



UNIVERSITA' POLITECNICA DELLE MARCHE
FACOLTA' DI INGEGNERIA

Corso di Laurea magistrale in
Ingegneria Gestionale

**STUDIO ED APPLICAZIONE DI METODI INNOVATIVI
PER LA VALUTAZIONE ERGONOMICA DI OPERATORI**

**STUDY AND APPLICATION OF INNOVATIVE METHODS
FOR THE ERGONOMIC EVALUATION OF OPERATORS**

Relatore: Chiar.mo
Prof. Germani Michele

Tesi di Laurea di:
Piergentili Daniele

A.A. 2019/ 2020

RINGRAZIAMENTI

*Vorrei ringraziare il prof. **Michele Germani**, relatore di questa Tesi di laurea, per la disponibilità e la precisione dimostratami durante tutto il periodo del tirocinio.*

*Vorrei ringraziare l'Ingegnere **Alessandra Papetti** per il grande aiuto e supporto dimostratomi durante tutto il periodo della scrittura dell'elaborato.*

*Vorrei inoltre ringraziare una persona unica e speciale, **Serena**, la mia ragazza, la mia migliore amica, la mia spalla destra. Abbiamo affrontato insieme questo cammino, passo dopo passo, giorno dopo giorno, superando tutte le difficoltà. In questi mesi ci siamo sempre sostenuti l'un l'altro, ci siamo confrontati, incoraggiati e abbiamo fatto tantissimi sacrifici, soprattutto in quest'ultimo periodo. Grazie per essere stata sempre al mio fianco in ogni momento e per avermi fatto capire che gli ostacoli esistono per essere superati.*

*Un doveroso ringraziamento va ovviamente a mio **Padre** e mia **Madre** che con il loro instancabile sostegno, sia economico che morale mi hanno permesso di intraprendere questo percorso. Dedico a loro questo mio ultimo lavoro in segno di riconoscimento per gli sforzi sostenuti durante questi anni. Senza di voi non sarei mai arrivato fino in fondo a questo difficile, lungo e tortuoso cammino.*

*Un pensiero speciale va ai miei **nonni**, a quelli che ho la fortuna di avere ancora al mio fianco e a quelli che non ci sono più, che penso sarebbero stati orgogliosi di tutto ciò.*

*Ed infine un grazie agli amici di sempre, **Leonardo, Francesco, Matteo e Lorenzo**, per i tempi spensierati trascorsi insieme. Come si sa, il percorso conta più della meta, più del suo inizio e del suo traguardo. Il giorno della laurea rimarrà sempre nel mio cuore ma più ancora rimarrà dentro di me la consapevolezza di aver avuto la fortuna rara di trovare degli amici **VERI**. Vi ringrazio per esser stati sempre al mio fianco: senza di voi non sarei dove sono oggi.*

Un sentito grazie di cuore a tutti !!!!

SOMMARIO

Abstract	4
Capitolo 1: INTRODUZIONE	
1.1 Descrizione dettagliata dei rischi nel settore della raccolta dei rifiuti	5
1.2 Sistemi di raccolta dei rifiuti solidi urbani	7
1.2.1 Metodo di raccolta Stradale	7
1.2.2 Metodo di raccolta Porta a Porta	8
1.2.3 Metodo di raccolta con Isola informatizzata Ecofil	8
Capitolo 2: Metodi per la Valutazione Ergonomica	
2.1 Normativa ISO 11228	9
2.2 Niosh: National Institute for Occupational, Safety and Health	10
2.3 Snook e Ciriello	13
2.4 Metodo RULA: Rapid Upper Limb Assessment	15
2.5 TR ISO 12295	20
Capitolo 3: Valutazione Tecnica raccolta Porta a Porta	
3.1 Scenario di riferimento	32
3.2 Task Analysis	34
3.3 Valutazione della Movimentazione Manuale dei Carichi	50
3.4 Valutazione del sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e della postura	73
Capitolo 4: Valutazione Tecnica raccolta Stradale	
4.1 Scenario di riferimento	81
4.2 Task Analysis	83
4.3 Valutazione della Movimentazione Manuale dei Carichi	89
4.4 Valutazione del sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e della postura	99
Capitolo 5: Valutazione Tecnica raccolta Ecofil	
5.1 Scenario di riferimento	105
5.2 Task Analysis	107
5.3 Valutazione della Movimentazione Manuale dei Carichi	112
5.4 Valutazione del sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e della postura	120
Capitolo 6: Conclusioni e sviluppi futuri	124
Capitolo 7: Bibliografia	130

ABSTRACT

Gli operatori che quotidianamente si occupano della raccolta dei rifiuti solidi urbani sono soggetti ad una molteplicità di rischi professionali non sempre facilmente intuibili a priori; tra questi i più comuni sono il rischio biologico, il rischio del lavoro su strada e il rischio associato alla Movimentazione Manuale dei Carichi. Nonostante quello dei rifiuti sia un settore relativamente piccolo in termini di occupazione, il tasso di infortuni nella raccolta dei rifiuti solidi urbani è maggiore rispetto all'industria generale. Oggetto dello studio, sarà quello di analizzare nel dettaglio l'ergonomia degli addetti alla raccolta durante l'intera durata del turno di lavoro. L'analisi viene effettuata attraverso l'applicazione di metodi standard per la valutazione del sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e della postura (Metodo RULA), e metodi per la valutazione delle attività di Movimentazione Manuale dei Carichi (Metodo Niosh e Snook Ciriello), solitamente utilizzati in ambito industriale. Lo studio viene applicato a tre diverse tipologie di raccolta dei rifiuti: Porta a Porta, Stradale ed Isola Ecologica informatizzata Ecofil. L'analisi prende in considerazione uno specifico quartiere della città di Porto San Giorgio, il quale ha visto nel corso degli anni il succedersi delle suddette metodologie di raccolta. L'obiettivo finale della valutazione sarà quello di comparare i risultati ottenuti per ciascun metodo di raccolta, in maniera da definire la metodologia caratterizzata dal minor rischio di disturbi muscoloscheletrici rispetto alle altre.

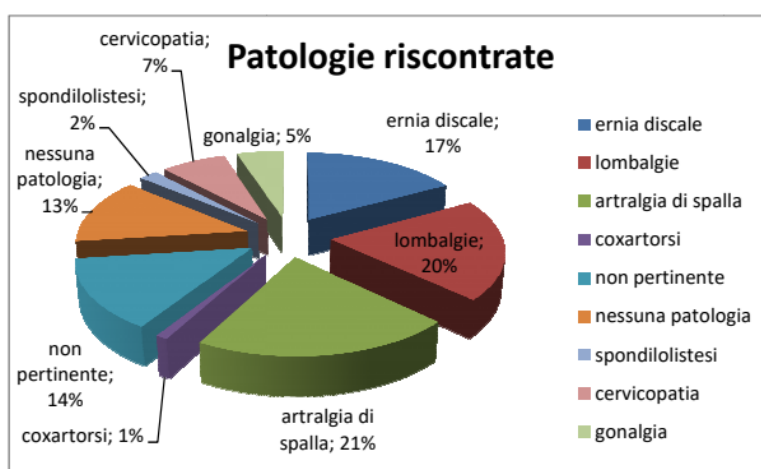
INTRODUZIONE

Nell'epoca moderna, ci si sta rendendo sempre più conto che il riciclaggio dei rifiuti, oltre ad essere una dimostrazione di progresso, rappresenta una notevole risorsa economica da dover sfruttare al meglio. Tuttavia però, occorre non sottovalutare gli effetti collaterali che una scelta di questo tipo ha sui lavoratori addetti alla raccolta. Lo studio condotto in questa trattazione approfondisce il tema dell'ergonomia associata all'attività svolta dagli operatori ecologici durante il turno di lavoro, mettendo a confronto tre diverse modalità di raccolta dei rifiuti: Metodo Porta a Porta, Metodo Stradale e Metodo con Isola informatizzata Ecofil. Seppur in misura limitata, è possibile reperire lavori di valutazione del rischio associato agli addetti alla raccolta Porta a Porta. Non esistono invece ad oggi, pubblicazioni che analizzano in maniera dettagliata ed esaustiva i rischi associati alle restanti due metodologie. Gli operatori addetti allo svolgimento della raccolta dei rifiuti solidi urbani (RSU), risultano essere esposti ad una pluralità di rischi tra essi potenzialmente sinergici, indipendentemente dalla modalità adottata fra le tre analizzate. Varie rilevazioni eseguite durante i turni di lavoro, hanno evidenziato una molteplicità di fattori di rischio che vanno dalla movimentazione di carichi eccessivamente pesanti, disomogenei e difficili da afferrare, alle operazioni di raccolta che richiedono movimenti estremamente bruschi o torsioni eccessive del busto (come nel caso del lancio del sacco nel veicolo di raccolta o il sollevamento dei contenitori in ambienti scomodi e ristretti). Gran parte delle movimentazioni effettuate durante i cicli di raccolta avvengono in maniera non ottimale, mantenendo il carico lontano dal corpo per evitare il rischio di lesione dovuto ad eventuali oggetti sporgenti dai contenitori. Come confermato dai dati riportati dall'Istituto Nazionale per l'Assicurazione contro gli Infortuni sul Lavoro (INAIL), la maggior parte delle patologie denunciate nell'ambito della raccolta dei rifiuti, possono essere ricondotte alle operazioni di Movimentazione Manuale dei Carichi (MMC). I danni più comunemente appurati risultano essere a carico del tratto dorso lombare della colonna vertebrale e dei muscoli annessi (artrosi, mal di schiena, ernia del disco), ma anche alle articolazioni delle braccia e gambe. Nel corso degli anni, il rischio da MMC è diminuito notevolmente grazie all'introduzione di operazioni meccanizzate, rese possibili mediante l'utilizzo di veicoli compattatori ad alta tecnologia. Nonostante il progresso tecnologico, il rischio specifico da MMC è comunque ancora molto rilevante in ogni fase di lavoro e tende ad aumentare con l'aumento della densità abitativa dei quartieri. Attraverso lo studio condotto in questa trattazione, dopo un'attenta analisi delle operazioni eseguite, e valutati quelli che sono i rischi associati alle MMC e alle posture assunte dagli operatori in ciascun metodo di raccolta, è possibile mettere a confronto le tre diverse metodologie, al fine di evidenziare quale sia il miglior scenario che rappresenti il minor rischio per l'operatore.

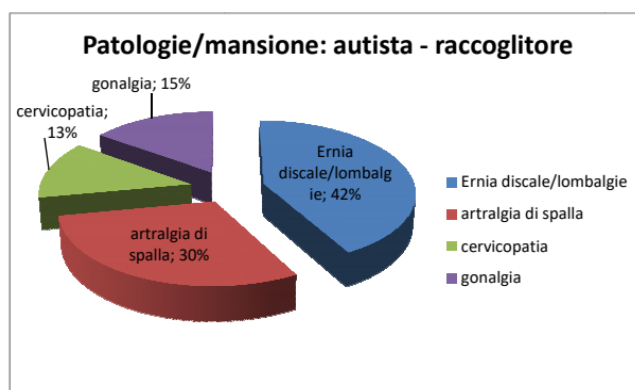
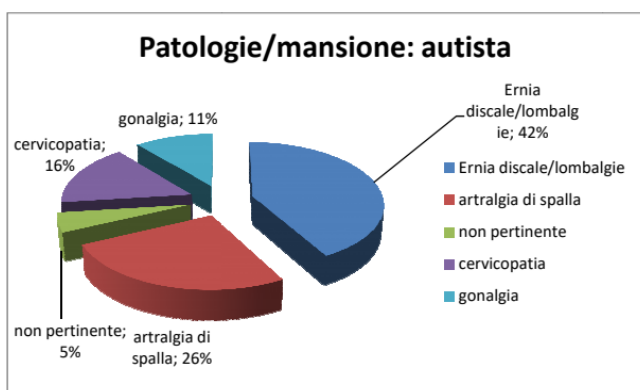
1.1 Descrizione dettagliata dei rischi nel settore della raccolta dei rifiuti

Dalle statistiche INAIL emerge che l'industria dei rifiuti solidi urbani ha prodotto nel quinquennio 2004 ÷ 2008 circa 55mila infortuni sul lavoro. Si tratta di eventi infortunistici denunciati dalle aziende di gestione dei rifiuti, comprendendo anche gli impianti di trattamento e smaltimento. Le cause di infortunio più frequenti riguardano prevalentemente la movimentazione dei cassonetti, il sollevamento dei contenitori e la discesa/salita dai veicoli compattatori. Da non trascurare sono gli infortuni che si manifestano durante lo spostamento a piedi o a bordo dei mezzi, causati principalmente da scivolamento, inciampo e perdita di controllo dei veicoli di trasporto. La gravità di questi eventi non è elevata, si tratta nella maggior parte dei casi di infortuni che comportano inabilità temporanee; infatti, nel complesso dell'Industria e Servizi, l'incidenza dei casi gravi come menomazioni permanenti o morti sul

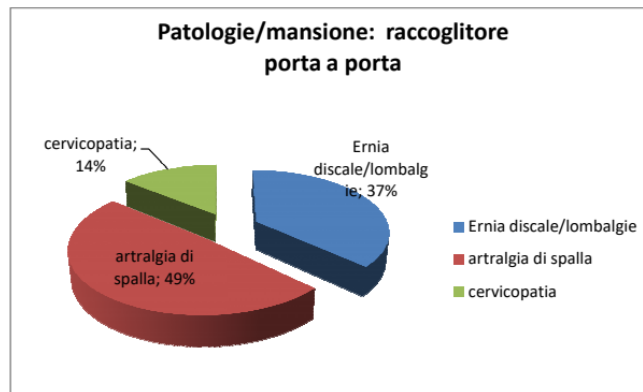
complesso dei casi indennizzati, è pari a circa il 5% ; nel caso del settore della raccolta dei rifiuti, tale incidenza scende al di sotto del 2,5% . Tuttavia però, il rischio, in termini di frequenza infortunistica è quasi quadruplo (110,17 casi di indennizzo ogni 1000 addetti per le aziende oggetto di analisi INAIL, contro i 29,08 del complesso Industria e Servizi). Quanto emerge, sta a significare che il rischio non è trascurabile per l'elevata probabilità di accadimento. Un'indagine parallela a quella effettuata dall'INAIL è stata condotta dalla Federazione Italiana Autonoma Enti Locali (F.I.A.D.E.L), la quale si è servita di un campione costituito da un massiccio gruppo di operatori ecologici che svolgono l'attività di raccolta dei rifiuti da molti anni. Il gruppo è stato analizzato per sesso, età, mansione lavorativa e patologie presenti a carico dell'apparato osteo-muscolare. Il campione esaminato evidenzia un'età media compresa tra i 40 e i 55 anni, una fascia di età rilevante in quanto in piena attività lavorativa e con prospettive di quiescenza molto distanti. L'analisi delle patologie prevalenti evidenzia come oltre il 70% del campione esaminato lamenti affezioni a carico dell'apparato osteo-muscolare, mentre solamente il 27% di essi non presenta patologie riconducibili all'attività che svolgono:



L'analisi ha inoltre esaminato l'incidenza delle patologie sulle singole mansioni effettuate dagli operatori, mostrando come l'artralgia di spalla aumenta in termini di incidenza qualora si associ il lavoro di autista a quello di raccogliitore e soprattutto come sia la patologia più frequente nei lavoratori che svolgono l'attività di raccolta Porta a Porta.



Come è possibile constatare, l'attività di autista si caratterizza per la prevalenza della patologia a carico del rachide lombare e della spalla. Questa situazione si presenta ancor più nei soggetti che svolgono anche il ruolo di raccogliitore oltre che quella di autista del mezzo compattatore. Nel caso si adotti la metodologia di raccolta Porta a Porta, si riscontra in particolare un'elevata prevalenza della patologia a carico della spalla confermando ulteriormente un'elevata sofferenza del rachide lombare, come mostrato in figura:



In entrambe le indagini condotte, sia INAIL che F.I.A.D.E.L., hanno riscontrato che la maggior parte delle patologie denunciate nell'ambito del comparto della raccolta dei rifiuti possono essere ricondotte alla MMC, superate solamente dalle patologie risultanti da rischio biologico-infettivo. I danni più comunemente riscontrati sono a carico del tratto dorso-lombare della colonna vertebrale e dei muscoli annessi (ernia del disco, artrosi e mal di schiena), ma risultano essere rilevate anche patologie a carico delle articolazioni delle gambe e soprattutto degli arti superiori.

