

SERVIZIO SANITARIO REGIONALE  
EMILIA-ROMAGNA  
Azienda Unità Sanitaria Locale di Bologna

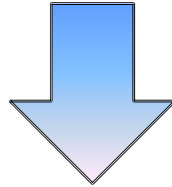
DIPARTIMENTO DI SANITA' PUBBLICA  
Area Prevenzione e Sicurezza negli Ambienti di  
Lavoro

# La valutazione del rischio da Sovraccarico Biomeccanico

Bologna 19 Aprile 2012

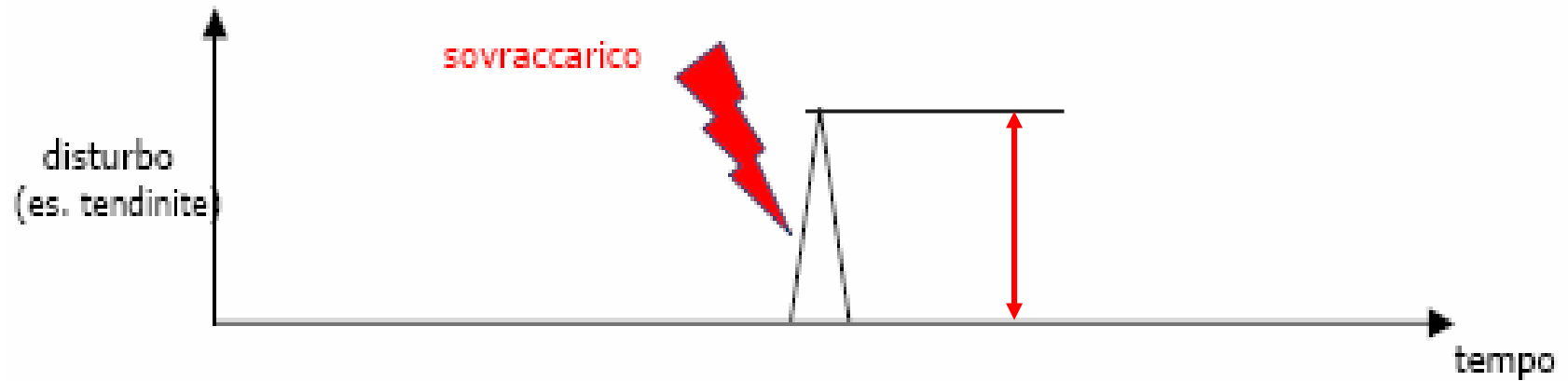
A cura di  
Flavia Franceschini  
Leopoldo Magelli

# Sovraccarico Biomeccanico

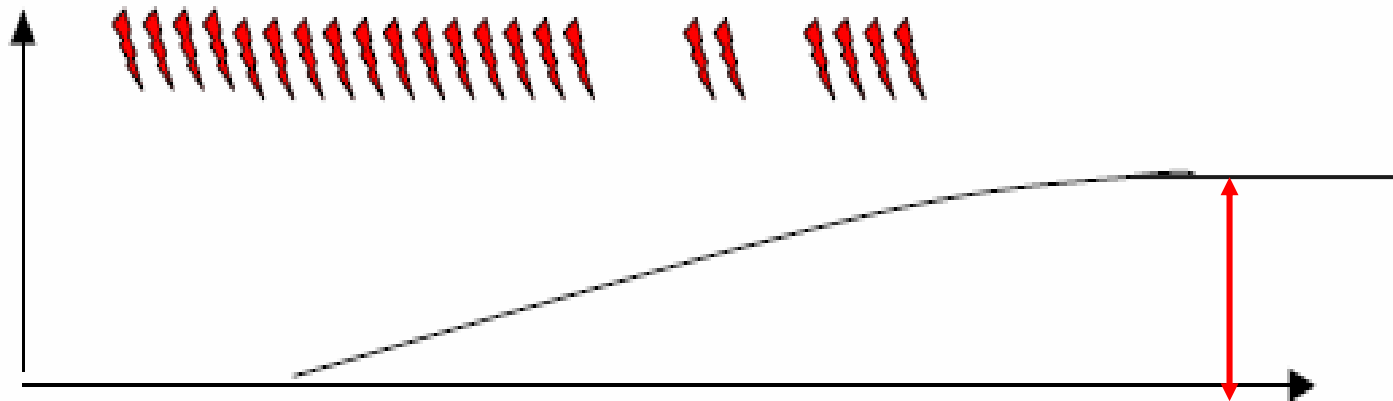


***Condizione che si verifica quando le sollecitazioni meccaniche statiche o dinamiche esterne superano la capacità di resistenza di articolazioni, muscoli e tendini, in modo acuto (traumi/ infortuni da sforzo) o determinando microtraumi che si ripetono nel tempo con effetto cumulativo (Patologie Muscolo Scheletriche )***

## TRAUMA ACUTO (strappo, tendinite acuta...)



## TRAUMA CUMULATIVO (DMS)



# SOVRACCARICO BIOMECCANICO STRUTTURE INTERESSATE

 **MUSCOLI**  
 **ARTICOLAZIONI**  
 **TENDINI**  
 **STRUTTURE  
NEROVASCOLARI**

**RACHIDE**  
*in particolare dorso-lombare*

**ARTI SUPERIORI**  
*Spalla, gomito, polso-mano*

**ARTI  
INFERIORI**  
*ginocchio*



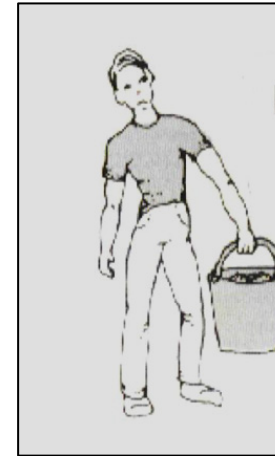
# FATTORI CHE POSSONO DETERMINARE SOVRACCARICO BIOMECCANICO

## ❖ Carico dorso-lombare

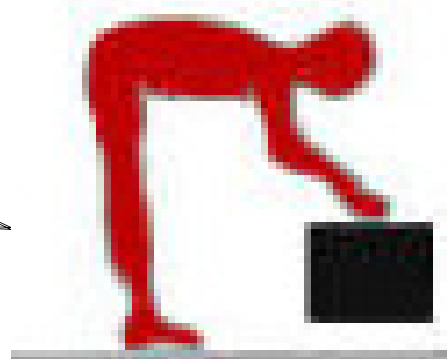
ATTENZIONE A:



