

Piano Nazionale della Prevenzione 2014-2018: linee di indirizzo per l'applicazione del titolo VI del D. Lgs. 81/08 e per la valutazione e gestione del rischio connesso alla Movimentazione Manuale di Carichi (MMC)

GRUPPO DI LAVORO

REGIONE PUGLIA: Giorgio DI LEONE (coordinatore)

REGIONE ABRUZZO: Amalia COCCHINI

REGIONE CAMPANIA: Rocco GRAZIANO

REGIONE EMILIA ROMAGNA: Marco BROCCOLI

REGIONE FRIULI VENEZIA GIULIA: Davide SULLI

REGIONE LIGURIA: Francesco SFERRAZZO

REGIONE LOMBARDIA: Enrico OCCHIPINTI – Natale BATTEVI

REGIONE MARCHE: Angela RUSCHIONI

REGIONE SARDEGNA: Rita PINTORE – Stefania ZACCOLO

REGIONE TOSCANA: Lucia BRAMANTI

REGIONE VENETO: Dorian Magosso

REGIONE UMBRIA: Emilio Paolo ABBRITTI

INAIL: Giuseppe CAMPO – Adrano PAPALE

0. Premessa.

Questo documento si compone di due parti:

- a) La prima (Capitoli 1, 2 e 3) è destinata a tutti i potenziali utilizzatori interessati agli aspetti generali ed introduttivi alla valutazione e gestione del rischio connesso alla Movimentazione Manuale di Carichi (MMC);
- b) La seconda (Allegato) è destinata ad utilizzatori esperti che si trovino nella necessità di operare, con i metodi suggeriti nelle norme tecniche di riferimento, una valutazione dettagliata del rischio anche in situazioni in cui la movimentazione manuale risulti complessa. L'utilizzazione di questa seconda parte è strettamente legata alla conoscenza della prima parte.

Va altresì premesso che il documento riguarda prevalentemente gli aspetti di valutazione e gestione del rischio, mentre gli aspetti relativi alla sorveglianza sanitaria dei lavoratori esposti a MMC saranno più dettagliatamente esaminati in un documento separato relativo alla sorveglianza sanitaria di tutte le patologie muscoloscheletriche da sovraccarico biomeccanico.

1. Introduzione: La movimentazione manuale di carichi e il sovraccarico biomeccanico sul rachide

Si intende per movimentazione manuale di carichi qualsiasi attività che comporti operazioni di trasporto o di sostegno di un carico per opera di uno o più lavoratori, comprese le azioni del sollevare, deporre, spingere, tirare, portare o spostare un carico. Nelle realtà lavorative, le attività di più frequente riscontro sono quelle che comportano il sollevamento/abbassamento di carichi.

In **Tabella 1** sono indicati i contesti lavorativi in cui più frequentemente si realizzano condizioni di rilevante sovraccarico biomeccanico del rachide dovuto alla movimentazione manuale dei carichi. Nella stessa tabella sono riportate, riprese dai risultati del IV Survey Europeo sulle condizioni di salute e lavoro (2005), le percentuali della popolazione lavorativa italiana esposta, per genere e in totale, per variabili frazioni di tempo, a movimentazione di carichi pesanti.

L'uso della forza manuale per trasferire oggetti o persone (es. pazienti non autosufficienti; disabili motori; bambini negli asili e nella scuola materna) è tra gli elementi di possibile sovraccarico meccanico del rachide dorso-lombare e della spalla.

Durante le operazioni di movimentazione manuale, anche in funzione della postura assunta, del peso e delle dimensioni dell'oggetto movimentato, del tragitto che l'oggetto deve compiere, delle caratteristiche antropometriche e di genere del soggetto, si determinano, tra le altre, forze compressive o “di taglio” sulle strutture del rachide lombare (dischi intervertebrali, limitanti vertebrali, articolazioni interapofisarie) che singolarmente, e ancor più se ripetute e cumulate, possono condurre a microlesioni e lesioni delle strutture stesse.

E' stato calcolato e misurato che il sollevamento di un carico di circa 25 Kg da terra (a schiena flessa) fino all'altezza del torace, può comportare forze di compressione sul disco lombare superiori a 400 Kg.

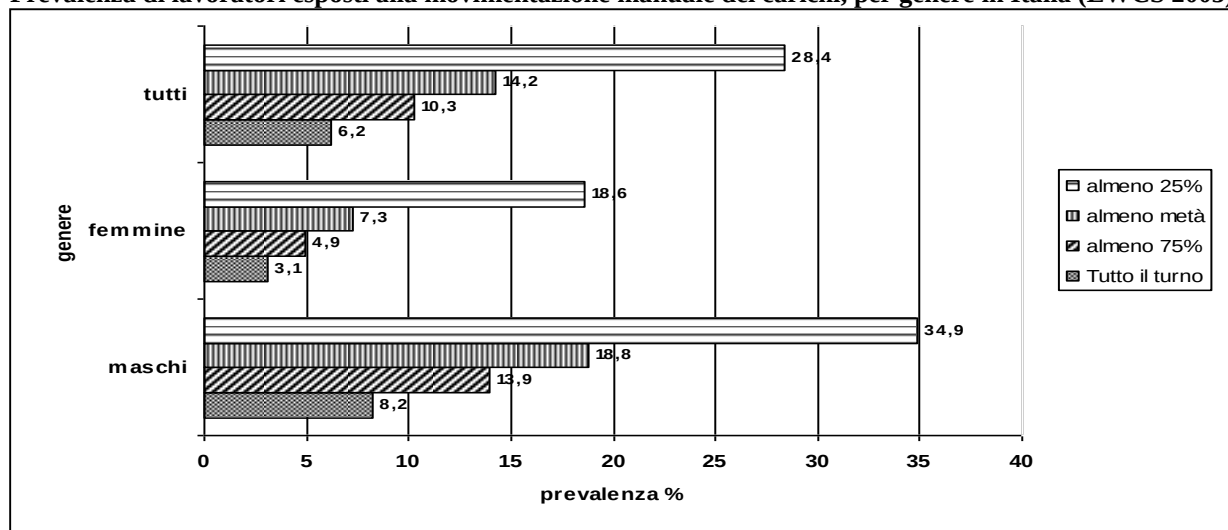
Nel rachide lombare, la struttura più sensibile a queste compressioni assiali si è dimostrata essere la cartilagine limitante del piatto vertebrale. E' in tale struttura che, infatti, più facilmente avvengono microfratture per carichi assiali elevati. Se si considera come la limitante vertebrale sia struttura essenziale per la nutrizione passiva del disco, si può capire come queste microfratture rappresentino il primo passo verso la sua possibile degenerazione.

D'altra parte, anche il disco, dopo la cartilagine, si è dimostrato sensibile a forze assiali, tangenziali e rotazionali elevate, che possono indurre micro-fissurazioni nelle fibre concentriche dell'*anulus* fibroso all'interno delle quali migra in parte il materiale del nucleo polposo.

I carichi di rottura per le limitanti vertebrali (studiati su reperti autoptici) sono in media pari a 600-700 Kg in soggetti maschi di età inferiore ai 40 anni e di 400-500 Kg per soggetti maschi di 40 -60 anni. Sono state verificate condizioni di rottura anche per valori intorno a 300 Kg nelle classi di età superiore. I limiti di rottura nei soggetti di sesso femminile sono stati stimati essere in media inferiori del 17% rispetto ai maschi.

Sulla scorta di queste nozioni e dei risultati di numerosi studi di fisiopatologia e di biomeccanica dell'apparato locomotore e di epidemiologia, è stato possibile stabilire orientamenti e criteri utili sia per valutare i gesti lavorativi di movimentazione manuale di carichi, fissando veri e propri valori limite, sia a indirizzare le eventuali azioni di prevenzione.

Prevalenza di lavoratori esposti alla movimentazione manuale dei carichi, per genere in Italia (EWCS 2005)



Contesti lavorativi con rilevante sovraccarico meccanico del rachide dovuto alla movimentazione manuale dei carichi.

Agricoltura
Edilizia
Cave e miniere
Trasporti e traslochi
Carico e scarico delle merci
Carico e scarico macchine industriali
Lavori di magazzinaggio
Lavori di facchinaggio
Assistenza a bambini, anziani e disabili
Assistenza a pazienti nelle strutture sanitarie (ospedali; RSA)
Lavoro nei cimiteri
Lavoro nei porti

Tabella 1. Movimentazione manuale di carichi: prevalenza di lavoratori esposti in Italia secondo il genere e il tempo di lavoro (dal 25% a tutto il turno) e contesti lavorativi con più rilevante esposizione (European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions, 2007).

2. Aspetti normativi

Il complesso delle nozioni qui sinteticamente riportate è talmente consolidato da aver spinto a suo tempo l'Unione Europea a emanare una norma (Direttiva n. 269/90) tesa a condizionare, entro livelli accettabili, l'impiego della forza manuale nelle operazioni lavorative di movimentazione di carichi.

La Direttiva è stata recepita nell'ordinamento italiano dapprima con il Titolo V del D. Lgs 626/94 ed è stata, più recentemente, aggiornata con il Titolo VI del D. Lgs. 81/08.

Con riferimento al D. Lgs 626/94, le Regioni Italiane emanarono delle specifiche LL.GG. per l'applicazione, tra gli altri, del Titolo V (Conferenza dei Presidenti delle Regioni e Province Autonome, 1999) tuttora valide ai sensi della definizione di LL.GG. di cui all'art. 2 comma 1 lettera z) del D.Lgs 81/08. .

Il relativo documento in questa sede si dà per acquisito, mentre, risulta utile fornire delle brevi note di introduzione e commento relativamente alle principali novità introdotte sul tema dal D. Lgs 81/08 (Titolo VI e Allegato XXXIII).

2.1 Il Titolo VI del D.Lgs. 81/08

L'articolo 167, comma 1, definisce il campo di applicazione del titolo stabilendo che le norme dello stesso titolo si applicano “alle attività lavorative di movimentazione manuale dei carichi che comportano per i lavoratori rischi di patologie da sovraccarico biomeccanico, in particolare dorso-lombari”.

Rispetto al corrispondente articolo 47 del Decreto Legislativo 626/1994 la formulazione è lievemente diversa, essendo stato introdotto il riferimento al “rischio di patologie da sovraccarico biomeccanico”, laddove la norma precedente si riferiva, in modo più generico, a “rischi, tra l'altro, di lesioni dorso-lombari”. Con tale formulazione, le patologie di altri distretti corporei (ad esempio dell'arto superiore, in particolare della spalla, o del ginocchio), in occasione di attività di movimentazione, sembrano più chiaramente incluse.

Il comma 2 dello stesso articolo contiene due definizioni:

- la prima (lettera a), specifica cosa vada inteso per “movimentazione manuale di carichi” e praticamente corrisponde alla stessa definizione contenuta nell'articolo 2 della Direttiva: *le operazioni di trasporto o di sostegno di un carico ad opera di uno o più lavoratori, comprese le azioni del sollevare, deporre, spingere, tirare, portare o spostare un carico, che, per le loro caratteristiche o in conseguenza delle condizioni ergonomiche sfavorevoli, comportano rischi di patologie da sovraccarico biomeccanico, in particolare dorso-lombari;*

- la seconda (lettera b) definisce cosa vada inteso per patologie da sovraccarico biomeccanico (*patologie delle strutture osteoarticolari, muscolo-tendinee e neurovascolari*).

L'articolo 168 disciplina gli obblighi del datore di lavoro, con testo largamente sovrapponibile alla precedente formulazione del Decreto Legislativo 626/1994 e della Direttiva 90/269/CEE.

Il comma 1 prevede che il datore di lavoro adotti le misure necessarie e i mezzi appropriati per evitare la necessità di una movimentazione manuale di carichi da parte dei lavoratori.

Qualora ciò non sia possibile, il comma 2 prevede che il datore di lavoro adotti le misure organizzative necessarie, ricorra ai mezzi appropriati e fornisca ai lavoratori i mezzi adeguati allo scopo di ridurre il rischio da movimentazione manuale di carichi, tenendo conto di quanto contenuto nell'Allegato XXXIII.

In particolare il datore di lavoro deve:

- organizzare i posti di lavoro in modo che la movimentazione manuale di carichi sia sicura e sana (Decreto Legislativo 626/1994 e Direttiva 90/269/CEE contenevano la formulazione “quanto più possibile”, eliminata dal Decreto Legislativo 81/2008);
- valutare, se possibile anche in fase di progettazione (questo è elemento di novità che richiama altresì “il rispetto dei principi ergonomici nei posti di lavoro” quale misura generale di tutela di cui all'art. 15), le condizioni di sicurezza e salute connesse al “lavoro in questione” tenendo conto dell'Allegato XXXIII;
- evitare o ridurre i rischi, particolarmente di patologie dorso-lombari (non escludendo quindi altre patologie connesse alla movimentazione manuale di carichi) tenendo conto dei fattori individuali di rischio, delle caratteristiche dell'ambiente di lavoro e delle esigenze che tale attività comporta, in base all'Allegato XXXIII;
- sottoporre i lavoratori alla sorveglianza sanitaria sulla base della valutazione del rischio e dei fattori individuali di rischio di cui all'Allegato XXXIII.

L'articolo 168 infine contiene, come novità assoluta rispetto al passato (ed anche, in generale, come tecnica legislativa), un riferimento relativo alle norme tecniche e ad altri strumenti di indirizzo così formulato “*Le norme tecniche costituiscono criteri di riferimento per le finalità del presente articolo e dell'allegato XXXIII, ove applicabili. Negli altri casi si può fare riferimento alle buone prassi e alle linee guida*”.

Sotto questo profilo (norme tecniche, buone prassi e linee guida) valgono le corrispondenti definizioni contenute nell'articolo 2 dello stesso Decreto Legislativo 81/08.

Le norme tecniche (nazionali ed internazionali) di rilievo per la movimentazione manuale dei carichi, rispondenti alla definizione, sono le seguenti:

- NORME ISO
 - UNI ISO 11228- 1: Ergonomia - Movimentazione manuale - Parte 1: **Sollevamento e Trasporto.**
 - UNI ISO 11228- 2: Ergonomia - Movimentazione manuale - Parte 2: **Spinta e Traino.**
 - UNI ISO 11228- 3: Ergonomia - Movimentazione manuale - Parte 3: **Movimentazione di bassi carichi ad alta frequenza.**
- NORME UNI EN
 - UNI EN 1005-2: Sicurezza del macchinario; Prestazione fisica umana: Movimentazione manuale di macchinario e di parti componenti il macchinario.

A tutte queste norme (e in particolare a quelle della serie ISO 11228, per via delle successive specifiche riportate in Allegato XXXIII) ci si deve riferire per le finalità del Titolo e dell'Allegato XXXIII. Nei casi in cui le norme tecniche non siano applicabili si potrà fare riferimento a linee

guida e buone prassi approvate secondo le procedure al proposito previste all'articolo 2 del Decreto Legislativo 81/2008.

Per quanto riguarda la sorveglianza sanitaria per lavoratori esposti alla movimentazione manuale dei carichi la stessa va attivata in funzione della valutazione del rischio e dei fattori individuali di rischio. Nel testo la periodicità non è specificata e pertanto vale l'indicazione generale di massima della visita annuale, salvo diversa impostazione basata sulla valutazione del rischio. A tal fine si può indicare che, se il rischio è contenuto, la periodicità può essere biennale o anche triennale. Ulteriori dettagli saranno forniti in un separato documento sulla sorveglianza sanitaria delle patologie muscoloscheletriche da sovraccarico biomeccanico.

L'articolo 169 riguarda l'informazione, la formazione e l'addestramento (anche questi termini definiti dall'articolo 2 del Decreto Legislativo 81/2008) dei lavoratori.

Il comma 1 prevede che, tenendo conto dell'Allegato XXXIII, il datore di lavoro fornisca ai lavoratori *“le informazioni adeguate relativamente al peso e alle altre caratteristiche del carico movimentato”* (lettera a). Non è definito cosa si intenda per “informazioni adeguate” tuttavia, sulla base di quanto ragionevolmente ipotizzabile, a parte il peso del carico, che va reso esplicito, si può intendere come obbligo del datore di lavoro quello di fornire al lavoratore ogni altra informazione sul carico (necessaria per movimentarlo in modo sicuro) che il lavoratore non possa immediatamente acquisire con la semplice osservazione dello stesso (ad esempio: centro di gravità dello stesso se in posizione insolita, asimmetria nella distribuzione del peso, possibilità di variazione del centro di gravità durante la movimentazione, eccetera).

La lettera b dello stesso comma 1 prevede l'obbligo del datore di lavoro di fornire ai lavoratori una formazione adeguata in relazione ai rischi lavorativi e alle modalità di corretta esecuzione delle attività (formazione che può essere parte della ‘formazione specifica’ di cui all'Accordo Stato-Regioni del 21.12.2011 e s.m.i.).

Il comma 2 dell'articolo 169 introduce il concetto di “addestramento pratico” alle manovre e procedure di movimentazione manuale indicando che *“Il datore di lavoro fornisce ai lavoratori l'addestramento adeguato in merito alle corrette manovre e procedure da adottare nella movimentazione manuale dei carichi”*.

L'Allegato XXXIII contiene gli “elementi di riferimento” e i “fattori individuali di rischio” che devono essere considerati “in modo integrato” ai fini della “prevenzione del rischio di patologie da sovraccarico biomeccanico, in particolare dorso-lombari”.

L'Allegato riproduce il corrispondente precedente del Decreto Legislativo 626/1994, riunendo i due allegati della Direttiva 90/696/CEE (elementi di riferimento e fattori individuali di rischio).

Rispetto al Decreto Legislativo 626/1994, è stata inserita una nuova importante premessa che prevede *“La prevenzione del rischio di patologie da sovraccarico biomeccanico, in particolare dorso-lombari, connesse alle attività lavorative di movimentazione manuale dei carichi dovrà considerare, in modo integrato, il complesso degli elementi di riferimento e dei fattori individuali di rischio riportati nel presente allegato”*.

L'Allegato riporta innanzitutto alcuni elementi da considerare perché possono modificare il rischio di *“patologie da sovraccarico biomeccanico, in particolare dorso-lombari”* connesse alla movimentazione manuale di carichi.

Si tratta delle caratteristiche del carico, dello sforzo fisico richiesto, delle caratteristiche dell'ambiente di lavoro e di esigenze connesse all'attività da considerare nell'ambito del processo di valutazione del rischio.

L'unica modifica degna di nota, rispetto al Decreto Legislativo 626/1994, è la soppressione della specificazione “30 Kg” dall'indicazione “il carico è troppo pesante”. Tale specificazione, inesistente nella Direttiva Europea, era stata improvvidamente inserita nella formulazione del Decreto Legislativo 626/1994 e aveva ingenerato una discreta confusione.

Il successivo punto sui fattori di rischio (in origine Allegato II alla Direttiva 90/269/CEE) è stato modificato solo inserendo una frase che fa *“salvo quanto previsto dalla normativa vigente in*

materia di tutela e sostegno della maternità e di protezione dei giovani sul lavoro” (con l’evidente significato che, in questi casi specifici, tali norme precedono quanto previsto dal Decreto Legislativo 81/2008).

Nell’Allegato XXXIII è stato inserito infine un più specifico riferimento alle norme tecniche così formulato *“Le norme tecniche della serie ISO 11228 (parti 1-2-3) relative alle attività di movimentazione manuale (sollevamento, trasporto, traino, spinta, movimentazione di carichi leggeri ad alta frequenza) sono da considerarsi tra quelle previste all’articolo 168, comma 3.”*

Questa formulazione, che ha consentito di riferirsi alle norme tecniche “volontarie” attualmente esistenti sulla materia (con possibilità facilitate di modifica dell’Allegato in occasione di evoluzioni ed aggiornamenti delle norme tecniche stesse), di fatto indica come primo riferimento le norme esplicitamente citate (che pertanto divengono un riferimento vincolante, ove applicabili) ma, se le stesse risultassero non esaustive, non esclude il ricorso ad altre pertinenti, ove applicabili (ad esempio, la citata UNI EN 1005-2), secondo la formulazione generale dell’art. 168 comma 3. Va ricordata a questo proposito la emanazione di un TR di ISO (ISO TR 12296 del 2012) relativo alla movimentazione manuale di persone nelle strutture sanitarie.

Nel 2014 è stato poi pubblicato un altro TR di fondamentale rilievo - *ISO TR 12295 - **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.***- applicativo (e, a suo modo, esplicativo) della intera serie di norme ISO 11228.

Il ricorso al complesso di tali norme consente di adottare metodologie e criteri di valutazione delle diverse attività di movimentazione manuale di carichi secondo standard internazionali e in modo sostanzialmente conforme a quanto già contenuto nelle LLGG delle Regioni e dell’ISPESL sulla materia (metodi dell’Indice di Sollevamento - Lifting Index del NIOSH per azioni di sollevamento e Tavole Psicofisiche di Snook e Ciriello per azioni di traino spinta e trasporto).

Il ricorso a **ISO 11228-1** e a **ISO TR 12295** consente ad esempio di disporre di valori di “riferimento” nella valutazione delle attività di sollevamento in sostituzione del valore di 30 Kg che è stato cancellato.

A tale proposito, tenuto conto della indicazione (art. 28) di considerare, nella valutazione del rischio, le differenze di genere e di età, si adotta la seguente griglia (**Tabella 2**) di valori di riferimento da utilizzare per sollevamenti occasionali e come “punto di partenza” per l’applicazione della procedura della RNLE (Revised Niosh Lifting Equation) e di calcolo del Lifting Index.