1.2 Sistemi di raccolta dei rifiuti solidi urbani

La normativa europea in materia di rifiuti, indica come obiettivi principali per preservare le risorse naturali: la prevenzione della produzione di rifiuti, l'incentivazione del riciclo, il riutilizzo ed il recupero dei materiali. Il primo tassello fondamentale per una pianificazione secondo criteri di efficacia, efficienza ed economicità, della gestione integrata dei rifiuti solidi urbani riguarda l'organizzazione della raccolta. Il sistema di raccolta, rappresenta uno degli aspetti fondamentali della gestione dei rifiuti urbani, sia perché influenza la quantità e la qualità dei rifiuti destinati al recupero o allo smaltimento, sia perché, rappresenta una delle voci richiedenti il maggior impiego di risorse finanziarie necessarie per l'erogazione del servizio di igiene urbana. Lo studio condotto in questa trattazione fa riferimento a tre diverse metodologie di raccolta dei rifiuti: Porta a Porta, Stradale e ad Isole Ecofil. L'analisi è relativa ad un quartiere di Porto San Giorgio, un comune di 16000 abitanti nella provincia di Fermo. Il comune selezionato rappresenta un campione significativo, dal momento che presenta caratteristiche territoriali simili a molti altri comuni del territorio costiero marchigiano e poiché nello stesso si sono susseguiti negli anni, tutti e tre i metodi di raccolta. Nel quartiere analizzato, la crescita della qualità dei rifiuti per ciascuna tipologia raccolta, è stata resa possibile solo grazie al progressivo succedersi delle tre diverse metodologie, passando dalla raccolta mediante cassonetti stradali a quella domiciliare fino in ultimo all'installazione delle Isole informatizzate di tipo Ecofil. Le disposizioni normative, hanno creato i presupposti per il cambiamento delle modalità di raccolta dei rifiuti solidi urbani; inoltre l'aumento dei costi di smaltimento ha incentivato sempre di più lo sviluppo verso sistemi che privilegiano il recupero della materia, con l'obiettivo principale di rendere lo smaltimento in discarica la fase residuale della gestione dei rifiuti.

1.2.1 Metodo di raccolta Stradale

Il metodo di raccolta Stradale è una tecnica di gestione dei rifiuti solidi urbani che prevede la presenza di contenitori di diverse forme e volumetrie (generalmente cassonetti di grandi dimensioni) alloggiati lungo la sede stradale. Gli utenti conferiscono i rifiuti differenziati, ciascuno nell'apposito cassonetto. Per rendere più agevole il conferimento e successivamente le operazioni di raccolta dei rifiuti, i cassonetti assumono differenti colorazioni in base alla tipologia dei rifiuti contenuti al loro interno. Attraverso il suddetto metodo di raccolta, gli utenti possono conferire rifiuti quali:

carta e cartone, plastica, lattine, pannolini, umido ed indifferenziato, con l'obbligo di raccogliere in maniera separata le diverse tipologie di rifiuto. Un notevole vantaggio introdotto dal seguente sistema di raccolta è rappresentato dalla possibilità di conferimento in qualsiasi momento della giornata, anche durante le ore notturne. Gli operatori del comune, secondo un calendario settimanale stabilito in base alla tipologia e al quantitativo di rifiuti prodotti, provvederanno allo svuotamento dei bidoni. La mancanza di controllo sull'utente finale fa sì che la qualità dei rifiuti raccolti sia la più bassa tra i tre diversi metodi analizzati.

1.2.2 Metodo di raccolta Porta a Porta

Il metodo di Raccolta Porta a Porta è una tecnica di gestione che prevede il periodico ritiro dei rifiuti differenziati presso il domicilio delle singole utenze. Questo sistema prevede il ritiro delle diverse tipologie di rifiuti (carta e cartone, plastica, umido e indifferenziato) in giorni e contenitori differenti. Alcune tipologie di rifiuti, come ad esempio l'alluminio ed il vetro, possono essere inseriti nella gestione Porta a Porta oppure essere conferiti in appositi cassonetti in maniera simile alla raccolta stradale. La frequenza di raccolta cambia per ciascun tipo di rifiuto, generalmente varia da una a tre volte a settimana, a seconda dell'ammontare della quantità prodotta per ciascuna tipologia. Al momento della raccolta, l'operatore può aprire il sacchetto per controllare la corretta implementazione della differenziazione da parte dell'utente. L'errato conferimento dei rifiuti negli appositi sacchetti o contenitori, risulta essere punibile con una sanzione pecuniaria. Questo approccio, influisce positivamente sulla qualità della raccolta, che risulta essere di gran lunga superiore al metodo Stradale, ma non consente la possibilità di conferimento 24h su 24h.

1.2.3 Metodo di raccolta con Isola informatizzata Ecofil

Il metodo di raccolta Ecofil è una tecnica di gestione dei rifiuti di ultima generazione, la quale prevede la presenza di isole ecologiche informatizzate situate in apposite piazzole o installate lungo la sede stradale. Ciascuna isola è costituita da un insieme di cassonetti ermeticamente chiusi e non direttamente accessibili, ciascuno dei quali è adibito alla raccolta di una specifica tipologia di rifiuto (carta e cartone, plastica, vetro, alluminio, umido e indifferenziato). Oltre alla presenza dei bidoni tradizionali, l'isola gode di una parte informatizzata necessaria per l'identificazione dell'utente ad ogni operazione di conferimento. Ciascun nucleo familiare, viene così dotato di un'apposita Tessera Ecofil necessaria per il riconoscimento. L'utente può interagire con il sistema attraverso un monitor, il quale permette di selezionare la frazione di rifiuto che intende conferire. Successivamente, posizionando il sacchetto su di un'apposita bilancia avviene la quantificazione del materiale e la successiva emissione di un'etichetta adesiva, con codice a barre, da dover applicare al sacchetto. L'etichetta permetterà agli addetti alla raccolta, dotati di un apposito lettore, di associare il rifiuto all'utente, nel caso in cui il sacchetto non abbia al suo interno la giusta tipologia di rifiuto. Una volta terminata la procedura di identificazione e quantificazione, il sistema sblocca l'apertura del contenitore del tipo di rifiuto selezionato, in maniera tale da permettere all'utente di depositare il sacchetto. Una volta avvenuto il deposito all'interno del cassonetto e successivamente chiuso il coperchio, il sistema provvederà nuovamente al bloccaggio dell'apertura del coperchio. L'isola gode di tre videocamere di sorveglianza, necessarie per verificare la correttezza del conferimento. Attraverso il seguente metodo di raccolta è possibile quindi risalire in qualsiasi momento al responsabile del sacchetto di rifiuti. Si tratta di un sistema ottimale per l'applicazione di una Tariffazione Puntuale ed inoltre l'utente ha la possibilità di effettuare il conferimento 24 ore su 24. Attraverso l'isola Ecofil, si raggiunge il più elevato livello di qualità della raccolta fra i tre metodi analizzati.

METODI PER LA VALUTAZIONE ERGONOMICA

Lo studio condotto ha come oggetto l'analisi dell'ergonomia degli addetti alla raccolta dei rifiuti nelle tre diverse metodologie di gestione descritte nel capitolo precedente. Si farà sostanzialmente riferimento ai rischi associati alle operazioni di movimentazione manuale dei carichi (MMC). Per MMC si intende una qualsiasi tipologia di attività che comporti operazioni di sollevamento, trascinamento, spinta o spostamento di un peso. Tali attività possono dare origine a disturbi e patologie soprattutto a carico della colonna vertebrale, ma anche alle articolazioni e ai muscoli. Appartiene a questa categoria anche i rischi derivanti da movimenti ripetitivi e continuati, che possono in qualche modo dare origine anch'essi a patologie osteoarticolari, tendinee e muscolari anche molto gravi e perduranti. Il riferimento legislativo è il D.Lgs. 81/08 e s.m.i, dove al Titolo VI, viene data la definizione di Movimentazione Manuale dei Carichi e di patologie da sovraccarico biomeccanico. L'Allegato XXXIII fornisce gli elementi di riferimento per l'analisi del rischio (come caratteristiche del carico, sforzo richiesto, caratteristiche dell'ambiente di lavoro, esigenze connesse all'attività), i fattori individuali di rischio (idoneità fisica, indumenti utilizzati, addestramento) e i riferimenti alla normativa tecnica (norma ISO 11228 parte 1,2,3).

I fattori di rischio da prendere in considerazione durante le attività di MMC riguardano: *postura, forza e ripetitività*.

Postura: definisce la posizione che i diversi segmenti corporei assumono in relazione reciproca; partendo da una condizione di postura neutra (assenza di sforzo sulle articolazioni), un allontanamento da questa condizione sottopone l'operatore a stress muscolare, articolare e tendineo. Il normale ambito operativo per ogni segmento articolare è stato definito da studi di anatomia e statistica. Le posture assunte al di fuori del suddetto ambito vengono definite "estreme", esse risultano essere raggiungibili dalle articolazioni, ma nel contempo dannose nel caso vengano raggiunte troppo frequentemente o mantenute per periodi prolungati.

Forza: misura l'impiego muscolare necessario per svolgere una certa azione, sia di movimentazione che di presa di un oggetto. L'impiego della forza è responsabile della cosiddetta "fatica", ovvero un'alterazione metabolica con possibili danni alla struttura muscolare nel caso venga richiesta una forza eccessiva o per tempi prolungati.

Ripetitività: misura la frequenza di ogni operazione effettuata, nel caso di compiti ripetitivi. Una maggiore frequenza di azioni comporta un elevato livello di stress che coinvolge tutte le strutture muscolotendinee coinvolte, si necessita quindi di un "periodo di recupero", necessario al ristabilirsi delle condizioni fisiologiche ottimali.

Per quanto riguarda specificatamente la movimentazione manuale dei carichi, sono stati sviluppati dei metodi atti alla valutazione delle attività di sollevamento e trasporto, che prendono in considerazione una serie di caratteristiche del movimento svolto. Inoltre, sono stati sviluppati anche metodi specifici per la valutazione relativa alle attività di traino, spinta e movimentazione di bassi carichi ad alta frequenza.

2.1 Normativa ISO 11228

Per effettuare un'analisi di ergonomia, occorre rifarsi alla norma ISO 11228 la quale fornisce i metodi di valutazione del rischio da movimentazione manuale dei carichi. Tale norma è suddivisa nel seguente modo:

- ISO 11228 – 1: Sollevamento e Trasporto manuale dei carichi;
- ISO 11228 – 2: Traino e Spinta manuale dei carichi;
- ISO 11228 – 3: Compiti ripetitivi di movimentazione di piccoli carichi ad alta frequenza;

Partendo dalla ISO 11228 – 1, essa specifica 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 sottoposti i lavoratori che eseguono la movimentazione manuale dei carichi. La Norma si applica alla movimentazione manuale di oggetti con una massa di almeno 3 chilogrammi, e prevede l'applicazione dell'equazione **RNLE** (Revised Niosh Lifting Equation). La ISO 11228 – 2 si occupa invece della valutazione del rischio per le operazioni di traino e spinta, ed in particolare definisce la massa raccomandata per le seguenti due tipologie di azioni. Essa prevede due metodi di analisi, uno di tipo generale mentre l'altro più specialistico. Il metodo generale, di più semplice attuazione, viene definito come metodo di Snook Ciriello, e si basa sull'utilizzo di tavole e tabelle sperimentali, da cui ricavare i valori limite raccomandati da confrontare con i valori misurati per le azioni di traino/spinta. Il metodo specialistico invece, è un metodo molto complesso che consente di effettuare la valutazione sulla base dei dati demografici ed antropometrici della popolazione in esame. A causa della sua complessità, risulta essere un metodo di scarsa utilità pratica. Infine, la norma ISO 11228 – 3 si occupa della valutazione del rischio di movimenti ripetuti. La valutazione del rischio si basa sostanzialmente su due procedure distinte; una prima procedura di screening iniziale, basata sull'uso di una check-list proposta dalla norma, ed una procedura più dettagliata che rimanda ad affermati metodi di analisi riconosciuti a livello internazionale (metodo RULA, REBA, OCRA, STRAI INDEX HAL, OREGÉ) con un'espressa preferenza per il metodo OCRA.

La norma ISO 11228, nasce sostanzialmente con il preciso obiettivo di tutelare il lavoratore in termini di sicurezza riguardanti le attività di movimentazione manuale dei carichi, sancendo quali posture, e quali situazioni possono potenzialmente divenire causa scatenante di malattie professionali per l'apparato muscolo scheletrico.

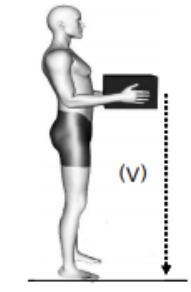
2.2 NIOSH: National Institute of Occupational, Safety and Health

Il metodo più utilizzato per il calcolo del rischio da sollevamento e spostamento è quello elaborato dal National Institute of Occupational, Safety and Health, meglio conosciuto come metodo NIOSH. La prima "Guida alle modalità di sollevamento manuale nel lavoro", prodotta dal NIOSH e dal Dipartimento dei Servizi Sanitari alla Persona americano risale al 1981. In essa si prevedeva un'equazione in grado 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 un'equazione che integra diversi 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 (**LI**: Lifting Index). Per la determinazione dell'RWL, occorre misurare alcuni parametri relativi alle modalità di esecuzione del sollevamento e all'organizzazione del turno di lavoro. I parametri da prendere in considerazione sono:

- **(V)** : Distanza verticale delle mani rispetto al suolo, nella posizione di partenza;
- **(D)** : Escursione verticale del sollevamento;
- **(H)** : Distanza orizzontale rispetto al baricentro delle anche, alla quale il carico è sollevato;
- **(A)** : Angolazione del carico rispetto al corpo;
- **(C)** : Tipologia di presa a seconda dell'impugnatura disponibile;
- **(F)** : Frequenza di sollevamento, intesa come il tempo che intercorre tra le azioni di sollevamento;

A ciascuna delle voci elencate, viene assegnato un valore numerico identificato con il nome di *fattore moltiplicativo*. Tale valore può essere ottenuto osservando direttamente i valori riportati in apposite tabelle, oppure adottando la via

dell'interpolazione del moltiplicatore per valori intermedi a quelli riscontrabili in tabella. Un'ulteriore approccio per la determinazione di tali valori, può essere rappresentato dall'utilizzo delle apposite formule definite dal NIOSH, riportate per ciascun parametro rilevato. Si riportano di seguito i sei fattori moltiplicativi:



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

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 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.

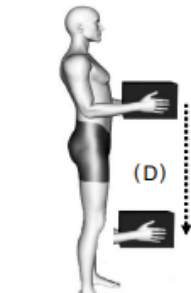
Moltiplicatori verticali (VM) semplificati per fasce:

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:

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

Dove V = altezza delle mani da terra in cm.



DISTANCE MULTIPLIER (DM)
FATTORE DISLOCAZIONE: differenza fra altezza delle mani all'inizio del sollevamento e al deposito

La dislocazione verticale di spostamento (D) 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.

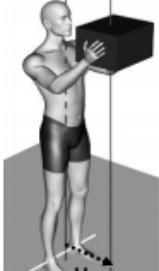
Moltiplicatori di dislocazione (DM) semplificati per fasce:

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.



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.



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:

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

Dove Y =angolo di asimmetria in gradi

Qualità della presa	BUONA	SUFFICIENTE	SCARSA
Descrizione	Lunghezza carico ≤40 cm; altezza carico ≤30 cm; buoni manici o scanalatura 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

FM-Frequency Multiplier			
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

MOLTIPLICATORI PER V < 75 CM

FM-Frequency Multiplier			
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

MOLTIPLICATORI PER V >=75 CM

Il punto di partenza, per la determinazione del peso limite raccomandato, consiste nell'individuazione della Massa di riferimento (m_{ref}) relativa alla popolazione di lavoratori analizzata. I valori delle masse di riferimento per ciascuna popolazione lavorativa sana, sono riportati direttamente dalla norma, e vengono riassunti nella seguente tabella:

Popolazione di lavoratori per sesso ed età	Massa di riferimento (m_{ref})
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

A questo punto si può comporre l'equazione NIOSH, che consta dei sei fattori moltiplicativi precedentemente elencati e dalla massa di riferimento m_{ref} :

$$RWL = m_{ref} \times VM \times DM \times HM \times AM \times CM \times FM$$

La formula originale del NIOSH, non prevede moltiplicatori aggiuntivi nel caso in cui il sollevamento del carico venga effettuato con un solo arto. A tal proposito, la norma EN 1005 – 2 propone una modalità di calcolo per la determinazione del peso limite raccomandato, che prevede l'applicazione di un ulteriore fattore moltiplicativo oltre ai sei precedentemente elencati. Tale fattore viene indicato come **OM**, ed assume un valore pari a 0,60. Volendo stimare il rischio nella condizione in cui il carico sia sollevato con un unico arto, l'equazione per la determinazione del RWL è la seguente:

$$RWL = m_{ref} \times VM \times DM \times HM \times AM \times CM \times FM \times OM$$

L'Indice di Sollevamento (**LI**) nasce dal confronto tra il Peso Limite Raccomandato e il Peso Realmente sollevato dall'operatore, e viene determinato attraverso la seguente relazione:

$$LI = \frac{\text{PESO EFFETTIVAMENTE SOLLEVATO}}{\text{PESO LIMITE RACCOMANDATO}}$$

In base al valore assunto da tale indice è possibile definire tre zone di rischio (area verde, area gialla e area rossa) corrispondenti, ognuna delle quali, ad un certo livello di esposizione al rischio:

- AREA VERDE ($LI \leq 0.85$): Nessun Rischio;
- AREA GIALLA ($0.85 < LI \leq 1.0$): Borderline o esposizione molto bassa;
- AREA ROSSO LIEVE ($1.0 < LI < 2.0$): Rischio presente con livello lieve-moderato;
- AREA ROSSO MEDIO ($2.0 \leq LI < 3.0$): Rischio presente con livello significativo;
- AREA ROSSO INTENSO ($LI \geq 3.0$): Rischio presente con livello elevato;

2.3 SNOOK E CIRIELLO

Per le azioni di traino e spinta non esistono metodi universalmente riconosciuti come quello proposto dal NIOSH, sebbene gli studi condotti da Snook e Ciriello costituiscano un valido supporto per la valutazione dell'indice ergonomico in tali contesti operativi. Per ciascun tipo di azione, la valutazione del rischio avviene per diversi percentili di protezione per un campione costituito da soggetti sani, considerando sia differenze di sesso, sia differenze nella tipologia stessa di azione come: frequenza, altezza delle mani da terra e distanza di trasporto. Per le azioni di traino e spinta, svolte con l'intero corpo, la procedura per il calcolo dell'indice del rischio (identificato come I.M) fornisce il

valore limite della forza raccomandata, rispettivamente nella fase iniziale (FI) e nella fase di mantenimento dell'azione (FM). I valori raccomandati presi in considerazione nello studio condotto, fanno riferimento ad una popolazione lavorativa adulta sana (90° percentile). Individuata la situazione che meglio rispecchia il reale scenario lavorativo in esame, si estrapola il valore raccomandato di forza e lo si confronta con la forza effettivamente coinvolta nell'attività di movimentazione, ottenendo così un indicatore di rischio del tutto analogo a quello proposto dal metodo NIOSH per le azioni di sollevamento. Per la quantificazione delle forze, tale metodo richiede il ricorso a strumenti specifici come dinamometri, da dover applicare alle reali condizioni operative per eseguire le misurazione.