**Entità peso sollevato**



**Durata e frequenza di movimentazione**



**Modalità di movimentazione**

*FATTORI CHE POSSONO DETERMINARE SOVRACCARICO  
BIOMECCANICO*

❖ **sovraccarico arti superiori**

ATTENZIONE A:

**RIPETITIVITÀ:** movimenti sempre uguali a stessi ripetuti a lungo/ lavoro a cicli

**FREQUENZA**  
alta frequenza di gesti  
in ogni minuto di lavoro



# FATTORI CHE POSSONO DETERMINARE SOVRACCARICO

## ❖ BIOMECCANICO sovraccarico arti superiori

ATTENZIONE A:

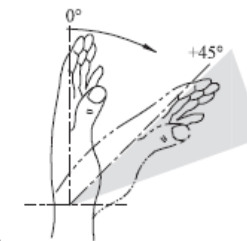
### **FORZA**

uso di forza elevata  
con gli arti superiori



### **POSTURA**

posizioni  
scorrette del  
polso,  
del gomito,  
delle spalle  
o movimenti  
articolari  
estremi





## *FATTORI CHE POSSONO DETERMINARE SOVRACCARICO BIOMECCANICO*

### **❖ sovraccarico arti superiori**

ATTENZIONE A:

#### ***PERIODI DI RECUPERO***

*mancanza di pause o rotazione su lavori senza impegno degli arti superiori*

#### ***FATTORI COMPLEMENTARI***

- maneggiare oggetti molto freddi*
- vibrazioni. compressioni sulle mani durante l'uso di attrezzi*
- uso di guanti inadeguati*
- frequente uso di martello per dare colpi*

# COMPITI /CONDIZIONI A RISCHIO DI SOVRACCARICO BIOMECCANICO PER LA SCHIENA O GLI ARTI SUPERIORI

## ➔ ***Movimentazione manuale di carichi***

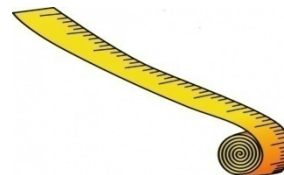
(azioni di sollevamento/deposito, trasporto in piano e azioni di traino e spinta)

## ➔ ***Movimentazione di pazienti***

## ➔ ***Movimentazione di bassi carichi ad alta frequenza/movimenti e sforzi ripetuti***

## ➔ ***Posture incongrue /disergonomie***

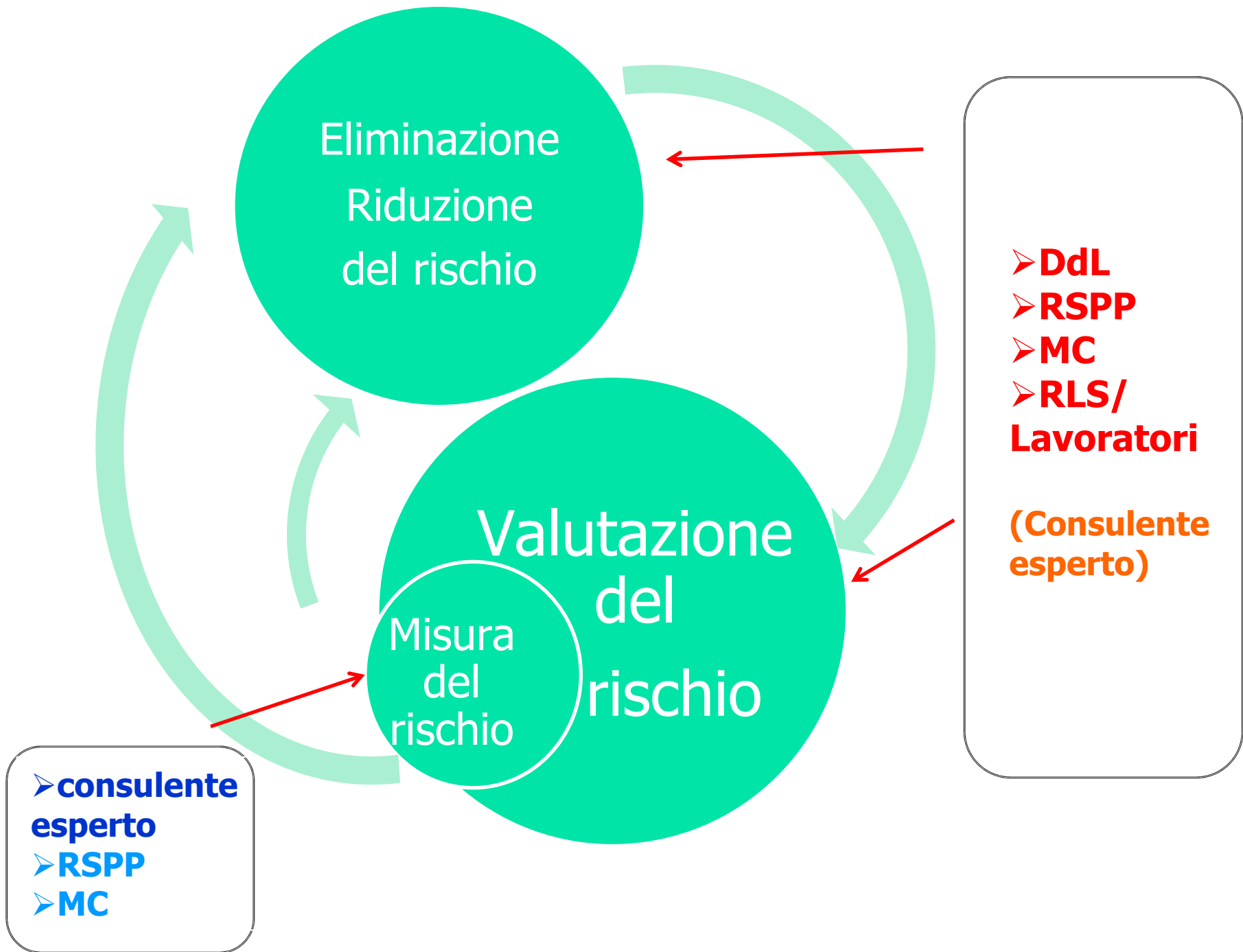
**MISURA** = determinazione "quantitativa" di un fattore di rischio per mezzo di idonei strumenti, anche al *fine di verificare che esso non superi determinati valori limite.*



