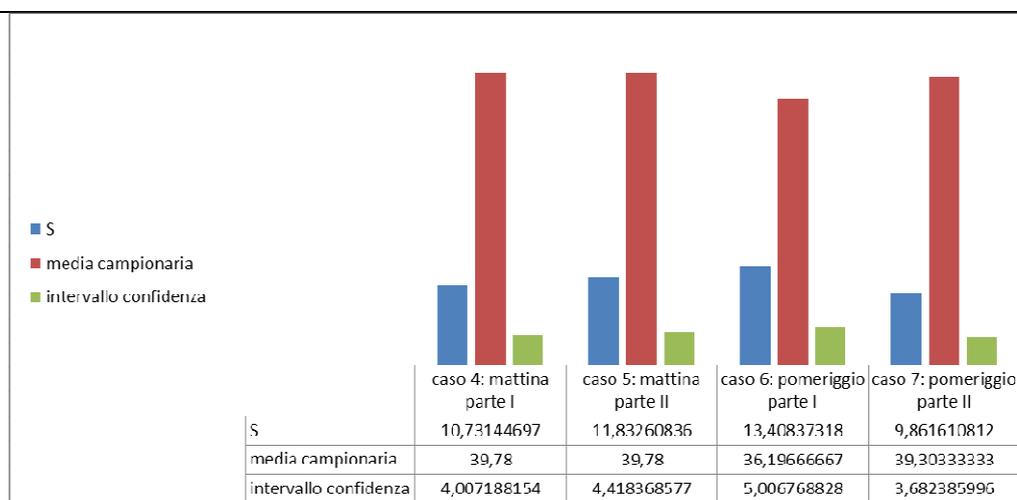
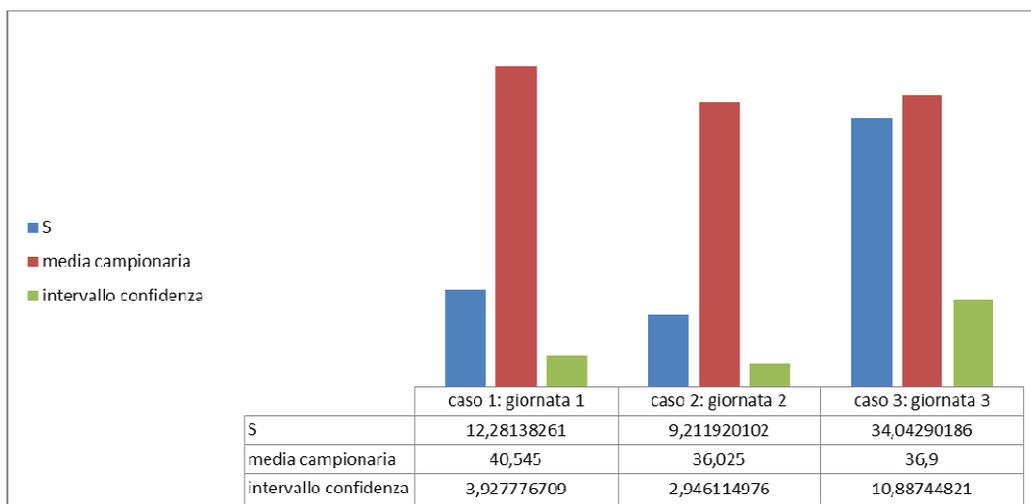
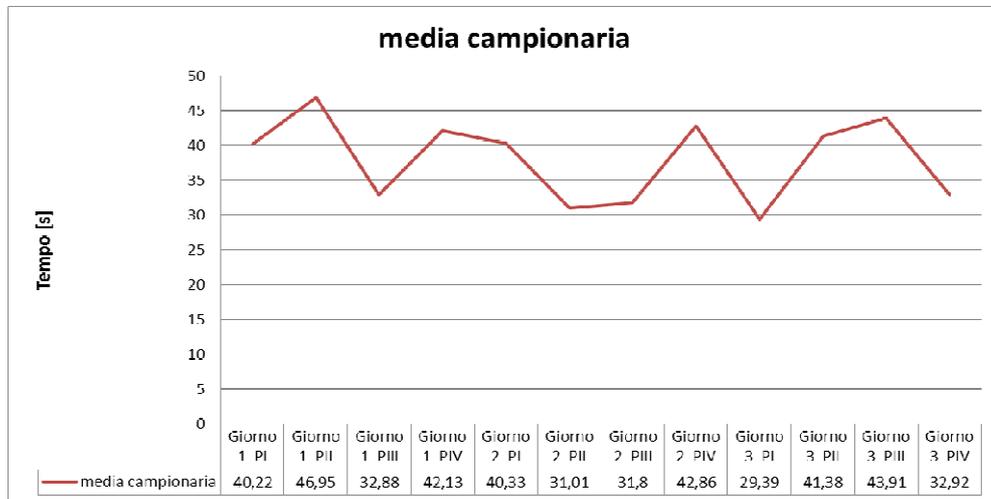
Dall'analisi dei dati possono essere tratte alcune indicazioni:

- l'andamento della media campionaria risulta variabile in modo non trascurabile sia nel corso della giornata che in giorni diversi;



*Sovraccarico Biomeccanico nella realizzazione di Calzature Donna:  
Strategie di Valutazione, Primi Risultati, Linee di Miglioramento*

**Tabella 2** Analisi di scenario tempi ciclo



*Sovraccarico Biomeccanico nella realizzazione di Calzature Donna:  
Strategie di Valutazione, Primi Risultati, Linee di Miglioramento*

La determinazione del tempo di lavoro non ripetitivo (riordino postazione, pulizia postazione, approvvigionamento materiale ed altri compiti considerabili come non ripetitivi) sono stati computati come differenza fra il tempo di lavoro totale ed il tempo di lavoro ripetitivo e le pause.

In alcune postazioni è stata considerata la presenza di meno di 4 ore senza adeguato recupero. Tale affermazione è risultata possibile alla luce delle seguenti considerazioni:

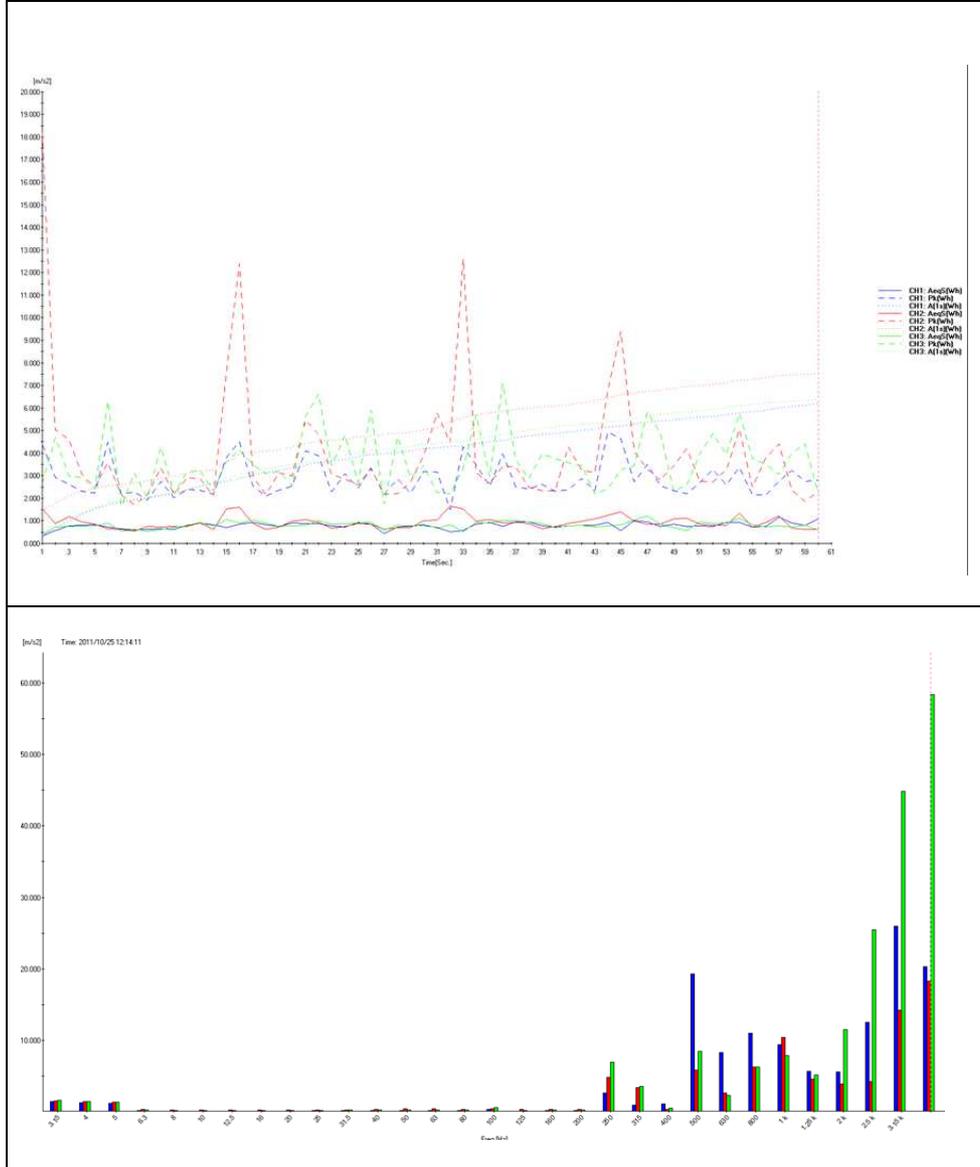
- non essendo presenti pause ufficiali è stato osservato il comportamento modale dei lavoratori, il quale ha indicato la presenza di due pause soggettive della durata di circa 10 min., una nell'arco della mattina ed una nell'arco del pomeriggio;
- in alcune postazioni non devono essere eseguite le lavorazioni necessarie per tutte le tipologie di calzatura che compongono il mix (es. applicazione cera stivali e decolletè ma non sandali) il quale, essendo eseguito in parallelo, rende possibile per l'addetto il verificarsi della condizione di rapporto di 1:5 tra tempi considerabili come recupero efficace e tempi di lavoro ripetitivo in almeno un'ora della giornata;
- in alcune postazioni il tempo ciclo è estremamente più basso rispetto alle lavorazioni precedenti e successive. Ciò consente il verificarsi della condizione di rapporto di 1:5 tra tempi considerabili come recupero efficace e tempi di lavoro ripetitivo;