Sintesi delle Tavole di Snook e Ciriello per azioni di TRAINO:

Distanza	Una azione ogni	2 metri						7,5 metri						15 metri						30 metri							
		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	Una azione ogni	45 metri				60 metri				
		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

Sintesi delle Tavole di Snook e Ciriello per azioni di SPINTA:

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	8h
MASCHI																											
altezza mani da terra																											
145 cm	FI	20	22	25	25	26	26	31	14	16	21	21	22	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	Una azione ogni	45 metri				60 metri				
		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

Applicando la procedura analitica descritta, è possibile ricavare dunque un indice sintetico di rischio (I.M) per ciascuna delle operazioni di movimentazione descritte. Tali indici sono in effetti il rapporto tra la forza effettivamente misurata durante la movimentazione nella specifica situazione lavorativa, e la forza raccomandata per quella determinata azione.

$$\text{I. M (Forza Iniziale)} = \frac{\text{FORZA INIZIALE MISURATA}}{\text{FORZA INIZIALE RACCOMANDATA}}$$

$$\text{I. M (Forza di Mantenimento)} = \frac{\text{FORZA DI MANTENIMENTO MISURATA}}{\text{FORZA DI MANTENIMENTO RACCOMANDATA}}$$

Sulla scorta dei risultati ottenuti, è possibile individuare tutte le attività che necessitano di interventi di revisione, al fine di prevenire l'insorgenza di eventuali malattie professionali o infortuni. La priorità delle azioni correttive da apportare è determinata dunque dal valore dell'indice I.M. Il metodo permette l'individuazione di due aree di rischio distinte:

- AREA VERDE (I.M ≤ 1): Nessun Rischio
- AREA ROSSA (I.M > 1): Rischio Presente

2.4 METODO RULA: Rapid Upper Limb Assessment

Il metodo RULA fornisce un criterio pratico di selezione rapida dei lavoratori che possono essere soggetti, durante il turno di lavoro, a disturbi degli arti superiori, indicandone il livello di esposizione di rischio sia parziale, per i singoli distretti del corpo, che totale. Attraverso questo approccio, si prendono in considerazione i seguenti fattori di rischio:

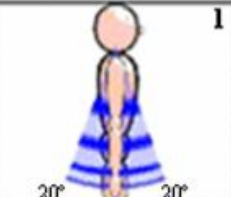

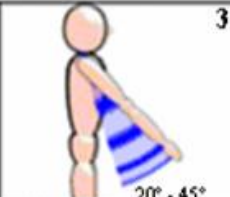
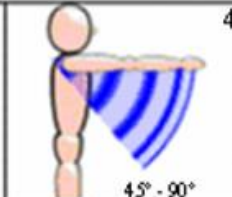
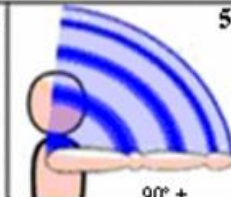
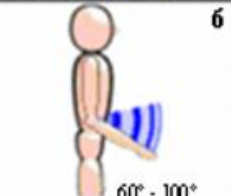

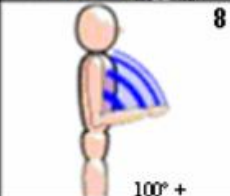

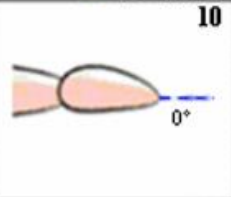
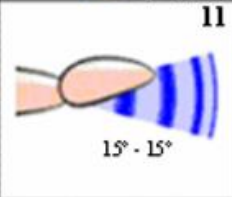
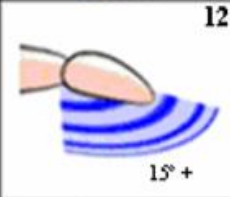
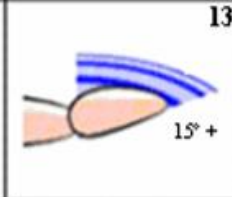

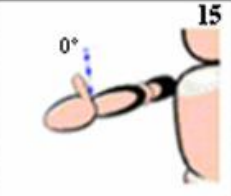
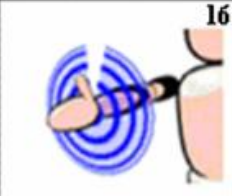
- Numero di movimenti eseguiti;
- Lavoro prevalentemente statico;
- Forza applicata;
- Posture assunte a causa delle attrezzature utilizzate;
- Ripetitività dei compiti;

Identificando con rapidità le posture incongrue e lo sforzo muscolare associato ai fattori sopra riportati per mezzo di un punteggio, il metodo permette di discriminare tra una postura ACCETTABILE ed una NON ACCETTABILE. Lo sviluppo del RULA viene suddiviso in tre fasi distinte: *modalità di registrazione delle posture durante il lavoro*, *sviluppo del sistema di punteggio* e *sviluppo della scala dei livelli di azione*.

1) MODALITA' DI REGISTRAZIONE DELLE POSTURE DURANTE IL LAVORO:

Il corpo dell'operatore viene diviso in due segmenti individuati da due gruppi, A e B. Il gruppo A include braccio, avambraccio e polso, mentre il gruppo B include collo, tronco e gambe. In questa maniera si assicura l'analisi della postura globale dell'intero corpo. I movimenti del corpo sono stati suddivisi in opportuni intervalli angolari. Tali intervalli sono numerati in maniera tale che il numero 1 corrisponda all'intervallo di movimento o alla postura di lavoro in cui il fattore di rischio correlato è minimo, mentre, numeri più alti sono assegnati agli intervalli di movimento che presentano posture più estreme, indicando una crescita della presenza di rischio a carico della sezione considerata. Si riportano di seguito gli intervalli di movimentazione relativi alle diverse sezioni del corpo, e le modalità di assegnazione dei punteggi ad essi associati per ciascun gruppo:

GRUPPO A

Braccio destro	 1 20°	 2 20° +	 3 20° - 45°	 4 45° - 90°	 5 90° +
Avambraccio destro	 6 60° - 100°	 7 0° - 60°	 8 100° +	 9	
Polso destro	 10 0°	 11 15° - 15°	 12 15° +	 13 15° +	 14 Deviazione ulnare o radiale
Rotazione polso destro	 15 0°	 16			

I punteggi, riportati successivamente tra parentesi quadre, vanno assegnati nel seguente modo:

Braccio

[1] per 20° di estensione o 20° di flessione (riquadro 1)

[2] per un'estensione superiore a 20° o una flessione compresa tra 20°-45° (riquadri 2 e 3)

[3] per una flessione tra 45°-90° (riquadro 4)

[4] per una flessione pari o superiore a 90° (riquadro 5)

Se la spalla è sollevata, il punteggio della postura appena enunciato, viene aumentato di una unità

Se il braccio è abdotto il punteggio è aumentato di una unità

Se il lavoratore è inclito o il peso dell'arto è sorretto, il punteggio relativo alla postura va diminuito di un'unità

Avambraccio

[1] per una flessione compresa tra 60°-100° (riquadro 6)

[2] per una flessione inferiore a 60° o superiore a 100° (riquadri 7 e 8)

Se l'avambraccio sta lavorando in modo incrociato rispetto alla mezzeria del corpo o fuori lato, il punteggio relativo alla postura va incrementato di una unità (riquadro 9)

Polso

[1] se è in una posizione neutra (riquadro 10)

[2] se è in estensione o in flessione in un intervallo di 0°-15° (riquadro 11)

[3] per una flessione o estensione superiore a 15° (riquadri 12 e 13)

Se il polso è sottoposto ad una deviazione ulnare o radiale, il punteggio posturale relativo va aumentato di un'unità (riquadro 14)

Rotazione del Polso

[1] se il polso è ruotato fino alla metà della propria potenzialità (riquadro 15)

[2] se il polso è prossimo o è proprio nella posizione di massima torsione (riquadro 16)

GRUPPO B

Collo	0° - 10° 1	10° - 20° 2	20° + 3	 Estensione 4
Rotazione del collo	0° 5	Rotazione 6		
Inclinazione del collo	0° 7	 Inclinazione 8		
Tronco	0° 9	0° - 20° 10	20° - 60° 11	60° + 12
Rotazione del tronco	0° 13	Rotazione 14		
Inclinazione del tronco	0° 15	 Inclinazione 16		
Gambe	 17 Gambe e piedi sono ben poggianti e in posizione bilanciata		 18 Gambe e piedi NON sono ben poggianti e bilanciati	

I punteggi, riportati successivamente tra parentesi quadre, vanno assegnati nel seguente modo:

Collo

[1] per una flessione tra 0°-10° (riquadro 1)

[2] per una flessione tra 10°-20° (riquadro 2)

[3] per una flessione maggiore di 20° (riquadro 3)

[4] se il collo è in estensione (riquadro 4)

Se il collo è ruotato o inclinato da un lato il punteggio è incrementato di un'unità (riquadri 6 e 8)

Tronco:

[1] quando si è seduti con un angolo anca-tronco di 90° o più (riquadro 9)

[2] per una flessione tra 0°-20° (riquadro 10)

[3] per una flessione tra 20°-60° (riquadro 11)

[4] per una flessione maggiore di 60° (riquadro 12)

Se il tronco è ruotato o inclinato da un lato, il punteggio viene aumentato di una unità (riquadri 14 e 16)

Gambe

[1] se le gambe ed i piedi sono bene appoggiati, seduti e/o col corpo ben bilanciato (riquadro 17)

[1] se in piedi, col peso del corpo ben distribuito su entrambi i piedi con spazio per cambiare posizione (riquadro 17)

[2] se le gambe ed i piedi non sono ben appoggiati o il peso del corpo non è bilanciato bene (riquadro 18)

Definiti gli intervalli di movimentazione relativi alle diverse sezioni del corpo, e la modalità di assegnazione dei punteggi ad essi associati, si passa all'osservazione del lavoratore durante lo svolgimento dei diversi cicli di lavoro, in maniera da individuare quale sia la mansione e la postura più significativa da analizzare. La scelta può ricadere sulla postura che maggiormente viene mantenuta durante il lavoro, oppure considerando gli arti maggiormente sollecitati. Definiti i punteggi relativi alle differenti sezioni del corpo ottenuti dalla registrazione sul campo, è possibile determinare il punteggio complessivo associato al gruppo A e al gruppo B per mezzo delle seguenti due tabelle:

GRUPPO A

		Punteggio del polso							
		1		2		3		4	
		Rotazione polso		Rotazione polso		Rotazione polso		Rotazione polso	
Braccio	Avam - braccio	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	1	2	2	2	2	3	3	3
	2	2	2	2	2	3	3	3	3
	3	2	3	3	3	3	3	4	4
2	1	2	3	3	3	3	4	4	4
	2	3	3	3	3	3	4	4	4
	3	3	4	4	4	4	4	5	5
3	1	3	3	3	4	4	4	5	5
	2	3	4	4	4	4	4	5	5
	3	4	4	4	4	4	5	5	5
4	1	4	4	4	4	4	5	5	5
	2	4	4	4	4	4	5	5	5
	3	4	4	4	5	5	5	6	6
5	1	5	5	5	5	5	6	6	7
	2	5	6	6	6	6	6	7	7
	3	6	6	6	7	7	7	7	8
6	1	7	7	7	7	7	8	8	9
	2	8	8	8	8	8	9	9	9
	3	9	9	9	9	9	9	9	9

GRUPPO B

Postura Collo	Punteggio postura del busto											
	1		2		3		4		5		6	
	Gambe		Gambe		Gambe		Gambe		Gambe		Gambe	
	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2	1	2
1	1	3	2	3	3	4	5	5	6	6	7	7
2	2	3	2	3	4	5	5	5	6	7	7	7
3	3	3	3	4	4	5	5	6	6	7	7	7
4	5	5	5	6	6	7	7	7	7	7	8	8
5	7	7	7	7	7	8	8	8	8	8	8	8
6	8	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	9

2) SVILUPPO DEL SISTEMA DI PUNTEGGIO:

I valori di A e B determinati nella fase precedente non sono ancora del tutto completi, in quanto non contengono le informazioni relative all'uso dei muscoli e al punteggio associato alla forza esercitata. Quindi nelle tabelle sottostanti viene quantificata l'applicazione della forza in relazione ad un carico, espresso in Kg, e alle sue caratteristiche nonché l'impegno dei muscoli legato a lavoro statico o a movimenti ripetuti, sia per il gruppo A che per il gruppo B:

Fattori Integrativi relativi alla postura del gruppo A

FORZA E CARICO DA VALUTARE PER AMBEDUE LE MANI	Nessuna resistenza (meno di 2 Kg di carico e forza intermittente)	+ 0
	2-10 Kg di carico intermittente	+ 1
	2-10 Kg di carico statico o ripetuto	+ 2
	> 10 Kg di carico statico ripetuto e/o a colpi	+ 3
USO MUSCOLARE	Postura principalmente statica, mantenuta per più di 1 minuto	+ 1
	Azioni ripetute per più di 4 volte al minuto	+ 1

Fattori Integrativi relativi alla postura del gruppo B

FORZA E CARICO DA VALUTARE PER AMBEDUE LE MANI	Nessuna resistenza (meno di 2 Kg di carico e forza intermittente)	+ 0
	2-10 Kg di carico intermittente	+ 1
	2-10 Kg di carico statico o ripetuto	+ 2
	> 10 Kg di carico statico ripetuto e/o a colpi	+ 3
USO MUSCOLARE	Postura principalmente statica, mantenuta per più di 1 minuto	+ 1
	Azioni ripetute per più di 4 volte al minuto	+ 1

I fattori integrativi così determinati permettono di definire i punteggi C e D nel seguente modo:

Punteggio postura A	+	Uso muscolare	+	Uso forza	=	Punteggio C
Punteggio postura B	+	Uso muscolare	+	Uso forza	=	Punteggio D

3) SVILUPPO DELLA SCALA DEI LIVELLI DI AZIONE:

La terza ed ultima fase di sviluppo del metodo RULA, permette di individuare un unico punteggio finale ottenuto dalla correlazione di tutti i punteggi raccolti nelle fasi precedenti. Tale valore rappresenta l'obiettivo del metodo, permettendo di individuare le priorità delle situazioni di rischio. Il punteggio finale è fissato su una scala di valori da 1 a 7, è basato sul rischio di lesione stimato a causa di sollecitazioni muscolo scheletriche ed è determinato dal confronto dei punteggi C e D, come mostrato dalla seguente tabella :

PUNTEGGIO FINALE										
	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C										
1		1	2	3	3	4	5	5	5	5
2		2	2	3	4	4	5	5	5	5
3		3	3	3	4	4	5	6	6	6
4		3	3	3	4	5	6	6	6	6
5		4	4	4	5	6	7	7	7	7
6		4	4	5	6	6	7	7	7	7
7		5	5	6	6	7	7	7	7	7
8		5	5	6	7	7	7	7	7	7
9		5	5	6	7	7	7	7	7	7

Livello di azione 1: Il punteggio finale di 1 o 2 indica che la postura è accettabile se non è mantenuta o ripetuta per lunghi periodi;

Livello di azione 2: Il punteggio finale di 3 o 4 indica che sono necessarie ulteriori osservazioni e che sono richieste delle modifiche;

Livello di azione 3: Il punteggio finale di 5 o 6 indica che sono necessarie indagini e modifiche a breve termine;

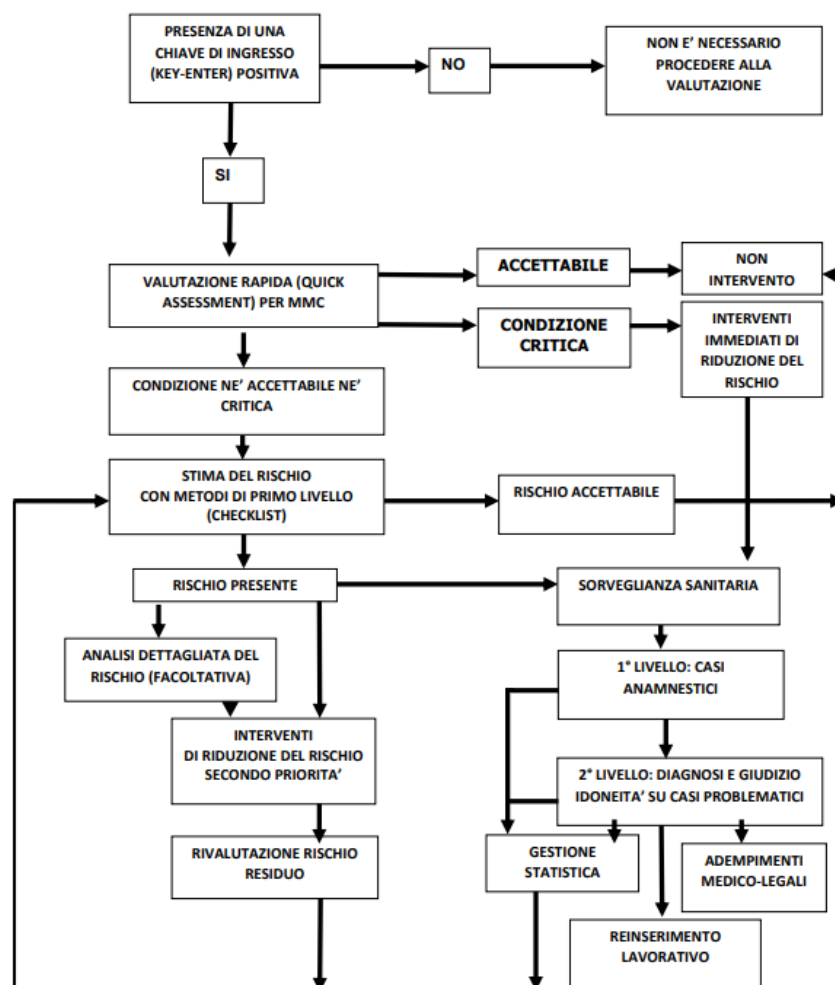
Livello di azione 4: Il punteggio di 7, o superiore, indica la necessità di indagini e modifiche immediate.