POPOLAZIONE LAVORATIVA	MASSA DI RIFERIMENTO (KG)
MASCHI (18- 45 ANNI)	25
FEMMINE (18- 45 ANNI)	20
MASCHI GIOVANI (FINO 18 ANNI) ED ANZIANI (OLTRE 45 ANNI)	20
FEMMINE GIOVANI (FINO 18 ANNI) ED ANZIANE (OLTRE 45 ANNI)	15

Tabella 2: Massimi pesi sollevabili (masse di riferimento) in condizioni ideali di sollevamento secondo il genere e l’età suggeriti dalle norme internazionali recepite dalla norma italiana.

Va ancora ricordato che lo standard **ISO 11228-2** è destinato alla valutazione e gestione delle attività di traino e spinta effettuate con tutto il corpo. Lo standard prevede metodi di primo livello in cui si adottano le “classiche” tavole di Snook & Ciriello per forze iniziali e di mantenimento, articolate per genere (copertura al 90° percentile), e metodi, più dettagliati e complessi, di secondo livello. La classificazione del rischio (tenuto conto di quanto indicato nello standard al Metodo 2) può essere operata secondo il sistema delle tre fasce (verde; giallo; rosso) con

valori chiave a 0,85 ed 1 del rapporto tra forza esercitata e forza di riferimento o raccomandata (come avviene peraltro per l'indice di sollevamento).

Va infine sottolineato che lo standard **ISO 11228-3**, formalmente destinato a valutare e gestire condizioni di movimentazione manuale di carichi leggeri ad alta frequenza, nella sostanza riguarda attività con movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori, anche indipendentemente da movimentazione di carichi significativi, che pertanto non necessariamente fa parte dello specifico campo di applicazione del titolo VI. Più in particolare si vuole qui chiarire che il lavoro manuale ripetitivo (movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori) in assenza di movimentazione di carichi, è unicamente ascrivibile all'obbligo di valutazione di "tutti i rischi" di cui al comma 1 dell'articolo 28 del Decreto Legislativo 81/2008. In tal senso la norma ISO 11228-3 va pertanto usata come riferimento tecnico per la conduzione della valutazione di cui all'art. 28 nei confronti del potenziale rischio da movimenti e sforzi ripetuti degli arti superiori. Tenuto conto di tale rilievo, tuttavia questo standard è il riferimento specifico da utilizzarsi comunque per valutare condizioni di sovraccarico biomeccanico di distretti dell'arto superiore in tutte le attività di sollevamento di carichi superiori a 3 Kg e anche laddove si movimentino carichi leggeri (inferiori a 3 Kg.) ad alta frequenza e ricorrano le condizioni di applicabilità dello standard stesso.

La trattazione specifica dello standard ISO 11228-3 non è tuttavia obiettivo di questo documento di indirizzo.

2.2 Il TR ISO 12295

Il Technical Report, "*ISO TR 12295 - Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.*", specifica nel dettaglio campo e modalità di applicazione delle norme ISO 11228 parti 1, 2 e 3.

Nel TR da un lato, nel testo principale e per utilizzatori meno esperti, si forniscono indicazioni per operare standardizzate "identificazioni del pericolo" e "valutazioni veloci". In una serie di annessi poi, per utilizzatori già esperti, si orienta ad un uso più circostanziato dei metodi e strumenti già identificati nelle norme della serie ISO 12228.

Il TR ISO 12295, essendo esplicativo delle norme della serie ISO 11228 indicate nell'Allegato XXXIII del D.Lgs. 81/08, viene assunto come riferimento applicativo, utile ma non vincolante, per queste linee di indirizzo sulla materia.

In questa sede saranno dettagliati gli aspetti del TR relativi alle fasi di identificazione del "pericolo" (hazard identification) attraverso le apposite chiavi di ingresso (key enters), nonché quella della valutazione rapida (quick assessment) delle condizioni di movimentazione manuale di carichi, mentre più avanti, nell'allegato di dettaglio, verranno richiamati di volta in volta gli aggiornamenti operati dal TR circa le norme ISO 11228 parti 1 e 2 e circa i metodi (indicati inerenti il sollevamento, il trasporto, il traino e la spinta manuale).

3. Inquadramento e valutazione del rischio: aspetti generali

Il processo di prevenzione/intervento definito nel presente documento è schematicamente descritto in **tabella 3**. Esso prevede un approccio alla valutazione e gestione dell'eventuale rischio articolato in 4 successivi passaggi:

- identificazione delle attività con Movimentazione Manuale dei Carichi (MMC) secondo criteri univoci;
- valutazione rapida del rischio (ed eliminazione delle eventuali situazioni evidentemente critiche);
- stima ed eventuale valutazione analitica del rischio;
- riduzione del rischio e adozione di misure di tutela.

Il primo passaggio di fatto rappresenta lo snodo (la chiave di decisione) per definire la necessità (o meno) di procedere ai passaggi successivi (di fatto di valutazione vera e propria).

Il complesso dei 4 passaggi si configura come procedura di valutazione del rischio connesso alla MMC nel contesto della più generale valutazione dei rischi lavorativi prevista con il D. Lgs. 81/08 (in particolare al Titolo VI). Esso pertanto dovrà avvenire secondo le modalità, le procedure e le conseguenze (ad es.: documento di programmazione degli interventi conseguenti) definite dalla norma citata.

I primi due passaggi vengono definiti in coerenza con il Technical Report “*ISO TR 12295 - Ergonomics-Application document for ISO standards on manual handling (ISO 11228-1, ISO 11228-2 and ISO 11228-3) and evaluation of static working postures (ISO 11226)*”, che meglio specifica campo e modalità di applicazione della norme ISO 11228 parte 1,2 e 3.

Tali passaggi saranno esaminati qui di seguito e fanno parte di un processo di identificazione e inquadramento rapido del rischio che può essere attuato anche da soggetti non esperti della materia.

I passaggi successivi saranno invece dettagliati nell'allegato successivo destinato a soggetti con una maggiore esperienza della materia.

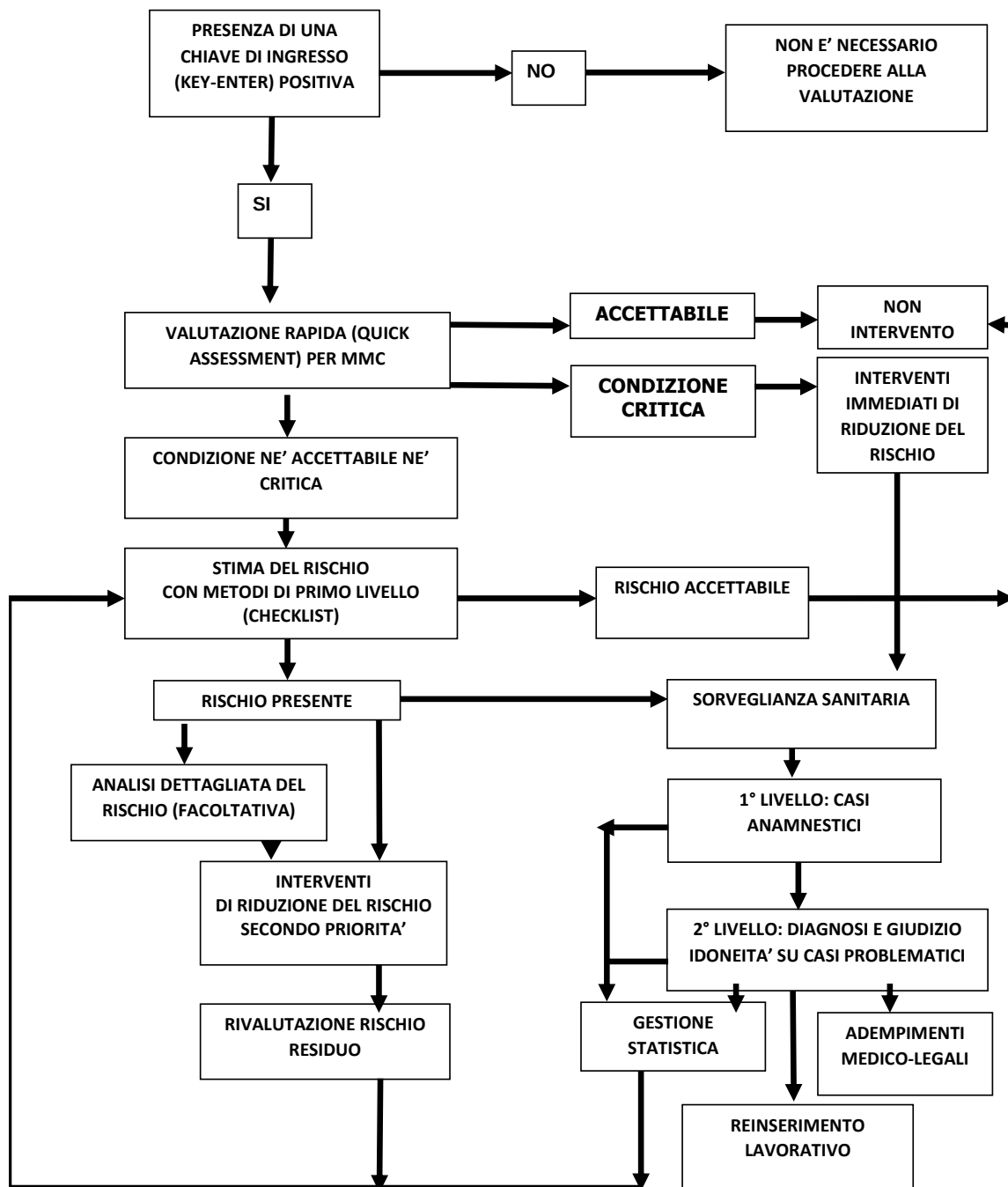


Tabella 3 : Schema generale di flusso previsto nella valutazione dei rischi da MMC

3.1 Identificazione del pericolo (o del campo di applicazione)

Questa fase consente di identificare i contesti e le condizioni in cui si svolge una attività con Movimentazione Manuale di Carichi che necessita comunque di essere valutata. In altri termini definisce il “campo di applicazione” delle norme tecniche. Tale fase è eseguita attraverso le indicazioni del TR ISO 12295 secondo lo schema riportato in **Tabella 4**.

1	Applicazione di ISO 11228-1: SOLLEVAMENTO E TRASPORTO MANUALE DI CARICHI		
E' presente il sollevamento o il trasporto manuale di un oggetto di 3 KG o più?		NO	SI
Se NO, questo standard non è rilevante, si proceda con le ulteriori Key Questions Se SI si proceda con lo step 2 Quick Assessment			
2	Applicazione di ISO 11228-2: ATTIVITA' DI TRAINO E SPINTA		
E' presente una attività di SPINTA o TRAINO effettuata con due mani e con tutto il corpo?		NO	SI
Se NO, questo standard non è rilevante, si proceda con le ulteriori Key Questions Se SI si proceda con lo step 2 Quick Assessment			
3	Applicazione di ISO 11228-3: COMPITI RIPETITIVI ARTI SUPERIORI		
Vi sono uno o più compiti ripetitivi degli arti superiori con durata totale di 1 ora o più nel turno? Dove la definizione di compito ripetitivo è: • <i>Compito caratterizzato da cicli lavorativi ripetuti</i> • <i>Compito durante il quale si ripetono le stesse azioni lavorative per oltre il 50% del tempo.</i>		NO	SI
Se NO, questo standard non è rilevante, si proceda con le ulteriori Key Questions Se SI si proceda con lo step 2 Quick Assessment			
4	Applicazione di ISO 11226: POSTURE STATICHE O INCONGRUE		
Vi sono posture statiche o incongrue del COLLO/TESTA, del TRONCO e/o degli ARTI SUPERIORI o INFERIORI mantenute per oltre 4 secondi consecutivi e ripetute per una parte significativa del tempo di lavoro? Per esempio: - TESTA/COLLO (collo piegato avanti/indietro/di lato o ruotato); - TRONCO (tronco piegato in avanti/di lato o all'indietro-senza supporto o ruotato); - ARTI SUPERIORI (mano(i) ad altezza della testa o oltre, gomito all'altezza spalle o oltre, mani lontano dal corpo, mani con le palme completamente girate all'insù o all'ingiù, estreme flessione-estensioni del gomito, polso piegato avanti/indietro o di lato); - ARTI INFERIORI (posizioni accovacciate o inginocchiate e mantenute per oltre 4 secondi consecutivi e ripetute per una parte significativa del tempo di lavoro).		NO	SI
Se NO, questo standard non è rilevante, Se SI si proceda con lo step 2 Quick Assessment			

Tabella 4 : TR ISO 12295: Le key-enters per l'applicazione delle norme ISO 11226 e 11228 (parti 1-2-3)

Agli specifici fini di questo contesto, le indicazioni di Tabella 4 valgono in particolare per il sollevamento/trasporto manuale e per il traino/spinta. L'utilizzo della indicazione è molto semplice: se ad esempio si sollevano manualmente oggetti di più di 3 Kg o si spingono/trainano carrelli manualmente, tali condizioni sono sufficienti ad attivare la necessità di una valutazione del rischio, operata eventualmente tramite la successiva fase della “valutazione rapida” (quick assessment).

3.2 Valutazione rapida (quick assessment)

Il *quick assessment* consiste in una verifica rapida della presenza di potenziali condizioni di rischio (in questo caso da MMC), attraverso semplici domande di tipo quali/quantitativo. Il *quick assessment* è sostanzialmente indirizzato a identificare, in modo semplificato, tre possibili condizioni o esiti (outputs):

- accettabile (verde): non sono richieste ulteriori azioni;

- critica (rosso intenso): è urgente procedere ad una riprogettazione del posto o del processo;
- necessità di una analisi più dettagliata: è necessario procedere ad una stima o valutazione precisa attraverso strumenti più dettagliati di analisi (suggeriti nella fattispecie dagli standard ISO 11228 parti 1 e 2) che a sua volta può esitare in una classificazione del rischio come accettabile (verde), borderline (giallo) o presente (rosso).

Va precisato che qualora si verifichi la esistenza di condizioni rispettivamente di *accettabilità* e di *criticità*, non è sempre necessario procedere ad una stima più circostanziata del livello di esposizione (secondo livello), specie nel caso di condizioni critiche. Ogni sforzo andrà meglio indirizzato alla riduzione del rischio chiaramente emerso, piuttosto che a spesso inutili, ed a volte assai complessi, approfondimenti della valutazione.

Qualora invece (forse come accade in gran parte dei casi) nessuna di queste due condizioni “estreme” emerga chiaramente, diviene necessario procedere alla valutazione, semplificata o anche dettagliata, del rischio con i tradizionali metodi di valutazione (come quelli trattati nell’allegato di questo documento). Tale valutazione potrà esitare a sua volta in una classificazione del rischio nelle fasce verde, giallo e rosso, con le relative conseguenze operative.

In questa sede si riferirà unicamente delle indicazioni del TR ISO 12295 per quanto riguarda l’aspetto dei compiti con MMC e delle norme ISO 11228-1 e 2.

In entrambi i casi di quick assessment delle attività rispettivamente di *sollevamento e trasporto* e di *traino e spinta* con tutto il corpo, va preliminarmente verificata l’adeguatezza di alcune condizioni di contesto che pure sono richiamate nell’Allegato XXXIII.

La **Tabella 5** riporta le condizioni preliminari da esaminare a proposito del *sollevamento e trasporto* manuale. Si sottolinea che, se una o più di tali condizioni preliminari risultasse inadeguata non si potrà in seguito decidere per una eventuale piena accettabilità della condizione e più che altro si dovrà intervenire per risolvere le condizioni risultate inadeguate.

L’ambiente di lavoro è sfavorevole per le attività di sollevamento e trasporto manuale?		
Presenza di temperature estreme (basse o alte)	NO	SI
Presenza di pavimenti scivolosi, non stabili, irregolari	NO	SI
Presenza di spazi insufficienti per il sollevamento e trasporto	NO	SI
Vi sono caratteristiche sfavorevoli dell’oggetto per il sollevamento e trasporto manuale?		
La dimensione dell’oggetto limita la visuale dell’operatore o ne ostacola il movimento?	NO	SI
Il centro di gravità del carico non è stabile (esempio : liquidi, materiali che si muovono all’interno dell’oggetto)?	NO	SI
La forma dell’oggetto presenta spigoli o superfici taglienti o protrusioni?	NO	SI
Le superfici di contatto sono troppo calde o fredde?	NO	SI
La (le) attività di sollevamento o trasporto manuale durano più di 8 ore al giorno?	NO	SI
Se le risposte a tutte le condizioni indicate sono “NO”, continuare il quick assessment. Se almeno una delle risposte è “SI”, gli specifici rischi emersi DEVONO essere attentamente considerati per MINIMIZZARE tali RISCHI. (si veda al proposito anche lo standard ISO 11228-1)		

Tabella 5 : Sollevamento e Trasporto – Aspetti Preliminari

Alcuni di questi fattori (ad es. la ‘scivolosità’), potrebbero essere dirimenti anche ai fini dell’applicabilità dei metodi di valutazione. Si specifica che tali situazioni non possono giustificare la mancata adozione dei metodi di cui alle norme ISO in favore di altri metodi meno pertinenti ed efficaci. Tali elementi vanno considerati come condizioni da emendare o ridurre al minimo sia ai fini della sicurezza sia ai fini della possibile applicazione delle norme stesse.

Andando alle condizioni di accettabilità per il sollevamento e trasporto, la **Tabella 6** riporta (così come indicate da TR ISO 12295) l’elenco delle condizioni che devono risultare tutte contemporaneamente presenti per valutare come *accettabile* (verde) la situazione. Si precisa che l’accettabilità è intesa con riferimento alla popolazione lavorativa “sana” e non riguarda eventuali particolari condizioni individuali di salute.

SOLLEVAMENTO/TRASPORTO QUICK ASSESSMENT- CONDIZIONI ACCETTABILI				
SOLLEVAMENTO				
3 - 5 Kg	Rotazione del tronco assente	NO	SI	
	Carico mantenuto vicino al corpo	NO	SI	
	Dislocazione verticale tra anche e spalle	NO	SI	
	Frequenza massima permessa: meno di 5 sollevamenti al minuto	NO	SI	
5,1 - 10 Kg	Rotazione del tronco assente	NO	SI	
	Carico mantenuto vicino al corpo	NO	SI	
	Dislocazione verticale tra anche e spalle	NO	SI	
	Frequenza massima permessa: meno di 1 sollevamento al minuto	NO	SI	
PIU' DI 10 Kg	Assenza di carichi oltre 10 Kg.	NO	SI	
TRASPORTO				
LA MASSA CUMULATIVA RACCOMANDATA (totale dei KG trasportati durante le durate fornite per le rispettive distanze) <u>E' INFERIORE</u> ai valori raccomandati considerando le distanza (più/meno di 10 metri) e la durata (1 minuto; 1 ora; 8 ore)?				
Durata	Distanza ≤ 10 m per azione	Distanza > 10 m per azione		
8 ore	10000 kg	6000 kg	NO	SI
1 ora	1500 kg	750 kg	NO	SI
1 minuto	30 kg	15 kg	NO	SI
	Non sono presenti posture incongrue durante il trasporto		NO	SI
Se a tutte le domande si è risposto “SI”, il compito esaminato è in area verde (ACCETTABILE) e non è necessario continuare la valutazione del rischio. Se anche ad una sola domanda si è risposto “NO”, il compito va valutato attraverso lo standard ISO 11228-1				

Tabella 6 : Sollevamento e Trasporto - quick assessment- condizioni accettabili

Va sottolineato che gran parte delle condizioni riportate in tabella 6 sono già presenti nella norma ISO 12228-1 in particolare agli step 1 e 2.

CONDIZIONE CRITICA: presenza di condizioni del lay out e di frequenza che superano i limiti massimi suggeriti			
ALTEZZA VERTICALE	L'altezza delle mani all'inizio o fine del sollevamento è più alta di 175 cm o più bassa di 0 cm.	NO	SI
DISLOCAZIONE VERTICALE	La distanza verticale fra l'inizio e la fine del sollevamento è maggiore di 175 cm	NO	SI
DISTANZA ORIZZONTALE	La distanza orizzontale tra il corpo e il carico è maggiore della lunghezza del braccio esteso	NO	SI
ASIMMETRIA	Vi è una estrema torsione del tronco senza poter muovere i piedi	NO	SI
FREQUENZA	Oltre 15 sollevamenti/min in BREVE DURATA (MMC che dura per non più di 60 min consecutivi nel turno seguiti da almeno 60 minuti di lavoro leggero o pausa)	NO	SI
	Oltre 12 sollevamenti/min in MEDIA DURATA (MMC che dura per non più di 120 min consecutivi nel turno seguiti da almeno 30 minuti di lavoro leggero o pausa)	NO	SI
	Oltre 8 sollevamenti/min in LUNGA DURATA (MMC che dura più di 120 min consecutivi nel turno)	NO	SI
CONDIZIONE CRITICA : presenza di carichi eccedenti i seguenti limiti			
Maschi (18-45 anni)	25 kg	NO	SI
Femmine (18-45 anni)	20 kg	NO	SI
Maschi (<18 o >45 anni)	20 kg	NO	SI
Femmine (<18 o >45 anni)	15 kg	NO	SI
CONDIZIONE CRITICA (TRASPORTO): presenza di massa cumulativa trasportata più elevata di quelle indicate			
Distanza di trasporto superiore a 20 m in 8 ore	6000 kg in 8 ore	NO	SI
Distanza di trasporto inferiore 20 m in 8 ore	10000 kg in 8 ore	NO	SI
Se solo una di queste condizioni ha una risposta “SI”, una condizione CRITICA è presente. Se una condizione CRITICA è presente, applicare ISO 11228-1 per identificare le urgenti azioni correttive.			

Tabella 7: Sollevamento e Trasporto - quick assessment- condizioni critiche

In **Tabella 7** vengono invece riportate, *per il sollevamento e trasporto*, le condizioni per cui, essendo presente una sola di essa, la situazione è definibile come *critica*.