**VALUTAZIONE** = **processo**, *partecipato e condiviso*, di analisi del complesso di tutti i fattori/condizioni che possono determinare un rischio per la salute e sicurezza dei lavoratori, al **fine di eliminare/ridurre** il rischio stesso



***la misura è parte della valutazione!***



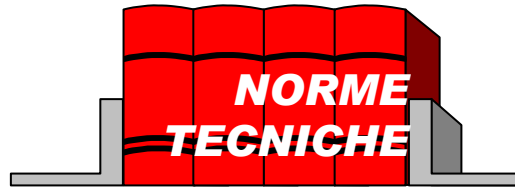
**Nel caso del sovraccarico biomeccanico  
(Titolo VI-Allegato XXXIII)**

**VALUTARE**

**Considerare in modo integrato**

il complesso degli elementi determinanti di rischio

- **COSA** ⇒ **CARATTERISTICHE DEL CARICO**
- **COME** ⇒ **SFORZO FISICO RICHIESTO/ESIGENZE CONNESSE ALL'ATTIVITÀ**
- **DOVE** ⇒ **CARATTERISTICHE DELL'AMBIENTE DI LAVORO**
- **CHI** ⇒ **FATTORI INDIVIDUALI DI RISCHIO**



**D.Lgs 81/08**  
- Art.168-comma 3  
- Allegato XXXIII

➤ **NORME ISO**

- **ISO 11228-1** : Movimentazione manuale- sollevamento e trasporto
- **ISO 11228-2** : Movimentazione manuale- Spinta e Traino
- **ISO 11228-3** : Movimentazione manuale- Movimentazione di bassi carichi ad alta frequenza

- **UNI EN 1005-2**: Sicurezza del macchinario; prestazione fisica umana: movimentazione manuale di macchinario e di parti componenti il macchinario



**BUONE PRASSI  
E LINEE GUIDA**

# LE NORME TECNICHE

## ELEMENTI DI RIFERIMENTO

***\*indicazioni sulle procedure di valutazione del rischio***

***\*Metodi validati per la misura del rischio, che rispondono a criteri di applicabilità ed accettabilità***

***\*Limiti raccomandati (per popolazione adulta sana)***

***\*Indicazioni per l'approccio ergonomico alla eliminazione/riduzione del rischio***

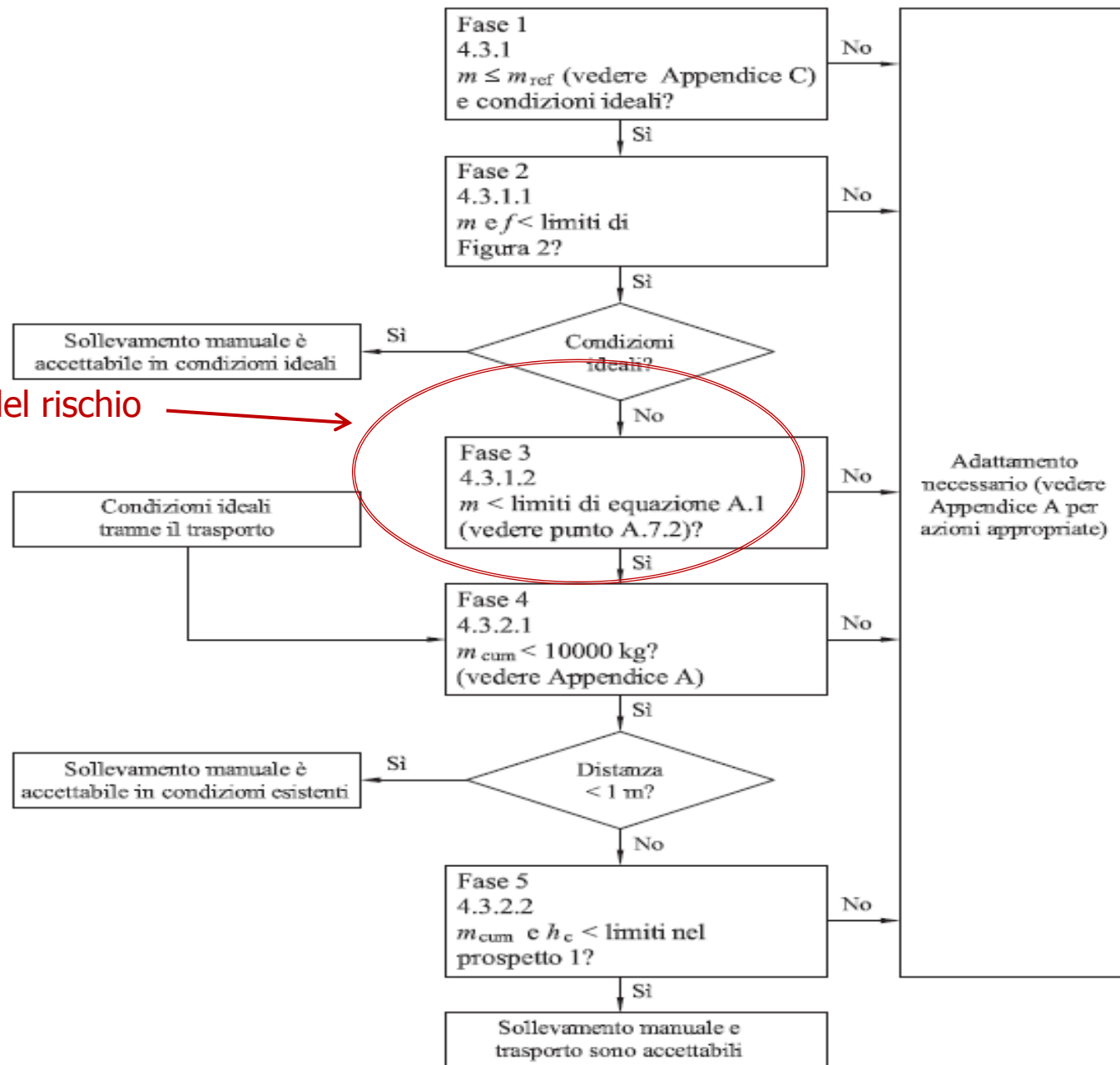
# **LE NORME TECNICHE ELEMENTI DI RIFERIMENTO**