2.5 TR ISO 12295

Il Technical Report, ISO TR 12295, specifica nel dettaglio il campo e le modalità di applicazione delle norme ISO 11228 parti 1, 2 e 3. Il TR guida gli utenti potenziali e fornisce informazioni aggiuntive sulla scelta e l'utilizzo delle norme appropriate. Tale documento agisce in un doppio ambito:

- 1) Fornire a tutti gli utenti, soprattutto a coloro che non sono esperti in ergonomia, criteri e procedure:
 - Per identificare le situazioni in cui si possano applicare le norme della serie ISO 11228
 - Per fornire un metodo di "valutazione rapida" che permetta di riconoscere facilmente le attività "certamente accettabili" e quelle "certamente critiche". Nel caso in cui il metodo di valutazione rapida mostri che l'attività di rischio cade tra le due condizioni d'esposizione, è necessario fare riferimento ai metodi dettagliati per la valutazione del rischio disposti nelle norme ISO corrispondenti.
- 2) Fornire a tutti gli utenti, specialmente a coloro che hanno una buona preparazione in ergonomia, o a cui le norme ISO 11228 sono familiari, dettagli e criteri per applicare i metodi di valutazione del rischio proposti dalle norme originali della serie. Tale documento è pienamente compatibile con i metodi proposti dalla ISO 11228 e non introduce alcuna modifica all'applicazione del calcolo matematico del livello di rischio, previsto dalle suddette norme.

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. Il processo di prevenzione/intervento definito nel presente documento è schematicamente descritto dal seguente flow chart:



Il TR prevede un approccio alla valutazione e gestione dell'eventuale rischio articolato in 4 passaggi successivi:

- 1) IDENTIFICAZIONE DELLE ATTIVITA' DI MMC SECONDO CRITERI UNIVOCI
- 2) VALUTAZIONE RAPIDA DEL RISCHIO
- 3) STIMA ED EVENTUALE VALUTAZIONE ANALITICA DEL RISCHIO
- 4) RIDUZIONE DEL RISCHIO E ADOZIONE DI MISURE DI TUTELA

1) IDENTIFICAZIONE DELLE ATTIVITA' DI MMC SECONDO CRITERI UNIVOCI:

Tale fase permette di identificare i contesti e le condizioni in cui si svolge un'attività con Movimentazione Manuale di Carichi che necessita di essere valutata. In termini generali, definisce il "campo di applicazione" delle norme tecniche relative al sollevamento/trasporto manuale, al traino/spinta e a compiti ripetitivi degli arti superiori. L'utilizzo delle indicazioni riportate dal Technical Report risultano essere molto semplici: se si sollevano manualmente oggetti di peso superiore a 3 Kg o si spingono/trainano carrelli manualmente o se vi sono compiti ripetitivi degli arti superiori con durata totale maggiore ad un'ora, tali condizioni sono sufficienti ad attivare la necessità di una valutazione del rischio,

operata eventualmente tramite la fase successiva “Valutazione Rapida del Rischio”. Lo schema definito dal TR per l’identificazione delle attività di MMC è il seguente:

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:	NO	SI
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Compito caratterizzato da cicli lavorativi ripetuti</i> <li style="text-align: center;"><i>oppure</i> • <i>Compito durante il quale si ripetono le stesse azioni lavorative per oltre il 50% del tempo.</i> 		
Se NO, questo standard non è rilevante Se SI si proceda con lo step 2 Quick Assessment		

2) VALUTAZIONE RAPIDA DEL RISCHIO:

La valutazione rapida del rischio, o comunemente chiamata Quick-Assessment, consiste in una verifica veloce della presenza di potenziali condizioni di rischio da MMC, attraverso semplici domande di tipo quali/quantitativo. Il Quick-Assessment è sostanzialmente indirizzato a identificare tre possibili condizioni:

- Accettabile: non vi è la necessità di attuare ulteriori azioni
- Critica: è urgente procedere ad una riprogettazione del processo
- Né Critica né Accettabile: 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

E' importante sottolineare che qualora si verifichi l'esistenza di condizioni rispettivamente di accettabilità e di criticità, non è sempre necessario procedere ad una stima più circostanziata del livello di esposizione, soprattutto nel caso di condizioni critiche, in quanto ogni sforzo andrà meglio indirizzato alla riduzione del rischio chiaramente emerso, piuttosto che ad approfondimenti nella valutazione. Qualora invece, nessuna delle due condizioni “estreme” emerga chiaramente, diviene necessario procedere alla valutazione, semplificata o anche dettagliata, del rischio con i tradizionali metodi di valutazione (Niosh e Snook - Ciriello). In questa sede, onde evitare un eccessivo appesantimento teorico, si farà sostanzialmente riferimento alle indicazioni riportate nel TR ISO 12295 relative solamente alle azioni di sollevamento/trasporto e traino/spinta, non prendendo in considerazione la parte del documento riguardante i compiti ripetitivi degli arti superiori, in quanto ai fini dello studio per la valutazione del rischio degli operatori addetti alla raccolta dei rifiuti solidi organici, si procederà in maniera diretta con il metodo RULA. In entrambi i casi di Quick-Assessment delle attività rispettivamente di sollevamento/trasporto e di traino/spinta, va preliminarmente verificata l'adeguatezza di alcune condizioni di contesto che vengono richiamate anche nell'allegato XXXIII. La tabella sottostante, 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, più che altro, dovranno essere effettuati interventi atti a risolvere o quantomeno ridurre le condizioni risultate inadeguate. Si riporta di seguito la tabella relativa agli aspetti preliminari per il Sollevamento e il Trasporto dei carichi:

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)		

E' possibile ora passare alle condizioni di accettabilità per il sollevamento ed il trasporto, viene quindi definito l'elenco delle condizioni che devono risultare tutte contemporaneamente presenti per valutare come accettabile la situazione. E' importante precisare che l'accettabilità del compito è intesa con riferimento alla popolazione lavorativa "sana" e non riguarda eventuali particolari condizioni individuali di salute. Nella tabella "*Quick-Assessment Condizioni Accettabili – Sollevamento/Trasporto*" vengono riportate l'insieme delle condizioni di accettabilità. Nella tabella "*Quick-Assessment Condizione Critica – Sollevamento/Trasporto*", vengono invece riportate, sempre per il sollevamento e il trasporto, le condizioni per cui, essendo presente una sola di esse, 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 ISO 11228 parte 1. Qualora una condizione di Movimentazione Manuale risultasse critica, anche solo per una sola delle situazioni elencate nella tabella, l'indicazione è di orientarsi decisamente per un rapido ed immediato intervento migliorativo (riduzione del rischio) senza procedere necessariamente con un'ulteriore approfondimento analitico. Approfondimento che potrà essere effettuato in seconda battuta, a verifica della potenziale validità degli interventi attuati. Di seguito vengono riportate le due tabelle necessarie alla valutazione rapida del rischio, una relativa alle condizioni di accettabilità e l'altra relativa alle condizioni critiche:

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) E' INFERIORE 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	
<p>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</p>					

Quick-Assessment Condizioni Critiche – Sollevamento/Trasporto:

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
<p>Se solo una di queste condizioni ha una risposta "SI", una condizione CRITICA è presente.</p> <p>Se una condizione CRITICA è presente, applicare ISO 11228-1 per identificare le urgenti azioni correttive.</p>			

Per quanto riguarda invece la valutazione rapida relativa alle attività di Traino e Spinta con tutto il corpo, anche in tal caso occorre esaminare alcuni aspetti preliminari di rilievo. La tabella che si riporta di seguito, mostra le condizioni preliminari da esaminare a proposito del Traino e della Spinta. Qualora una o più di tali condizioni risultasse inadeguata non si potrà in seguito decidere per una eventuale piena accettabilità della condizione, più che altro occorrerà intervenire per risolvere le condizioni risultati inadeguate. Si riporta di seguito la tabella relativa agli aspetti riguardanti il Traino e la Spinta:

<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 fessurate, 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)		

E' possibile ora passare alle condizioni di accettabilità per il Traino e la Spinta, viene quindi definito l'elenco delle condizioni che devono risultare tutte contemporaneamente presenti per valutare come accettabile la situazione. Per il problematico aspetto della quantificazione dell'intensità della forza, qualora non si disponga di appositi strumenti di misurazione come dinamometri, è possibile fare ricorso ad una stima indiretta attraverso una procedura "partecipativa" che prevede la raccolta dei dati sullo sforzo percepito dal lavoratore mediante la Scala CR-10 di Borg, approccio questo che permette di by-passare l'ostacolo di una misurazione strumentale. E' importante precisare che l'accettabilità del compito è intesa con riferimento alla popolazione lavorativa "sana" e non riguarda eventuali particolari condizioni individuali di salute. Nella tabella "*Quick-Assessment Condizioni Accettabili – Traino/Spinta*" vengono riportate l'insieme delle condizioni di accettabilità. Nella tabella "*Quick-Assessment Condizione Critica – Traino/Spinta*", vengono invece riportate, sempre per il Traino e la Spinta, le condizioni per cui, essendo presente una sola di esse, la situazione è definibile come critica. Qualora una condizione di Movimentazione Manuale risultasse critica, anche solo per una sola delle situazioni elencate nella tabella, anche qui come nel Sollevamento/Trasporto, l'indicazione è di orientarsi decisamente per un rapido ed immediato intervento migliorativo, senza procedere necessariamente con un'ulteriore approfondimento analitico. Approfondimento che potrà essere effettuato in seconda battuta, a verifica della

potenziale validità degli interventi attuati. Di seguito vengono riportate le due tabelle necessarie alla valutazione rapida del rischio, una relativa alle condizioni di accettabilità e l'altra relativa alle condizioni critiche:

Quick-Assessment Condizioni Accettabili – Traino/Spinta:

<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 "sforzo percepito" (ottenuto intervistando i lavoratori ed usando la scala di Borg CR-10) risulta, durante le azioni di traino e spinta, al massimo LEGGERO (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
<p align="center">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</p>		

Quick-Assessment Condizioni Critiche – Traino/Spinta:

INTENSITA' DELLA FORZA		
<p>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).</p> <p>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)</p> <p>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).</p>	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
<p>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.</p>		

3) STIMA ED EVENTUALE 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 risulta non essere né accettabile ma neppure critica, occorre 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. Il TR 12295 riporta in particolare due annessi dedicati alla valutazione del rischio, A e B. L'Annesso A contiene le informazioni relative all'applicazione della norma ISO 11228 – 1, mentre l'Annesso B riguarda le informazioni per l'applicazione della norma ISO 11228 – 2.

ANNESSE A

L'annesso si compone delle seguenti informazioni:

- Masse di riferimento da usarsi quando si tiene conto di fattori relativi all'età e al sesso;
- Indice di Sollevamento (**LI**: Lifting Index);
- Limiti raccomandati per la Massa Cumulativa trasportata;
- Indice di Sollevamento variabile (**VLI**: Variable Lifting Index);

Sia per le Masse di riferimento che per il calcolo dell'indice LI viene seguita alla lettera la procedura riportata nel sottoparagrafo 2.2 "NIOSH: National Institute of Occupational, Safety and Health" in quanto il TR fa riferimento al metodo NIOSH per il calcolo del rischio da sollevamento. Per la definizione dei limiti raccomandati per la massa cumulativa trasportata, occorre invece introdurre il concetto di Massa Cumulativa (m_{cum}) giornaliera. Tale massa viene così determinata:

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

dove con m si indica la massa trasportata dall'operatore, e con f la frequenza di trasporto. 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 nella tabella successiva, la quale fa un riferimento preferenziale a masse individuali trasportate di 15 Kg.

Distanza di trasporto	Frequenza di trasporto (f_{max})	Massa Cumulativa (m_{max})		
		Kg/min	Kg/h	Kg/8h
m	azioni/ minuto			
20	1	15	750	6000
10	2	30	1500	10000
4	4	60	3000	10000
2	5	75	4500	10000
1	8	120	7200	10000

Le Masse Cumulative effettivamente trasportate (in un minuto, ogni ora e nell'intero turno), possono essere comparate con quelle rispettivamente raccomandate, ciò da luogo al cosiddetto Indice di trasporto (T.I):

$$T.I = \frac{\text{MASSA CUMULATIVA EFFETTIVAMENTE TRASPORTATA}}{\text{MASSA CUMULATIVA RACCOMANDATA}}$$

L'Indice così introdotto è del tutto analogo a LI per il sollevamento, pertanto consente di individuare due zone di rischio:

- AREA VERDE ($T.I \leq 1$): Nessun Rischio
- AREA ROSSA ($T.I > 1$): Rischio Presente

Durante lo studio delle attività con sollevamento manuale di carichi, dal punto di vista operativo, è possibile individuare diverse tipologie di compiti di sollevamento, ciascuno dei quali assume particolari caratteristiche:

- 1) *Compito Singolo (Mono Task)*: compito che comporta il sollevamento di una sola tipologia di oggetti (caratterizzati dallo stesso peso) utilizzando la stessa postura (geometria del corpo) durante il sollevamento tra l'origine e la destinazione. In questo caso è possibile utilizzare il metodo ormai noto del "Lifting Index (LI)".
- 2) *Compito Composito (Composite Task)*: compito che comporta il sollevamento di oggetti generalmente di una singola tipologia, ma su differenti geometrie (prelevando o posizionando da/su ripiani posti a differenti altezze verticali e/o distanze orizzontali). 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.
- 3) *Compito Variabile (Variable Task)*: compito che comporta il sollevamento/deposito di oggetti con pesi diversi ad altezze e/o distanze orizzontali differenti. In questo caso è possibile identificare diverse categorie di peso. 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) *Compito Sequenziale (Sequential Task)*: il lavoro svolto dall'operatore 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 compito di sollevamento, riportate nel TR, vanno valutate tramite le procedure di analisi differenziate riportate nell'annesso A alla sezione 6. Esse si fondano in tutti e quattro i casi sul metodo originale della RNLE, permettendo 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 attraverso il ricorso a strumenti software di calcolo messi a disposizione nel sito <http://www.epmresearch.org>. In questa sede ci si limiterà a riferire solamente l'Indice di Sollevamento variabile (VLI: Variable Lifting Index), in quanto oltre all'Indice LI (visto precedentemente), è quello utilizzato per la valutazione del rischio da MMC nella raccolta dei rifiuti solidi urbani.

CALCOLO DEL VLI:

I compiti variabili sono spesso osservati nell'industria, ma ciò non è stato in precedenza definito dal NIOSH. 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 ciascun sollevamento durante il turno di lavoro. Le variabili che aumentano il numero di sub-compiti (ogni distinta categoria di peso, movimentata su ogni diversa geometria, prende il nome di sub-compito) possono essere molte e possono portare a lunghi tempi analitici ed errori. Sono necessarie pertanto delle semplificazioni per eseguire l'analisi di situazioni così complesse ma di frequente riscontro nella realtà

lavorativa. Il VLI viene calcolato utilizzando i dati “rappresentativi” raccolti sul luogo di lavoro; per poi essere inseriti nelle specifiche equazioni. Tali dati comprendono il numero dei carichi sollevati e il loro peso, l’altezza delle mani, la distanza orizzontale, l’asimmetria, ecc. al loro prelievo e al loro 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 principali su cui si basa lo sviluppo della procedura sono i seguenti:

- Qualunque sia il numero dei potenziali singoli sub-compiti, essi vengono ridotti fino ad un massimo di 30, definiti dalla presenza di carichi differenti e dalle geometrie di movimentazione, considerando:
 - Fino a un massimo di 5 categorie di pesi
 - Due categorie (Ideale/Non Ideale) per la classificazione del Fattore Altezza VM
 - Tre categorie (Vicina, Media, Lontana) per la classificazione del Fattore Orizzontale HM
 - La presenza di Dislocazione Angolare è valutata sinteticamente mediante un valore di soglia
 - I criteri per definire la Durata giornaliera dei sollevamenti sono rimasti gli stessi del LI
 - La Frequenza delle azioni di sollevamento è determinata specificatamente per ognuno dei sub-compiti individuati
 - Il Fattore Dislocazione DM e il Fattore Qualità della presa del carico CM, vengono considerati come costanti

Attuate queste semplificazioni è possibile determinare l’Indice di Sollevamento specifico per tutti i sub-compiti individuati. Poiché il considerare contemporaneamente, con la tradizionale formula per il CLI (Waters et al., 1994), 30 sub-compiti (e quindi i corrispondenti LI) è da ritenersi ancora inadeguato, in quanto la ripartizione della frequenza totale di sollevamento nelle frequenze individuali per ogni sub-task risulterebbe estremamente eccessiva, si procede ad un’ulteriore aggregazione. Vengono raggruppati i possibili 30 LI in 6 possibili differenti “Categorie LI”, 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 l’Indice di Sollevamento del compito Variabile (VLI) utilizzando la modalità tradizionale del “Composite Lifting Index” (CLI) (Waters et al, 1994). Come accennato precedentemente, per gestire i calcoli complessi che derivano da questa procedura, è necessario far ricorso a dei software. Tali strumenti permettono una facile introduzione dei dati e conseguentemente una rapida determinazione degli indici di sollevamento.