Per la valutazione rapida di condizioni “sicuramente” critiche, si è ricorsi a definizioni e criteri insiti nei metodi raccomandati dalle norme stesse (a partire dalla RNLE del NIOSH) che configurano la presenza di uno o più elementi fortemente problematici: tali sono ad esempio le

situazioni in cui i parametri (moltiplicatori) della equazione del NIOSH risultano praticamente pari a 0 o dove i pesi sollevati sono superiori a quelli massimi raccomandati dalla norma ISO 11228-1.

Quando una condizione di movimentazione manuale risultasse critica, anche solo per una sola delle situazioni elencate in **Tabella 7**, la indicazione è di orientarsi decisamente per un rapido e sostanziale intervento di miglioramento (riduzione del rischio) senza necessariamente approfondire la valutazione analitica; questa peraltro potrà essere operata in seconda battuta, a verifica della potenziale validità degli interventi attuati.

Per quanto riguarda la valutazione rapida delle attività di *Traino e Spinta* con tutto il corpo, anche in tal caso vanno esaminati alcuni aspetti preliminari di rilievo.

La **Tabella 8** riporta le condizioni preliminari da esaminare a proposito del *Traino e Spinta* con tutto il corpo. Se una o più di tali condizioni preliminari risultasse inadeguata non si potrà in seguito decidere per una eventuale piena accettabilità della condizione e più che altro si dovrà intervenire per risolvere le condizioni risultate inadeguate

<u>Traino e spinta : condizioni dell'ambiente di lavoro</u>		
Le superfici del pavimento sono scivolose, non stabili, irregolari oppure hanno una pendenza (verso l'alto o il basso) oppure sono fissurate, spaccate o rotte?	NO	SI
Vi sono percorsi ristretti e che provocano difficoltà ai movimenti?	NO	SI
Vi sono temperature elevate nell'area di lavoro?	NO	SI
<u>Caratteristiche dell'oggetto spinto o trainato</u>		
L'oggetto (carrello, transpallet etc.) limita la visuale dell'operatore o ne ostacola il movimento?	NO	SI
L'oggetto è instabile?	NO	SI
L'oggetto (carrello, transpallet etc.) ha caratteristiche pericolose, superfici taglienti, sporgenze, etc che possono danneggiare l'operatore?	NO	SI
Le ruote in uso sono in cattivo stato di manutenzione o rotte?	NO	SI
Le ruote in uso sono inadatte alle condizioni dell' ambiente di lavoro?	NO	SI
Se le risposte a tutte le condizioni indicate sono "NO", continuare il quick assessment. Se almeno una delle risposte è "SI", gli specifici rischi emersi DEVONO essere attentamente considerati per MINIMIZZARE tali RISCHI (si veda al proposito anche lo standard ISO 11228-2)		

Tabella 8 : Traino e Spinta – Aspetti Preliminari

Per quanto riguarda le condizioni di accettabilità per il *Traino e la Spinta*, la **Tabella 9** riporta (così come indicate da TR ISO 12295) l'elenco delle condizioni che devono risultare tutte contemporaneamente presenti per valutare come *accettabile* (verde) la situazione.

Si noti come, per il problematico aspetto della quantificazione della intensità della forza, sia possibile fare ricorso ad una stima indiretta attraverso una procedura "partecipata" che prevede la

raccolta dei dati sullo sforzo percepito dal/i lavoratore/i mediante la Scala CR-10 di Borg: è possibile in tal modo by-passare l'ostacolo di una misurazione strumentale attraverso dinamometro.

<u>Intensità della FORZA</u>		
L'intensità della forza non supera circa 30 N (o circa 50 N per frequenze fino a 1 V. ogni 5 minuti per percorsi fino a 50 metri) per azioni di forza continua (mantenimento) e circa 100 N per l'applicazione di forza di picco (iniziale). In alternativa, lo <u>"sforzo percepito"</u> (ottenuto intervistando i lavoratori ed usando la scala di Borg CR-10) risulta, durante le azioni di traino e spinta, al massimo <u>LEGGERO</u> (punteggio di 2 o meno nella scala di Borg CR-10).	NO	SI
<u>Durata del compito</u>		
Il compito di Traino o Spinta dura al massimo 8 ore al giorno?	NO	SI
<u>Altezza della presa</u>		
La forza di Traino o Spinta è applicata all'oggetto fra il livello delle anche e del petto?	NO	SI
<u>Postura</u>		
L'azione di Traino o Spinta è eseguita con il tronco eretto (non ruotato nè inclinato) ?	NO	SI
<u>Area di movimentazione</u>		
Le mani sono mantenute all'interno della larghezza delle spalle e davanti al corpo?	NO	SI
Se a tutte le domande si è risposto "SI", il compito esaminato è in area verde (ACCETTABILE) e non è necessario continuare la valutazione del rischio. Se anche ad una sola domanda si è risposto "NO", il compito va valutato attraverso ISO 11228-2		

Tabella 9 : Traino e Spinta - quick assessment- condizioni accettabili

In **Tabella 10** vengono invece riportate, per il *Traino e la Spinta*, le condizioni per cui, essendo presente una sola di essa, la situazione è definibile come *critica*.

Anche in tale caso, per la quantificazione della intensità della forza, è possibile fare ricorso alla Scala CR-10 di Borg, rendendo pertanto il quick assessment per il traino/spinta completamente osservazionale e non strumentale.

INTENSITA' DELLA FORZA		
A) Picchi di FORZA iniziale (per superare lo stato di fermo o accelerare/decelerare l'oggetto): La FORZA è almeno di 360 N (maschi) o di 240 N (femmine). B) FORZA continua((mantenimento - per mantenere in moto l'oggetto) per il Traino o la Spinta : La FORZA è di almeno 250 N (maschi) o 150 N (femmine) In alternativa, lo sforzo percepito (ottenuto intervistando i lavoratori ed usando la scala di Borg CR-10) durante il compito di traino o spinta, mostra la presenza di ELEVATI PICCHI di forza (punteggio di 8 o più nella scala di Borg CR-10).	NO	SI
POSTURA		
L'azione di TRAINO O SPINTA è eseguita con il tronco significativamente flesso o ruotato.	NO	SI
APPLICAZIONE DELLA FORZA		
L'azione di TRAINO O SPINTA è eseguita in modo brusco o incontrollato.	NO	SI
AREA DI MOVIMENTAZIONE		
Le mani sono mantenute al di fuori della larghezza delle spalle o non davanti al corpo.	NO	SI
ALTEZZA DELLA PRESA		
Le mani sono mantenute sopra 150 cm. o al di sotto di 60 cm.	NO	SI
DIREZIONE DELLA FORZA		
L'azione (la forza a componente orizzontale) di Traino o Spinta è sovrastata da rilevanti componenti di forza verticale (si devono eseguire rilevanti sollevamenti).	NO	SI
DURATA DEL COMPITO		
Il compito con attività manuale di Traino o Spinta dura oltre 8 ore al giorno.	NO	SI
Se ad una o più condizioni si è risposto "SI" è presente una condizione CRITICA. Se è presente una condizione CRITICA si applichi ISO 11228-2 per identificare azioni correttive.		

Tabella 10: Traino e Spinta - quick assessment- condizioni critiche

3.3 Valutazione analitica del rischio

Laddove la valutazione rapida del rischio da MMC abbia evidenziato, rispettivamente per il sollevamento/trasporto e per il traino/spinta, una condizione che non è né *accettabile* ma neppure *critica*, si dovrà procedere ad una stima e valutazione analitica del rischio secondo le metodiche e i criteri riportati rispettivamente nelle norme ISO 11228 parte 1 e parte 2 nonché nel TR ISO 12295 in particolare agli Annessi A e B.

Tale valutazione analitica va operata da soggetti adeguatamente formati ed esperti nell'utilizzazione delle relative metodiche.

Il successivo allegato delinea i criteri, i metodi e le procedure, desunti dalle norme citate, per operare tali valutazioni.

ALLEGATO

La valutazione delle attività di Movimentazione Manuale di Carichi (MMC) in relazione alle norme ISO 11228 parti 1 e 2 e al TR ISO 12295

A) La valutazione delle attività di Sollevamento e Trasporto nella norma ISO 11228-1

Lo scopo della 11228-1 è quello di specificare i limiti (consigliati) per la massa degli oggetti movimentati in relazione alle posture di lavoro, alla frequenza e alla durata del sollevamento, tenendo conto dello sforzo a cui sono sottoposte le persone che eseguono nelle loro attività anche la movimentazione manuale.

La Norma si applica alla movimentazione manuale di oggetti con una massa di 3 chilogrammi o superiore.

Al punto 3 di tale documento troviamo i termini e le definizioni utilizzate nel testo tra cui la definizione di **postura ideale** per la movimentazione considerata come:

Postura eretta e simmetrica, mantenendo una distanza orizzontale tra il baricentro dell'oggetto movimentato e il baricentro dell'operatore a meno di 0,25 m, nonché l'altezza della presa a meno di 0,25 m sopra l'altezza delle nocche.

Le **condizioni ideali** per la movimentazione manuale sono considerate come:

Condizioni che includono la postura ideale per la movimentazione manuale, una presa ferma sull'oggetto in postura neutra del polso, nonché condizioni ambientali favorevoli).

Sempre in questo paragrafo troviamo la definizione di **movimentazione ripetitiva**:

la movimentazione di un oggetto che avviene più di una volta ogni 5 minuti

Le prime indicazioni della ISO 11228-1 sono relative al criterio da seguire per l'analisi dell'attività lavorativa che comprende movimentazione manuale. Se la movimentazione non può essere evitata deve essere eseguita una valutazione del rischio per la salute e la sicurezza del lavoratore. A questo scopo è proposto un approccio procedurale da seguire passo-passo in cui, in ogni fase successiva, il valutatore deve considerare le correlazioni dei compiti presenti. La procedura suggerisce una valutazione suddivisa in quattro fasi: *riconoscimento del pericolo; identificazione del rischio; stima del rischio; valutazione del rischio.*

La **Tabella 11**, qui tradotta dalla Norma per semplicità di lettura, illustra la procedura per esaminare le variabili da considerare nelle attività di sollevamento e trasporto manuale di carichi.

L'analisi e valutazione della movimentazione manuale dei carichi è affrontata seguendo le cinque fasi proposte.

Fase 1 – Attività non continuativa (occasionale) in condizioni ideali

Essa prevede, supponendo che siano rispettate le condizioni ideali, una determinazione e un controllo preliminare della massa movimentata in modo occasionale (cioè con frequenza inferiore a un atto ogni cinque minuti), utilizzando il prospetto C.1 (**Tabella 12**). In altri termini, per sollevamenti occasionali, si raccomanda di non superare i valori di Tabella 12 (peraltro già riportati in tabella 2) tenendo conto delle caratteristiche della popolazione di riferimento. I valori riportati in tabella sono, inoltre, i valori "iniziali" da considerare per le successive fasi (2 e 3).

Fase 2 - Attività continuativa in condizioni ideali

Se la movimentazione, in condizioni ideali, risulta ripetitiva occorre tenere conto non solo della massa, ma anche della frequenza. Il rapporto massa/frequenza è definito nel grafico di **Tabella 13**

che presenta due scenari: il primo per attività di breve durata, inferiori all'ora e il secondo per attività di media durata tra una e due ore. Per durate maggiori va utilizzata la fase 3.

Dal grafico si evince che la frequenza massima assoluta è di 15 sollevamenti al minuto, per una attività di movimentazione di durata non superiore a un'ora al giorno e il peso dell'oggetto spostato non deve superare i 7 kg.

Se ci si trova in condizioni ideali e sono rispettate le condizioni della fase 1 o della fase 2 la valutazione si considera terminata e il rischio risulta accettabile. In caso contrario occorre procedere con la fase 3.

Si sottolinea che le fasi 1 e 2 della norma 11228-1 sono state meglio definite, anche operativamente, dalla procedura del QUICK ASSESSMENT del TR ISO 12295 che è stata in precedenza illustrata e cui sarà opportuno riferirsi.

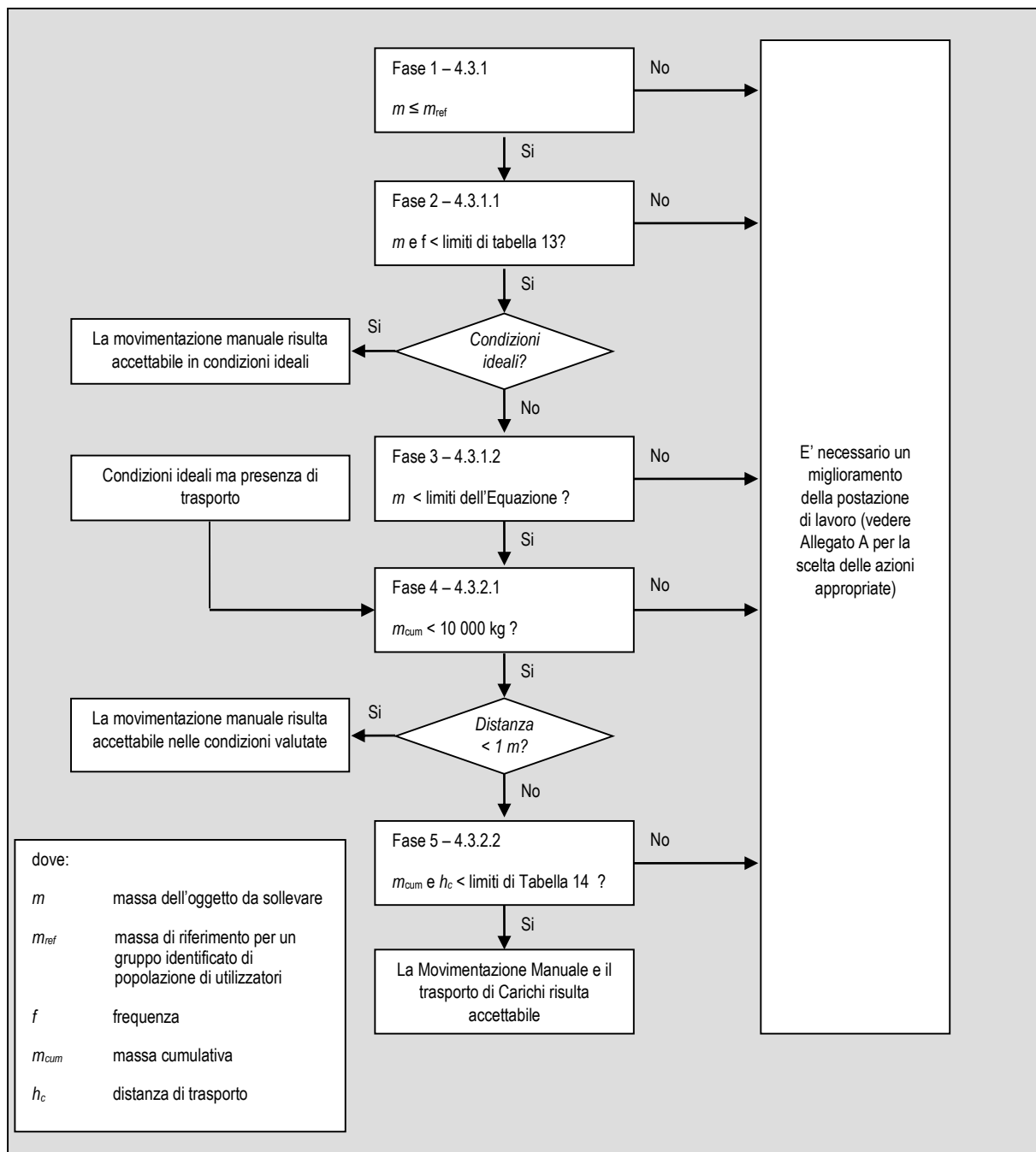


Tabella 11 : Modello graduale (ISO 11228-1)

CAMPO DI APPLICAZIONE	M_{REF} [KG]	PERCENTUALE DI POPOLAZIONE DI UTILIZZATORI PROTETTA			GRUPPO DI POPOLAZIONE	
		F e M	Femmine	Maschi		
Utilizzo non professionale	5	Dati non disponibili			Bambini e anziani	Popolazione totale
	10	99	99	99	Popolazione domestica generale	
Utilizzo professionale (generale) b)	15	95	90	99	Popolazione lavorativa generale, inclusiva di giovani e anziani	Popolazione lavorativa generale
	20					
	23	25	85	70	90	
Utilizzo professionale (eccezionale) c)	30	Vedere nota			Popolazione lavorativa specializzata	
	35					
	40					
NOTA Circostanze particolari. Mentre si dovrebbe fare ogni tentativo per evitare attività di movimentazione manuale o per ridurre il più possibile il livello dei rischi, potrebbero verificarsi circostanze eccezionali a seguito delle quali la massa di riferimento potrebbe essere maggiore di 25 kg (per esempio dove i progressi tecnologici o gli interventi non sono sufficientemente avanzati). In presenza di tali circostanze eccezionali, si deve prestare maggiore attenzione e considerazione all'istruzione e alla formazione dell'individuo (per esempio, conoscenze specializzate concernenti identificazione e riduzione del rischio), ma anche alle condizioni di lavoro prevalenti e alle capacità dei singoli individui.						

Tabella 12: Massa di riferimento (m_{ref}) per popolazioni differenti (da ISO 11228-1 Annex C)

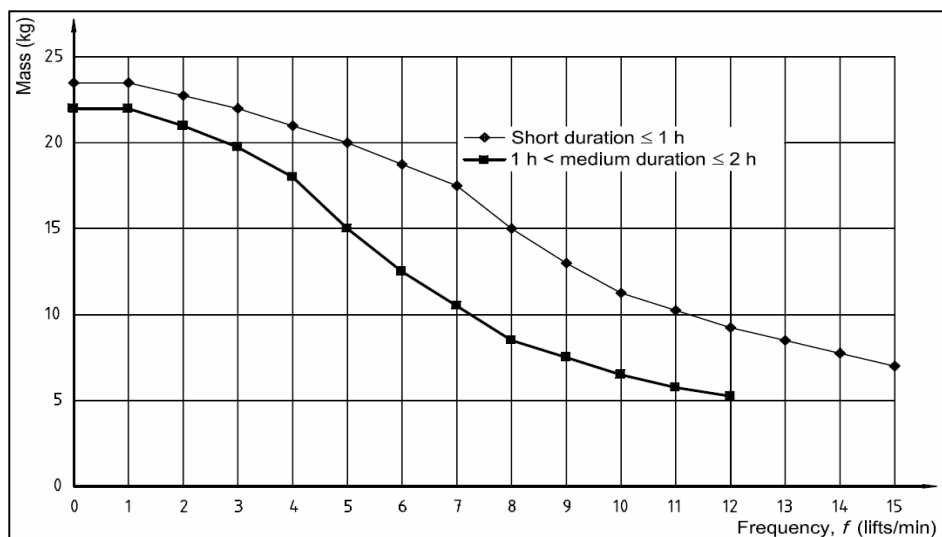


Tabella 13: Andamento dei rapporti massa/frequenza (da ISO 11228-1)

Fase 3 – Limiti raccomandati per massa, frequenza e posizione dell'oggetto

La Norma in questa fase propone l'applicazione dell'equazione RNLE del NIOSH. Previa la verifica di alcuni presupposti, il calcolo del limite risulta valido nelle seguenti condizioni:

- sollevamento a due mani, graduale, senza movimenti bruschi;
- non sono presenti compiti nei quali il lavoratore è supportato solo parzialmente (per esempio 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;
- condizioni (ambientali) favorevoli.

Il limite per la massa dell'oggetto sollevabile in condizioni ideali è ricavato usando la seguente equazione (di fatto si tratta della RNLE per il calcolo del Recommended Weight Limit - RWL):

$$m \leq m_{\text{ref}} \times h_M \times v_M \times d_M \times \alpha_M \times f_M \times c_M$$

dove

m_{ref} è la massa di riferimento per il gruppo di popolazione di utilizzatori identificato;

h_M è il moltiplicatore di distanza orizzontale;

v_M è il moltiplicatore di posizione verticale;

d_M è il moltiplicatore di spostamento verticale;

α_M è il moltiplicatore di asimmetria;

f_M è il moltiplicatore per la frequenza;

c_M è il moltiplicatore per la qualità della presa.

e,

$$h_M = 0,25/h \quad \text{se } h \leq 0,25, h_M = 1 \quad \text{se } h > 0,63$$

$$, h_M = 0$$

$$v_M = 1 - 0,3 \times |0,75 - v| \quad \text{se } v < 0, v_M = 0,78 \quad \text{se } v > 1,75$$

$$, v_M = 0$$

$$d_M = 0,82 + 0,045/d \quad \text{se } d < 0,25, d_M = 1 \quad \text{se } d > 1,75, d_M = 0$$

$$\alpha_M = 1 - (0,003 \times 2\alpha) \quad \text{se } \alpha > 135^\circ, \alpha_M = 0$$

M_{ref} è determinata, come già detto, dal prospetto C.1 (**Tabelle 2 e 11**); le Equazioni per la determinazione di h_M , v_M , d_M , α_M , sono contenute nella norma, f_M , c_M sono determinati in appositi prospetti.

Se **si supera il limite raccomandato** per la movimentazione ricavato dall'equazione (di fatto presenza di rapporto fra peso sollevato e peso raccomandato superiore a 1), allora il compito deve essere riprogettato cambiando la massa e/o la frequenza di sollevamento e/o la sua durata o la geometria di posizionamento dell'oggetto intervenendo sulla struttura del posto o sulla organizzazione del processo di lavoro. Questa, quindi è la condizione che definisce l'accettabilità del rischio o la sua presenza. Nella ISO 11228-1 non sono identificate le fasce di rischio, (verde, gialla e rossa, come è invece per la EN 1005-2 per le quali la norma individua specifiche definizioni) ma solamente un valore limite il cui superamento determina la presenza di rischio.