- ove, fatte queste assunzioni, è stata svolta anche osservazione del comportamento modale dei lavoratori per verificare la reale fondatezza delle ipotesi fatte, in alcuni casi, soprattutto nel reparto finissaggio e confezionamento, si è verificata la tendenza delle addette a prestare aiuto alle colleghe su altri compiti e questo ha portato ad una limitazione dell'assunzione fatta. Nel reparto montaggio e lavorazione del fondo, dove le attività sono maggiormente definite l'assunzione è stata confermata.

L'analisi e la valutazione delle posture di lavoro incongrue e della stereotipia è stata condotta con l'ausilio del software Kinovea 0.8.15.

In occasione dei sopralluoghi preliminari per la definizione dei determinanti significativi in relazione ai fattori di rischio da considerare nella realizzazione di modelli diversi di calzature uno dei parametri su cui è stata registrata maggiore differenza è stata proprio la forza necessaria nella realizzazione di stivali e stivaletti rispetto ad altri modelli base. In occasione dei sopralluoghi in cui sono state realizzate le videoriprese è stato chiesto ai lavoratori di indicare le azioni delle fasi di lavoro svolte che necessitavano per la loro esecuzione di una forza di grado superiore al leggero e di quantificarla con l'ausilio della scala di Borg. Anche la durata delle azioni segnalate è stata determinata con l'ausilio del software Kinovea 0.8.15.

Nella determinazione dei fattori complementari di natura fisica l'eventuale apporto alla formazione del punteggio derivante dall'uso di strumenti vibranti è stato determinato conducendo in parallelo un aggiornamento del Documento sulla Protezione della Salute e della Sicurezza dei Lavoratori contro i Rischi derivanti da Esposizione a Vibrazioni Meccaniche. L'analisi è stata condotta sia valutando le misure di accelerazione, determinanti a fini prevenzionistici, sia lo spettro in frequenza, in modo da poter avere utili indicazioni in caso di valori fuori controllo su eventuali modi di guasto presenti.