ANNESSE B

L’Allegato B inizia con una spiegazione del modello generale di valutazione del rischio (sezione B.1), seguita dalle descrizioni dei metodi di valutazione e stima del rischio generale e specifico (sezioni B.2 e B.3) per chiudersi poi con le spiegazioni di ulteriori dettagli sul metodo, accompagnati da flow charts (sezione B.4).

Come si è detto nel sottoparagrafo 2.1 “Normativa ISO 11228”, relativamente alla parte che si occupa della valutazione del rischio per le operazioni di traino e spinta, esistono due metodi di analisi, entrambi trattati dall’annesso in due sezioni specifiche. Per la stima e la valutazione analitica del rischio da traino/spinta relativa agli operatori che si occupano della raccolta dei rifiuti, si è deciso di affidarsi al metodo di analisi più generale, in quanto di più facile applicazione e comprensione anche per le persone meno esperte in ambito ergonomico. Tale metodo viene riportato dal TR nella sezione B.2 e fa riferimento agli studi condotti da Snook e Ciriello ampiamente trattati precedentemente nel sottoparagrafo 2.3, pertanto si evita la ripetizione di tale metodo.

V ALUTAZIONE TECNICA RACCOLTA PORTA A PORTA

3.1 SCENARIO DI RIFERIMENTO



Comune di riferimento -> Porto san Giorgio (quartiere Nord della città)

Quantità isole ecologiche presenti -> 6 isole stradali per la raccolta della frazione organica

ISOLA ECOLOGICA E SUOI COMPONENTI:



CASSONETTO 240 LITRI:

Organico -> 3 pz

QUANTITATIVO DI RIFIUTI PER TIPOLOGIA:

(Dati relativi rispettivamente agli anni 2010 e 2005 forniti dall'azienda San Giorgio

Distribuzione Servizi S.r.l. responsabile del servizio di gestione dei rifiuti per la città)

-Carta cartone tetrapak -> 44685,94 Kg

-Organico -> 88601,44 Kg

-Vetro -> 25309,19 Kg

-Lattine e Barattolame -> 1926,118 Kg

-Plastica -> 13482,83 Kg

-Indifferenziato -> 127663,1 Kg

Totale Annuo -> 301.668,618 Kg

TIPOLOGIA DI RIFIUTO:

-Carta cartone tetrapak -> 11,60 %

-Organico -> 23 %

-Vetro -> 6,57 %

-Lattine e Barattolame -> 0,50 %

-Plastica -> 3,50 %

-Indifferenziato -> 33,13 %

-Rifiuti particolari (verde, legno, ingombranti, etc...) -> 21,7

PERCENTUALI QUALITA' DEI RIFIUTI:

-Carta cartone tetrapak -> 80 %

-Organico -> 80 %

-Vetro -> 75 %

-Lattine e Barattolame -> 80 %

-Plastica -> 80 %

TRATTAMENTO IPOTIZZATO PER CIASCUNA TIPOLOGIA DI RIFIUTO:

-Carta cartone tetrapak -> Riciclo

-Vetro -> Riciclo

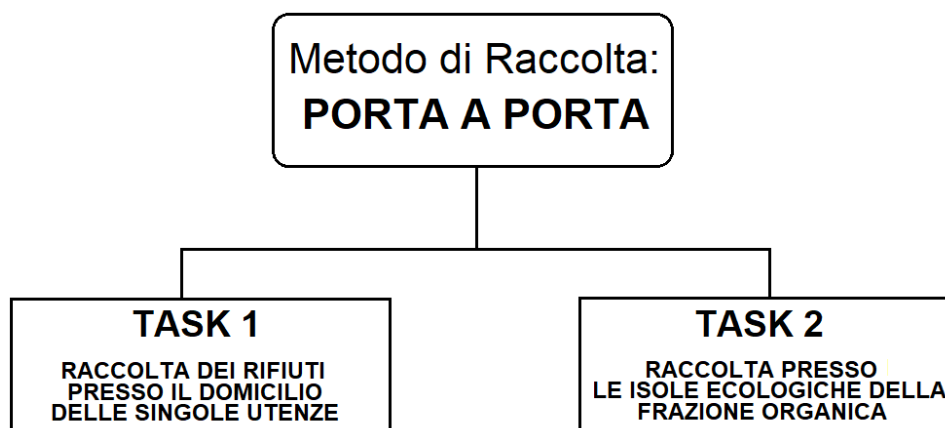
-Lattine e Barattolame -> Riciclo

-Plastica -> Riciclo

-Indifferenziato -> Discarica comunale

-Organico -> Compostaggio

3.2 TASK ANALYSIS



TASK 1 (Raccolta dei rifiuti presso il domicilio delle singole utenze):

- 1) Trasferimento dal punto di deposito dei rifiuti fino al primo punto di prelievo;
- 2) Sollevamento, trasporto e deposito dei sacchi;
- 3) Sollevamento, trasporto e svuotamento dei contenitori;
- 4) Trasferimento da un'utenza alla successiva;
- 5) Trasferimento dall'ultimo punto di prelievo fino al punto di deposito dei rifiuti;



Sollevamento Sacchi



Trasporto Contenitori



Svuotamento Contenitori

1) TRASFERIMENTO DAL PUNTO DI DEPOSITO DEI RIFIUTI FINO AL PRIMO PUNTO DI PRELIEVO

Il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore dal punto di deposito dei rifiuti, posto a Sud della città (Largo Carducci), fino al punto in cui si dà inizio alla raccolta Porta a Porta (Via Castelfidardo). La distanza percorsa è di circa 3.4 Km, con un tempo di percorrenza pari a circa 7,8 minuti.

2) SOLLEVAMENTO, TRASPORTO E DEPOSITO DEI SACCHI

Il seguente Sub-Task vede la successione delle tre attività:

2.1 SOLLEVAMENTO

Il compito dell'operatore consiste nell'afferrare il sacco contenente i rifiuti e sollevarlo da terra. Generalmente si possono verificare tre diverse modalità operative:

- Sollevamento con entrambi gli arti
- Sollevamento con un solo arto (*ATTIVITA' PIU' RICORRENTE*)
- Sollevamento di più sacchi alla volta

La modalità operativa di esecuzione del compito, è fortemente influenzata dal volume, dalla densità e dal peso del sacco da movimentare. L'attività di sollevamento ha in media una durata di circa 2,4 secondi.

2.2 TRASPORTO

Il compito dell'operatore consiste nel trasportare il sacco, depositato presso il domicilio delle singole utenze, fino al mezzo compattatore. La distanza tra il punto di prelievo dell'oggetto e il veicolo è di circa 2 metri. L'attività di trasporto ha in media una durata di circa 2,5 secondi.

2.3 DEPOSITO

Il compito dell'operatore consiste nel sollevare, fino alla bocca di carico laterale del compattatore il sacco, in maniera da poter essere depositato nella vasca. Nella maggior parte dei casi, le altezze delle bocche di carico degli automezzi, costringono gli operatori a sollevare le braccia al di sopra della linea delle spalle, facendo risultare questa operazione molto faticosa. In genere, tale attività ha in media una durata di circa 1,2 secondi

3) SOLLEVAMENTO, TRASPORTO E DEPOSITO DEI CONTENITORI

Il seguente Sub-Task vede la successione delle tre attività:

3.1 SOLLEVAMENTO

Il compito dell'operatore consiste nell'afferrare il contenitore rigido contenente i rifiuti per poi sollevarlo da terra. Generalmente, anche in questo caso, si possono verificare le tre diverse modalità operative viste al punto precedente, ovvero:

- Sollevamento con entrambi gli arti
- Sollevamento con un solo arto (*ATTIVITA' PIU' RICORRENTE*)
- Sollevamento di più contenitori alla volta

La modalità operativa di esecuzione del compito, è fortemente influenzata dal volume, dalla densità e dal peso del contenitore da movimentare. L'attività di sollevamento ha in media una durata di circa 2,4 secondi.

3.2 TRASPORTO

Il compito dell'operatore consiste nel trasportare il contenitore rigido, alloggiato presso il domicilio delle singole utenze, fino al veicolo compattatore. Se necessario, prima di effettuare lo spostamento, occorre sistemare il contenuto sporgente, in maniera da farlo rientrare perfettamente all'interno del contenitore. La distanza tra il punto di prelievo dell'oggetto e il veicolo è di circa 2 metri. L'attività di trasporto ha in media una durata di circa 2,5 secondi.

3.3 DEPOSITO

Il compito dell'operatore consiste nel sollevare, fino alla bocca di carico laterale del compattatore, il contenitore, in maniera da poter scaricare il contenuto nella vasca. Nella maggior parte dei casi, le altezze delle bocche di carico degli automezzi, costringono gli operatori a sollevare le braccia al di sopra della linea delle spalle, facendo risultare questa operazione molto faticosa. L'attività di sollevamento e svuotamento ha in media una durata di circa 3,1 secondi.

4) TRASFERIMENTO DA UN'UTENZA ALLA SUCCESSIVA

Con il Porta a Porta, si fa sostanzialmente riferimento ad un sistema di gestione dei rifiuti che prevede il ritiro dei contenitori/sacchi presso il domicilio delle singole utenze. Si suppone che il turno sia coperto da due operatori, il compito del primo operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore da un'utenza alla successiva, mentre il secondo operatore effettua lo spostamento a bordo della pedana posteriore esterna al mezzo. Ad ogni turno di raccolta, dovrà essere percorso l'intero itinerario, in quanto l'operatore non può prevedere quale siano le utenze che necessiteranno del prelievo dei rifiuti. L'operatore addetto alla guida, non appena vede un contenitore esposto lungo il marciapiede, arresta il veicolo, permettendo così al secondo operatore di dare il via alla procedura di raccolta rifiuti descritta nei Sub-Task 2

o Sub-Task 3 (a secondo della natura del contenitore). Ciascuna utenza non conferisce giornalmente la tipologia di rifiuto da prelevare, in quanto tende ad accumulare le quantità fino al riempimento della pattumiera domestica. Questo comportamento da luogo a conferimenti più radi ma maggiormente cospicui. Per questo motivo, i contenitori movimentati in ciascun ciclo di raccolta sono in numero inferiore ai nuclei abitativi. Supponendo che il veicolo si muova ad una velocità media di 14.4 Km/h, il tempo necessario per completare l'intero itinerario di raccolta è di circa 75,8 minuti.

5) TRASFERIMENTO DALL'ULTIMO PUNTO DI PRELIEVO FINO AL PUNTO DI DEPOSITO RIFIUTI

Il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore dal punto in cui ha termine la raccolta (Via Castelfidardo) fino al punto di deposito dei rifiuti, posto a Sud della città (Largo Carducci). La distanza percorsa è di circa 3,4 Km, con un tempo di percorrenza intorno a 7,8 minuti.

TASK 2 (Raccolta presso le Isole Ecologiche della frazione organica):

- 6) Trasferimento dal punto di deposito rifiuti fino alla prima Isola Ecologica;
- 7) Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore;
- 8) Aggancio del cassonetto al meccanismo di sollevamento, svuotamento automatico e sgancio del cassonetto;
- 9) Riposizionamento del cassonetto nella propria sede;
- 10) Trasferimento da un'Isola Ecologica alla successiva;
- 11) Trasferimento dall'ultima isola Ecologica fino al punto di deposito rifiuti;



Traino del Cassonetto



Sollevamento e Svuotamento



Spinta del Cassonetto

6) TRASFERIMENTO DAL PUNTO DI DEPOSITO RIFIUTI FINO ALLA PRIMA ISOLA ECOLOGICA

Il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore dal punto di deposito dei rifiuti, posto a Sud della città (Largo Carducci), fino alla prima isola Ecologica posta in Via Benedetto Croce. La distanza percorsa è di circa 4,3 Km, con tempo di percorrenza di circa 10 minuti.

7) SPOSTAMENTO DEL CASSONETTO DALLA PROPRIA SEDE AL CENTRO DEL COMPATTAORE

Il compito dell'operatore consiste nell'afferrare il cassonetto dal lato della maniglia per spostarlo dall'isola dove è alloggiato verso il centro della corsia, in corrispondenza della parte posteriore del compattatore. Se necessario, prima di effettuare lo spostamento, occorre sistemare il contenuto sporgente per farlo rientrare all'interno. L'operatore è posto di fronte al cassonetto ed esercita una forza di traino, dapprima per mettere in movimento l'oggetto, poi per mantenerlo in movimento fino al raggiungimento del compattatore. La distanza tra l'isola ecologica e il veicolo è di 2 metri. Tale operazione ha una durata all'incirca di 7 secondi.

8) AGGANCIO DEL CASSONETTO AL MECCANISMO DI SOLLEVAMENTO, SVUOTAMENTO AUTOMATICO E SGANCIO DEL CASSONETTO

Il compito dell'operatore consiste nell'ancorare il cassonetto al braccio meccanico, chiamato meccanismo di Voltacassonetto, posizionato sul retro del veicolo e dirigere le operazioni di sollevamento e svuotamento attraverso una console laterale alla vasca. Il sollevatore meccanico è dotato di un aggancio a rastrelliera che impedisce la caduta del contenitore durante l'operazione di svuotamento. Una volta terminata l'operazione di scarico all'interno della vasca del compattatore, l'operatore provvederà a sganciare il cassonetto dal Voltacassonetto. Tale operazione ha una durata di circa 17/18 secondi.

9) RIPOSIZIONAMENTO DEL CASSONETTO NELLA PROPRIA SEDE

Il compito dell'operatore consiste nell'afferrare il cassonetto dal lato della maniglia per spostarlo dal compattatore verso l'isola dove era precedentemente alloggiato. L'operatore è posto dietro al cassonetto ed esercita una forza di spinta, dapprima per mettere in movimento l'oggetto, poi per mantenere l'oggetto in movimento fino in prossimità della propria sede. La distanza tra il veicolo e l'isola ecologica è di circa 2 metri. Tale operazione ha una durata di circa 3,5 secondi.

10) TRASFERIMENTO DA UN PUNTO DI PRELIEVO AL SUCCESSIVO NELL'ABITACOLO

Anche per la raccolta della frazione Organica, si suppone che il turno sia coperto da due operatori. Tale assunzione nasce dal fatto che essendo tre i cassonetti da movimentare per ciascuna isola, il tempo per completare le operazioni nel caso si impiegasse un unico operatore, tenderebbe ad essere molto elevato, affaticando notevolmente l'addetto alla raccolta. In questo Sub-Task quindi, il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore da un'isola Ecologica a quella successiva.

11) TRASFERIMENTO DALL'ULTIMA ISOLA ECOLOGICA FINO AL PUNTO DI DEPOSITO DEI RIFIUTI

Il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore dall'ultima isola Ecologica, situata nel Piazzale Sarajevo, fino al punto di raccolta rifiuti, posto a Sud della città (Largo Carducci). La distanza percorsa è di circa 4,1 Km, con un tempo di percorrenza di circa 9,5 minuti.