Fase 4 – Massa cumulativa di sollevamento e trasporto manuale

A seguire, nella fase 4 della procedura, è introdotto il concetto di massa cumulativa giornaliera e di trasporto manuale; la massa cumulata è calcolata come:

$$m_{\text{cum}} = m \times f$$

dove

m = la massa trasportata

f = frequenza di trasporto.

Nelle fasi 1 e 2 questi due valori sono già vincolati: la massa non deve superare 25 kg e la frequenza di trasporto non può essere superiore a 15 volte al minuto. Considerando la condizione fino a dieci metri di trasporto, il limite di massa cumulata trasportata manualmente è definito in 10.000 kg distribuito su otto ore. Se però la distanza supera questo valore (ad esempio 20 m.) questo limite scende a 6.000 kg (sempre in 8 ore). Vengono inoltre forniti corrispondenti valori limite di massa cumulata per periodi di 1 minuto e di 1 ora.

Fase 5 – Limite raccomandato di massa cumulativa in funzione della distanza percorsa

I limiti raccomandati di massa cumulativa, rapportata alla frequenza di trasporto e alla distanza sono riassunti in **Tabella 14**. In presenza di condizioni ambientali sfavorevoli, o quando le operazioni di sollevamento o abbassamento si svolgono a livelli bassi, per esempio sotto l'altezza delle ginocchia, oppure quando le braccia sono sollevate sopra la spalle, i limiti raccomandati per la massa cumulativa per il trasporto di Tabella 14 dovrebbero essere ridotti di almeno un terzo.

Distanza di trasporto	Frequenza di trasporto ($f_{\max}$)	Massa Cumulativa ($m_{\max}$)			Esempi di carichi trasportati
		Kg/min	Kg/h	Kg/8h	
m	azioni/ minuto				
20	1	15	750	6000	5 Kg x 3 volte/min 15 Kg x 1 volta/min 25 Kg x 0,5 volte/min
10	2	30	1500	10000	5 Kg x 6 volte/min 15 Kg x 2 volte/min 25 Kg x 1 volta/min
4	4	60	3000	10000	5 Kg x 12 volte/min 15 Kg x 4 volte/min 25 Kg x 1 volta/min
2	5	75	4500	10000	5 Kg x 15 volte/min 15 Kg x 5 volte/min 25 Kg x 1 volta/min
1	8	120	7200	10000	5 Kg x 15 volte/min 15 Kg x 8 volte/min 25 Kg x 1 volta/min
NOTA 1. Nel calcolo della massa cumulata, è utilizzato una massa di riferimento di 15 Kg e una frequenza di trasporto di 15 volte/minuto definito per la popolazione lavorativa generale					
NOTA 2. La massa cumulata nel sollevamento e nel trasporto non dovrebbe superare i 10.000 Kg/giorno, indipendentemente dalla durata del lavoro nel turno					
NOTA 3. I 23 Kg sono inclusi nel peso di 25 Kg					

Tabella 14: Limiti raccomandati per la massa cumulativa trasportata (per 8 ore; per 1 ora; per 1 minuto) correlati alla distanza di trasporto, per la popolazione lavorativa generale (ISO 11228-1).

B) Valutazione di azioni di sollevamento: il metodo della RNLE del NIOSH

La prima “Guida alle modalità di sollevamento manuale nel lavoro”, prodotta dal Dipartimento dei Servizi Sanitari alla Persona americano e dal NIOSH risale al 1981. Questo documento fu tradotto in Italia da un gruppo di lavoro coordinato dall'EPM di Milano alcuni anni più tardi. In essa si prevedeva una equazione che consentiva di calcolare un Limite di Azione e un Limite Massimo Consentito.

Nel 1993 il NIOSH ha pubblicato una nuova procedura aggiornata denominata Revised Niosh Lifting Equation (RNLE) che prevede una equazione che integra i vari fattori (organizzativi e geometrici) ed ha come obiettivo la determinazione del “peso limite raccomandato” (RWL: Recommended Weight Limit) per le azioni di sollevamento. Tale peso raccomandato viene poi confrontato con il peso realmente sollevato per dare luogo all'Indice di Sollevamento (o meglio, LI: Lifting Index):

$$LI = \text{Peso Sollevato} / \text{Peso Raccomandato}$$

Il peso raccomandato (RWL) è stimato a partire dal *peso massimo sollevabile in condizioni ideali (costante di peso o massa di riferimento)* quale già presentato nelle tabelle 2 e 12, ridotto in funzione dell'intervento di altri elementi di rischio (fattori moltiplicativi di riduzione).

A questa equazione fanno riferimento le norme tecniche della serie relative alla Movimentazione dei Carichi citate nel D.Lgs. 81/08 ed in particolare la norma tecnica ISO 11228-1.

Ad essa risale anche la norma UNI EN 1005-2.

La procedura è peraltro indicata nelle Linee Guida delle Regioni all'applicazione del D.Lgs.626/94.

B.1 Aspetti preliminari della valutazione.

La valutazione del rischio connesso alla movimentazione manuale dei carichi ha come punto di partenza l'individuazione dei **compiti** (tasks) e dei **sottocompiti** (subtasks) che prevedono azioni di:

- 1 Sollevamento e deposito di carichi superiori o uguali a 3,0 Kg;
- 2 Trasporto di carichi eventualmente connesso al sollevamento e deposito;
- 3 Traino e/o spinta di carichi.

Attraverso la definizione delle mansioni e dei compiti che comportano il sollevamento e deposito, il trasporto e traino-spinta di carichi, sarà possibile definire quali di essi necessitino della successiva fase di valutazione del rischio.

Risulta pertanto evidente come, prima di iniziare qualunque valutazione di rischio, sia necessaria una accurata analisi organizzativa che studi i contenuti del turno di lavoro.

A questo fine è utile riproporre alcune definizioni:

- *lavoro organizzato o mansione*: l'insieme organizzato di attività lavorative (compiti) svolte in un turno di lavoro. Esso può essere composto da uno o più compiti lavorativi;
- *compito di sollevamento manuale di carichi*: sollevamento e deposito di carichi superiori o uguali a 3,0 Kg;
- *compiti di trasporto di carichi*: attività connessa al trasporto manuale di carichi superiori o uguali a 3,0 Kg per oltre 1 metro (cammino);
- *compiti di traino e/o spinta manuale di carichi*: attività per avviare, mantenere o arrestare il movimento di un oggetto sia dotato che non dotato di ruote;
- *compiti non comportanti movimentazione manuale di carichi o "lavori leggeri"*: vanno in questi compresi tutti i compiti sedentari, di controllo visivo e anche i lavori leggeri di assemblaggio che non comportino sollevamenti e/o trasporti superiori ai 3 kg, oppure il traino/spinta di carichi.
- *pause ufficiali o meno*: momenti di completo distacco dall'attività lavorativa.

Considerato un turno di lavoro, va prioritariamente di esso descritto:

- *la durata totale*;
- *il tipo, la durata e la distribuzione dei lavori di movimentazione manuale di carichi, distinguendoli per le tipologie prima indicate*;
- *il tipo, la durata e la distribuzione degli altri compiti non di movimentazione manuale di carichi*;
- *il tipo, la durata e la distribuzione delle pause*.

In **Tabella 15** si propone un modello di raccolta dei dati organizzativi che caratterizzano un turno. Si tratta di una sorta di diario della giornata in cui devono essere descritti e temporizzati in successione tutti gli eventi della giornata lavorativa.

Nel conteggio del tempo del compito di movimentazione manuale carichi vanno inclusi inizialmente anche i tempi di trasporto: questo tempo complessivo (sollevamento + trasporto) è necessario per lo studio della frequenza di sollevamento.

I tempi di traino e spinta vanno indicati in caselle separate.

I tempi spesi in "compiti leggeri", che non comportano sollevamenti manuali superiori ai 3 kg, vanno indicati insieme alla pause: essi infatti costituiscono nel loro complesso i tempi di recupero per la colonna vertebrale, così come indicato dal metodo NIOSH per la valutazione degli indici di sollevamento.

Questo primo modello di descrizione dei dati organizzativi fa parte di una scheda di raccolta dei dati necessari alla valutazione degli indici di sollevamento, allestita come guida per la scrittura delle informazioni ottenute durante i sopralluoghi.

Diario del turno	compiti leggeri o pause	SOLLEVAMENTO (incluso il trasporto)	compiti leggeri o pause	traino e spinta	compiti leggeri o pause	SOLLEVAMENTO (incluso il trasporto)	compiti leggeri o pause	traino e spinta	compiti leggeri o pause	SOLLEVAMENTO (incluso il trasporto)	compiti leggeri o pause	traino e spinta	compiti leggeri o pause	SOLLEVAMENTO (incluso il trasporto)	compiti leggeri o pause	traino e spinta	
minuti di lavoro		60		15		120	30	20		60		15	40	120			
MENSA																	
		9.00		9.15		11.15	11.45	12.05		13.05		13.20	14.00	16.00			
trasporto (sec)		900				1800				900							
traino e spinta (min)				15				20				15				0	

Tabella 15: Un modello di raccolta dei dati organizzativi che caratterizzano un turno in cui si svolge attività di MMC.

Durante lo studio di attività con sollevamento manuale di carichi, dal punto di vista operativo, possiamo individuare infine diverse tipologie di compiti di sollevamento, con le seguenti definizioni e caratteristiche:

1 MONO TASK (Compito Singolo) è il compito che comporta il sollevamento di una sola tipologia di oggetti (con lo stesso peso) utilizzando la stessa postura del corpo (geometria del corpo) durante il sollevamento tra l'origine e la destinazione. In questo caso si potrà utilizzare il metodo di calcolo classico denominato "Lifting Index (LI)" (Waters et al., 1993).

2 COMPOSITE TASK (Compito Composito) quando si sollevano oggetti generalmente di una tipologia, ma su differenti geometrie (prelevando o posizionando da/su mensole poste a differenti altezze verticali e/o distanze orizzontali). In pratica ogni singola geometria è denominata "sub-task". In questo caso l'Indice di Sollevamento Composto "Composite Lifting Index (CLI)" può essere calcolato seguendo la specifica procedura indicata da un manuale applicativo pubblicato dal NIOSH (Waters et al., 1994). E' stato però postulato che in questa procedura non possono essere calcolati più di 10 sub-compiti, da cui la necessità di introdurre, standardizzandole, delle semplificazioni (vedi oltre).

3 VARIABLE TASK (Compito Variabile) quando si sollevano/depositano oggetti con pesi diversi ad altezze e/o distanze orizzontali diverse. In questo caso potrebbero essere identificate differenti categorie di peso. Ogni distinta categoria di peso, movimentata su ogni diversa geometria, prende il nome di sub-compito. In questo caso la metodologia di calcolo da adottare è quella del "Variable Lifting Index (VLI)" (Colombini et al., 2010 e 2012; Waters et al., 2015).

4 SEQUENTIAL TASK (Compito Sequenziale) quando il lavoro, durante il turno giornaliero, è caratterizzato da diversi compiti (ciascuno della durata continuativa di almeno 30 minuti) con differenti caratteristiche (MONO, COMPOSITE, VARIABLE). I lavoratori ruotano tra una serie di compiti di sollevamento semplici e/o composti e/o variabili distribuiti nel turno. In questo caso la metodologia di calcolo da adottare è quella del "Sequential Lifting Index (SLI)" (Waters et al., 2007).

Queste tipologie di compiti di sollevamento, riprese nell'ISO TR 12295, vanno valutate tramite le procedure di analisi differenziate di cui all'Annesso A.6 del medesimo TR che si fondano comunque sul metodo originale della RNLE (che è alla base della ISO 11228-1 ed anche della EN 1005-2); queste consentono di studiare anche le situazioni (probabilmente le più frequenti nei contesti concreti) in cui le modalità di MMC sono assai variabili e complesse; in questi ultimi casi tuttavia, pur tenendo conto della complessità, si è di fatto facilitato il “compito” analitico anche mediante il ricorso a preziosissimi software di calcolo messi a disposizione di tutti gli operatori che si occupano della materia.

Va tuttavia rimarcato che in questa sede ci si limiterà a riferire prevalentemente del metodo base della RNLE (per mono-task come riportato anche in ISO 11228-1) mentre per le procedura più complesse si forniranno brevi accenni (come opera il TR ISO 12295), rimandando alla bibliografia, alla manualistica prodotta e ai software offerti nel sito <http://www.epmresearch.org> per gli approfondimenti relativi ai COMPOSITE, VARIABLE e SEQUENTIAL LIFTING TASKS.

B.2 Il concetto delle masse di riferimento.

I valori delle costanti di peso (masse di riferimento) si deducono direttamente dallo standard ISO 11228-1 (e dalla norma UNI EN 1005-2).

I valori in esse indicati, come masse di riferimento per diversi gruppi di popolazione “sana”, sembrano mostrare differenze che possono confondere nella scelta dei valori dei pesi di riferimento, da utilizzare come masse ideali per il calcolo del peso raccomandato e quindi dell'indice.

In particolare dallo standard ISO 11228-1 si evince che utilizzando come massa di riferimento 25 Kg per la popolazione lavorativa adulta maschile vi è protezione per il 95% di essa.

Per quanto riguarda invece la determinazione della *massa di riferimento* per altre popolazioni lavorative (maschile e femminile, giovane e anziana), quanto riportato dallo standard ISO citato, risulta complesso, in quanto vengono forniti, per medesimi target di popolazione e con simili livelli di protezione, altri *valori di riferimento* quali 23 Kg, 20 Kg. e 15 Kg.

Circa il valore di 23 Kg, lo stesso è stato scelto in funzione degli USA, dove è prevalentemente utilizzato (in conformità alla originale RNLE del NIOSH); tuttavia in altra parte dello standard tale valore è assimilato a quello di 25 Kg. Si noti peraltro che un solo valore di 23 kg per maschi e femmine, non rispetta la necessità di tener conto della differenza di genere di cui all'art. 28 del D.Lgs 81/08.

Per altre parti della popolazione lavorativa è utile riferirsi anche alla norma UNI EN 1005-2 ove sono riportati i limiti di tollerabilità (Annex A) per singole popolazioni lavorative.

In particolare si evince che utilizzando come massa di riferimento 20 Kg, la popolazione lavorativa maschile (comprensiva di giovani e anziani) è protetta per oltre il 90%: la conclusione è che per la popolazione maschile della fascia di età giovane e anziana l'utilizzo dei 20 Kg come massa di riferimento risulta essere giustificata.

Per la popolazione lavorativa femminile, si ha che la protezione derivante dall'utilizzo dei 20 Kg come massa di riferimento, garantisce l'85-90% della popolazione adulta mentre si deduce che sono minori i livelli di protezione per femmine giovani e anziane: di conseguenza vengono proposti i 20 Kg come massa di riferimento solo per la popolazione lavorativa femminile adulta e i 15 Kg per la popolazione femminile della fascia di età giovane e anziana.

I risultati delle considerazioni esposte portano a proporre, *in conformità a quanto operato nel TR ISO 12295*, come masse di riferimento per le condizioni ideali di sollevamento, e per la popolazione lavorativa “sana” i seguenti valori riassunti in **Tabella 16**.

uomini (18-45 anni)	25 Kg
donne (18-45 anni)	20 Kg
uomini (<18 o >45 anni)	20 Kg
donne (<18 o >45 anni)	15 Kg

Tabella 16: I valori delle masse di riferimento dedotti dagli standard ISO 11228-1 e UNI EN 1005-2 e suggeriti da TR ISO 12295.

Il superamento di tali valori di massa durante i sollevamenti, anche occasionali, risulta essere immediatamente indice di una possibile criticità: in queste condizioni non può essere assicurata la protezione per almeno il 90% della relativa popolazione di riferimento.

Si noti che sia nello standard ISO 11228-1 che nella norma UNI EN 1005-2 tali masse di riferimento non sono considerate come limiti invalicabili bensì come indicatori di protezione minima delle varie popolazioni.

B.3 Il metodo di valutazione e i fattori considerati.

Come anticipato, le masse di riferimento possono essere considerate come il peso massimo sollevabile in condizioni ideali. Le condizioni del sollevamento (ideali o meno) sono determinate sia delle geometrie sia dall'organizzazione del lavoro.

In particolare il metodo della RNLE definisce i seguenti fattori:

***VM** Fattore altezza: altezza da terra delle mani all'inizio ed alla fine del sollevamento;*
***DM** Fattore dislocazione: distanza verticale del peso tra l'inizio e la fine del sollevamento;*
***HM** Fattore orizzontale: distanza massima del peso dal corpo durante il sollevamento;*
***AM** Fattore asimmetria: dislocazione angolare del peso rispetto al piano sagittale del soggetto;*
***CM** Fattore presa: giudizio sulla presa del carico;*
***FM** Fattore frequenza: frequenza dei sollevamenti, in atti/minuto, relativamente alla durata del compito.*

Il prodotto matematico (**Tabella 17**) fra questi fattori moltiplicativi e le masse di riferimento (una per ogni popolazione lavorativa individuata) produce il Peso Limite Raccomandato (RWL) nelle condizioni effettive del sollevamento.

	COSTANTE DI PESO		PESO MASSIMO RACCOMANDATO IN CONDIZIONI OTTIMALI DI SOLLEVAMENTO
VM	FATTORE ALTEZZA	X	Altezza da terra delle mani all'inizio del sollevamento
DM	FATTORE DISLOCAZIONE	X	Distanza verticale del peso tra inizio e fine del sollevamento
HM	FATTORE ORIZZONTALE	X	Distanza massima del peso dal corpo durante il sollevamento
AM	FATTORE ASIMMETRIA	X	Dislocazione angolare del peso rispetto al piano sagittale
CM	FATTORE PRESA	X	Giudizio sulla presa del carico
FM	FATTORE FREQUENZA	X	Frequenza del sollevamento in atti al minuto e durata

Tabella 17: I fattori moltiplicativi del metodo della RNLE del NIOSH per il calcolo del peso raccomandato (RWL)

Fattore Altezza del sollevamento (VM – Vertical Multiplier)

E' definito come l'altezza (all'inizio o alla fine del sollevamento) del punto medio fra le due mani dal pavimento (**Tabella 18**).

L'altezza da terra delle mani (V) è misurata verticalmente dal piano di appoggio dei piedi al punto di mezzo tra la presa delle mani. Gli estremi di tale altezza sono dati dal livello del piano calpestio e dall'altezza massima di sollevamento (pari a 175 cm).

Il livello ottimale di questo fattore (VM=1,00) è per un'altezza verticale di 75 cm (altezza nocche in posizione "anatomica"). Il valore di VM diminuisce allontanandosi (in alto o in basso) da tale livello ottimale. Se l'altezza supera 175 cm o è inferiore al piano di calpestio (cioè <0 cm) VM diventa critico.

In una approccio "semplificato" (Metodo 2 di EN 1005-2) la determinazione del fattore altezza VM può essere effettuata osservando direttamente i valori riportati sempre in Tabella 18.

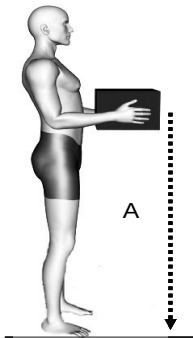
Rimane comunque sempre possibile la via dell'interpolazione del moltiplicatore per valori di altezze intermedi a quelli riscontrabili in tabella.

Altrimenti si può determinare il fattore altezza attraverso l'applicazione della formula del NIOSH originale:

$$VM = 1 - (0,003 \times |V - 75|)$$

Dove V = altezza delle mani da terra in cm.

In questo caso non si tratta di ricercare il moltiplicatore in una tabella predefinita ma ne viene calcolato direttamente il valore



VERTICAL MULTIPLIER (VM)
FATTORE ALTEZZA: altezza delle mani all’inizio (fine) del sollevamento

L'altezza da terra delle mani (A) è misurata verticalmente dal piano di appoggio dei piedi al punto di mezzo tra la presa delle mani.
 Gli estremi di tale altezza sono dati dal livello del suolo e dall'altezza massima di sollevamento (pari a 175 cm.).
 Il livello ottimale (VM = 1) è per un'altezza verticale di 75 cm. (altezza nocche in posizione anatomica).
 Il valore di VM diminuisce allontanandosi (in alto o in basso) da tale livello ottimale

Limiti di applicabilità
 Se l'altezza supera 175 cm. VM = 0.
 Se l'altezza è inferiore a 0 cm, VM = 0.

Moltiplicatori verticali (VM) semplificati per fasce:

Altezza cm	0	25	50	75	100	125	150	>175 o < 0
VM	0.77	0.85	0.93	1.00	0.93	0.85	0.78	0.00

La formula di calcolo di VM:

VM = 1 – (0,003 X |V – 75|)

Dove V = altezza delle mani da terra in cm.

Tabella 18: Il fattore altezza (VM)

Fattore Dislocazione Verticale (DM – Distance Multiplier)

La dislocazione verticale è definita come la distanza verticale fra l'altezza delle mani all'origine e l'altezza delle mani alla destinazione del sollevamento (**Tabella 19**).

La dislocazione verticale di spostamento (D) è data dallo spostamento verticale delle mani durante il sollevamento. Tale dislocazione può essere misurata come valore assoluto della differenza dell'altezza delle mani fra l'origine del sollevamento e la destinazione .

Il livello ottimale di questo fattore (DM=1,00) si ottiene per una dislocazione verticale uguale o inferiore a 25 cm.. Il valore di DM diminuisce all'aumentare del valore (in cm.) della dislocazione verticale.

Si noti che non è possibile ottenere valori di dislocazione verticale superiori a 175 cm in virtù delle limitazioni imposte al fattore altezza VM ($VM \geq 0$ cm e $VM \leq 175$ cm) enunciate al paragrafo precedente.

Nel Metodo semplificato la determinazione del fattore dislocazione verticale DM può essere effettuata osservando direttamente i valori riportati in Tabella 19.