**Tabella 2**      Analisi di scenario tempi ciclo



Nella determinazione di fattori complementari di natura organizzativa l'eventuale apporto alla formazione del punteggio derivante dalla presenza di ritmo imposto è stato considerato non presente in quanto i capi in lavorazione vengono movimentati su manovia, la cui velocità di scorrimento è tale che il ritmo di lavoro risulta facilmente sostenibile dall'operatore. La presenza inoltre di più postazioni che svolgono la stessa lavorazione è tale da consentire ad un addetto un distacco dalla postazione stessa di almeno 5 minuti consecutivi senza necessità di essere sostituito da un *jolly*.

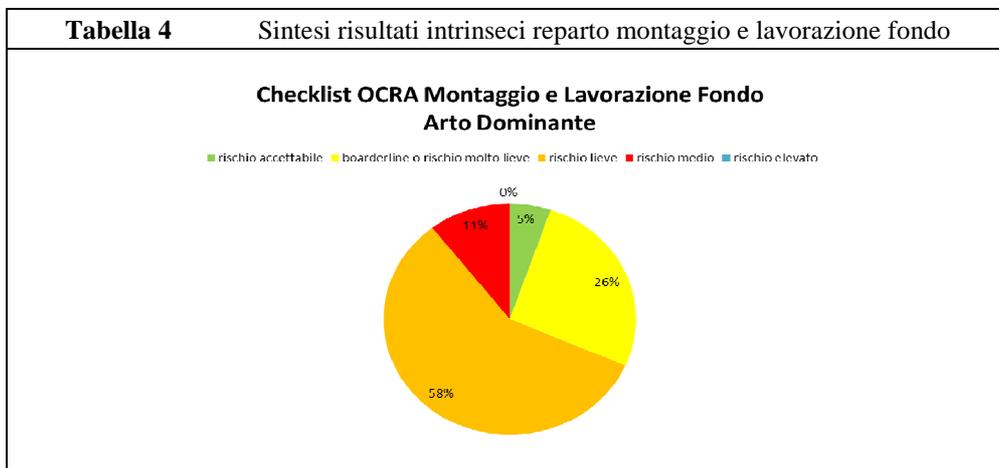
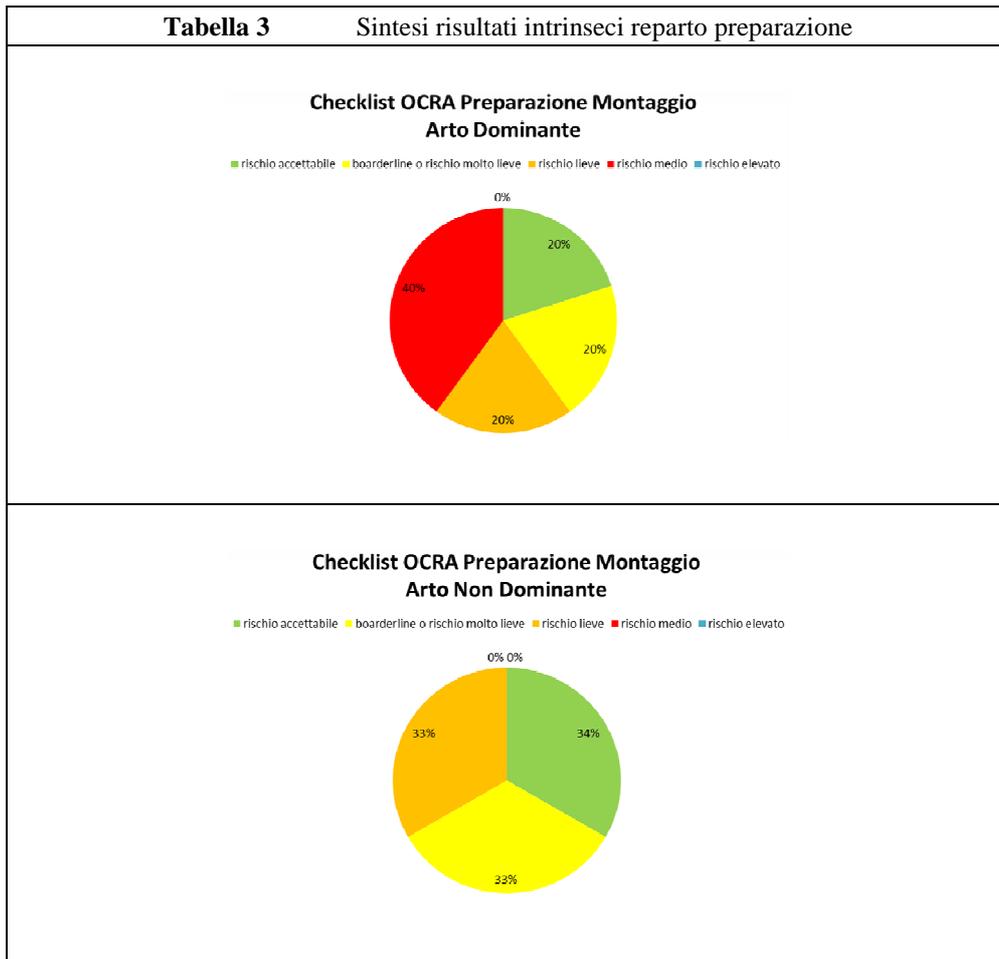
### 3.3.3 Primi risultati