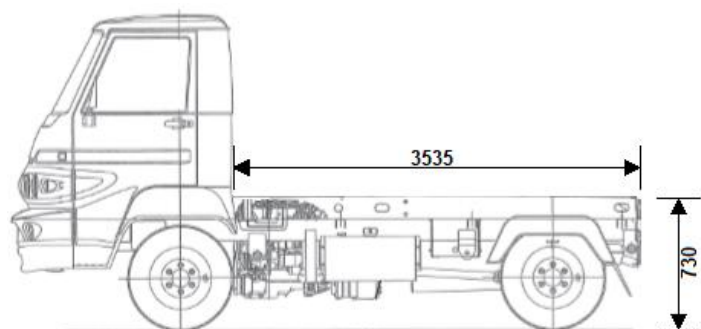
VARIABILI CHE INCIDONO SULLO SVOLGIMENTO DEI COMPITI:

UTENTI:

- Sesso -> Maschi, Femmine
- Età -> 18 – 45

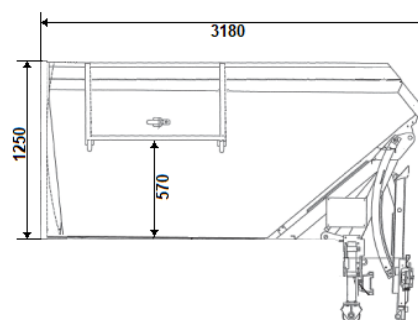
CAMION:

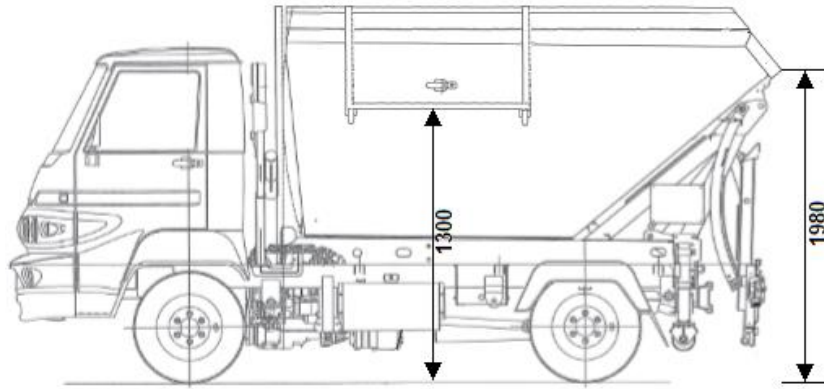
- Lunghezza rimorchio -> 3535 [mm]
- Altezza Telaio -> 730 [mm]



CASSONE DI CARICO:

- Altezza -> 1250 [mm]
- Larghezza -> 1840 [mm]
- Lunghezza -> 3180 [mm]
- Volume -> 5,5 [m³]
- Altezza portello di carico laterale -> 570 [mm]



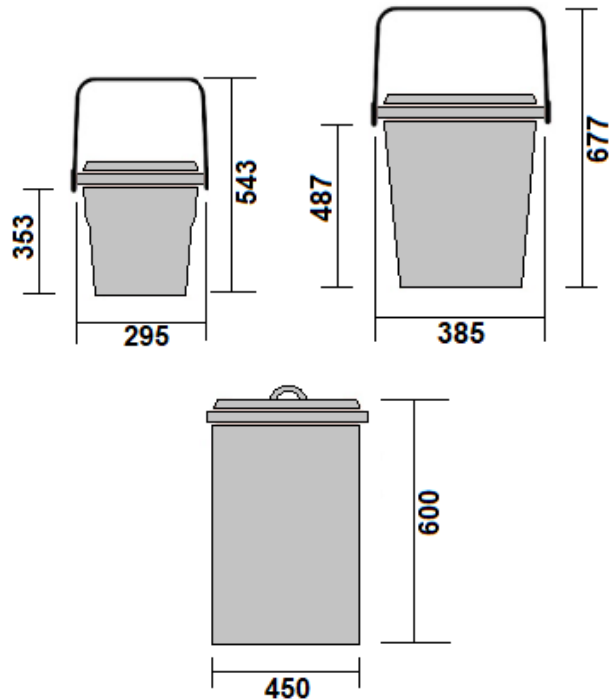


SACCHI:

- Volume -> 110 [Lt]
- Dimensione -> 720x1100 [mm]
- Peso -> 50 [gr]

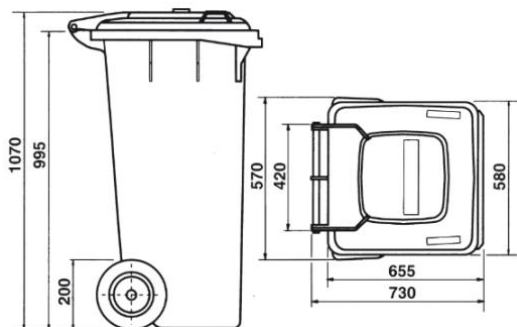
CONTENITORI RIGIDI:

- Dimensione (Mastello 20 Lt) -> 295x340x353 [mm]
- Dimensione (Mastello 35 Lt) -> 385x341x487 [mm]
- Dimensione (Cesta 60 Lt) -> 450x340x600 [mm]
- Peso (Mastello 20 Lt) -> 1.15 [Kg]
- Peso (Mastello 35 Lt) -> 1.65 [Kg]
- Peso (Cesta 60 Lt) -> 1.62 [kg]
- Altezza maniglia (Mastello 20 Lt) -> 543 [mm]
- Altezza maniglia (Mastello 35 Lt) -> 677 [mm]
- Lunghezza maniglia (Mastello 20 Lt) -> 335 [mm]
- Lunghezza maniglia (Mastello 35 Lt) -> 425 [mm]
- Stato manutenzione (Mastello 20 Lt) -> Buono
- Stato manutenzione Mastello 35 Lt -> Buono
- Stato manutenzione (Cesta 60 Lt) -> Buono



CASSONETTI (Norma DIN 30740):

- Dimensione (240 Lt) -> 580x655x1070 [mm]
- Peso (240 Lt) -> 11 [Kg]
- Capacità di carico Max (240 Lt) -> 96 [Kg]
- Altezza maniglia (240 Lt) -> 995 [mm]
- Lunghezza maniglia (240 Lt) -> 420 [mm]
- Stato manutenzione (240 Lt) -> Buono



TRAFFICO:

- Intensità del traffico
- Veicoli parcheggiati

CONDIZIONI METEO:

- Caldo
- Pioggia

DPI:

- Guanti
- Scarpe antinfortunistiche

ANALISI DELL'ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO:

CALENDARIO RACCOLTA



Il metodo di raccolta Porta a Porta prevede il periodico ritiro dei rifiuti differenziati presso il domicilio delle singole utenze nei giorni sopra indicati. Il lunedì e il giovedì si provvederà al prelievo dei rifiuti organici contenuti negli appositi cassonetti stradali alloggiati in ciascuna isola ecologica. Nel giorno di giovedì, come è possibile osservare, occorrerà far ricorso a due turni di lavoro, uno dedicato alla raccolta presso il domicilio delle singole utenze delle Lattine ed il Barattolame, mentre l'altro dedicato allo svuotamento dei cassonetti contenenti il rifiuto organico.

MOVIMENTAZIONI CON IL VEICOLO:

Il metodo di raccolta Porta a Porta, come già detto, è un sistema di gestione dei rifiuti che prevede il ritiro dei contenitori presso il domicilio delle singole utenze, pertanto il veicolo dovrà attraversare ciascuna via che costituisce il quartiere di riferimento. L'itinerario viene riassunto dalla seguente tabella:

	Distanza [Km]	Tempo [ore]	Tempo [min]
L. Carducci- Alb. la Terr.	3,4	0,130769231	7,846153846
Alb. la Terr. -L. Carducci	3,4	0,130769231	7,846153846
Percorso raccolta	18,2	1,263888889	75,83333333
Percorso Tot	25	1,52542735	91,52564103
Velocità Veicolo [Km/h]	14,4		
Velocità Veicolo [Km/h]	26		

Nella prima riga è mostrata rispettivamente la distanza ed il tempo necessario per il raggiungimento della prima utenza, considerata punto di inizio della raccolta (Albergo la Terrazza). Nella seconda riga è riportato invece l'itinerario inverso, ovvero quello necessario per tornare al deposito. La

movimentazione durante questi due tragitti avviene con una velocità media di circa 26 Km/h. Nella terza riga invece, è mostrata la distanza ed il tempo di percorrenza relativo all'itinerario di raccolta, il veicolo durante questa fase si muove con una velocità media più bassa rispetto alla precedente, pari a circa 14,4 Km/h.

Nei giorni dedicati alla raccolta della frazione organica, contenuta in ciascuna isola, il veicolo percorre il seguente itinerario:

Da:	A:	Dist [mt]	Tempo [Min]
Largo Card.	1	4331,26	9,998291782
1	2	489,81	1,13067867
2	3	1111,4	2,565558633
3	4	508,41	1,173614958
4	5	650,7	1,502077562
5	6	266,88	0,616066482
6	Largo Card.	4100	9,4644506
		Tot[mt]	Tot[Min]
		11,45846	26,45073869

Nella tabella sopra, vengono mostrate nel dettaglio le distanze ed i tempi necessari per lo spostamento da un punto di prelievo al successivo, ed inoltre vengono riportate le distanze e le tempistiche relative alla movimentazione necessaria per il raggiungimento del quartiere in esame (Largo Carducci -> Isola 1), e al successivo ritorno in deposito (Isola 6 -> Largo Carducci). Si è considerata una velocità media di 26 Km/h. Nell'immagine sottostante invece, si mostra il tragitto percorso dal mezzo compattatore durante tutta la fase di prelievo dei rifiuti. I numeri in azzurro rappresentano rispettivamente ciascuna isola ecologica. Il veicolo dovrà sostare ad ogni punto per un tempo tale da permettere agli operatori di eseguire tutte le operazioni necessarie alla raccolta dei rifiuti.



OPERAZIONI EFFETTUATE PRESSO IL DOCMICILIO DELLE SINGOLE UTENZE (TASK 1):

Si suppone che i turni per la raccolta dei rifiuti presso il domicilio delle singole utenze, come precedentemente detto, vengano eseguiti da **due operatori**, uno responsabile della conduzione del mezzo, e l'altro alla raccolta dei rifiuti vera e propria. L'autista del compattatore solitamente non interviene nella raccolta manuale, a meno che non vi siano pesi eccessivi da dover movimentare, mentre all'operatore addetto alla raccolta vengono attribuiti tutti i pesi sollevati nel turno di lavoro. L'operatore responsabile della movimentazione manuale dei carichi, effettuerà lo spostamento da un punto di prelievo al successivo a bordo della pedana posteriore esterna al mezzo, in maniera da velocizzare l'operazione di raggiungimento dell'oggetto da prelevare. Il compattatore in media si ferma ad una distanza di circa 2 metri dal contenitore/sacco oggetto di raccolta. Si riportano di seguito le azioni svolte dall'operatore in ciascun domicilio, in base a quella che è la tipologia di contenitore da movimentare:

SACCHI

1) Sollevamento:

L'Operatore una volta raggiunta l'utenza, afferra il sacco, e lo solleva da terra

-Tempo -> 2,4 sec

2) Trasporto:

L'Operatore una volta sollevato il sacco, lo trasporta verso la parte laterale del veicolo

-Distanza percorsa -> 2 mt

-Tempo -> 2,5 sec

3) Deposito:

L'Operatore una volta giunto in prossimità della vasca, solleva il sacco fino a raggiungere il portello di carico laterale del veicolo e successivamente provvede il deposito al suo interno

-Tempo -> 1,2 sec

4) Movimentazioni varie

Questa attività fa riferimento allo spostamento effettuato dall'operatore per raggiungere il sacco da dover prelevare

Distanza percorsa -> 2 mt

-Tempo -> 2 sec

Durata complessiva delle operazioni di raccolta dei sacchi -> **8,1 sec.**

CONTENITORI RIGIDI

1) Sollevamento:

L'Operatore una volta raggiunta l'utenza, afferra il contenitore, e lo solleva da terra

-Tempo -> 2,4 sec

2) Trasporto:

L'Operatore una volta sollevato il contenitore del rifiuto, lo trasporta verso la parte laterale del veicolo

-Distanza percorsa -> 2 mt

-Tempo -> 2,5 sec

3) Svuotamento:

L'Operatore una volta giunto in prossimità della vasca, solleva il contenitore fino a raggiungere il portello di carico laterale, e successivamente provvede allo svuotamento

-Tempo -> 3,1 sec

N.B (I contenitori richiedono un tempo maggiore per essere vuotati rispetto al deposito dei sacchi, in quanto quest'ultimi devono essere semplicemente gettati nel cassone)

4) Movimentazioni varie

Questa attività racchiude tutte le movimentazioni effettuate dall'operatore esclusa quella relativa al trasporto del contenitore definita precedentemente. Comprende quindi lo spostamento effettuato dall'addetto per raggiungere il

contenitore da prelevare, la movimentazione per riportare il contenitore (vuoto) dal veicolo all'utenza ed infine lo spostamento per ritornare a bordo della pedana di carico

-Tempo -> 4,6 sec

Durata complessiva delle operazioni di raccolta dei contenitori rigidi -> **12,6** sec.

Moltiplicando tali durate per il numero di contenitori raccolti in un turno, e successivamente sommandola al tempo necessario per completare l'itinerario di raccolta è possibile ottenere la durata complessiva del ciclo di raccolta al netto del tempo impiegato per raggiungere il quartiere (Largo Carducci -> Albergo la Terrazza), e quello di ritorno (Albergo la terrazza -> Largo Carducci). Come vedremo successivamente, il numero delle operazioni di raccolta da effettuare (supponendo che ciascuna utenza conferisca al massimo un contenitore) è diverso per ciascuna tipologia di rifiuto, in quanto la quantità totale di rifiuto prodotto e la capacità dei diversi tipi di contenitori sono differenti per ciascuna tipologia.

TIPOLOGIA DI CONTENITORI MOVIMENTATI IN CIASCUN TURNO:

Ad ogni tipologia di rifiuto si è associato uno o più tipologie di contenitori. Tale associazione nasce sulla base di quelle che sono state le modalità di conferimento più frequentemente utilizzate dagli utenti:

Martedì -> Carta e Cartone

-Mastelli 35 Lt

-Ceste 60 Lt

Mercoledì -> Indifferenziato

-Mastelli 20 Lt

-Mastelli 35 Lt

-Sacchi 110 Lt

Giovedì -> Lattine e Barattolame

-Mastello 20 Lt

Venerdì -> Plastica

-Sacchi 110 Lt

Sabato -> Vetro

-Mastello 20 Lt

-Mastello 35 Lt

PESO DEI RIFIUTI IN CIASCUN CONTENITORE:

La definizione dei pesi dei rifiuti effettivamente movimentati dagli operatori, rappresenta a tutti gli effetti un elemento critico, dovuto sostanzialmente alla molteplicità delle variabili in gioco nella suddetta modalità di raccolta. Le componenti da prendere in considerazione sono molteplici e dipendono essenzialmente dai seguenti fattori:

-Tipologia di rifiuto

-Volumetria e tipologia dei contenitori

-Grado di riempimento dei contenitori

-Fattori stagionali (es. nel periodo estivo la quantità di rifiuti tende ad aumentare in quanto si ha a che fare con un quartiere fortemente turistico)

Prendendo in considerazione tutte queste peculiarità, è necessario decidere una specifica modalità di determinazione del peso che permetta l'ottenimento di una stima, quanto più possibile rappresentativa dei reali pesi movimentati in ciascun turno. A tal proposito, non avendo la possibilità di effettuare rilevazioni direttamente nel quartiere in esame, in quanto ad oggi la zona di riferimento adotta prevalentemente la metodologia Ecofil, si è studiata una via di un quartiere limitrofo, servita per intero da un sistema di gestione rifiuti Porta a Porta. Attraverso tale osservazione, si è preso spunto per determinare quelli che sono i pesi dei

rifiuti contenuti in ciascuna tipologia di contenitore, per ciascuna tipologia di rifiuto. Effettuando N=23 osservazioni per ciascuna tipologia di rifiuto in ciascun giorno di raccolta, sono state rilevate le seguenti distribuzioni dei contenitori:

Carta e Cartone

N	Mastello 35 Lt	Cesto 60 Lt	N	Mastello 35 Lt	Cesto 60 Lt
1	x		13		x
2		x	14		x
3		x	15	x	
4	x		16		x
5		x	17		x
6	x		18		x
7		x	19	x	
8		x	20		x
9		x	21		x
10		x	22		x
11	x		23		x
12		x			

Percentuale Mastello 35 Lt 26,09%
 Percentuale Cesto 60 Lt 73,91%

Plastica

N	Sacco 110 Lt	N	Sacco 110 Lt
1	x	13	x
2	x	14	x
3	x	15	x
4	x	16	x
5	x	17	x
6	x	18	x
7	x	19	x
8	x	20	x
9	x	21	x
10	x	22	x
11	x	23	x
12	x		

Percentuale Sacco 110 Lt 100%

Indifferenziato

N	Mastello 20 Lt	Mastello 35 Lt	Sacco 110 Lt	N	Mastello 20 Lt	Mastello 35 Lt	Sacco 110 Lt
1			x	13			x
2			x	14			x
3			x	15		x	
4			x	16			x
5			x	17			x
6			x	18			x
7		x		19	x		
8			x	20			x
9			x	21			x
10			x	22			x
11			x	23			x
12			x				

Percentuale Mastello 20 Lt 4,35%
 Percentuale Mastello 35 Lt 8,70%
 Percentuale Sacco 110 Lt 86,96%

Vetro

N	Mastello 20 Lt	Cesto 35 Lt	N	Mastello 20 Lt	Cesto 35Lt
1		x	13	x	
2		x	14	x	
3		x	15		x
4	x		16		x
5		x	17	x	
6		x	18		x
7		x	19		x
8	x		20		x
9		x	21		x
10	x		22		x
11		x	23		x
12		x			

Percentuale Mastello 20 Lt 26,09%
 Percentuale Mastello 35 Lt 73,91%

Barattolame

N	Mastello 20 Lt	N	Mastello 20 Lt
1	x	13	x
2	x	14	x
3	x	15	x
4	x	16	x
5	x	17	x
6	x	18	x
7	x	19	x
8	x	20	x
9	x	21	x
10	x	22	x
11	x	23	x
12	x		

Percentuale Sacco 110 Lt 100%

Successivamente per ciascuna tipologia di contenitore si sono rilevati i pesi relativi alla tipologia di rifiuto contenuto, si riportano di seguito i risultati ottenuti:

Carta e Cartone	
Mastello 35 Lt	
N	Peso [Kg]
1	4,12
2	2,85
3	3,62
4	2,39
5	3,69
6	2,54