## **VALUTAZIONE DEL RISCHIO**

- \*la valutazione come processo***
- \*Approccio valutativo fase-per-fase***  
*(-riconoscimento del pericolo, - identificazione del rischio, - stima del rischio, - valutazione del rischio)*
- \*Analisi integrata di tutti i determinanti di rischio***



Misura del rischio



# VALUTAZIONE DEL RISCHIO

- **Ci sono compiti/mansioni con MMC /sbas?**
- **Chi li esegue?**

- **Cosa viene movimentato?**
- **Come/dove vengono eseguiti questi compiti?**

- **Ci sono lavoratori con fattori individuali di rischio?**
- **Ci sono casi in azienda di infortunio da sforzo o MP da sovraccarico?**

- **Le operazioni a rischio di sovraccarico si possono eliminare/ridurre? In che modo?**

## MISURA DEL RISCHIO: è possibile misurare il sovraccarico biomeccanico?



➤ Il **S.B.** è la **risultante** di tanti "determinanti di rischio", non può quindi essere "*misurato*" come altri rischi (es. rumore con il fonometro o gli agenti chimici con analisi di campioni di aria)



Sono stati messi a punto vari metodi in grado di determinare e quantificare il rischio da S.B., basati sull'identificazione e analisi dei vari fattori che lo determinano, sullo studio della relazione dose-risposta e della percentuale di casi attesi.

*La legge italiana non indica un metodo d'elezione.*

## MISURA DEL RISCHIO

Le Norme Tecniche, le Linee Guida, la letteratura scientifica indicano alcuni metodi per la "misura" del rischio da S.B.

nella loro applicazione **va verificato che:**

- siano metodiche validate
- siano idonee ad essere applicate alla situazione in esame
- tengano conto in maniera integrata di tutti i "determinanti" di rischio (o almeno di gran parte di essi)
- nel caso di *sbas* considerino tutti i distretti coinvolti (spalla, gomito e polso)



**Elenco non esaustivo dei metodi principali per la valutazione del rischio da movimenti/sforzi ripetitivi ad alta frequenza**

Metodo		Caratteristiche principali	Tipo di risultato	Parte del corpo valutata
OWAS	Rif. [26]	Analisi delle posture di differenti segmenti del corpo; se ne considera inoltre la frequenza durante un turno lavorativo.	Quantitativo	Corpo intero
RULA	Rif. [34]	Rapida analisi codificata delle posture statiche e dinamiche; inoltre considera forza e frequenza di azione: il risultato è un punteggio di esposizione che porta al tipo di misure preventive da attivare.	Quantitativo	Arti superiori
REBA	Rif. [18]	Analogo al RULA (lista di controllo), considera tutti i segmenti del corpo tenendo inoltre conto della movimentazione manuale dei carichi.	Quantitativo	Corpo intero
PLIBEL <sup>a)</sup>	Rif. [27]	Lista di controllo per l'identificazione di fattori di rischio differenti per i differenti segmenti del corpo; considera posture incongrue, movimenti, attrezzature e altri aspetti organizzativi.	Quantitativo	Corpo intero
Strain Index	Rif. [35]	Metodo dettagliato (monocompito) che considera i seguenti fattori di rischio: intensità dello sforzo, durata dello sforzo per ciclo, azioni per minuto, postura mano/polso, velocità del lavoro e durata del compito per giorno.	Quantitativo	Arti superiori distali
QEC <sup>a)</sup>	Rif. [31]	Metodo rapido per la stima del livello di esposizione; considera differenti posture, forze, carichi movimentati, durata del compito con punteggi ipotizzati per la loro interazione.	Quantitativo	Corpo intero
Lista di controllo OSHA <sup>a)</sup>	Rif. [45]	Lista di controllo proposta durante lo sviluppo della norma OSHA (ritirata); considera la ripetitività, le posture inadeguate, la forza, alcuni fattori complementari e alcuni aspetti organizzativi.	Quantitativo	Arti superiori
HAL/TLV ACGIH	Rif. [1]	Metodo dettagliato (per le attività manuali monocompito che durano almeno 4 h per turno) principalmente basato sull'analisi della frequenza di azioni (in relazione al ciclo di lavoro) e della forza di picco; altri fattori principali sono considerati genericamente.	Quantitativo	Arti superiori
Upper limb expert tool <sup>a)</sup>	Rif. [28]	Metodo di screening che valuta il "carico di lavoro", considera la ripetizione, la forza, le posture incongrue, la durata del compito e alcuni fattori complementari.	Semi-quantitativo	Arti superiori
OCRA index	Rif. [11], [38]	Metodo dettagliato che considera i seguenti fattori di rischio: frequenza delle azioni tecniche, ripetitività, posture incongrue, forza, fattori addizionali, mancanza di periodi di recupero, durata dei compiti ripetitivi.	Quantitativo	Arti superiori
OCRA checklist <sup>a)</sup>	Rif. [11], [41]	Metodo semi-dettagliato che considera, in modo semplificato, gli stessi fattori di rischio dell'indice OCRA. Il livello di esposizione è classificato nel sistema a tre zone. Applicabile anche ai lavori ripetitivi multicomposito.	Quantitativo	Arti superiori
a) Metodo/strumento utile per le finalità del metodo 1.				