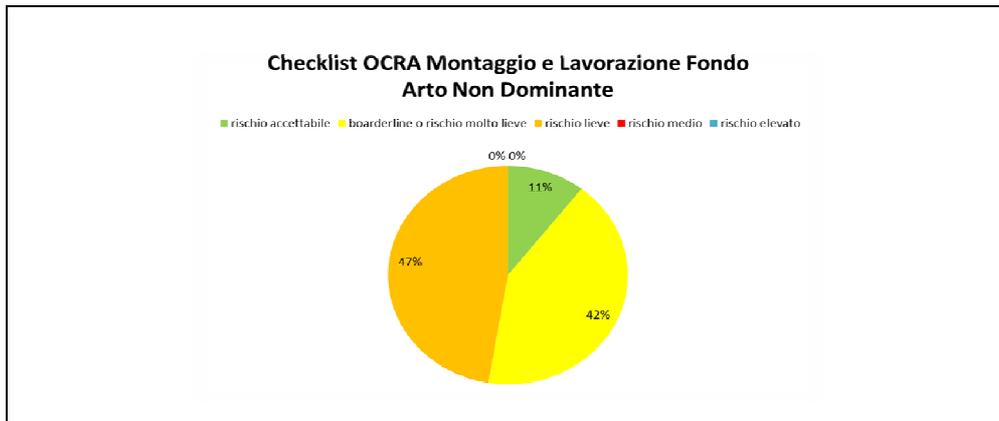
Sono state analizzate 27 postazioni differenti di lavoro (5 nel reparto preparazione montaggio, 19 nel reparto montaggio e lavorazione del fondo e 3 aree nel reparto finissaggio) per le quali sono state studiate complessivamente 69 operazioni di lavoro e 21 mansioni. La valutazione ha riguardato sia l'arto dx che l'arto sx; i dati sono stati

*Sovraccarico Biomeccanico nella realizzazione di Calzature Donna:  
Strategie di Valutazione, Primi Risultati, Linee di Miglioramento*