Rimane comunque sempre possibile la via dell'interpolazione del moltiplicatore per valori di dislocazione verticale intermedi a quelli riscontrabili in tabella.

Altrimenti si può determinare il fattore dislocazione verticale attraverso l'applicazione della formula:

$$DM = 0,82 + (4,5 / D)$$

Dove D = dislocazione verticale in cm.

DISTANCE MULTIPLIER (DM)

FATTORE DISLOCAZIONE: differenza fra altezza delle mani all'inizio del sollevamento e al deposito

La dislocazione verticale di spostamento (B) è data dallo spostamento verticale delle mani durante il sollevamento. Tale dislocazione può essere misurata come differenza del valore di altezza delle mani fra l'inizio e la destinazione del sollevamento.

Nel caso particolare in cui l'oggetto debba superare un ostacolo, la dislocazione verticale sarà data dalla differenza tra l'altezza massima raggiunta per superare l'ostacolo e l'altezza delle mani all'inizio (o della fine) del sollevamento e/o deposito

La distanza B ottimale va considerata di massimo 25 cm (DM =1)

Limiti di applicabilità

Se l'altezza di dislocazione supera 175 cm., VM = 0.

Moltiplicatori di dislocazione (DM) semplificati per fasce:

Altezza cm	25	30	40	50	70	100	170	>175
DM	1	0.97	0.93	0.91	0.88	0.87	0.86	0.00

La formula di calcolo di DM:

$$DM = 0,82 + (4,5 / D)$$

Dove D = dislocazione verticale in cm.

Tabella 19: La dislocazione verticale (DM)

Fattore Orizzontale (HM –Horizontal Multiplier)

Tale parametro è definito come la distanza orizzontale (H) fra la proiezione (verticale) del punto medio di presa delle mani (baricentro del carico) e il baricentro corporeo. **(Tabella 20).**

La distanza orizzontale (H) è misurata dal punto centrale della linea congiungente i malleoli interni (baricentro corporeo) al punto di mezzo tra la presa delle mani (baricentro del peso) proiettata verticalmente a terra. Quando il baricentro del peso non coincide col punto di presa delle mani (es. uso del badile), utilizzare come distanza dal baricentro corporeo la vera distanza dal baricentro del peso.

Il livello ottimale (HM = 1,00) si ottiene per una distanza orizzontale uguale o inferiore a 25 cm. Il valore di HM diminuisce all'aumentare della distanza orizzontale.

Se la distanza orizzontale risulta superiore a 63 cm, il fattore HM assume un valore critico pari a 0.

Nel Metodo “semplificato” la determinazione del fattore distanza orizzontale HM può essere effettuata osservando direttamente i valori riportati in Tabella 20. Rimane sempre possibile la via dell'interpolazione fra le classi di distanza per la scelta del relativo moltiplicatore.

$$HM = 25 / H$$

Dove H = distanza orizzontale in cm.

A diagram of a male figure standing on a grey floor, holding a black cube with both hands. A vertical line passes through the center of the cube and the figure's torso. A horizontal line with an arrow at the end, labeled 'H', extends from the ankle level to the vertical line. A dashed line also extends from the ankle level to the vertical line.

HORIZONTAL MULTIPLIER (HM)

FATTORE ORIZZONTALE: distanza orizzontale del carico dal corpo

La distanza orizzontale (H) è misurata dalla linea congiungente i malleoli interni al punto di mezzo tra la presa delle mani (proiettata sul terreno) di fatto è la distanza orizzontale fra baricentro corporeo e baricentro del peso.

Qualora si osservi che il baricentro dell'oggetto non cade al centro della linea immaginaria che congiunge le mani nel punto di presa, allora misurare la vera distanza dal baricentro dell'oggetto e non il punto di presa delle mani.

La distanza ottimale considerata è uguale o inferiore a 25 cm (HM =1)

Limiti di applicabilità

Se la distanza supera 63 cm, VM = 0.

Moltiplicatori di dislocazione (HM) semplificati per fasce:

Distanza (cm)	25	30	40	50	55	60	>63
DM	1	0.83	0,63	0.50	0.45	0.42	0.00

La formula di calcolo di HM:

$$HM = 25 / H$$

Dove H = distanza orizzontale in cm.

Tabella 20: La distanza del carico dal corpo (HM)

Fattore Asimmetria (AM – Asymmetric Multiplier)

L'angolo di asimmetria è definito dalla posizione del carico relativamente al piano sagittale mediano del soggetto (**Tabella 21**). La linea sagittale è la linea passante per il piano sagittale mediano, dividente il corpo in due emisomi uguali quando considerato in posizione neutra, cioè in posizione eretta senza torsioni. L'angolo di asimmetria varia tra 0° (AM=1) e 135° (AM=0,57). Per valori dell'angolo superiori a 135° il fattore AM assume il valore critico 0.

In generale, un sollevamento asimmetrico può essere richiesto se l'origine e la destinazione del sollevamento sono angolate tra loro. In realtà la presenza di asimmetria si determina quando lo spazio o il tempo per "girare i piedi" è insufficiente o limitato. Se è invece possibile girare i piedi (e non il tronco) normalmente non si produce asimmetria oppure la stessa potrebbe essere determinata dal comportamento individuale dell'operatore che va, nel caso, registrato e corretto.

A 3D diagram of a male figure holding a rectangular box. A vertical line represents the sagittal plane. The box is tilted, and the angle between the sagittal plane and the vertical line of the box is labeled 'Y'.

ASYMMETRIC MULTIPLIER (AM)

FATTORE ASIMMETRIA: angolo di torsione del tronco

L'angolo di asimmetria (A) è l'angolo fra la linea di asimmetria e la linea sagittale. La linea di asimmetria congiunge idealmente il punto di mezzo tra le caviglie e la proiezione a terra del punto intermedio alle mani all'inizio (o in subordine alla fine) del sollevamento.

L'angolo di asimmetria è definito dalla posizione del carico relativamente al piano sagittale mediano del soggetto.

La angolazione ottimale considerata è uguale o inferiore a 25 gradi (AM =1)

Limiti di applicabilità

Se la torsione dell'emisoma supera 135 gradi, VM = 0.

Moltiplicatori di asimmetria (AM) semplificati per fasce:

Angoli (gradi)	0	30	60	90	120	135	>135
AM	1	0.90	0,81	0.71	0.62	0.57	0.00

La formula di calcolo di AM:

$$AM = 1 - (0,0032 Y)$$

Dove Y =angolo di asimmetria in gradi

Tabella 21: - L'angolo di asimmetria (AM).

Al fine della determinazione del fattore asimmetria deve essere considerato l'angolo osservato indipendentemente dalle cause che lo determinano.

Rimane comunque importante l'eliminazione delle cause che determinano l'asimmetria in particolare nella fase di riduzione del rischio.

Nel Metodo "semplificato" la determinazione del fattore asimmetria AM può essere effettuata osservando direttamente i valori riportati in Tabella 21.

Altrimenti si determina il fattore asimmetria attraverso l'applicazione della formula:

$$AM = 1 - (0,0032 Y)$$

Dove Y =angolo di asimmetria in gradi

Fattore di Presa (CM – Coupling Multiplier)

E' definito come la stima della modalità di prensione del carico e si basa sulla valutazione delle caratteristiche qualitative della presa.

La presa dell'oggetto può essere classificata sulla scorta di caratteristiche qualitative in (**Tabella 22**): *buona* (CM=1), *sufficiente* (CM=0,95), *scarsa* (CM=0,9)

Qualità della presa	BUONA	SUFFICIENTE	SCARSA
Descrizione	Lunghezza carico ≤40 cm; altezza carico ≤30 cm; buoni manici o scanalature per le mani. Parti semplici da movimentare e oggetti con presa avvolgente e senza eccessiva deviazione del polso.	Lunghezza carico ≤40 cm; altezza carico ≤30 cm; manici o scanalature per le mani carenti o flessione delle dita di 90°. Parti semplici da movimentare e oggetti con flessione delle dita di 90° e senza eccessiva deviazione del polso.	Lunghezza carico >40 cm oppure altezza carico >30 cm, oppure parti difficili da movimentare od oggetti cedevoli oppure baricentro asimmetrico oppure contenuto instabile oppure oggetto difficile da afferrare o utilizzo di guanti.
CM	1,00	0,95	0,90

Tabella 22: Il fattore presa (CM)

Dalle definizioni date, il livello ottimale (CM=1) si ottiene per una buona presa che rispetti totalmente i canoni descritti. Il valore di CM si riduce in funzione della tipologia di presa e di ingombro del carico movimentato fino al valore minimo CM=0,9 (presa scarsa).

Data la evidente difficoltà nel differenziare il tipo di presa *sufficiente* dal tipo di presa *scarso*, si consiglia di usare solo i moltiplicatori per la presa buona (CM=1) caratterizzata dalla presa in grip, considerando tutte le altre prese come scarse (CM=0,9)

Fattore Frequenza (FM – Frequency Multiplier)

Per determinare il fattore frequenza FM è necessario anzitutto descrivere l'organizzazione della giornata lavorativa (Tabella 15).

Questo primo fondamentale studio dovrà interessare principalmente l'analisi dell'alternanza delle fasi lavorative che prevedano da un lato la presenza di movimentazione manuale di carichi, incluso il trasporto, il traino o la spinta (*tempi di movimentazione manuale*) e, dall'altro lato, altre attività "leggere" senza sollevamento manuale o costituite da pause: i *tempi di recupero*.

La descrizione dell'organizzazione del lavoro è completata dall'individuazione delle tipologie di movimentazione, tipologie dei carichi e le relative quantità sollevate nel turno.

Questa preliminare analisi permette di individuare sia la *durata* dei tempi di sollevamento, sia la *frequenza* alla quale i carichi sono movimentati, elementi indispensabili per individuare il moltiplicatore corrispondente FM.

Il calcolo della durata secondo la Revised Niosh Lifting Equation (RNLE)

Per quanto riguarda i criteri di definizione degli scenari di durata dei sollevamenti se ne riportano in contenuti in **Tabella 23**.

A - Breve durata:

- A1. durata di ogni compito di sollevamento ≤ 60 minuti consecutivi;
- A2. seguito da altre attività senza sollevamento manuale o pause della durata $\geq 100\%$;

B - Media durata:

- B1. non è breve durata;
- B2. durata di ogni compito di sollevamento ≤ 120 minuti consecutivi;
- B3. seguito da altre attività senza sollevamento manuale o pause della durata $\geq 30\%$;

C - Lunga durata:

- C1. non è breve durata;
- C2. non è media durata.

Tabella 23: Definizione dei 3 livelli di durata.

Alcuni esempi applicativi sono riportati in **Tabella 24**.

Riguardo ai contenuti di Tabella 24 è utile rimarcare alcuni dettagli:

1 ***nell'esempio B** si evidenzia che è sufficiente la presenza nel turno di un solo periodo di sollevamento manuale a durata MEDIA (120 minuti solleva/60 minuti non solleva), per definire come tale la durata del sollevamento, anche se presenti altri periodi a durata breve.*

2 ***nell'esempio C** i 30 minuti di "non sollevamento" non sono sufficienti a recuperare i 120 minuti di "sollevamento". La durata sarà pertanto da considerarsi LUNGA (120 minuti a cui vanno sommati i 60 successivi, essendo inefficaci i 30 minuti di recupero intermedi ai due valori).*

Quando siano presenti nel turno operazioni di traino/spinta, esse non possono essere considerate come momenti di recupero al sollevamento di carichi, ma anzi, nel determinare la durata, i loro tempi vanno sommati a quelli del sollevamento.

Il calcolo della frequenza secondo la Revised Niosh Lifting Equation (RNLE)

Per il calcolo della frequenza il manuale originale del NIOSH suggerirebbe di ricorrere a momenti osservazione dello svolgimento del compito, della durata di almeno 15 minuti, contando il numero di pezzi sollevati nell'intervallo di osservazione e calcolando successivamente la frequenza al minuto.

Questa procedura potrebbe però determinare una sotto o sovrastima della frequenza, a seconda del ritmo di lavoro sostenuto nei momenti di osservazione.

Utilizzando invece i dati ricavati dal *diario dei contenuti del turno* già proposto in precedenza (Tabella 15), sarà possibile ottenere un dato sicuramente più obbiettivo e rispondente alla realtà produttiva.

Infatti dalla somma dei momenti nel turno, dedicati ai sollevamenti manuali (comprensivi dei momenti di trasporto), è possibile ottenere il primo parametro per il calcolo della frequenza e cioè la *durata complessiva dei tempi di sollevamento nel turno*.

Conosciuti quanti pezzi devono essere sollevati nel turno (informazione proveniente da dati di produzione), diviene facile ottenere la frequenza utilizzando la seguente formula:

$$\text{FREQUENZA} = \frac{\text{N. PEZZI SOLLEVATI NEL TURNO}}{\text{DURATA (MIN) DEL SOLLEVAMENTO MANUALE NEL TURNO}}$$

La ricerca del fattore frequenza/durata

La *durata* e la *frequenza* così determinate permettono la scelta del corrispondente Fattore Frequenza FM – Frequency Multiplier) utilizzando la tabella di seguito riportata (**Tabella 25**).

Il fattore frequenza, così come gli altri fattori, avrà valore massimo pari a FM=1 che degraderà fino a FM=0 in funzione dell'importanza dei valori di frequenza e durata individuati.

Una nota importante riguarda le frequenze inferiori alla frequenza minima indicata in **Tabella 25**: nel caso in cui la frequenza risulti inferiore a 0,2 atti/min., la valutazione del rischio dovrà comunque essere effettuata considerando il fattore frequenza FM=1.

In **Tabella 25** si notano due gruppi di moltiplicatori, uno riferito ai sollevamenti con altezza mani all'inizio del sollevamento inferiore a 75 cm, e uno superiore a 75cm.

Si può notare che la differenza fra i valori riportati dalle due tabelle è minima: per semplificare le valutazioni si consiglia pertanto di utilizzarne una sola e cioè la più severa (altezza mani inferiore a 75 cm).

A											
compiti leggeri o pause	SOLLEVAMENTO (incluso il trasporto)	compiti leggeri o pause	traino e spinta	compiti leggeri o pause	SOLLEVAMENTO (incluso il trasporto)	compiti leggeri o pause	traino e spinta	compiti leggeri o pause	SOLLEVAMENTO (incluso il trasporto)	compiti leggeri o pause	traino e spinta
	60	60			60	60			60	60	
DURATA BREVE											
B											
compiti leggeri o pause	SOLLEVAMENTO (incluso il trasporto)	compiti leggeri o pause	traino e spinta	compiti leggeri o pause	SOLLEVAMENTO (incluso il trasporto)	compiti leggeri o pause	traino e spinta	compiti leggeri o pause	SOLLEVAMENTO (incluso il trasporto)	compiti leggeri o pause	traino e spinta
	120	60			60	60			60	60	
DURATA MEDIA											
C											
compiti leggeri o pause	SOLLEVAMENTO (incluso il trasporto)	compiti leggeri o pause	traino e spinta	compiti leggeri o pause	SOLLEVAMENTO (incluso il trasporto)	compiti leggeri o pause	traino e spinta	compiti leggeri o pause	SOLLEVAMENTO (incluso il trasporto)	compiti leggeri o pause	traino e spinta
	120	30			60	60			60	60	
DURATA LUNGA											

Tabella 24: Alcuni esempi di organizzazione del lavoro a durata breve, media e lunga.

FREQUENZA	DURATA DEL LAVORO (CONTINUO)		
AZIONI/MIN.	≤ 8 ORE (LUNGA)	≤ 2 ORE (MEDIA)	≤ 1 ORA (BREVE)
≥0.2	0,85	0,95	1,00
1	0,81	0,92	0,97
1	0,75	0,88	0,94
2	0,65	0,84	0,91
3	0,55	0,79	0,88
4	0,45	0,72	0,84
5	0,35	0,60	0,80
6	0,27	0,50	0,75
7	0,22	0,42	0,70
8	0,18	0,35	0,60
9	0,00	0,30	0,52
10	0,00	0,26	0,45
11	0,00	0,00	0,41
12	0,00	0,00	0,37
13	0,00	0,00	0,00
14	0,00	0,00	0,00
15	0,00	0,00	0,00
>15		0,00	0,00
MULTIPLICATORI PER V < 75 CM			

FREQUENZA	DURATA DEL LAVORO (CONTINUO)		
AZIONI/MIN.	≤ 8 ORE (LUNGA)	≤ 2 ORE (MEDIA)	≤ 1 ORA (BREVE)
≥0.2	0,85	0,95	1,00
1	0,81	0,92	0,97
1	0,75	0,88	0,94
2	0,65	0,84	0,91
3	0,55	0,79	0,88
4	0,45	0,72	0,84
5	0,35	0,60	0,80
6	0,27	0,50	0,75
7	0,22	0,42	0,70
8	0,15	0,35	0,60
9	0,13	0,30	0,52
10	0,00	0,26	0,45
11	0,00	0,23	0,41
12	0,00	0,21	0,37
13	0,00	0,00	0,34
14	0,00	0,00	0,31
15	0,00	0,00	0,28
>15		0,00	0,00
MULTIPLICATORI PER V ≥ 75 CM			

Tabella 25: Il fattore frequenza (FM-Frequency Multiplier) in relazione alla “durata” dei sollevamenti e all’altezza della presa all’inizio del sollevamento.

Ulteriori fattori. Sollevamento effettuato da 2 o più operatori (AdM): EN 1005-2 e standard ISO 11228-1

Mentre l’originale formula del NIOSH non prevede moltiplicatori aggiuntivi nel caso in cui il sollevamento venga effettuato da 2 operatori, sia la norma EN 1005-2 che lo standard ISO 11228-1 prevedono interventi correttivi degli indici di sollevamento quando questo sia effettuato da due o più lavoratori contemporaneamente.

I differenti metodi di approccio delle due norme, anche se affrontati in maniera matematica diversa, non presentano sostanziali difformità, sottolineando entrambe la necessità di introdurre dei riduttori dell’indice finale, quando il sollevamento avvenga con queste modalità.

In particolare la norma EN 1005-2 prevede di applicare alla formula, per la determinazione del peso limite raccomandato (sollevamento eseguito da due operatori contemporaneamente), un fattore moltiplicativo pari a AdM (2 operatori) = 0,85 e di dimezzare il peso sollevato (**Tabella 26**). Non sono previste differenze quando il sollevamento manuale sia eseguito da più di 2 operatori.

Lo standard ISO 11228-1 applica un calcolo matematico differente e distingue inoltre il caso in cui il sollevamento sia effettuato da 2 o da 3 lavoratori contemporaneamente ma la sostanza porta a risultati analoghi a quelli individuati dalla norma EN 1005-2.

LIFTING INDEX=	PESO SOLLEVATO	x	$\frac{1}{2}$	x	$\frac{1}{0,85}$
	PESO RACCOMANDATO				

Tabella 26: AdM (2 operatori) nella EN 1005-2

Ulteriori fattori. Sollevamento effettuato con un solo arto (OM): EN 1005-2 e standard ISO 11228-1

Il sollevamento del carico con un solo arto è trattato in modo differente nelle due norme citate. Difatti mentre la EN 1005-2 propone una modalità di calcolo, lo standard ISO 11228-1 (così come la formula originale del NIOSH) riferisce semplicemente che la formula per la stima del Lifting Index finale si limita a valutare la condizione di sollevamento con entrambi gli arti superiori.

Si evince da ciò che volendo stimare il rischio nella condizione in cui il carico sia sollevato con un unico arto, la modalità di valutazione da utilizzare è quella che si propone nella norma EN 1005-2 (ora ripresa anche dal TR ISO 12295).

La norma prevede infatti l'applicazione di un ulteriore fattore moltiplicativo OM=0,6 alla formula per la determinazione del Peso Limite Raccomandato (**Tabella 27**):

LIFTING INDEX=	PESO SOLLEVATO
	$\frac{\text{PESO RACCOMANDATO}}{\text{PESO SOLLEVATO}}$
LIFTING INDEX=	PESO SOLLEVATO
	$\frac{\text{CP} \times \text{VM} \times \text{DM} \times \text{HM} \times \text{AM} \times \text{CM} \times \text{FM} \times (\text{OM} = 0,6)}{\text{PESO RACCOMANDATO}}$

Tabella 27: OM (sollevamento con un arto) in EN 1005-2.

B.4 Indicatori di rischio (Lifting Index) e azioni conseguenti

E' ora possibile arrivare a esprimere indicatori sintetici di rischio derivati dal rapporto tra il peso effettivamente sollevato e il peso (massa) raccomandato per quel dato compito nello specifico contesto lavorativo (Lifting Index). Sulla scorta del risultato di Lifting Index ottenuto, è possibile delineare conseguenti comportamenti in funzione preventiva.

Nel dettaglio valgono gli orientamenti espressi in **Tabella 28**.

Gli stessi sono espressi a partire da quanto indicato nello standard EN 1005-2, secondo il tradizionale sistema delle tre zone (verde, giallo, rosso); la ulteriore classificazione dei valori di LI superiore a 1 è specificamente suggerita, a titolo orientativo, dal TR ISO 12295.