Valore Medio [Kg] 3,20

Carta e Cartone			
Cesta 60 Lt			
N	Peso [Kg]	N	Peso [Kg]
1	2,68	10	2,85
2	2,60	11	2,22
3	4,31	12	2,70
4	2,91	13	2,90
5	6,35	14	1,69
6	6,89	15	5,82
7	3,20	16	4,16
8	5,21	17	3,96
9	3,34		

Valore Medio [Kg] 4,00

Plastica			
Sacco 110 Lt			
N	Peso [Kg]	N	Peso [Kg]
1	1,94	13	2,04
2	1,15	14	2,96
3	3,85	15	1,22
4	3,31	16	3,41
5	3,46	17	4,25
6	3,74	18	3,68
7	4,03	19	2,37
8	4,39	20	4,14
9	1,91	21	3,81
10	1,92	22	4,21
11	1,38	23	1,80
12	4,21		

Valore Medio [Kg] 3,01

Barattolame			
Mastello 20 Lt			
N	Peso [Kg]	N	Peso [Kg]
1	1,48	13	1,86
2	1,15	14	2,32
3	1,35	15	3,31
4	3,19	16	3,28
5	2,09	17	1,56
6	2,96	18	3,59
7	1,08	19	2,16
8	1,78	20	2,99
9	3,05	21	4,27
10	1,37	22	2,04
11	3,75	23	2,34
12	3,38		

Valore Medio [Kg] 2,45

Indifferenziato	
Mastello 20 Lt	
N	Peso [Kg]
1	6,90

Valore Medio [Kg] 6,90

Indifferenziato	
Mastello 35 Lt	
N	Peso [Kg]
1	13,58
2	6,46

Valore Medio [Kg] 10,02

Indifferenziato			
Sacco 110 Lt			
N	Peso [Kg]	N	Peso [Kg]
1	2,62	13	3,03
2	4,60	14	1,74
3	3,69	15	9,28
4	16,04	16	2,82
5	3,89	17	1,30
6	12,22	18	11,74
7	15,64	19	1,74
8	19,95	20	1,82
9	6,35		
10	2,11		
11	16,81		
12	2,80		

Valore Medio [Kg] 7,01

Vetro	
Mastello 20 Lt	
N	Peso [Kg]
1	5,26
2	4,51
3	4,26
4	5,59
5	2,18
6	4,65

Valore Medio [Kg] 4,41

Vetro			
Mastello 35 Lt			
N	Peso [Kg]	N	Peso [Kg]
1	6,28	10	8,32
2	7,89	11	7,21
3	7,79	12	7,81
4	8,76	13	7,65
5	5,89	14	7,68
6	7,05	15	8,36
7	6,68	16	7,66
8	7,39	17	5,78
9	8,10		

Valore Medio [Kg] 7,35

si assume che il peso del rifiuto contenuto in ciascuna tipologia di contenitore sia pari al **Valore Medio** dei singoli pesi rilevati in ciascuna osservazione effettuata, è possibile quindi riassumere quanto segue:

Carta e Cartone

-Mastello 35 Lt -> 3,20 [Kg]

-Cesta 60 Lt -> 4 [Kg]

Vetro

-Mastello 20 Lt -> 4,41 [Kg]

-Mastello 35 Lt -> 7,35 [Kg]

Indifferenziato

-Mastello 20 Lt -> 6,90 [Kg]

-Mastello 35 Lt -> 10,02 [Kg]

-Sacco 110 Lt -> 7,01 [Kg]

Vetro

-Mastello 20 Lt -> 4,41 [Kg]

-Mastello 35 Lt -> 7,35 [Kg]

Plastica

-Sacco 110 Lt -> 3,01 [Kg]

Barattolame

- Mastello 20 Lt -> 2,45 [Kg]

NUMERO DEI CONTENITORI PER TIPOLOGIA DI RIFIUTO:

Dai dati comunali relativi rispettivamente agli anni 2010 e 2005 forniti dall'azienda San Giorgio Distribuzione Servizi S.r.l (responsabile del servizio di gestione dei rifiuti per la città) è possibile determinare l'ammontare dei rifiuti suddiviso per le diverse categorie:

-Carta cartone tetrapak -> 44685,94 Kg

-Vetro -> 25309,19 Kg

-Lattine e Barattolame -> 1926,118 Kg

-Plastica -> 13482,83 Kg

-Indifferenziato -> 127663,1 Kg

Conoscendo la quantità di rifiuto per ciascuna tipologia contenuta in ciascun tipo di contenitore e la quantità di rifiuto annuo (per tipologia) prodotta dal quartiere analizzato, è possibile determinare il numero dei contenitori movimentati dall'operatore in ciascun turno mediante le seguenti considerazioni:

Carta e Cartone

-Mastelli 35 Lt

Percentuale contenitori su N=23 osservazioni -> $6/23 = 26,09$ [%]

Rifiuto Annuo -> $44685,94 \times 26,09\% = 11657,20174$ [Kg]

Quantità di rifiuto contenuto nel contenitore -> 3,2 [Kg]

N° Mastelli Anni -> $11657,20174/3,2 = 3642,875543$ [pz/anno]

N° Mastelli Settimana -> $3642,875543/52,1429 = 69,86330917$ [pz/settimana]

-Ceste 60 Lt

Percentuale contenitori su N=23 osservazioni -> $17/23 = 73,91$ [%]

Rifiuto Annuo -> $44685,94 \times 73,91\% = 33028,73826$ [Kg]

Quantità di rifiuto contenuto nel contenitore -> 3,2 [Kg]

N° Ceste Annue -> $33028,73826 / 3,2 = 8257,184565$ [pz/anno]

N° Ceste Annue -> $8257,184565 / 52,1429 = 158,3568341$ [pz/settimana]

Plastica

-Sacco 110 Lt

Percentuale contenitori su N=23 osservazioni -> $23/23 = 100$ [%]

Rifiuto Annuo -> $13482,83 \times 100\% = 13482,83$ [Kg]

Quantità di rifiuto contenuto nel contenitore -> 3,01 [Kg]

N° Sacchi Anni -> $13482,83/3,2 = 4479,345515$ [pz/anno]

N° Sacchi Settimana -> $4479,345515/52,1429 = 85,90518584$ [pz/settimana]

Indifferenziato

-Mastelli 20 Lt

Percentuale contenitori su N=23 osservazioni -> $1/23 = 4,35$ [%]

Rifiuto Annuo -> $127663,1 \times 4,35\% = 5550,569565$ [Kg]

Quantità di rifiuto contenuto nel contenitore -> 6,9 [Kg]

N° Mastelli Anni -> $5550,569565/6,9 = 804,4303718$ [pz/anno]

N° Mastelli Settimana -> $804,4303718/52,1429 = 15,42741911$ [pz/settimana]

-Mastelli 35 Lt

Percentuale contenitori su N=23 osservazioni -> $2/23 = 8,70$ [%]

Rifiuto Annuo -> $127663,1 \times 8,70\% = 11101,13913$ [Kg]

Quantità di rifiuto contenuto nel contenitore -> 10,02 [Kg]

N° Mastelli Anni -> $11101,13913/10,02 = 1107,898117$ [pz/anno]

N° Mastelli Settimana -> $1107,898117/52,1429 = 21,24734368$ [pz/settimana]

-Sacchi 110 Lt

Percentuale contenitori su N=23 osservazioni -> $20/23 = 86,96$ [%]

Rifiuto Annuo -> $127663,1 \times 86,96\% = 111011,3913$ [Kg]

Quantità di rifiuto contenuto nel contenitore -> 7,01 [Kg]

N° Sacchi Anni -> $111011,3913/7,01 = 15858,77019$ [pz/anno]

N° Sacchi Settimana -> $15858,77019/52,1429 = 304,1405481$ [pz/settimana]

Vetro

-Mastelli 20 Lt

Percentuale contenitori su N=23 osservazioni -> $6/23 = 26,09$ [%]

Rifiuto Annuo -> $25309,19 \times 26,09\% = 6602,397391$ [Kg]

Quantità di rifiuto contenuto nel contenitore -> 4,41 [Kg]

N° Mastelli Anni -> $6602,397391/4,41 = 1497,142266$ [pz/anno]

N° Mastelli Settimana -> $1497,142266/52,1429 = 28,71229382$ [pz/settimana]

-Mastelli 35 Lt

Percentuale contenitori su N=23 osservazioni -> $17/23 = 73,91$ [%]

Rifiuto Annuo -> $25309,19 \times 73,91\% = 18706,79261$ [Kg]

Quantità di rifiuto contenuto nel contenitore -> 7,35 [Kg]

N° Mastelli Anni -> $18706,79261/7,35 = 2545,141852$ [pz/anno]

N° Mastelli Settimana -> $2545,141852/52,1429 = 48,8108995$ [pz/settimana]

Lattine e Barattolame

-Mastelli 20 Lt

Percentuale contenitori su N=23 osservazioni -> $23/23 = 100$ [%]

Rifiuto Annuo -> $1926,118 \times 100\% = 1926,118$ [Kg]

Quantità di rifiuto contenuto nel contenitore -> 2,45 [Kg]

N° Mastelli Anni -> $1926,118/1,66 = 786,1706122$ [pz/anno]

N° Mastelli Settimana -> $786,1706122/52,1429 = 15,07723223$ [pz/settimana]

QUANTITA' DI CONTENITORI MOVIMENTATI IN CIASCUN TURNO:

Il numero dei contenitori movimentati all'interno del turno di raccolta dall'operatore, non è altro che la somma del numero dei diversi contenitori utilizzati per quella tipologia di rifiuto, pertanto:

Martedì -> Carta e Cartone

-N° Mastelli 35 Lt = 69,86330917

-N° Ceste 60 Lt = 158,3568341

Totale Movimentazioni = $69,86330917 + 158,3568341 = 228,2201433$

Mercoledì -> Indifferenziato

-N° Mastelli 20 Lt = 15,42741911

-N° Mastelli 35 Lt = 21,24734368

-N° Sacchi 110 Lt = 304,1405481

Totale Movimentazioni = $15,42741911 + 21,24734368 + 304,1405481 = 340,8153109$

Giovedì -> Lattine e Barattolame

-N° Mastello 20 Lt = 15,07723223

Totale Movimentazioni = **15,07723223**

Venerdì -> Plastica

-N° Sacchi 110 Lt = 85,90518584

Totale Movimentazioni = **85,90518584**

Sabato -> Vetro

-N° Mastello 20 Lt = 28,71229382

-N° Mastello 35 Lt = 48,8108995

Totale Movimentazioni = $28,71229382 + 48,8108995 = 77,52319332$

DURATA DEI CICLI DI RACCOLTA:

La modalità Porta a Porta prevede il ritiro dei contenitori presso il domicilio delle singole utenze. Per questo motivo, il veicolo compattatore dovrà percorrere ogni via del quartiere, con un itinerario di raccolta che si aggira intorno ai 18.2 Km per turno. La velocità media del mezzo è molto bassa, circa 14.4 Km/h, in quanto l'autista deve essere attento ad individuare i contenitori dei rifiuti presenti lungo tutto il percorso ed arrestarsi in prossimità del contenitore, in maniera da permettere all'operatore addetto alla raccolta di prelevare i rifiuti. Il tempo necessario a percorrere l'itinerario ad una velocità di 14.4 Km/h è di circa **75.83** minuti (4550 secondi). Ovviamente, aggiungendo a tale durata quella relativa alle operazioni di movimentazione dei contenitori effettuate in ciascuna utenza e moltiplicando il tutto per il numero dei contenitori da dover manipolare, si ottiene la durata complessiva del ciclo di raccolta. Precedentemente si è visto che la durata complessiva dell'operazione di raccolta varia in base alla tipologia di contenitore, nel caso dei sacchi tale durata è pari a **8.1** secondi, mentre nel caso dei contenitori rigidi la durata è di circa **12,6** secondi. Pertanto per ciascuna tipologia di rifiuto si ottengono le seguenti durate:

Martedì -> Carta e Cartone

Totale Movimentazioni = 228,2201433

Durata Ciclo = $228,2201433 \times 12,6 + 4550 = 7425,573805$ [sec] -> **2,062659 [ore]**

Mercoledì -> Indifferenziato

Totale Movimentazioni = 340,8153109

Durata Ciclo = $340,8153109 \times 12,6 + 4550 = 7475,640451$ [sec] -> **2,076567 [ore]**

Giovedì -> Lattine e Barattolame

Totale Movimentazioni = 15,07723223

Durata Ciclo = $15,07723223 \times 12,6 + 4550 = 4739,973126$ [sec] -> **1,316659 [ore]**

Venerdì -> Plastica

Totale Movimentazioni = 85,90518584

Durata Ciclo = $85,90518584 \times 12,6 + 4550 = 5245,832005$ [sec] -> **1,457176 [ore]**

Sabato -> Vetro

Totale Movimentazioni = 77,52319332

Durata Ciclo = $77,52319332 \times 12,6 + 4550 = 5526,792236$ [sec] -> **1,53522 [ore]**

OPERAZIONI EFFETTUATE PRESSO CIASCUNA ISOLA ECOLOGICA (TASK 2):

Nei giorni destinati alla raccolta della frazione organica (Lunedì e Giovedì), il turno è composto anch'esso da **due operatori**, ma a differenza del caso precedente, le operazioni di movimentazione dei cassonetti vengono effettuate da entrambi gli operatori, in quanto il numero dei cassonetti da dover movimentare è pari a tre per ciascuna isola. Ciascun operatore si trova così a movimentare, in un turno di raccolta, un numero di cassonetti pari a 9. Il compattatore viene posizionato ad una distanza dall'isola di circa 2 metri. Per ciascuna isola è possibile analizzare nel dettaglio le seguenti fasi:

1) Movimentazione dall'Isola al Veicolo con trazione del cassonetto:

L'Operatore una volta raggiunto il cassonetto lo afferra per la maniglia e lo traina verso il compattatore

-Distanza percorsa -> 2 mt

-Tempo -> 7 sec

2) Operazioni di Aggancio-Sollevamento-Svuotamento-Sgancio del cassonetto:

L'Operatore aggancia il cassonetto al meccanismo Voltacassonetto, e attraverso la console dà il via all'operazione di sollevamento. Alla massima altezza raggiunta dal cassonetto esso viene ruotato di circa 120° e il materiale presente all'interno viene rovesciato nella vasca del compattatore. Infine il braccio meccanico provvederà a riportare a terra il cassonetto, permettendo poi all'operatore di effettuare la manovra di sgancio.

-Tempo -> 17 sec

3) Movimentazione dal Veicolo all' isola con spinta del cassonetto:

L'Operatore una volta vuotato il cassonetto lo afferra per la maniglia e lo spinge verso il suo alloggio originario

-Distanza percorsa -> 2 mt

-Tempo -> 3,5 sec

4) Movimentazione varie:

Questa attività racchiude tutte le movimentazioni effettuate dall'operatore esclusa quelle relative al traino e alla spinta del cassonetto. Comprende quindi lo spostamento effettuato dall'operatore per raggiungere il cassonetto da prelevare, e la movimentazione per ritornare a bordo del veicolo una volta riposizionato il cassonetto nell'isola

-Tempo -> 4 sec

Durata complessiva delle operazioni -> 31,5 sec.

Moltiplicando tale durata per il numero dei cassonetti movimentati in un turno da ciascun operatore (9) e sommando il tempo necessario per percorrere l'intero itinerario di raccolta, si ottiene la durata complessiva del ciclo di raccolta, pari a **702,7797784** secondi (circa 12 minuti). Tale durata non comprende il tempo impiegato per raggiungere il quartiere dal punto di deposito dei rifiuti (Largo Carducci -> Isola 1), e quello di ritorno (Isola 6 -> Largo Carducci). A differenza di quanto accade per la raccolta presso il domicilio delle singole utenze, la durata complessiva del ciclo rimane invariata nei due giorni considerati, in quanto tutte le isole sono composte dallo stesso numero di cassonetti (i quali richiedono il medesimo tempo per le operazioni di raccolta) e il numero delle isole da dover visitare è sempre lo stesso e pari a sei.