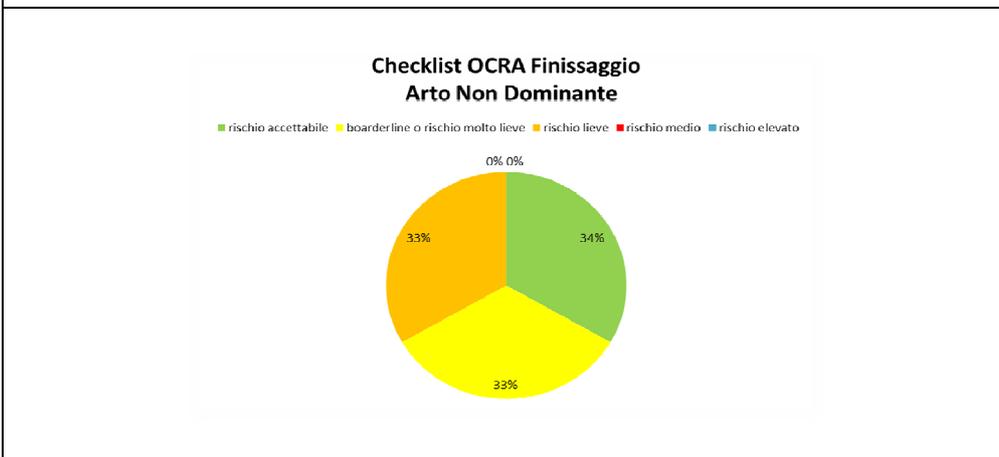
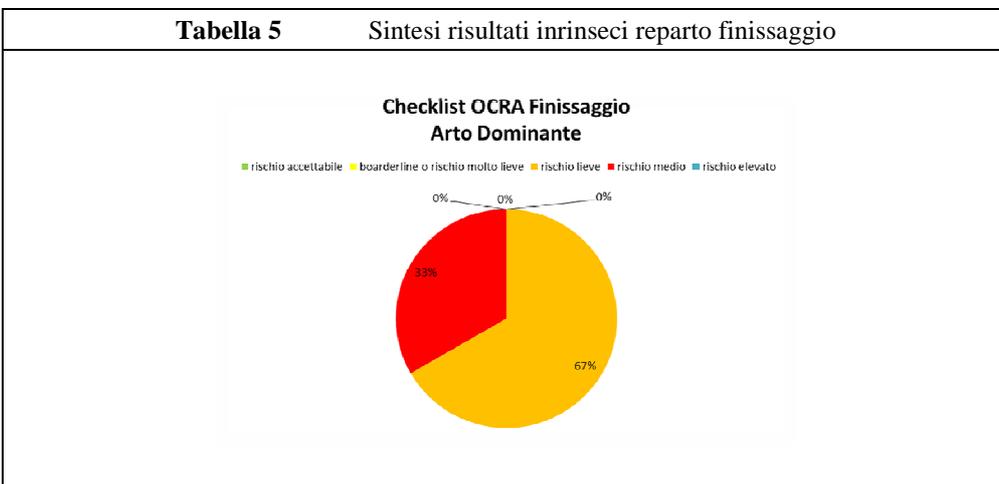
però forniti sotto forma di arto dominante ed arto non dominante per la riscontrata presenza di addetti il cui arto dominante era il sx.

Il mix di produzione di riferimento è stato quello composto da una eguale ripartizione fra i tre modelli base di riferimento definiti (decolletè, scarpa aperta, stivali e stivaletti). Avendo comunque assunto come variabile il mix produttivo, la valutazione potrà essere agevolmente aggiornata in caso di variazioni nell'andamento della domanda. I dati dei punteggi intrinseci per postazione sono sotto sinteticamente riportati:





**Tabella 5** Sintesi risultati intrinseci reparto finissaggio



#### **4 Linee di Miglioramento**

In base ai risultati della valutazione del rischio sono state individuate alcune linee di miglioramento possibili in parte già perseguite ed in parte da perseguire:

- l'attività di carico e scarico delle forme dalla manovia è stata fortemente ridimensionata attraverso un intervento organizzativo a livello di programmazione e controllo della produzione. I livelli della manovia, infatti, non sono stati più visti nella sola ottica di precedenze produttive, perché attraverso un miglioramento gestionale, consistente nel caricamento in

produzione di modelli che possono adottare identiche forme sullo stesso livello, il compito ripetitivo di carico e scarico forme è divenuto attività fortemente discontinua nell'arco della giornata, generando anche un'ottimizzazione delle risorse presenti in quelle postazioni;

- sulle postazioni di stiratura stivali con martellino è stato sperimentato un nuovo tipo di martellino ribattitore dotato anche di annullatore di peso. Nel caso in cui la sperimentazione si riveli efficace sarà possibile eliminare per l'operazione considerata il fattore complementare uso di strumenti vibranti per circa tutto il tempo ciclo e raggiungere benefici anche a livello del fattore forza.

Le operazioni sulle quali potrebbero essere studiati interventi di riprogettazione particolarmente vantaggiosi in termini di rapporto costi-benefici sono risultate:

- le postazioni di montaggio manuale, dove, per l'arto dominante contributi alla formazione del punteggio provengono dal fattore frequenza delle azioni tecniche, dalla presenza di forza di grado moderato (punteggio 4 in scala di Borg), dalla durata della presa palmare della mano e dalla presenza di stereotipia di grado moderato.