Valore di Lifting Index (LI)	Livello di esposizione	Interpretazione	Misure preventive conseguenti
LI ≤ 0,85 AREA VERDE	Accettabile; Nessun rischio	Esposizione accettabile per la maggior parte della popolazione lavorativa di riferimento (considerata per genere e fascia di età).	Accettabile: nessuna conseguenza
0,85 < LI ≤ 1,0 AREA GIALLA	Borderline o esposizione molto bassa	Esposizione accettabile per la maggior parte della popolazione lavorativa di riferimento. Tuttavia una parte non trascurabile della stessa potrebbe essere esposta a livelli di rischio molto bassi.	Se possibile migliorare fattori strutturali o adottare altre misure organizzative; formare gli addetti.
1,0 < LI < 2,0 AREA ROSSO LIEVE	Rischio presente: livello lieve-moderato	Una parte significativa della popolazione lavorativa potrebbe essere esposta ad un livello di rischio lieve-moderato.	Riprogettare appena possibile e comunque a MEDIO TERMINE i compiti e i posti di lavoro secondo priorità. Formare gli addetti ed attivare la Sorveglianza Sanitaria.
2,0 ≤ LI < 3,0 AREA ROSSO MEDIO	Rischio presente: livello significativo	Una parte più ampia della popolazione lavorativa potrebbe essere esposta ad un livello significativo di rischio.	Riprogettare A BREVE TERMINE i compiti e i posti di lavoro. Formare gli addetti ed attivare la Sorveglianza Sanitaria.
LI ≥ 3,0 AREA ROSSO INTENSO (VIOLETTA)	Rischio presente: livello elevato	Assolutamente non adeguato per la maggior parte della popolazione lavorativa.	Riprogettare IMMEDIATAMENTE i compiti e i posti di lavoro. Formare gli addetti ed attivare la Sorveglianza Sanitaria.

Tabella 28 : Classificazione del Lifting Index e conseguenti orientamenti operativi

E' utile programmare gli interventi identificando le priorità di rischio. L'intervento è comunque necessario anche con indici (LI) compresi tra 1 e 3.

Successivamente è opportuno riverificare il relativo indice di rischio dopo ogni intervento.

Va comunque attivata la sorveglianza sanitaria periodica del personale esposto con periodicità bilanciata in funzione del livello di rischio.

Va ribadito che gli orientamenti interpretativi esposti relativamente al Lifting Index valgono egualmente laddove si proceda alla valutazione degli altri tipi di compiti di sollevamento (Composite, Variabile e Sequenziale).

C) Cenni relativi allo studio dei compiti di sollevamento complessi (compositi, variabili e sequenziali)

I concetti qui espressi ricalcano quanto riportato al proposito nell'Annex A del TR ISO 12295.

I dettagli circa le procedure per la analisi dei compiti di sollevamento complessi possono essere agevolmente reperiti nella bibliografia e manualistica riportata.

Nel sito web www.epmresearch.org è possibile reperire anche appositi software per il calcolo facilitato della RNLE anche nei casi di compiti complessi (Composito e/o Variabile).

Come già visto, durante lo studio di attività con sollevamento manuale di carichi, dal punto di vista operativo, possiamo individuare quattro tipologie di compiti, con le seguenti definizioni e caratteristiche: MONO TASK (Compito Singolo); COMPOSITE TASK (Compito Composito); VARIABLE TASK (Compito Variabile); SEQUENTIAL TASK (Compito Sequenziale).

Per il MONO TASK si faccia riferimento a quanto presentato nei precedenti paragrafi.

Per il COMPOSITE TASK, qualora articolato in non più di 10 varianti o sub-task, si faccia riferimento al “Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation”.

In questo documento ci si concentra, in modo sintetico sulle procedure per valutare le attività di sollevamento manuale, composte da differenti sub-tasks, siano esse costituite da “compiti compositi” (quando comportino più di 10 possibili varianti o sub-tasks) oppure da “compiti variabili”, calcolandone i corrispettivi CLI e VLI, il tutto mantenendo i criteri originali della RNLE.

Saranno infine fornite alcune note relative al SEQUENTIAL TASK.

C.1 Compiti di sollevamento complessi (CLI e VLI) - panoramica della procedura

Sollevamenti complessi significa “compiti caratterizzati dalla presenza di molti subcompiti (più di 10-12) come succede per i compiti compositi e in quasi tutti i compiti variabili.

I compiti variabili sono spesso osservati nell'industria, ma questo non è stato in precedenza definito dal NIOSH; esso include compiti di sollevamento manuale nei quali le caratteristiche di ogni sollevamento variano nel turno, come nel magazzinaggio, movimentazione bagagli, costruzioni e in diversi lavori nei servizi. Nei compiti di sollevamento variabili il peso del carico che viene sollevato e la geometria del sollevamento (distanza orizzontale, altezza verticale, ecc) possono variare in ogni sollevamento del compito/lavoro.

Le variabili che aumentano il numero di sub-compiti nei compiti variabile e composito possono essere molte e possono portare a lunghi tempi analitici ed errori.

La formula originale RNLE per un compito di sollevamento composito scoraggia l'utilizzo di più di 10 variabili (subcompiti). Pertanto sono necessarie delle semplificazioni per eseguire l'analisi di situazioni così complesse di frequente riscontro nella realtà lavorativa.

Si suggerisce l'utilizzo delle procedure generali di seguito riportate.

Il CLI e VLI saranno calcolati utilizzando i dati “rappresentativi” raccolti sul luogo di lavoro; essi saranno inseriti nelle specifiche equazioni.

Tali dati comprendono il numero dei carichi sollevati e il loro peso, l'altezza della mani, la distanza orizzontale, l'asimmetria, ecc. al loro prelievo e al loro deposito (le così dette geometrie al prelievo e al deposito). Maggiori saranno le variazioni tra gli oggetti e le geometrie, maggiori saranno i dati da considerare all'atto dell'analisi degli indici.

Gli “elementi chiave” su cui si è basato lo sviluppo della procedura sono i seguenti:

- Qualunque sia il numero dei potenziali singoli sub-tasks, essi vengono ridotti, mediante la procedura fino ad un massimo di 30, definiti dalla presenza di carichi differenti (categorie di peso) e dalle geometrie di movimentazione considerando:
 - Fino a 5 categorie di oggetti (*Pesi*);

- solo 2 categorie (ideale/non ideale) per la classificazione della *Collocazione Verticale* (Vertical Location - VM)
- solo 3 categorie (vicina, media, lontana) per la classificazione della *Distanza Orizzontale* (Horizontal Location - HM)
- La presenza di *Dislocazione Angolare* (Asimmetry) è valutata sinteticamente per ognuna delle 5 categorie di peso (mediante un valore di soglia).
- I criteri per definire la *Durata* giornaliera dei sollevamenti sono rimasti invariati;
- La *Frequenza* delle azioni di sollevamento è determinata specificatamente per ognuno (fino a un massimo) dei 30 sub-tasks considerati.
- La *Dislocazione* (Distanza) *verticale* e la *Qualità della presa* del carico sono considerate come costanti.
- Operate queste semplificazioni, diviene possibile calcolare il LI di specifico per tutti i sub-tasks individuati (massimo 30);

Poiché il considerare contemporaneamente, con la tradizionale formula per il CLI (Waters et al., 1994), 30 sub-tasks (e corrispondenti LI) è da ritenersi ancora inadeguato (la ripartizione della frequenza totale di sollevamento nelle frequenze individuali per ogni sub-task risulterebbe ancora eccessiva andando a pregiudicare un corretto risultato finale), si procede ad un'ulteriore aggregazione raggruppando i possibili 30 LI in 6 possibili differenti "Categorie LI" (LI Categories), i cui limiti sono determinati in funzione della variabilità dei dati e si ricalcola la frequenza cumulativa per ognuna delle 6 categorie di LI presenti.

Al termine di questa aggregazione è possibile calcolare anche l'*Indice di Sollevamento del compito Variabile* (VLI) utilizzando la modalità tradizionale del "*Composite Lifting Index*" (CLI) (Waters et al, 1994).

La nuova procedura mantiene i criteri originali della RNLE, passando per una semplificazione nella raccolta dei dati e un nuovo software apposito.

Di seguito verranno presentati gli elementi essenziali e alcuni dettagli della procedura che permette di calcolare sia il CLI (Indice di Sollevamento Composito) per un compito composto da più di 10 subcompiti, sia il VLI (Indice di Sollevamento Variabile) per compiti variabili. Questa stima può essere calcolata solo mediante un software apposito (con calcoli manuali sarebbe troppo difficile). A tale scopo, nel sito internet www.epmresearch.org (in inglese e italiano) è possibile scaricare gratuitamente il suddetto software, utile per applicare la procedura del CLI "complesso" e del VLI (secondo le indicazioni di ISO 11228-1 e del TR ISO 12295).

C.2 Compiti di sollevamento complessi (CLI e VLI) - approfondimenti della procedura

Raccolta dati di organizzazione e di produzione.

Lo studio dei dati organizzativi è preliminare per tutti i tipi di compiti: mono, composito, variabile o sequenziale.

Il primo passo dell'analisi è quello dell'identificazione dei lavoratori e del loro numero (1 o più) occupati in attività omogenee di sollevamento dei carichi.

In secondo luogo, occorre determinare le differenti fasi di movimentazione (task/s) e la loro rispettiva durata nel turno, anche in considerazione della vera sequenza di sollevamento o di avvicinamento con altri compiti "senza movimentazione manuale" e/o di interruzione delle attività (pause).

Nella raccolta dati deve quindi essere indicato il peso (da 3 Kg fino al peso massimo sollevato, suddivisi in intervalli incrementali di 1 Kg) e il numero relativo di oggetti sollevati in un turno dal lavoratore (se uno) o dall'intero gruppo omogeneo di lavoratori individuato.

Questi dati di produzione sono generalmente noti alle figure responsabili dell'organizzazione aziendale. In alcuni contesti la conoscenza del peso dell'oggetto sollevato è obbligatoria e dovrebbe essere apposta sull'imballo. Occorre notare che se qualche oggetto è sollevato svariate volte tra l'origine e la destinazione, dovrà essere indicato il numero delle volte per cui esso è effettivamente

spostato: questo dato cambierà il numero di oggetti effettivamente sollevati e conseguentemente la frequenza di sollevamento.

I pesi indicati saranno quindi aggregati (dal software dedicato) in un massimo di 5 categorie di peso, su una base statistica, definite dalle rispettive tipologie e quantità.

Dai dati precedenti e cioè “il numero di lavoratori coinvolti nel task/s”, “la durata netta di sollevamento manuale nel turno”, “il numero totale di oggetti sollevati durante un turno”, “il numero di oggetti all'interno di ogni categoria di peso sollevati durante un turno”, si otterrà sia la frequenza di sollevamento complessiva (per lavoratore) sia la frequenza totale di sollevamento (per lavoratore) per ognuna delle 5 categorie di peso. Dalle tavole tradizionali possono vengono utilizzati i Moltiplicatori di Frequenza (FM) corrispondenti (Waters et al., 1993) in considerazione dello scenario di durata di sollevamento appropriato (breve; media; lunga).

Semplificazione delle variabili.

Per calcolare gli LI per i sub-task individuati e arrivare a non superare le 30 varianti, devono essere adottate alcune semplificazioni nelle diverse variabili (e relativi moltiplicatori) presenti nell'Equazione originale (Waters et al., 1993; Colombini et al., 2010 e 2012; Waters et al., 2015).

A seguire, sono definiti gli orientamenti adottati per le semplificazioni:

a) collocazione verticale (altezza delle mani all'origine/destinazione del sollevamento).

La variabile “altezza delle mani all'origine/destinazione del sollevamento” è stata ridotta in due differenti aree (**Figura 1**):

- **AREA IDEALE:** le mani sono poste tra 50 e 125 cm; il conseguente Moltiplicatore Verticale (VM) è definito uguale a 1.
- **AREA NON IDEALE.** Le mani sono al disotto di 50 cm o sono superiori a 125 cm: il conseguente Moltiplicatore Verticale (VM) è definito uguale a 0,78.

L'AREA ESTREMA superiore a 175 cm (>175 cm) è da considerarsi come ulteriore opzione, completamente inadeguata o CRITICA (il calcolo risulta infatti possibile) e deve essere evitata.

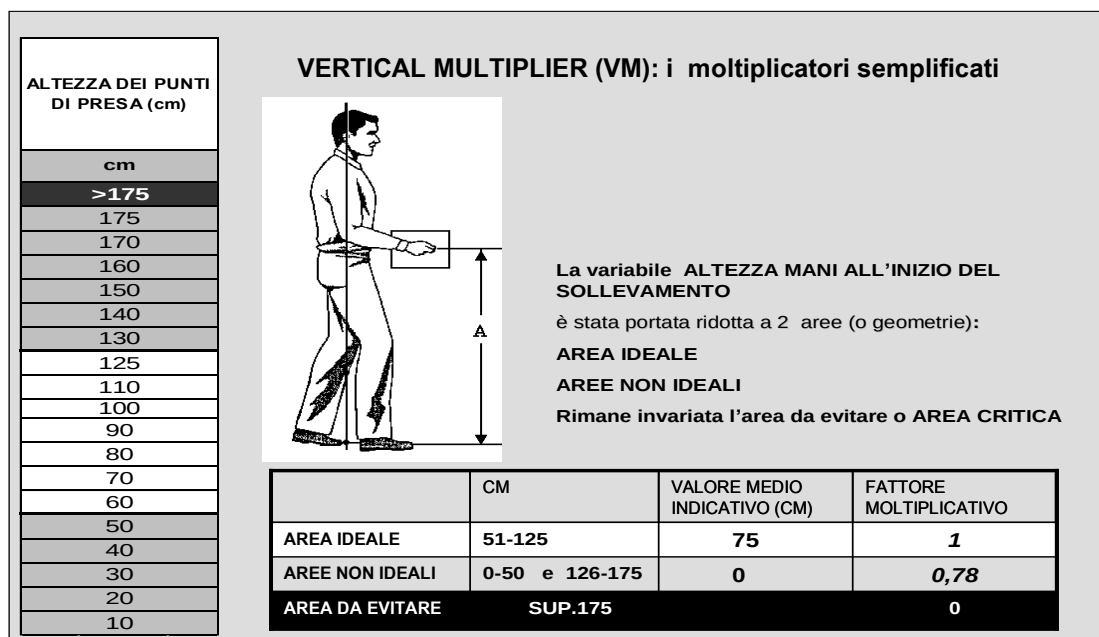


Figura 1: I moltiplicatori semplificati per l'altezza delle mani all'origine/destinazione del sollevamento

b) *dislocazione(distanza) orizzontale (Massimo punto di presa delle mani lontano dal corpo durante il sollevamento).*

La distanza orizzontale è stata semplificata in tre differenti aree (**Figura 2**):

- AREA IDEALE (vicina). La Distanza Orizzontale è all'interno dell'intervallo di 25-40 cm.; il conseguente Moltiplicatore Orizzontale (HM) è definito uguale a 0,71 (per un valore rappresentativo di 35 cm).
- AREA NON IDEALE (media). La Distanza Orizzontale è all'interno dell'intervallo di 40-50 cm.; il conseguente Moltiplicatore Orizzontale (HM) è definito uguale a 0,56 (per un valore rappresentativo di 45 cm.)
- AREA NON IDEALE (lontana). La Distanza Orizzontale è all'interno dell'intervallo di 50-63 cm.; il conseguente Moltiplicatore Orizzontale (HM) è definito uguale a 0,40 (per un valore rappresentativo di 63 cm.)
- L'AREA ESTREMA superiore a 63 cm (>63 cm) è da considerarsi come ulteriore opzione, completamente inadeguata o CRITICA (il calcolo risulta infatti possibile) e deve essere evitata.

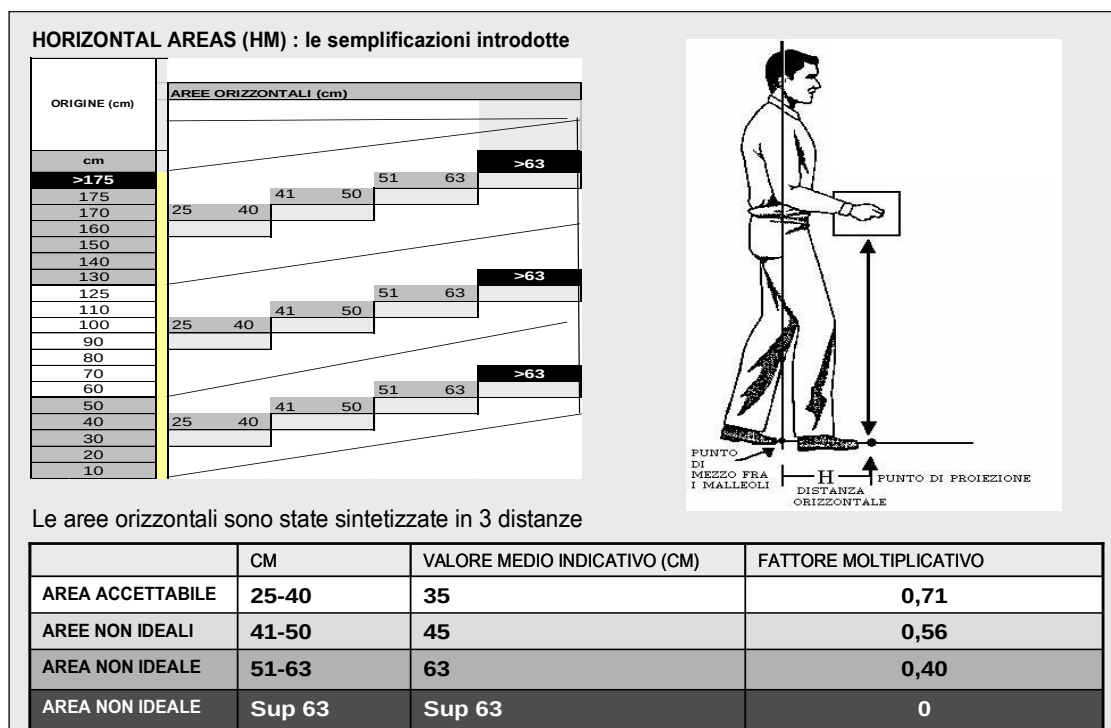


Figura 2: I moltiplicatori semplificati per la distanza orizzontale dal corpo

c) *asimmetria (dislocamento angolare del carico).*

Le rotazioni del tronco sono considerate più sinteticamente. Il Moltiplicatore Asimmetrico (AM) di valore 0,81, è assegnato ai diversi (o a tutti) sub-task solo se le rotazioni del tronco eccedono i 45° e sono presenti (in quella categoria) per oltre il 50% delle azioni di sollevamento. In alternativa alle condizioni sopra riportate, il moltiplicatore di asimmetria è uguale a 1.

d) *dislocazione verticale del sollevamento (distanza verticale delle mani tra l'altezza d'origine e la destinazione).*

L'apporto di questo fattore è stato ignorato. Il moltiplicatore corrispondente (DM) è stato quindi considerato come una costante uguale a 1. Occorre sottolineare che quando si analizza la Collocazione Verticale (VM), deve essere considerata sia l'altezza delle mani all'origine che quella alla destinazione del sollevamento.

e) Tipo di presa

Anche l'apporto di questo fattore è stato definito in maniera particolare. Poiché, dall'esperienza acquisita nel tempo, si è notato che trovare "prese adeguate" è piuttosto raro: il moltiplicatore corrispondente (CM) è definito costante e uguale a 0,90.

Per gestire i calcoli complessi che derivano da questa procedura, pur semplificata, è necessario far ricorso a dei software: ne sono stati predisposti di nuovi che consentono una facile introduzione dei dati e conseguentemente una rapida determinazione degli indici di sollevamento. Ad esempio, tutte le variabili di lay-out possono essere facilmente scritte descrivendo con delle "X" le altezze dei carichi e le loro distanze orizzontali all'origine e alla destinazione (**Figura 3**).

VM. ALTEZZA DELLE MANI ALL'INIZIO DEL SOLLEVAMENTO: come riportare i dati nel software

ORIGINE (cm)	CATEGORIE DI PESO(kg)								AREE ORIZZONTALI (cm)			
	≤ 10	< 10	≤ 11	< 11	≤ 12	< 12	≤ 13	< 13	25	40	51	63
>175												>63
175												
170												
160												
150												
140												
130												
125												
110												
100												
90												
80												
70												
60												
50												
40												
30												
20												
10												

Per una o più categorie di peso presenti indicare con una "X" le altezze degli scaffali al prelievo

VM. ALTEZZA DELLE MANI ALLA DESTINAZIONE DEL SOLLEVAMENTO: come riportare i dati nel software

DESTINAZIONE (cm)	CATEGORIE DI PESO(kg)								AREE ORIZZONTALI (cm)			
	≤ 10	< 10	≤ 11	< 11	≤ 12	< 12	≤ 13	< 13	25	40	51	63
>175												>63
175												
170												
160												
150												
140												
130												
125												
110												
100												
90												
80												
70												
60												
50												
40												
30												
20												
10												

Per una o più categorie di peso presenti indicare con una "X" le altezze degli scaffali al prelievo

Figura 3: Esempio di inserimento di dati di lay-out nei nuovi softwares

Raggruppamento dei risultanti LI (Lifting index) e calcolo del Composite Lifting Index e Variable Lifting Index (VLI) finale.

Adottando la procedura semplificata di descrizione degli oggetti (e loro pesi) e delle variabili di lay-out prima illustrata si arriva a contenere il numero dei sub-task entro 30 (5 categorie di peso x 2 Dislocazioni Verticali x 3 Aree Orizzontali x 1 condizione di Asimmetria).

Come già rimarcato, per calcolo del LI di ciascuno sub task individuati (procedimento preliminare alla stima dell'indice finale) è necessaria la valutazione della specifica frequenza di sollevamento di ciascun sub-task: considerando anche "solo" 30 sub-task, la frequenza totale di sollevamento verrebbe eccessivamente frazionata nel calcolo delle frequenze individuali di sub-task e non consentirebbe l'applicazione corretta della formula per l'Indice di Sollevamento Composito "tradizionale" (CLI) (Waters et al, 1994). Quindi, eccetto nel caso della presenza di non più di 10-12 "subtasks", si procede ad un'altra "aggregazione", raggruppando i possibili 30 LI in 6 "categorie di LI".