## Misura del rischio Metodi più conosciuti e utilizzati

- ***MMC :***

- ***EQUAZIONE DEL NIOSH***

equazione che permette di calcolare il peso di riferimento da adottare in caso di movimentazione in condizioni non ideali e successivamente di verificare se l'IS – Indice di Sollevamento - è accettabile

- ***TRAINO E SPINTA/ AZIONI DI TRASPORTO :***

- ***TABELLE DI SNOOK E CIRIELLO***

tabelle che forniscono i valori limite di riferimento del peso (azioni di trasporto) o della forza esercitata nella fase iniziale e di mantenimento dell'azione (traino e spinta), in base a frequenza, altezza da terra, metri di trasporto, per sesso e per diversi percentili di "protezione" della popolazione sana

# Misura del rischio

## Metodi più conosciuti e utilizzati

- ***MMC :***

- ***METODO OWAS***

consiste nell'analisi delle posture di differenti distretti corporei; se ne considera inoltre la frequenza durante un turno lavorativo

- ***TLV ACGIH***

- Stimato tenendo conto
  - della durata per turno delle attività di movimentazione;
  - il numero di sollevamenti nell'unità di tempo
  - la distanza orizzontale e verticale del peso movimentato
  - Vengono presentate tre tabelle riassuntive che riportano i TLV definiti in base alle variabili sopra descritte.

## Misura del rischio

### Metodi più conosciuti e utilizzati

- ***sbas :***
- ✓ ***METODOLOGIA ACGIH:***  
applicabile a compiti *singoli* di durata almeno di 4 ore; considera 2 variabili (*frequenza di azione e picco di forza*); considerato solo il distretto polso –mano
- ✓ ***METODOLOGIA OCRA (OCRA Index e Check List Ocra):***  
considera i determinanti del rischio frequenza d'azione, intensità della forza, durata dello sforzo, postura di spalla, gomito, polso e mano, tempi di recupero, aspetti dell'organizzazione del lavoro, e fattori complementari. È possibile personalizzare l'indice di rischio in base al tempo di esposizione effettiva



## Misura del rischio Metodi più conosciuti e utilizzati

### ▪ **MOVIMENTAZIONE MANUALE DI PAZIENTI**

#### **INDICE MAPO** (EPM)

(MOVIMENTAZIONE ASSISTITA PAZIENTI OSPEDALIZZATI)

INDICE SINTETICO DI ESPOSIZIONE, ottenuto dalla VALUTAZIONE INTEGRATA DEI PRINCIPALI DETERMINANTI DI RISCHIO DA MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI PAZIENTI.

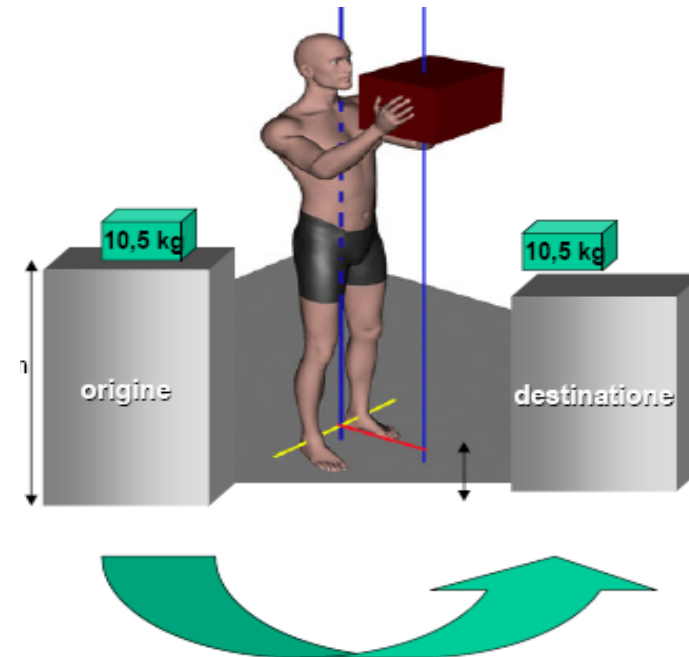
- **Aspetti organizzativi e formativi** (*Carico assistenziale, Formazione del personale*)
- **Aspetti Strutturali e Logistici** (*Caratteristiche ambienti di lavoro, Dotazione di attrezzature*)

# Misura del rischio

## Verifica applicabilità del metodo

### Metodo NIOSH

- ✚ *Sollevamento a due mani, graduale, senza movimenti bruschi;*
- ✚ *Non sono presenti compiti nei quali il lavoratore è supportato solo parzialmente (es. un piede non poggia sul pavimento)*
- ✚ *Ampiezza dell'oggetto non superiore a 0,75 m;*
- ✚ *Posture di sollevamento senza restrizioni*
- ✚ *Esistenza di un buon accoppiamento sia nella presa che nell'appoggio al pavimento*