Per l'arto dominante la lavorazione che presenta un punteggio maggiore è quella degli stivali: per questo tipo di operazione, infatti, il contributo del fattore forza e della presa palmare della mano, entrambi in termini di durata percentuale, risultano superiori rispetto alle altre due lavorazioni esaminate.

Per l'arto non dominante non è stata considerata presente la stereotipia vista la prevalente azione di mantenimento in posizione della calzatura in lavorazione.

- le postazioni di incollaggio manuale sia del reparto preparazione montaggio che nella lavorazione del fondo.

Per l'arto dominante un importante contributo alla formazione del punteggio proviene dalla durata della presa in *pinch* della mano associata a stereotipia considerata di grado elevato.

L'arto non dominante svolge azione di sostegno della calzatura da masticiare. In questo caso il contributo alla formazione del punteggio proviene dalla durata della presa della mano di tipo palmare. Per questo arto non è stata considerata presente la stereotipia visto il compito svolto dallo stesso nell'operazione considerata, mentre è stata considerata la presenza di forza di grado moderato (punteggio 4 in scala di Borg) nel periodo di mantenimento in presa dello stivale durante l'applicazione del mastice.

- le postazioni di applicazione manuale della cera.

Per l'arto dominante si caratterizzano per l'elevata frequenza delle azioni tecniche associate a stereotipia di grado moderato e presenza di presa in *pinch* durante l'applicazione.

L'arto non dominante svolge prevalente attività di sostegno della calzatura in lavorazione. In conseguenza del compito svolto ad esso non è stata attribuita stereotipia, è invece preponderante il contributo del fattore forza nell'azione di sostentamento e la presenza di postura incongrua della spalla in alcune parti del ciclo in conseguenza dell'altezza degli stivali.

La mappatura elaborata sarà inoltre uno strumento utile per un progressivo sviluppo di un piano di rotazioni efficaci. Tale sviluppo potrà essere necessariamente solo progressivo poiché, alla luce del contenuto del lavoro svolto nei vari reparti esaminati, mentre nel reparto finissaggio un programma di rotazioni è già in atto e l'obiettivo diventa quello di renderlo maggiormente sistematico, nel reparto montaggio e lavorazione del fondo tale operazione richiederà necessariamente un tempo maggiore per rendere in grado gli addetti di sviluppare le necessarie competenze.

## 5 Conclusioni e sviluppi futuri

L'idea di suddividere il prodotto realizzato in modelli base si è rivelata tale da fornire un sufficiente grado di approfondimento della valutazione i risultati della quale sono stati in grado di indicare la strada da percorrere per un processo di miglioramento.

Il livello di approfondimento richiesto in questa fase era quello di arrivare ad una quantificazione del rischio per mansione e non per addetto. Una valutazione più puntuale avrebbe consentito di tenere in maggiore considerazione le differenze antropometriche dei vari addetti, tuttavia in occasione della raccolta dati, sono state raccolte preziose indicazioni fornite dagli addetti che non hanno riguardato solo gli arti superiori ma anche il rachide cervicale e dorso-lombare.

Il modello costruito è versatile e consentirà un aggiornamento della valutazione a seguito dell'introduzione di nuove lavorazioni. Pur necessitando di un percorso di validazione e di approfondimento tale modello può essere già in grado di fornire delle stime qualitative sull'andamento del sovraccarico biomeccanico degli arti superiori in caso di variazioni dello scenario produttivo.

Gli sviluppi futuri potrebbero interessare:

- il completamento della mappatura delle possibili lavorazioni di base;
- l'approfondimento delle diverse tecniche di montaggio;
- l'estensione della valutazione per comprendere gli aspetti legati alle posture dell'intero corpo;
- la costruzione di uno strumento per il bilanciamento del carico di lavoro sulle postazioni che compongono la manovia che permetta agli responsabili di produzione di tenere conto in modo semplice ed intuitivo degli aspetti legati al sovraccarico biomeccanico degli arti superiori [19], [20], [21].