In particolare per generare queste 6 categorie di LI, è calcolato il FILI (l'Indice Sollevamento Indipendente dalla Frequenza), per ognuno dei possibili 30 "subtasks" preventivamente determinati. Fra tutti i valori di FILI, sono determinati i valori del 16,6°, 33,3°, 50°, 66,3° e 83,3° percentile; questa "chiave di determinazione", utilizzando i percentili, tiene in considerazione la variabilità dei risultati ottenuti e determina i limiti di aggregazione dei "subtasks" nelle 6 categorie di "LI". Conseguentemente è determinata anche la frequenza cumulata di sollevamento per ognuna di queste (nuove) 6 categorie di LI.

Il software esegue automaticamente anche questo complesso processo aggregativo.

Usando questi dati, il Variable Lifting Index (VLI) è calcolabile usando le modalità tradizionali del “Composite Lifting Index” (CLI) (Waters et al, 1994).

C.3 Criteri per la valutazione dell'indice di sollevamento sequenziale (SLI) per compiti sequenziali

Quando un lavoro è caratterizzato da molti compiti di sollevamento diversi (MONO, COMPOSITO, VARIABILE) in un singolo turno e i lavoratori ruotano nel tempo tra una serie di compiti singoli o multipli, seguendo uno schema a rotazione durante un turno lavorativo, si ha una reale esposizione multicompeto (di sollevamento). In questo caso, il metodo raccomandato per valutare il rischio è la tecnica per il COMPITO SEQUENZIALE (Waters et al, 2007)

Nella **Figura 4**, vengono mostrati 2 compiti di sollevamento (A e B) in 3 diversi schemi di rotazione durante il turno: nell'ultimo, la rotazione avviene ogni ora.

La **Tabella 29** presenta le loro caratteristiche e i loro LI (INDICI DI SOLLEVAMENTO già pre-calcolati) per le 3 diverse durate: BREVE, MEDIA, LUNGA

compito	Peso sollevato	Frequenza V/min	LI durata breve	LI durata media	LI durata lunga
A	10kg	8	1,77	3,02	5,89
B	15kg	4	1,13	1,32	2,12

Tabella 29 – ESEMPIO di Figura 4: LI pre-calcolati per due compiti A e B, per diverse durate

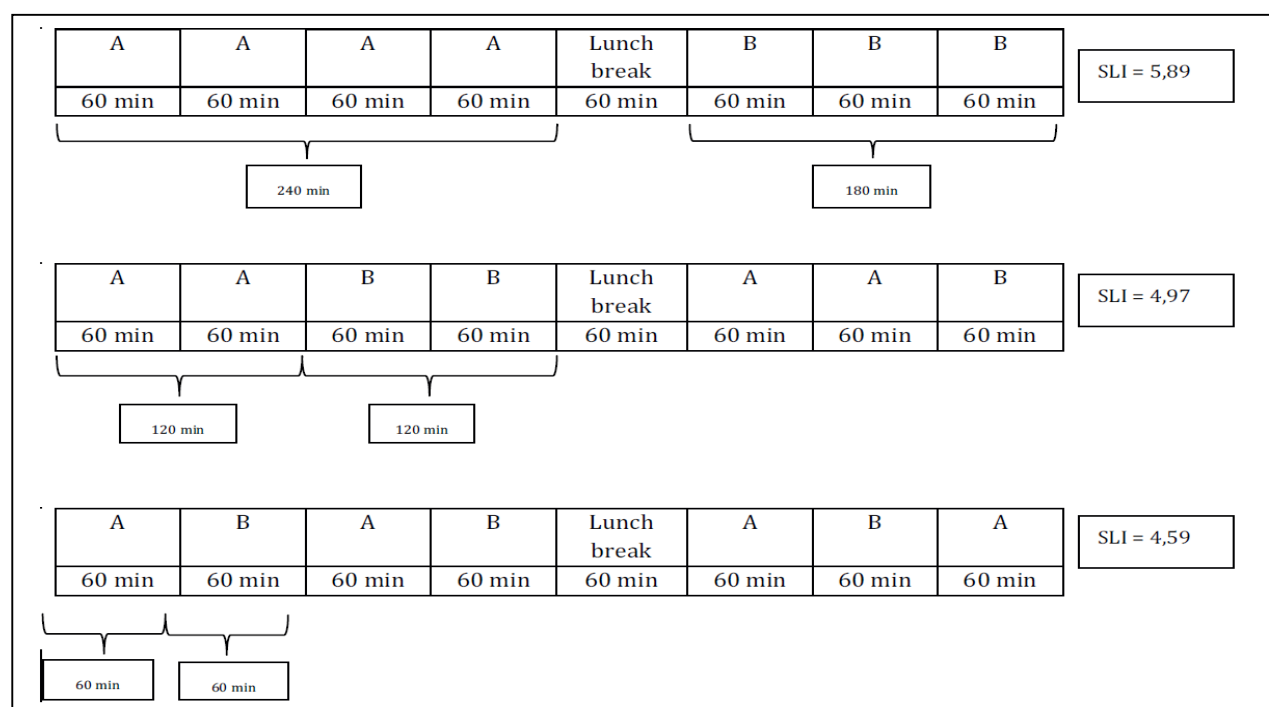


Figura 4 : Compiti sequenziali. Esempio di 3 tipi di rotazione di due compiti di sollevamento in un turno.

Dal momento che i compiti in rotazione presentano diversi livelli di rischio, è opinione comune che l'ultima ipotesi di rotazione (ogni ora) dovrebbe rappresentare il minor livello di rischio.

La procedura per il Sollevamento Sequenziale permette di calcolare l'Indice di Sollevamento Sequenziale per questa esposizione multitask (SLI), tenendo conto sia la diversa durata intrinseca di ogni compito e la durata totale dell'esposizione alla movimentazione manuale nel turno.

Di seguito si riportano i punti principali per ottenere lo SLI:

- Punto 1: definire i compiti di sollevamento presenti nel turno e la loro sequenza temporale.
- Punto 2: definire la durata e la distribuzione nel tempo dei compiti di sollevamento presenti nel turno.
- Punto 3: per ogni compito descrivere il numero di pezzi sollevati nel turno e le geometrie, anche in base alle procedure fornite in precedenza per il calcolo dell'Indice LI (mono), CLI (composito) e VLI (variabile).
- Punto 4: per ogni compito calcolare il rispettivo LI considerando sia la durata intrinseca (LI intr) sia quella totale (tutte le azioni di sollevamento) (LI max).
- Punto 5: usare l'Equazione seguente per ottenere il risultato del Sequential Lifting Index (SLI).

L'equazione SLI è la seguente:

$$\text{SLI} = \text{LI}_{1 \text{ intr}} + (\text{LI}_{1 \text{ max}} - \text{LI}_{1 \text{ intr}}) \times K$$

Dove

- $K = \frac{\sum ((\text{LI}_{1 \text{ max}} * \text{FT}_1) + \dots (\text{LI}_{n \dots \text{max}} * \text{FT}_n))}{\text{LI}_{1 \text{ max}}}$
- $\text{LI}_{1 \text{ intr}}$ = Indice di sollevamento del compito più sovraccaricante calcolato per la sua durata intrinseca
- $\text{LI}_{1 \text{ max}}$ = Indice di sollevamento del compito più sovraccaricante calcolato per la durata totale delle attività di sollevamento
- LI_n = Indici di sollevamento degli altri compiti
- FT = % durata effettiva dei diversi compiti rispetto alla costante di 480 minuti

D) Trasporto manuale. Il calcolo dell'indice di esposizione

D.1 Operazioni di trasporto manuale (ISO 11228-1)

La condizione di trasporto di pesi è da valutare quando il trasporto di un dato carico avvenga manualmente per almeno 1 metro di distanza. La definizione, così come tutti i criteri valutativi qui di seguito esposti, fanno riferimento alla ISO 11228-1 (fasi 4 e 5).

In essa si suggerisce, come primo momento valutativo, il calcolo della MASSA CUMULATA, cioè i Kg complessivi di peso trasportati rispettivamente ogni minuto, ogni ora e nell'intero turno.

I pesi massimi cumulati, da utilizzare come massimi pesi di riferimento trasportabili manualmente da un operatore (in un minuto, ogni ora e nell'intero turno), sono riportati in **Tabella 14** che fa un riferimento preferenziale a masse individuali trasportate di 15 Kg.

Una volta verificato che i pesi limite siano rispettati (vedi le costanti di peso massimo sollevabile in condizioni ideali, riportate al precedente capitolo) e che l'oggetto sia trasportato per uno o due passi (almeno 1 metro), va verificato quanto segue:

- non si devono superare valori di peso cumulado superiori a 10.000 kg trasportati manualmente per 8 ore di lavoro;
- non si devono superare valori di peso cumulado superiori a 6000 kg manualmente per 8 ore (per trasporti di 20 metri o più, ciascuno);
- analogamente non si devono superare i pesi cumulati massimi, indicati nella **Tabella 14**, per il minuto e/o per l'ora;
- se il sollevamento, il trasporto e l'abbassamento si svolgono in condizioni sfavorevoli (ambiente sfavorevole, prelievo o deposito molto in basso o molto in alto), la MASSA CUMULATIVA di riferimento va ridotta di almeno 1/3.

In realtà le masse cumulative effettivamente trasportate (in un minuto, ogni ora e nell'intero turno), possono essere comparate con quelle rispettivamente raccomandate in un ideale indice di trasporto (Massa cumulativa effettiva / massa cumulativa raccomandata) del tutto analogo al LI per il sollevamento (ove Indice > 1 : RISCHIO)

D.2 Operazioni di trasporto manuale (Tavole psicofisiche)

Per trasporti occasionali o quando si verificasse l'evento di trasporto in condizioni posturali disagiati, può essere utile ottenere una valutazione più puntuale (per singoli trasporti), utilizzando le tavole classiche di Snook e Ciriello.

Nella **Tabella 30** (in fondo all'allegato) sono riportati i **valori raccomandati** per azioni di trasporto in piano: sono stati selezionati unicamente i valori che tendono a proteggere il 90% delle rispettive popolazioni adulte sane, maschili e femminili.

La lettura dei dati riportati è estremamente semplice. Si tratta di:

- individuare la situazione che meglio rispecchia il reale scenario lavorativo esaminato;
- decidere se si tratta di proteggere una popolazione solo maschile o anche femminile;
- estrapolare il valore raccomandato (di peso);
- confrontarlo con il peso effettivamente trasportato, ponendo quest'ultimo al numeratore e il valore raccomandato al denominatore.

Per entrambe le procedure indicate per lo studio del trasporto si ottiene un indicatore di rischio del tutto analogo a quello ricavato con la procedura di analisi di azioni di sollevamento (Indice di trasporto):

$$I_{\text{trasporto}} = \frac{\text{Peso (o Massa CUM) trasportato}}{\text{Peso (o Massa CUM) raccomandato}}$$

E) La Valutazione di azioni di traino o spinta mediante tavole dei dati psicofisici

Non esiste per tali generi di azioni un modello valutativo collaudato e scaturito dall'apprezzamento integrato di molteplici approcci, come è quello della RNLE del NIOSH per le azioni di sollevamento.

Allo scopo possono risultare comunque utili i risultati di una larga serie di studi di tipo psicofisico magistralmente sintetizzati da SNOOK e CIRIELLO (Snook, 1982, 1991) che ancora costituiscono i criteri e i valori a cui fanno in buona parte riferimento gli Standard internazionali.

E.1 La Norma ISO 11228-2: Traino e Spinta

Nella ISO 11228 parte 2 si trovano le indicazioni per la determinazione dei rischi potenziali associati al traino e alla spinta con il corpo intero.

La Norma propone due differenti metodi.

Il primo, di facile applicazione, si basa prevalentemente su criteri e tabelle psicofisiche, determinate da S.H.Snook e V.N.Ciriello che da tempo sono utilizzate per questo tipo di valutazione anche da importanti Mutue Statunitensi (Liberty Mutual). Il secondo, più complesso e basato su studi di fisiologia muscolare e di biomeccanica, propone una procedura per la determinazione dei limiti di forza di spinta e di traino a corpo intero secondo le caratteristiche della specifica popolazione oggetto dell'attività e del compito da svolgere (caratteristiche specifiche, che quindi sono da ricercare e identificare).

Ci si soffermerà prevalentemente nella esposizione del primo metodo, più facilmente e praticamente applicabile, rimandando lo studio del secondo metodo alla letteratura dedicata.

Premessa

I limiti raccomandati proposti dalla Norma si devono applicare ad una popolazione lavorativa adulta e sana e proteggono la maggioranza di questa popolazione (in genere il 90%).

Anche lo studio delle attività di traino e spinta risulta limitato alle condizioni di applicabilità che sono qui riassunte riassumiamo qui successivamente:

- *forza esercitata a corpo intero (ovvero mentre ci si trova in posizione eretta/si cammina);*
- *azioni eseguite da una persona;*
- *forze applicate con due mani;*
- *forze usate per spostare o trattenere un oggetto;*
- *forze applicate in modo fluido e controllato;*
- *forze applicate senza l'uso di ausili applicate su oggetti posizionati di fronte all'operatore;*
- *forze applicate in posizione eretta (non assisa).*

Per proseguire nell'analisi della valutazione occorre innanzitutto avere chiare le definizioni qui di seguito riportate:

- **Attività di traino:** *sforzo fisico umano nel quale la forza motrice è esercitata di fronte al corpo e diretta verso il corpo stesso;*
- **Attività di spinta:** *forzo fisico umano nel quale la forza motrice è esercitata di fronte al corpo e in senso opposto ad esso;*
- **Forza iniziale:** *forza applicata per mettere in movimento un oggetto;*
- **Forza di mantenimento:** *forza applicata per mantenere un oggetto in movimento;*

La valutazione del rischio consiste in tre fasi distinte:

- *identificazione del pericolo di traino e di spinta (già operato nelle precedenti fasi con il quick assessment);*
- *stima del rischio conseguente,*
- *valutazione del rischio vera a propria.*

Il modello di valutazione proposto dalla Norma è rappresentato dalla **Tabella 31** (testo tradotto).

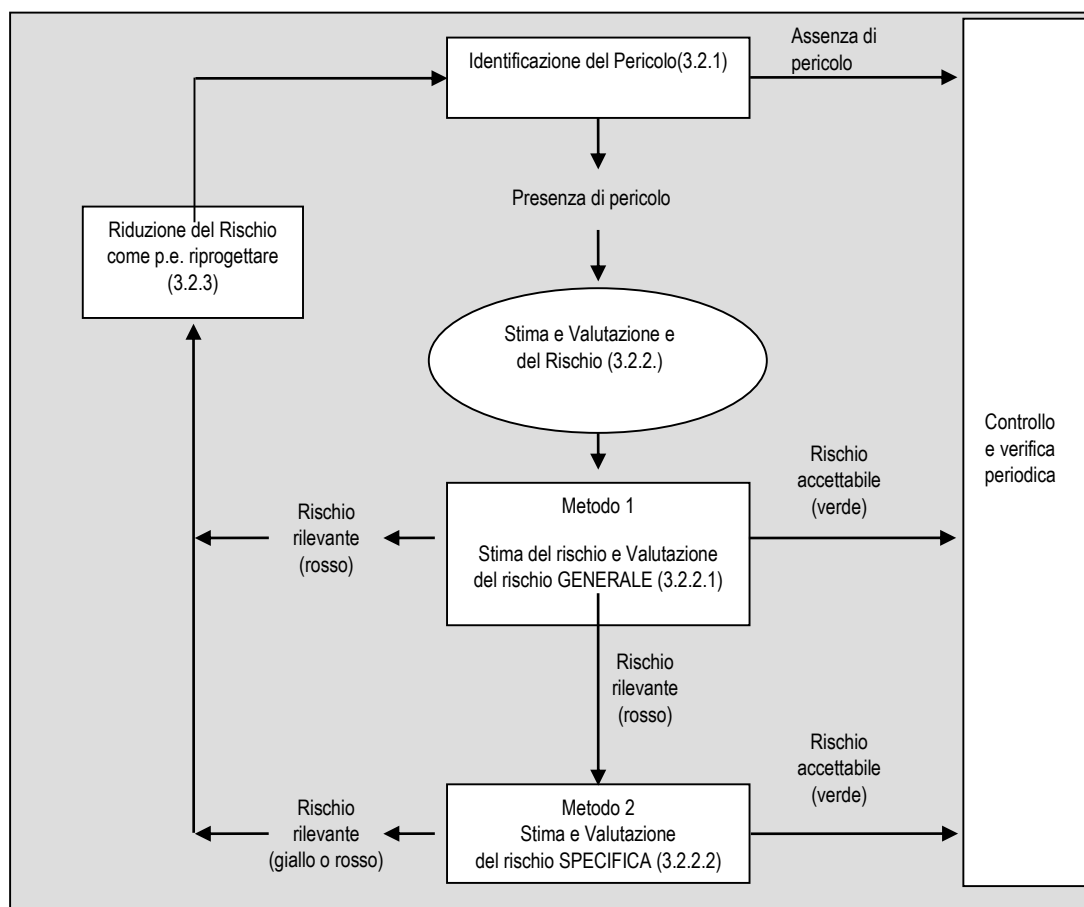


Tabella 31. ISO 11228-2: modello di valutazione del rischio

Identificazione del Pericolo

Viene operata coerentemente con quanto già previsto al punto specifico del Quick Assessment

Stima del rischio e sua valutazione

Come già detto la Norma ISO 11228-2 prevede due differenti metodi di valutazione.

Il metodo 1. Costituisce una rapida analisi del compito, mediante prospetti di dati psicofisici, che individuano i valori di riferimento delle forze iniziali e delle forze di mantenimento considerate accettabili, in funzione delle variabili che costituiscono l'attività quali: l'altezza delle mani al punto di applicazione della forza, la distanza percorsa, la frequenza dei compiti di movimentazione, la differenza di genere. Il primo metodo non propone solamente i valori di riferimento suggeriti, ma espone anche le fasi di valutazione per la riduzione del rischio rilevato.

Nell'allegato A della norma troviamo anche i prospetti da compilare durante la raccolta dati:

- **primo prospetto:** contiene uno screening di presenza/assenza del pericolo. A risposta affermativa a questa analisi occorre proseguire con il secondo prospetto.

- **secondo prospetto:** comporta la individuazione delle posizioni lavorative, del personale coinvolto e del flusso operativo.
- **terzo prospetto:** vi si trova la scheda per la valutazione dei fattori di rischio potenziali. In sostanza questa tabella è una check list che propone svariate domande su sei elementi da analizzare preventivamente al rilievo delle forze e cioè: il compito da eseguire, l'oggetto da spostare, la caratteristica delle ruote presenti, l'ambiente di lavoro ove è eseguita, le capacità individuali dell'operatore ed eventuali altri fattori presenti. La compilazione della checklist prevede una risposta del tipo sì/no, ove la risposta affermativa individua la presenza di rischio. Quando il rischio è presente, si devono trascrivere le motivazioni della identificazione del pericolo, e i possibili suggerimenti e azioni di miglioramento.
NB: i primi tre prospetti possono essere superati utilizzando la tecnica del quick assessment per le azioni di Traino e Spinta
- **quarto prospetto:** si esegue la determinazione delle forze iniziali e di mantenimento. Per effettuare una corretta valutazione, occorre rilevare:
 - a) l'altezza delle mani;
 - b) la distanza di spinta o traino;
 - c) la frequenza delle azioni di spinta/traino, sia iniziale sia di mantenimento;
 - d) la popolazione lavoratrice, cioè la sua composizione: interamente maschile (usare i limiti per i maschi) oppure interamente femminile o mista maschi/femmine (usare i limiti per le femmine);

Ricerca delle forze accettabili. Successivamente, occorre individuare, da appositi prospetti (vedi anche le tavole 32 e 33) le forze accettabili, iniziali e di mantenimento, per salvaguardare il 90% della popolazione di utilizzatori prevista.

Misura delle forze iniziali e di mantenimento. Durante sopralluoghi è infine necessario misurare le *forze iniziali* e di *mantenimento*. Per effettuare correttamente le misure, chiare indicazioni pratiche sono descritte nell'Allegato D.

Classificazione del rischio. Una volta raccolti tutti i dati e misurate le forze in gioco si procede al loro confronto con la classificazione del rischio fornita.

Il metodo 1 individua solamente due condizioni: presenza o assenza di rischio (fascia rosso/fascia verde), proponendo però tre possibili condizioni che coinvolgono anche i risultati della compilazione del prospetto 3 (o del quick assessment) riguardante la sussistenza possibili altri fattori di rischio presenti.

- a) se le forze misurate sono maggiori delle forze raccomandate, il rischio è presente e quindi siamo in fascia ROSSA;
- b) se le forze misurate sono inferiori a quelle raccomandate, ma in check list esiste un numero predominante di fattori di rischio presenti, allora siamo comunque in presenza di rischio e la fascia permane ROSSA;
- c) altrimenti, classificare il rischio come VERDE

Il Metodo 2. Il secondo metodo proposto dalla Norma 11228-2 è di complessa esecuzione. Adotta una procedura per la determinazione analitica dei limiti di forza della spinta e del traino a corpo intero, utilizzando le caratteristiche sia demografiche che antropometriche della popolazione di utilizzatori prevista. Questi valori dovrebbero essere ricavati da uno studio accurato della popolazione specifica di utilizzatori.

La procedura del Metodo 2 si divide in quattro parti:

*Parte A — **Determinazione dei limiti di forza muscolari:** individua i limiti di forza sulla base delle misurazioni di forza statica e li pondera secondo le caratteristiche della popolazione (ovvero, età, genere e statura) e i requisiti del compito (ovvero frequenza, durata e distanza del compito di spinta/traino).*

*Parte B — **Determinazione dei limiti di forza derivati da compressioni spinali:** tiene conto dei*

risultati di studi su forze compressive spinali lombari in compiti di spinta/traino e regola le forze di spinta/traino secondo i limiti di compressione spinale per età e sesso.