Epm slide 2009 – thanks to M.Placci e M.Cerbai

# Misura del rischio

## Verifica "applicabilità" del metodo

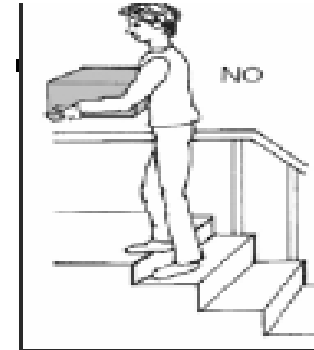
### EQUAZIONE DEL NIOSH

**Non applicabile** in caso di

- ✚ *presa delle mani non sicura o con una mano sola*
- ✚ *lavoro svolto per più di 8 ore al giorno*
- ✚ *sollevamento effettuato in posizione seduta o inginocchiata*
- ✚ *sollevamento in aree ristrette o con movimenti a scatto*
- ✚ *condizioni climatiche sfavorevoli*
- ✚ *pavimenti scivolosi /mancanza di adeguato supporto*
- ✚ *trasporto di un peso per un tratto superiore ai 2 metri o su scale*

*es. lavori di movimentazione*

- ➡ *in edilizia*
- ➡ *nelle lavorazioni agricole e forestali*

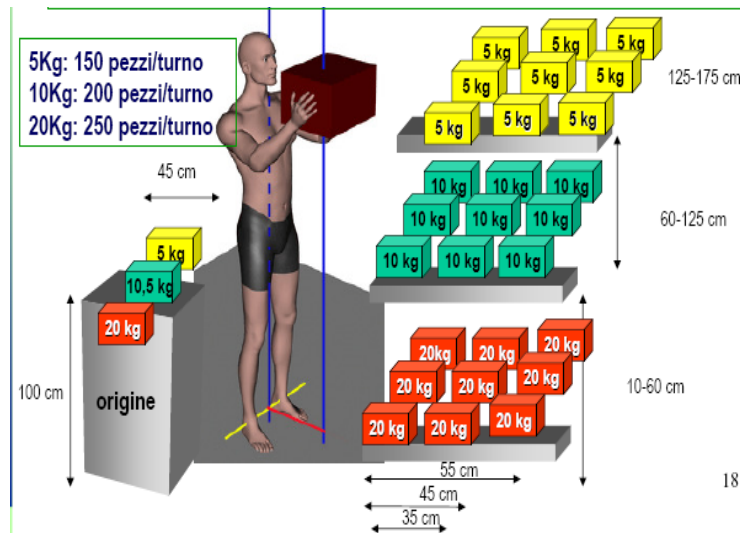


# Misura del rischio Verifica "idoneità" del metodo

❖ **MMC**: in caso di "Compiti Variabili"

Equazione NIOSH

→ *equazione modificata*



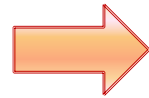
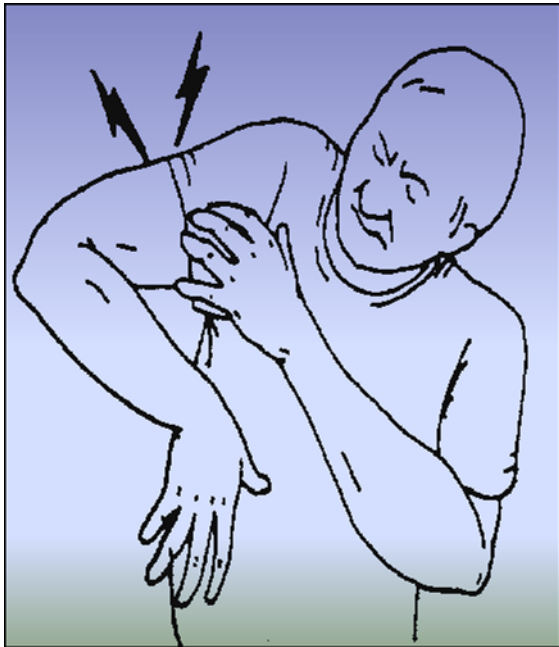
Epm slide 2009 – thanks to M.Placci e M.Cerbai

**DIS ISO/TR 12259- Application document for ISO 11228 series**  
**([www.epmresearch.org](http://www.epmresearch.org))**

## Misura del rischio Verifica "idoneità" del metodo

❖ **Sbas:**

*In caso di interessamento della spalla*

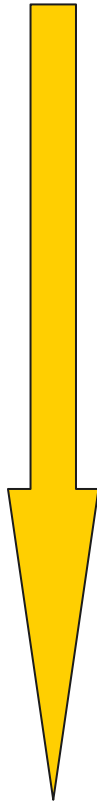


***METODO OCRA!***

# Gerarchia d'azione

**Obblighi  
del datore  
di lavoro**

**(Titolo VI-  
art. 168)**



**EVITA LA  
MOVIMENTAZIONE  
MANUALE**  
*(art.168, c. 1)*

**RIDUCE IL RISCHIO**  
*(art. 168, c.2)*  
**adottando le misure  
organizzative necessarie**

**N.B:** *la Valutazione è uno degli strumenti/misure per poter assolvere l'obbligo imposto dalla norma*

# Misura del rischio: il rischio residuo

Individuazione di situazioni a rischio

Adozione di misure/mezzi appropriati per *eliminare/ridurre* il rischio

Verifica del livello di rischio *residuo* e programmazione di interventi di miglioramento

**MISURA  
del rischio**

❖ **AUTOMAZIONE**  
❖ **AUSILIAZIONE**  
❖ **INTERVENTI ORGANIZZATIVI**  
❖ **RIPROGETTAZIONE**  
**POSTAZIONE COMPITO**

## **Esempi di situazioni sicuramente a rischio, che richiedono correzione immediata**

### **➔ MMC**

- ✚ Carico oltre masse di riferimento***
- ✚ Movimentazione sopra il piano delle spalle***
- ✚ Presa del carico a livello del pavimento e obbligo di continue flessioni del busto***
- ✚ Carico mantenuto lontano dal corpo***

### **➔ Sbas**

- ✚ Frequenza d'azione molto elevata (es. > 40 azioni/min.)***
- ✚ Mancanza di adeguati tempi di recupero***
- ✚ Mantenimento di posture disergonomiche per gran parte del ciclo di lavoro***