## Bibliografia

- 1 Gupta A. D., Mahalanabis. D., Pintelon L., Vereecke A. (2006) `Study of Hand Function in a Group of Shoe Factory Workers Engaged in Repetitive Work`, *J Occup Rehabil* 16:675–684
- 2 Deshata A., Roquelaure Y. (2007) `Predictive Factors for Incident Musculoskeletal Disorders in an In-Plant Surveillance Program`, *Ann. Occup. Hyg.*, Vol. 51, No. 3, pp. 337–344.
- 3 Roquelaure Y. et al (2002) `Active epidemiological surveillance of musculoskeletal disorders in a shoe factory`, *Occup Environ Med*; 59:452–458.
- 4 Saretto G., Dulio S. (2012) `Attività calzaturiera: dalla realtà produttiva alla individuazione dei rischi`, *G Ital Med Lav Erg* 2012; 34:1, 7-15, Italy.
- 5 Bazzini G., Capodaglio E. M., Mancin D. (2012) `Attività calzaturiera ed apparato muscoloscheletrico`, *G Ital Med Lav Erg* 2012; 34:1, 24-28, Italy.
- 6 Gumaraes L.B. de M. et al. (2012) `Cost – benefit analysis of a socio-technical intervention in a Brazilian footwear company`, *Applied Ergonomics* 1-10.
- 7 Colombini D., Occhipinti E. et al. (2005). `Il metodo OCRA per l'analisi e la prevenzione del rischio da movimenti ripetuti`. *Franco Angeli*.
- 8 Camillini A. (2008). `Analisi dei flussi produttivi ed applicazione di tecniche per la programmazione della produzione in una azienda del settore fashion`. Tesi di Laurea Specialistica in Ingegneria Gestionale. Facoltà di Ingegneria. Università di Bologna.
- 9 Albrizzi F. (2007). `Il processo di previsione della domanda per il settore moda`. Tesi di Laurea Specialistica in Ingegneria Gestionale. Facoltà di Ingegneria. Università di Firenze.
- 10 Focardi E. (2007). `Il PLM nel sistema moda: tendenze attuali e caso di studio`. Tesi di Laurea Specialistica in Ingegneria Gestionale. Facoltà di Ingegneria. Università di Firenze.
- 11 ISPESL (2005) `Ciclo produttivo, rischi per la sicurezza e la salute, misure generali di tutela nel COMPARTO CALZATURIERO`, *Supp. Fogli d'Informazione n 4*.
- 12 Metadistretto Calzaturiero Veneto (2008) `Trasferimento tecnologico per l'automazione nel settore calzaturiero`.
- 13 Peacock J. (2005) `Shoes. The Complete Sourcebook`, *Thames & Hudson*, New York, USA.

*Sovraccarico Biomeccanico nella realizzazione di Calzature Donna:  
Strategie di Valutazione, Primi Risultati, Linee di Miglioramento*

- 14 Walford J. (2010) 'shoes a-z', Thames & Hudson, New York, USA
- 15 Colombini D., Occhipinti E. et al. (2011). 'Aggiornamenti di procedure e di criteri di applicazione della Checklist OCRA', *La Medicina del Lavoro* 2011; 102:1, 7-15, Italy.
- 16 Morlacchi A. et al (1998) 'L'impresa calzaturiera. Progettazione, tecnica e organizzazione' Vol. I La Progettazione. Ed. San Marco s.r.l.
- 17 Morlacchi A. et al (1998) 'L'impresa calzaturiera. Progettazione, tecnica e organizzazione' Vol. II La Tecnica. Ed. San Marco s.r.l.
- 18 Morlacchi A. et al (1998) 'L'impresa calzaturiera. Progettazione, tecnica e organizzazione' Vol. III L' Organizzazione. Ed. San Marco s.r.l.
- 19 Otto A., Scholl A. (2011) 'Incorporating ergonomic risk into assembly line balancing'. *European J. of Operational Research.* 212, 277-286.
- 20 Zhan Xu et al. (2012) 'Design of assembly lines with the concurrent consideration of productivity and upper extremity musculoskeletal disorders using linear models'. *European Computers & Industrial Engineering.* 62, 431-441.
- 21 Battini D. et al. (2011) 'New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design'. *Int. J. of Industrial Ergonomics.* 41, 30-42.