Parte C — Determinazione dei limiti delle massime forze accettabili; identifica la forza massima applicabile selezionando il limite più protettivo derivato da parte A e da parte B..

Parte D — Determinazione dei limiti di sicurezza: definisce i limiti di sicurezza determinando il moltiplicatore di rischio m_r . A differenza del primo metodo il moltiplicatore di rischio m_r è suddiviso in tre fasce per la determinazione del livello di rischio (verde, giallo e rosso). Le fasce sono così definite:

a) Zona verde (rischio accettabile: - $m_r \leq 0,85$)

Il rischio di malattia o lesione è trascurabile oppure è a un livello accettabilmente basso per l'intera popolazione degli operatori. Non occorre alcuna azione.

b) Zona gialla (rischio accettabile sotto condizione) : $0,85 < m_r \leq 1,0$

Esiste un rischio di malattia o lesione che non può essere trascurato per l'intera popolazione o parte di essa. Il rischio deve essere stimato ulteriormente, analizzato assieme ai fattori di rischio ulteriori e seguito quanto prima possibile da una riprogettazione. Se la riprogettazione non è possibile, si devono prendere misure per controllare il rischio.

c) Zona rossa (rischio non accettabile) : $1,0 < m_r$

Esiste un considerevole rischio di malattia o lesione che non può essere trascurato per la popolazione. È necessaria un'azione immediata per ridurre il rischio (per esempio, riprogettazione, organizzazione del lavoro, istruzione e addestramento dei lavoratori).

La complessità del Metodo 2 ne consiglia, per il momento, l'utilizzo solamente in casi particolari. Va però rilevato che con il TR ISO 12295 (in particolare all'Annex B) sono state introdotte notevoli semplificazioni nell'utilizzo del Metodo 2 che si basa su robusti dati e studi "fisiologici": tali semplificazioni in buona sostanza prevedono il solo ricorso ai dati di riferimento di tabelle "pre-determinate" e chiariscono che, nella pressoché totalità dei casi, i valori di riferimento (forza raccomandata) derivano dai limiti di forza muscolare (parte A), essendo molto elevati quelli derivanti dalle compressioni spinali del rachide lombare. Il vantaggio delle relative tavole di riferimento è che i dati sono espressi in relazione alla composizione della popolazione per genere ma anche per specifiche popolazioni "senior" o per popolazioni non lavorative, nonché per una gamma assai articolata di altezze da terra delle mani durante le azioni di spinta e traino. Una ulteriore semplificazione della procedura prevista dal TR ISO 12295 a proposito del metodo 2 di ISO 11228-2, che esula dagli scopi di questo documento, potrà comunque portare a una sua più generalizzata applicazione visto che alcuni dati preliminari indicano che tale metodo, semplificato, potrebbe risultare, in diversi casi, più protettivo del metodo 1 (basato su criteri psicofisici) finora più largamente utilizzato.

Va da ultimo ricordato che, indipendentemente dal metodo usato, il problema principale nella valutazione delle azioni di Traino e Spinta rimane quello di una adeguata rilevazione delle forze effettivamente esercitate (iniziali e di mantenimento) attraverso l'uso delle diverse tipologie di Dinamometri reperibili sul mercato e la non semplice questione della interpretazione dei risultati dagli stessi forniti (specie per quelli elettronici di ultima generazione).

E.2 Traino e spinta manuale. Il calcolo dell'indice di esposizione

Per la valutazione delle attività di traino o spinta manuale è necessario eseguire 2 misure, siano esse in traino o spinta e cioè:

- all'inizio della prima applicazione di forza per vincere l'inerzia (Forza Iniziale);
- durante il mantenimento del movimento (Forza di Mantenimento).

Le forze di traino e/o spinta vanno misurate con dinamometro da applicare al carrello o all'oggetto da movimentare. Sono generalmente espresse in Newton (nella norma ISO 11228-2); nel nostro contesto si esprimeranno, per maggior semplicità, in Kg.

L'uso del dinamometro richiede alcune cautele qui esposte molto brevemente:

- nell'applicazione del dinamometro all'oggetto da muovere, creare punti di aggancio possibilmente "a barra" e "non puntiformi" onde evitare distorsioni nelle misure;
- specie per le misure di Forza Iniziale, eseguire le misure tirando o spingendo assai lentamente;

-eseguire più di una misura nello stesso punto di rilievo e utilizzare il risultato “modale”;
 -eseguire nuovi rilievi ai cambi di direzione del carrello (ad esempio: fare una curva);
 -eseguire nuovi rilievi ai cambi del tipo di pavimentazione o di pendenza;
 -applicare il dinamometro e la forza necessaria per ottenere la misura lungo una traiettoria orizzontale.

Le forze (iniziali e di mantenimento) vanno confrontate con le rispettive forze raccomandate.

Nelle **tabelle 32 e 33** (in fondo all'allegato) sono riportate le forze raccomandate per azioni di traino e di spinta; sono stati selezionati unicamente i valori che tendono a proteggere il 90% delle rispettive popolazioni adulte sane, maschili e femminili (in coerenza con quanto operato nelle corrispondenti tabelle di ISO 11128-2). L'uso dei dati riportati, a fini di valutazione, è estremamente semplice:

si tratta di:

- individuare la situazione che meglio rispecchia il reale scenario lavorativo esaminato;
- decidere se si tratta di proteggere una popolazione solo maschile o anche femminile;
- estrapolare il valore raccomandato;
- confrontarlo con la forza (per il traino/spinta) effettivamente rilevata, ponendo quest'ultima al numeratore e il valore raccomandato al denominatore.

Per la valutazione degli indici di esposizione (movimentazione) **I.M.** nel traino e spinta di carrelli o delle più diverse tipologie di oggetti, valgono le seguenti formule:

$$\begin{array}{lcl} \mathbf{I.M.} & = & \frac{\text{FORZA INIZIALE MISURATA}}{\text{FORZA INIZIALE RACCOMANDATA}} \\ \text{Forza Iniziale} & & \\ \\ \mathbf{I.M.} & = & \frac{\text{FORZA DI MANTENIMENTO MISURATA}}{\text{FORZA DI MANTENIMENTO RACCOMANDATA}} \\ \text{Forza di mantenimento} & & \end{array}$$

Si ottiene così un indicatore di rischio del tutto analogo a quello ricavato con la procedura di analisi di azioni di sollevamento o di trasporto.

Occorre sottolineare che le forze raccomandate, descritte nelle tavole di Snook e Ciriello, sono unicamente *forze orizzontali*.

Nelle misure eseguite con dinamometro, durante il traino e la spinta dei carrelli, va verificato che la forza che si sta applicando sia effettivamente orizzontale, onde poterla poi correttamente confrontare con le *forze raccomandate* indicate nelle Tavole.

Infatti in alcune situazioni quali:

- la movimentazione di transpallet manuali,
- la movimentazione di carriole,
- la movimentazione su suolo non pianeggiante,

le forze misurate sono forze oblique: tali forze comprendono una componente verticale e una orizzontale. Per estrapolare la sola forza orizzontale occorre introdurre delle correzioni di calcolo.

In **Figura 5** si mostra un esempio di calcolo della forza orizzontale nella movimentazione di un transpallet manuale.

In questo tipo di carrello, applicando il dinamometro al manico in posizione obliqua, quest'ultimo viene ad assumere una direzione obliqua: si ottiene conseguentemente una misura di forza che comprende sia la forza verticale che quella orizzontale.

Essendo in possesso delle seguenti misure:

- forza obliqua ottenuta con dinamometro,

- misura in cm di (c),
- misura in cm di (b),

sarà possibile ottenere la misura della forza orizzontale, applicando la formula descritta in **Figura 5**. Analogamente si può procedere per la valutazione di forze orizzontali per azioni di traino e spinta lungo percorsi in salita o in discesa.

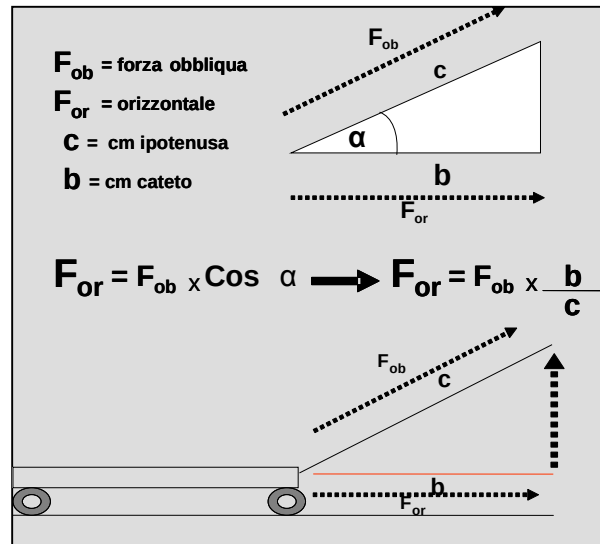


Figura 5: Calcolo della forza orizzontale dalla misura della forza obliqua in un transpallet manuale.

E.3 Criteri interpretativi degli indici espositivi finali

Si è già detto precedentemente che, sia per il trasporto che per il traino e la spinta, gli indici di movimentazione (IM) sono ricavati attraverso il rapporto fra un peso o una forza misurata e un peso o una forza raccomandata.

Circa la classificazione del rischio le indicazioni date dagli Standard sono principalmente due (**Tabella 34**), apparentemente differenti ma in realtà analoghe. In una (serie CEN e ISO 11228-2 metodo 2) è presente un'area gialla "borderline"; in ISO 11228-1 e in ISO 11228-2 metodo 1, l'area "borderline" è omessa, ma in ogni caso il rischio inizia a essere presente quando il citato rapporto fra entità misurate e entità raccomandate è superiore a 1. Si ritiene più cautelativa ed orientata alla prevenzione la classificazione secondo le tre fasce ma si dà atto che le norme ISO di riferimento operano prevalentemente secondo una logica del tipo SI/NO (rischio assente/presente).

	Indice di movimentazione < 0,85 Rischio assente
Indice di movimentazione ≤1 Rischio assente	Indice di movimentazione 0,85 - 1,0 Rischio borderline <i>Tenere sotto controllo</i>
Indice di movimentazione >1,00 Rischio presente <i>Riprogettare con le priorità indicate dal livello di rischio misurato</i>	Indice di movimentazione >1,00 Rischio presente <i>Riprogettare con le priorità indicate dal livello di rischio misurato</i>

Tabella 34. Criteri interpretativi degli indici di movimentazione (IM) finali di esposizione per le azioni di trasporto, traino e spinta secondo le norme (ISO 11128- 1 e 2) e CEN (EN 1005-2 e 1005-3).

**Sintesi delle tavole di Snook e Ciriello
(protezione del 90° percentile della
popolazione lavorativa adulta e sana) per
azioni di trasporto, traino e spinta.**

Tabella 30: Sintesi delle tavole di Snook e Ciriello per azioni di trasporto.

Azioni di trasporto in piano: massimo peso raccomandato (in Kg) per la popolazione lavorativa adulta sana (90° P.le) in funzione di: genere, distanza di percorso, frequenza di trasporto, altezza delle mani da terra.

Distanza Una azione ogni	2 metri							7,5 metri							15 metri						
	6s	12 s	1m	2m	5m	30m	8h	10s	15s	1m	2m	5m	30m	8h	18s	24s	1m	2m	5m	30m	8h
MASCHI																					
altezza mani da terra																					
110 cm	10	14	17	17	19	21	25	9	11	15	15	17	19	22	10	11	13	13	15	17	20
80 cm	13	17	21	21	23	26	31	11	14	18	19	21	23	27	13	15	17	18	20	22	26
FEMMINE																					
altezza mani da terra																					
100 cm	11	12	13	13	13	13	18	9	10	13	13	13	13	18	10	11	12	12	12	12	16
70 cm	13	14	16	16	16	16	22	10	11	14	14	14	14	20	12	12	14	14	14	14	19

Tabella 32: Sintesi delle tavole di Snook e Ciriello per azioni di traino: massime forze (iniziali e di mantenimento in Kg) raccomandate per la popolazione lavorativa adulta sana (90° P.le), in funzione di genere, distanza di spostamento, frequenza di azione, altezza delle mani da terra.

Distanza		2 metri								7,5 metri								15 metri								30 metri							
Una azione ogni		6s	12 s	1m	2m	5m	30m	8h	15s	22 s	1m	2m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	2m	5m	30m	8h	1m	2m	5m	30m	8h						
MASCHI																																	
altezza mani da terra																																	
145 cm	FI	14	16	18	18	19	19	23	11	13	16	16	17	18	21	13	15	15	15	16	17	20	12	13	15	15	19						
	FM	8	10	12	13	15	15	18	6	8	10	11	12	12	15	7	8	9	9	10	11	13	7	8	9	11	13						
95 cm	FI	19	22	25	25	27	27	32	15	18	23	23	24	24	29	18	20	21	21	23	23	28	16	18	21	21	26						
	FM	10	13	16	17	19	20	24	8	10	13	14	16	16	19	9	10	12	12	14	14	17	9	10	12	14	17						
65 cm	FI	22	25	28	28	30	30	36	18	20	26	26	27	28	33	20	23	24	24	26	26	31	18	21	24	24	30						
	FM	11	14	17	18	20	21	25	9	11	14	15	17	17	20	9	11	12	13	15	15	18	9	11	13	15	18						
FEMMINE																																	
altezza mani da terra																																	
135 cm	FI	13	16	17	18	20	21	22	13	14	16	16	18	19	20	10	12	13	14	15	16	17	12	13	14	15	17						
	FM	6	9	10	10	11	12	15	7	8	9	9	10	11	13	6	7	7	8	8	9	11	6	7	7	8	10						
90 cm	FI	14	16	18	19	21	22	23	14	15	16	17	19	20	21	10	12	14	14	16	17	18	13	14	15	16	18						
	FM	6	9	10	10	11	12	14	7	8	9	9	10	10	13	5	6	7	7	8	9	11	6	7	7	7	10						
60 cm	FI	15	17	19	20	22	23	24	15	16	17	18	20	21	22	11	13	15	15	17	18	19	13	14	15	17	19						
	FM	5	8	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	10	12	5	6	7	7	7	8	10	6	6	6	7	9						

Distanza		45 metri					60 metri			
Una azione ogni		1m	2m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h
MASCHI										
altezza mani da terra										
145 cm	FI	10	11	13	13	16	10	11	11	14
	FM	6	7	8	9	10	6	6	7	9
95 cm	FI	14	16	18	18	23	13	16	16	19
	FM	7	9	10	12	14	7	9	10	12
65 cm	FI	16	18	21	21	26	15	18	18	22
	FM	8	9	11	12	15	8	9	10	12
FEMMINE										
altezza mani da terra										
135 cm	FI	12	13	14	15	17	12	13	14	15
	FM	6	6	7	7	9	5	5	5	7
90 cm	FI	13	14	15	16	18	12	13	14	16
	FM	5	6	6	7	9	5	5	5	7
60 cm	FI	13	14	15	17	19	13	14	15	17
	FM	5	6	6	6	8	4	5	5	6

FI = Forza iniziale FM = Forza di mantenimento

Tabella 33: Sintesi delle tavole di Snook e Ciriello per azioni di spinta: massime forze (iniziali e di mantenimento in Kg) raccomandate per la popolazione lavorativa adulta sana (90° P.le), in funzione di genere, distanza di spostamento, frequenza di azione, altezza delle mani da terra.

Distanza Una azione ogni		2 metri							7,5 metri						15 metri						30 metri						
		6s	12 s	1m	2m	5m	30m		8h	15s	22s	1m	2m	5m	30m	8h	25s	35s	1m	2m	5m	30m	8h	1m	2m	5m	30m
MASCHI																											
altezza mani da terra																											
145 cm	FI	20	22	25	25	26	26	31	14	16	21	21	22	26	16	18	19	19	20	21	25	15	16	19	19	24	
	FM	10	13	15	16	18	18	22	8	9	13	13	15	16	18	8	9	11	12	13	14	16	8	10	12	13	16
95 cm	FI	21	24	26	26	28	28	34	16	18	23	23	25	25	30	18	21	22	22	23	24	28	17	19	22	22	27
	FM	10	13	16	17	19	19	23	8	10	13	13	15	15	18	8	10	11	12	13	13	16	8	10	12	13	16
65 cm	FI	19	22	24	24	25	26	31	13	14	20	20	21	21	26	15	17	19	19	20	20	24	14	16	19	19	23
	FM	10	13	16	16	18	19	23	8	10	12	13	14	15	18	8	10	11	11	12	13	15	8	9	11	13	15
FEMMINE																											
altezza mani da terra																											
135 cm	FI	14	15	17	18	20	21	22	15	16	16	16	18	19	20	12	14	14	14	15	16	17	12	13	14	15	17
	FM	6	8	10	10	11	12	14	6	7	7	7	8	9	11	5	6	6	6	7	7	9	5	6	6	6	8
90 cm	FI	14	15	17	18	20	21	22	14	15	16	17	19	19	21	11	13	14	14	16	16	17	12	14	15	16	18
	FM	6	7	9	9	10	11	13	6	7	8	8	9	9	11	5	6	6	7	7	8	10	5	6	6	7	9
60 cm	FI	11	12	14	14	16	17	18	11	12	14	14	16	16	17	9	11	12	12	13	14	15	11	12	12	13	15
	FM	5	6	8	8	9	9	12	6	7	7	7	8	9	11	5	6	6	6	7	7	9	5	6	6	6	8

Distanza		45 metri					60 metri			
Una azione ogni		1m	2m	5m	30m	8h	2m	5m	30m	8h
MASCHI										
altezza mani da terra										
145 cm	FI	13	14	16	16	20	12	14	14	18
	FM	7	8	10	11	13	7	8	9	11
95 cm	FI	14	16	19	19	23	14	16	16	20
	FM	7	8	9	11	13	7	8	9	11
65 cm	FI	12	14	16	16	20	12	14	14	17
	FM	7	8	9	11	13	7	8	9	10
FEMMINE										
altezza mani da terra										
135 cm	FI	12	13	14	15	17	12	13	14	15
	FM	5	5	5	6	8	4	4	4	6
90 cm	FI	12	14	15	16	18	12	13	14	16
	FM	5	6	6	6	8	4	4	5	6
60 cm	FI	11	12	12	13	15	10	11	12	13
	FM	5	5	5	6	7	4	4	4	6

FI = Forza Iniziale FM = Forza di Mantenimento

Bibliografia essenziale

CEN (2002) EN 1005-3. Safety of machinery — Human physical performance — Part 3: Recommended force limits for machinery operation

CEN (2003). EN 1005-2. Safety of machinery - Human physical performance - Part 2: Manual handling of machinery and component parts of machinery.

Colombini D., Occhipinti E. (1966). La movimentazione dei carichi. Dossier Ambiente n. 33- 1996.

Colombini D., Occhipinti E., Battevi N., Cerbai M., Fanti M., Menoni O., Placci M.(2010). Movimentazione Manuale dei Carichi: Manuale operativo per l'applicazione del D.Lgs. n. 81/2008. Dossier Ambiente, n. 89-2010.

Colombini D., Occhipinti E., Alvarez-Casado E., Waters T.(2012). Manual lifting: A guide to the study of simple and complex lifting tasks, CRC Press. Taylor and Francis Group. Boca Raton and New York (US).

Conferenza dei Presidenti delle Regioni e Provincie Autonome (1999). Sicurezza e salute nei luoghi di lavoro - Linee guida per l'applicazione del D.Lgs. 626/94. Ausl Ravenna-Regione Emilia Romagna.

European Foundation for the Improvement of Living and Working Conditions (2007). Fourth European Working Conditions Survey. Office for Official Publications of the European Communities. Loughlinstown, Dublin, Ireland.

ISO (2003). ISO 11228-1. Ergonomics - Manual handling - Lifting and carrying .

ISO (2007). ISO 11228-2. Ergonomics - Manual handling - Pushing and pulling.

ISO (2007). ISO 11228-3. Ergonomics - Manual handling - Part 3: Handling of low loads at high frequency

ISO (2012). ISO TR 12296. Ergonomics - Manual handling of people in the healthcare sector.

ISO (2014). ISO TR 12295. **Errore. L'origine riferimento non è stata trovata.**

Grieco A., Occhipinti E., Colombini D. and Molteni G. (1997): Manual handling of loads: the point of view of experts involved in the application of EC Directive 90/269. Ergonomics, 40 (10), pp. 1035-1056

Mital A., Nicholson, A.S. and Ayoub, M.M.(1997). A guide to manual materials handling, 2nd edition, Taylor & Francis, London and Philadelphia.

Snook S.H. (1978). The design of manual handling tasks, Ergonomics, 21:12, pp. 963-985.

Snook, S.H. and Ciriello, V.M. (1991). The design of manual handling tasks: revised tables of maximum acceptable weights and forces. Ergonomics 34(9), pp. 1197-1213

Waters T.R., Putz-Anderson V., Garg A. and Fine L.J.(1993). Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics* 36, No. 7, pp. 749-776

Waters T.R., Putz-Anderson V., Garg A. (1994). Applications manual for the Revised NIOSH Lifting Equation. Applications Manual for the Revised NIOSH Lifting Equation. DHHS(NIOSH) Publication No. 94-110. National Institute for Occupational Safety and Health, Centers for Disease Control and Prevention. Cincinnati, Ohio, 45226. Available from: <http://www.cdc.gov/niosh/docs/94-110/>

Waters T.R., Lu M.L., Occhipinti E. (2007). New procedure for assessing sequential manual lifting jobs using the revised NIOSH lifting equation. *Ergonomics* 50(11), pp.1761-1770.

WatersT., Occhipinti E., Colombini D., Alvarez-Casado E., Fox R. (2015). Variable Lifting Index (VLI): A New Method for Evaluating Variable Lifting Tasks. *Human Factors Journal*, published on line and open access at <http://hfs.sagepub.com/content/early/recent> with DOI number 10.1177/001872081561225.