# DOCUMENTO DI VALUTAZIONE DEL RISCHIO

(D.Lgs art. 28 comma 2)

VALUTAZIONE  
PRELIMINARE  
INTERVENTI  
DI BONIFICA  
ATTUATE

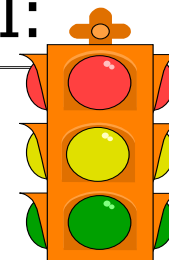
MISURA  
RISCHIO  
*RESIDUO*  
(RELAZIONE  
TECNICA)

PROGRAMMA  
DI  
INTERVENTI



**SANZIONATO  
!**

**Misura del rischio:**  
**INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI:**



**SISTEMA CODICE COLORE**

**Situazione accettabile:** situazione accettabile/nessun intervento urgente

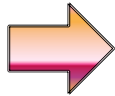
**Situazione vicina ai limiti:**

una quota di popolazione ( tra 1% e 10%) può essere non protetta  
occorrono cautele (formazione/informazione/addestramento,  
sorveglianza sanitaria ecc..)

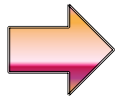
**Situazione a rischio:**

rischio presente per quote crescenti di popolazione  
necessità di intervento di prevenzione primaria  
**necessario intervento immediato!**

## Misura del rischio: INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI:



***I limiti raccomandati si riferiscono a  
SOGGETTI “ADULTI SANI”***



***Gli indici “verdi” non escludono  
l’attuazione di misure di miglioramento!***

## **“ERRORI” PIU’ FREQUENTI**

- **SCORCIATOIE NELLO SCHEMA DI FLUSSO**
- **ERRORI NELLA SCELTA DEL METODO DI VALUTAZIONE E DEI CRITERI (all. XXXIII)**
- **ERRORI NELL’APPLICAZIONE DEL METODO**
- **ERRORI NELL’INTERPRETAZIONE DEI RISULTATI DELLA VALUTAZIONE (entità del rischio)**
- **NON TENER CONTO DEI SOGGETTI ‘CON LIMITAZIONI’ (art. 168 – all. XXXIII fattori individuali di rischio)**

# Misura del rischio

## Alcuni errori comuni



**Misura del rischio riproducibile e verificabile!**

COSTANTE DI PESO (Kg)	ETA'	MASCHI	FEMMINE							
	> 18 ANNI	30	20	30						
	15-18 ANNI	20	15	X						
	ALTEZZA DA TERRA DELLE MANI ALL'INIZIO DEL SOLLEVAMENTO									
	ALTEZZA (cm)	0	25	50	75	100	125	150	>175	0,78
	FATTORE	0,78	0,85	0,93	1,00	0,93	0,85	0,78	0,00	X
	DISLOCAZIONE VERTICALE DEL PESO FRA INIZIO E FINE DEL SOLLEVAMENTO									
	DISLOCAZIONE (cm)	25	30	40	50	70	100	170	>175	0,87
	FATTORE	1,00	0,97	0,93	0,91	0,88	0,87	0,86	0,00	X
	DISTANZA ORIZZONTALE TRA LE MANI E IL PUNTO DI MEZZO DELLE CAVIGLIE - DISTANZA DEL PESO DAL CORPO (DISTANZA MASSIMA RAGGIUNTA DURANTE IL SOLLEVAMENTO)									
	DISTANZA (cm)	25	30	40	50	55	60	>63	0,42	
	FATTORE	1,00	0,83	0,63	0,50	0,45	0,42	0,00	X	
	ANGOLO DI ASIMMETRIA DEL PESO (IN GRADI)									
	DISLOCAZIONE ANGOLARE	0	30°	60°	90°	120°	135°	>135°	0,71	
	FATTORE	1,00	0,90	0,81	0,71	0,62	0,57	0,00	X	
E	GIUDIZIO SULLA PRESA DEL CARICO									
	GIUDIZIO	BUONO		SCARSO		0,90				
	FATTORE	1,00		0,90		X				
F	FREQUENZA DEI GESTI (N. ATTI AL MINUTO) IN RELAZIONE A DURATA									
	FREQUENZA	0,20	1	4	6	9	12	>15		
	CONTINUO < 1 ORA	1,00	0,94	0,84	0,75	0,52	0,37	0,00		
	CONTINUO DA 1 A 2 ORE	0,95	0,88	0,72	0,50	0,30	0,21	0,00	0,45	
	CONTINUO DA 2 A 8 ORE	0,85	0,75	0,45	0,27	0,15	0,00	0,00		
								=		
	Kg PESO EFFETTIVAMENTE SOLLEVATO									
								PESO LIMITE RACCOMANDATO	2,5 Kg	
	PESO SOLLEVATO		=		4,0		INDICE DI SOLLEVAMENTO			
	PESO LIMITE RACCOMANDATO									

*Rep. confezionamento*

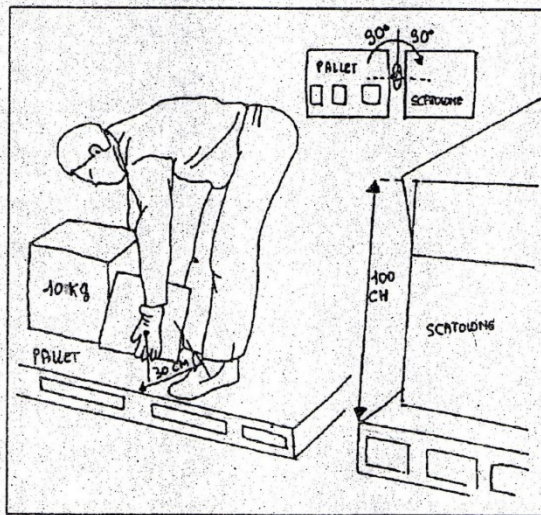
*a quale compito si riferisce?*

# Misura del rischio

## *Alcuni errori comuni*

### Rep. confezionamento

Fig. 9a - Valutazione di attività di confezionamento di box in scatolone (



Precisa descrizione  
del compito e delle  
geometrie della  
postazione

Indicazione del  
compito a cui si  
riferisce la scheda di  
calcolo

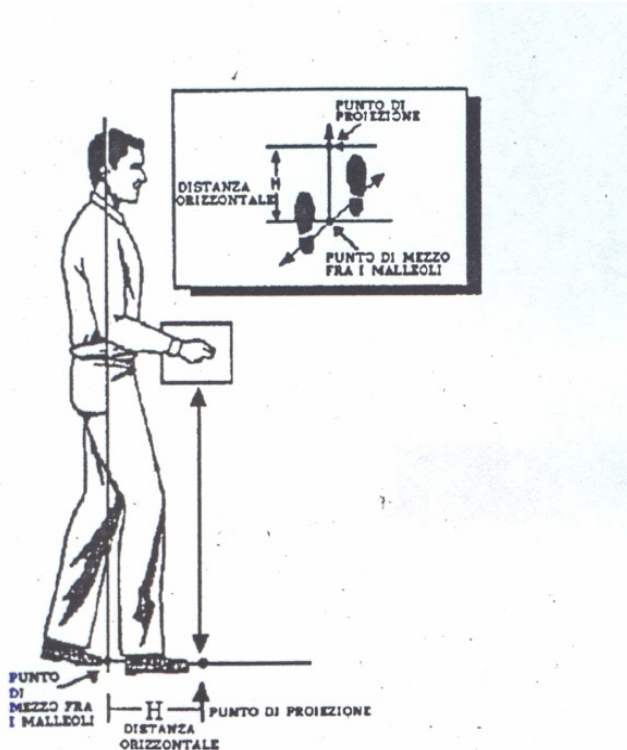
L'operatore deve trasferire box di cartone del peso di 10 kg l'uno dal piano del pallet all'interno dello scatolone. Può assumere qualsiasi posizione.  
Lo scatolone è alto 100 cm ed è posto alle spalle dell'operatore.  
La frequenza utilizzata è di 4 box al minuto per tutto il turno.

In sintesi:

altezza mani da terra	0 cm
dislocazione verticale	100 cm
distanza orizzontale dal corpo	al prelievo = 30 cm al deposito = 60 cm (distanza massima raggiunta da considerare nel calcolo)
angolo di asimmetria	90°
presa	incongrua
frequenza	4 v/min. per tutto il turno

# Misura del rischio

## *Alcuni errori comuni*



FATTORE ORIZZONTALE

=

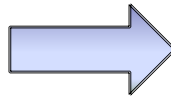
DISTANZA FRA IL BARICENTRO  
DEL CORPO DEL LAVORATORE E  
IL BARICENTRO DELL'OGGETTO

NON E' LA DISTANZA  
DALLA SUPERFICIE DEL BUSTO!

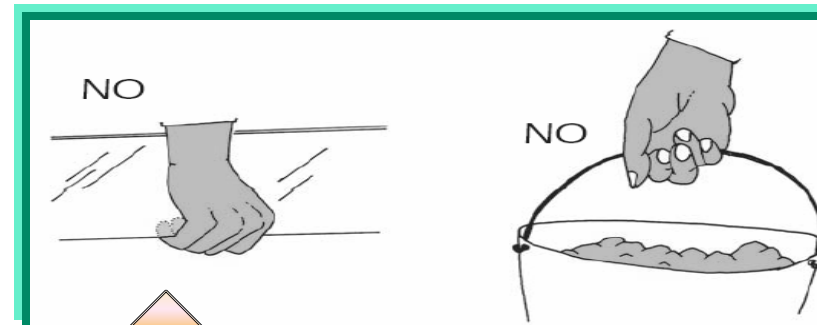
*Attenzione quando vengono  
indicate distanze minime di 25/  
30 cm!*

# Misura del rischio

## *Alcuni errori comuni*



Giudizio presa del carico	Buono
Fattore di correzione	1

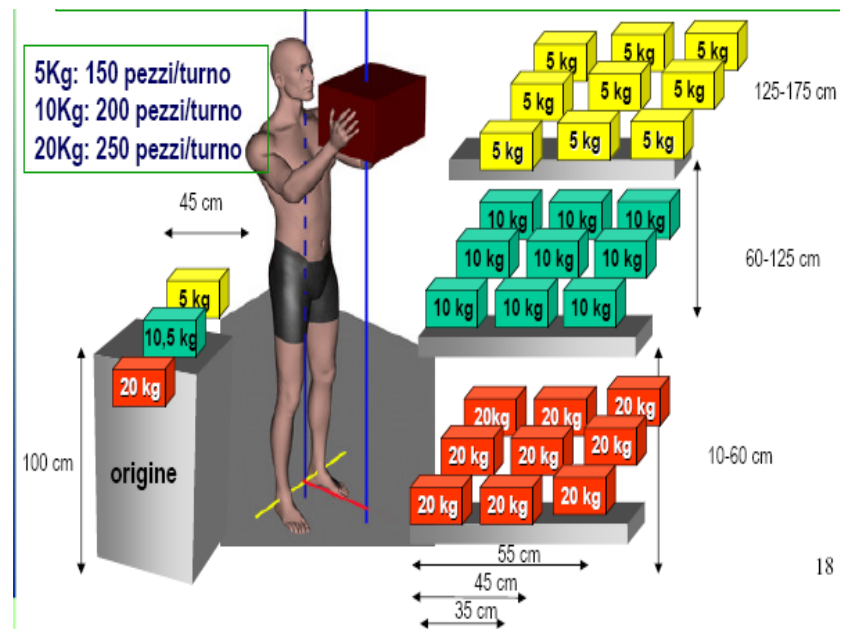


Giudizio presa del carico	Scarso
Fattore di correzione	0,90



# Misura del rischio

## *Alcuni errori comuni*



## ***Compiti Variabili***

**⚡ Attenzione all'uso dei VALORI MEDI !**