AMMONTARE DI RIFIUTI IN CIASCUNA ISOLA A SETTIMANA:

Facendo riferimento ai dati comunali relativi rispettivamente agli anni 2010 e 2005 forniti dall'azienda San Giorgio Distribuzione Servizi S.r.l (responsabile del servizio di gestione dei rifiuti per la città) è possibile determinare l'ammontare di rifiuti organici presenti in ciascuna isola ad ogni turno di raccolta:

Quantità di rifiuto organico annuo -> 88601.44 [Kg]

Quantità di rifiuto organico settimanale -> 1699,204302 [Kg]

N° giorni di raccolta settimanali -> 2

N° isole presenti nel quartiere -> 6

Quantità di rifiuto per isola in un ciclo di raccolta -> 141,6003585 [Kg]

N° bidoni per isola -> 3

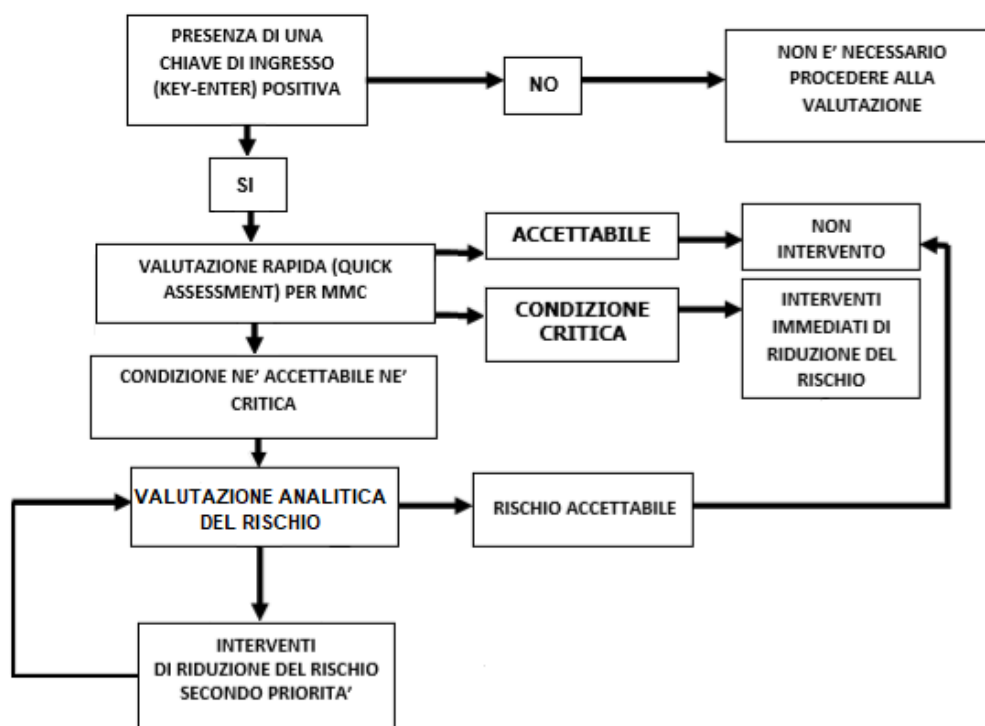
Quantità di rifiuto per cassonetto in un ciclo di raccolta -> **47,2001195 [Kg]**

3.3 VALUTAZIONE DELLA MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI

Come abbiamo visto, il metodo di raccolta Porta a Porta può essere suddiviso in due Task distinti, uno riguardante il prelievo di ciascun contenitore presso il domicilio delle singole utenze (Task 1) e l'altro riguardante lo svuotamento dei cassonetti contenenti la frazione organica (Task 2). E' obbligatorio fare questa scomposizione in quanto le operazioni effettuate dagli operatori coinvolti nella raccolta, sono molto differenti fra loro, richiedendo pertanto sforzi e posture anche molto diverse. L'approccio alla valutazione e gestione del rischio viene articolato in 3 passaggi successivi:

- 1 - Identificazione delle attività con Movimentazione Manuale dei Carichi (MMC);
- 2 - Valutazione rapida del rischio (Quick-Assessment);
- 3 - Valutazione analitica del rischio;

Il primo passaggio rappresenta la chiave di decisione (Key Enter) per definire la necessità (o meno) di procedere ai passaggi successivi, ovvero quelli che permettono la valutazione vera e propria. L'insieme dei 3 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). 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), che meglio specifica il campo e la modalità di applicazione della norma ISO 11228 parte 1, 2 e 3. Per la valutazione del rischio si segue il seguente schema:



Schema generale di flusso previsto nella valutazione dei rischi da MMC

1 - IDENTIFICAZIONE DELLE ATTIVITA' CON MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI:

Questa fase definisce il "campo di applicazione" delle norme tecniche, essa viene eseguita attraverso le indicazioni del TR ISO 12295 secondo lo schema riportato sotto. Considerando entrambi i Task e ciascun Sub-Task che li compongono, emerge che:

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
Se NO, questo standard non è rilevante, si proceda con le ulteriori Key Questions Se SI si proceda con lo step 2 Quick Assessment		SI
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
Se NO, questo standard non è rilevante, si proceda con le ulteriori Key Questions Se SI si proceda con lo step 2 Quick Assessment		SI
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:		NO
<ul style="list-style-type: none"> • <i>Compito caratterizzato da cicli lavorativi ripetuti</i> <li style="text-align: center;"><i>oppure</i> • <i>Compito durante il quale si ripetono le stesse azioni lavorative per oltre il 50% del tempo.</i> 		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		

Key-Enter per l'applicazione della norma ISO 11228 (parti 1-2-3)

Per quanto riguarda il Task 1, si fa sostanzialmente riferimento al Sub-Task nel quale vengono eseguite le attività di Sollevamento, Trasporto e Deposito dei rifiuti nel cassone del mezzo compattatore. Per quanto riguarda invece il Task 2, si fa sostanzialmente riferimento ai due Sub-Task relativi alla Spinta e al Traino dei cassonetti.

2 - VALUTAZIONE RAPIDA DEL RISCHIO (QUICK-ASSESSMENT):

Il Quick-Assessment consiste in una verifica rapida della presenza di potenziali condizioni di rischio, attraverso semplici domande di tipo quali/quantitativo. Questa fase è sostanzialmente indirizzata a identificare, in modo estremamente semplificato, tre possibili condizioni :

- 1) Accettabile -> Non sono richieste ulteriori azioni
- 2) Critica -> E' urgente procedere ad una riprogettazione dell'operazione da eseguire
- 3) Né accettabile né critica -> Necessità di un'analisi più dettagliata. E' quindi necessario procedere ad una stima o valutazione precisa attraverso strumenti più dettagliati di analisi (suggeriti nella fattispecie dallo standard ISO 11228 parte 1 e 2).

Da qui in avanti risulterà più agevole analizzare separatamente i due Task, in quanto per la loro valutazione del rischio occorrerà far ricorso a due parti differenti della norma ISO 11228, ovvero alla parte 1 per il Task 1 e alla parte 2 per il Task 2.

2.1 - QUICK-ASSESSMENT TASK 1:

Il punto di partenza per il Quick-Assessment consiste nell'individuare quelle che sono le frequenze di movimentazione manuale dei carichi per ciascuna tipologia di rifiuto e quelli che sono i pesi dei contenitori movimentati nei rispettivi turni di raccolta. La frequenza di sollevamento/trasporto dei contenitori viene determinata come il rapporto tra il numero delle azioni di movimentazione manuale, corrispondenti alla quantità di contenitori movimentati nel turno, e la durata complessiva del ciclo di raccolta. E' importante sottolineare che l'intervallo di tempo in cui l'operatore effettua lo spostamento da un'utenza alla successiva sopra la pedana posteriore del veicolo, non può essere considerato come tempo di "non movimentazione manuale di carichi o compito leggero" in quanto la sua durata è estremamente breve (in

media 1.20 minuti), lasso di tempo che non permettendo il giusto recupero per la colonna vertebrale, così come indicato dal metodo NIOSH. Si riportano di seguito la frequenza di MMC per ciascuna tipologia di rifiuto:

Martedì -> Carta e Cartone

Totale Movimentazioni= 228,2201433

Durata Ciclo= 7425,573805 [sec] -> 123,7596 [min]

Frequenza di MMC= 228,2201433/123,7596= **1,844061** [azioni/minuto]

Mercoledì -> Indifferenziato

Totale Movimentazioni= 340,8153109

Durata Ciclo= 7475,640451 [sec] -> 124,594 [min]

Frequenza di MMC= 340,8153109/124,594= **2,735407** [azioni/minuto]

Giovedì -> Lattine e Barattolame

Totale Movimentazioni= 15.07723223

Durata Ciclo= 4739,973126 [sec] -> 78,99955 [min]

Frequenza di MMC= 15,07723223/78,99955= **0,190852** [azioni/minuto]

Venerdì -> Plastica

Totale Movimentazioni= 85,90518584

Durata Ciclo= 1,612282 [ore] -> 87,43053 [min]

Frequenza di MMC = 85,90518584/87,43053= **0,982554** [azioni/minuto]

Sabato -> Vetro

Totale Movimentazioni= 77,52319332

Durata Ciclo= 1,578289 [ore] -> 92,1132 [min]

Frequenza di MMC = 77,52319332/92,1132= **0,841608** [azioni/minuto]

E' possibile determinare il peso sollevato dall' operatore in ciascuna operazione di movimentazione manuale, sommando il peso del rispettivo contenitore con il peso del rifiuto contenuto al suo interno, si ottengono così i seguenti risultati:

<i>Martedì -> Carta e Cartone</i>			
	Peso Rifiuto [Kg]	Peso Contenitore [Kg]	Peso Sollevato [Kg]
Mastello 35 Lt	3,2	1,35	4,55
Cesta 60 Lt	4	1,62	5,62

<i>Mercoledì -> Indifferenziato</i>			
	Peso Rifiuto [Kg]	Peso Contenitore [Kg]	Peso Sollevato [Kg]
Mastello 20 Lt	6,9	1,15	8,05
Mastello 35 Lt	10,02	1,35	11,37
Sacco 110 Lt	7	0,025	7,025

<i>Giovedì -> Lattine e Barattolame</i>			
	Peso Rifiuto [Kg]	Peso Contenitore [Kg]	Peso Sollevato [Kg]
Mastello 20 Lt	2,45	1,15	3,6

<i>Venerdì -> Plastica</i>			
	Peso Rifiuto [Kg]	Peso Contenitore [Kg]	Peso Sollevato [Kg]
Sacco 110 Lt	3,01	0,025	3,035

<i>Sabato -> Vetro</i>			
	Peso Rifiuto [Kg]	Peso Contenitore [Kg]	Peso Sollevato [Kg]
Mastello 20 Lt	4,41	1,15	5,56
Mastello 35 Lt	7,35	1,35	8,7

Ora è possibile procedere con la valutazione rapida del rischio, essa ha inizio con la verifica di quelle che definiamo essere le condizioni di accettabilità per il compito di sollevamento, trasporto e deposito dei contenitori di rifiuti. La tabella sottostante riporta (così come indicata dal TR ISO 12295) l'elenco delle condizioni che devono risultare tutte contemporaneamente presenti per valutare come accettabile la situazione. Occorre precisare però, che la condizione di 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) E' INFERIORE ai valori raccomandati considerando le distanze (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				

Sollevamento e Trasporto – Quick-Assessment -> condizioni accettabili

La valutazione rapida del rischio da MMC non porta ad una condizione di accettabilità immediata in quanto esistono delle condizioni che devono essere meglio approfondite come: distanza del carico dal corpo dell'operatore, dislocazione verticale del carico, frequenza massima permessa e peso del carico. Si procede ora a valutare il caso "opposto" al precedente, ovvero le condizioni per cui, essendo presente una sola di essa, la situazione è definibile come critica. Occorre prima precisare che l'altezza da terra delle mani dell'operatore non è mai inferiore a 54,3 cm (altezza di presa del mastello da 20 Lt), che fra tutte le tipologie di contenitori risulta essere il più basso. Inoltre l'altezza da terra del portello di carico laterale è di 130 cm, il che significa che l'operatore non solleva mai le mani ad un'altezza superiore di 140 cm. Si riporta di seguito la tabella contenente le condizioni che definiscono il Sub-Task come critico:

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
<p>Se solo una di queste condizioni ha una risposta "SI", una condizione CRITICA è presente.</p> <p>Se una condizione CRITICA è presente, applicare ISO 11228-1 per identificare le urgenti azioni correttive.</p>			

Sollevamento e Trasporto – Quick-Assessment -> condizioni critiche

Si evince che la valutazione rapida del rischio da MMC non porta ad una condizione di criticità immediata, pertanto il Sub-Task relativo al sollevamento, trasporto e deposito dei contenitori richiede necessariamente una valutazione più precisa mediante l'utilizzo di strumenti più dettagliati di analisi (suggeriti nella fattispecie dallo standard ISO 11228 parte 1).

2.2 - QUICK-ASSESSMENT TASK 2:

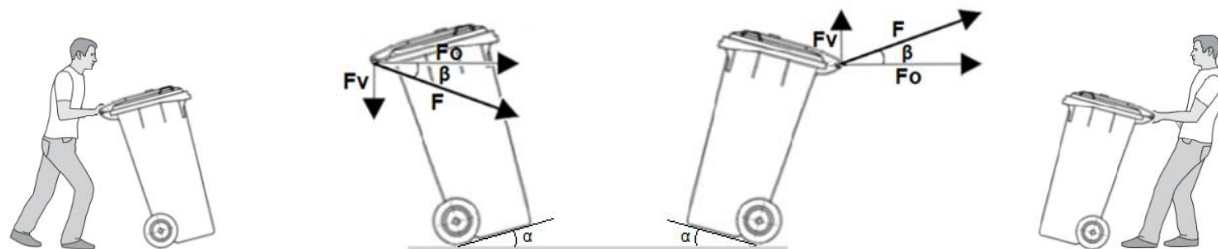
Il punto di partenza per il Quick-Assessment relativo al Task 2 consiste nell'individuare quelle che sono le forze necessarie per la movimentazione dei cassonetti, esse si dividono in:

-Forza Iniziale (FI) -> Forza applicata per mettere in movimento il cassonetto

-Forza di mantenimento (FM) -> Forza applicata per mantenere il cassonetto in movimento

Durante le operazioni di traino e di spinta, la forza esercitata dall'operatore (F) non è interamente orizzontale al cassonetto ma bensì obliqua: tale forza comprende una componente verticale (Fv) e una orizzontale (Fo). Occorre determinare la componente orizzontale, in quanto sarà essa uno dei fattori chiave per la determinazione della criticità o

l'accettabilità del Task. L'operatore, per poter svolgere le operazioni di movimentazione, ruota il cassonetto su di un asse passante per il centro delle ruote, di un angolo α pari a circa 19° , portando la maniglia ad una altezza da terra di circa 95 cm. La forza applicata dall'operatore, incide con un angolo β di circa 27° sia per le operazioni di traino del cassonetto carico di rifiuti, che per quelle di spinta del cassonetto vuoto.



Le forze iniziali e di mantenimento vengono misurate attraverso l'utilizzo di un dinamometro, ottenendo i seguenti risultati riportati in tabella:

Frazione Organica :

- Quantità di rifiuto annuo -> 88601,44 [Kg]
- Quantità di rifiuto settimanale -> 1699,204302 [Kg]
- N° giorni di raccolta settimanali -> 2
- N° isole presenti nel quartiere -> 6
- Quantità di rifiuto per isola -> 141,6003585 [Kg]
- N° bidoni per isola -> 3
- Quantità di rifiuto per cassonetto -> 47,2001195 [Kg]
- Peso Cassonetto 240 Lt -> 11 [Kg]
- Massa Traina -> $47,2001195 + 11 = 58,2001195$ [Kg]
- Massa Spinta -> 11 [Kg]

	Sub-Task 7 -> TRAINO				Sub-Task 9 -> SPINTA			
	FI [N]	FoI [N]	FM [N]	FoM [N]	FI [N]	FoI [N]	FM [N]	FoM [N]
Organico	107,3654	95,66324	88,13161	78,52584	20,99778	18,70916	16,92778	15,08276

Da qui in avanti, per rendere più agevole la valutazione del rischio, si studiano i due Sub-Task (comprendenti le azioni di traino e di spinta) in maniera separata. Si farà sostanzialmente riferimento al Sub-Task relativo allo spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore (Sub-Task 7), e a quello relativo al riposizionamento del cassonetto nella propria sede (Sub-Task 9). E' ora possibile procedere con la valutazione rapida del rischio, essa ha inizio con la verifica di quelle che definiamo essere le condizioni di accettabilità per il compito di traino e spinta dei cassonetti. La tabella sottostante riporta (così come indicato dal TR ISO 12295) l'elenco delle condizioni che devono risultare tutte contemporaneamente presenti per valutare come accettabile la situazione. Anche in questo caso come nel precedente, occorre precisare che la condizione di accettabilità è intesa con riferimento alla popolazione lavorativa "sana" e non riguarda eventuali particolari condizioni individuali di salute. Si analizzano nel dettaglio i due Sub-Task:

-Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore -> TRAINO

<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).	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		

Traino – Quick-Assessment -> Condizioni Accettabili

Come si può vedere dalla tabella contenente le forze misurate con l'ausilio del dinamometro, l'intensità della forza di mantenimento del cassonetto (FoM), essendo pari a circa 78,5 N, è superiore di gran lunga ai 30 N riportati nella tabella del Quick-Assessment. Tale circostanza impedisce di definire rapidamente il compito accettabile.

-Riposizionamento del cassonetto nella propria sede -> SPINTA

<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).	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		

Spinta – Quick-Assessment -> Condizioni Accettabili

Come si può vedere, la spinta del cassonetto risulta essere invece un'operazione ACCETTABILE, in quanto l'operatore, a differenza di quanto accade nel Sub-Task precedente, necessita di uno sforzo relativamente ridotto per movimentare l'oggetto (circa 18,7 N per la forza iniziale e circa 15,08 N per la forza di mantenimento).

La valutazione rapida del rischio da MMC relativa al Task 2 porta ad una condizione di accettabilità immediata per il Sub-Task relativo al *riposizionamento del cassonetto nella propria sede*, mentre non è possibile giungere ad una condizione di accettabilità immediata per il Sub-Task relativo lo *spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore*, in quanto la condizione relativa alla forza di mantenimento deve essere meglio approfondita. Si procede ora a valutare il caso "opposto" al precedente, ovvero le condizioni per cui, essendo presente una sola di essa, la situazione è definibile come critica. La condizione di criticità immediata viene effettuata solo per l'azione di traino del cassonetto, in quanto l'attività di spinta è risultata già accettabile. Si riporta la tabella contenente le condizioni di criticità immediata:

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)	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.		

Traino – Quick-Assessment -> condizioni critiche

Si evince che la valutazione rapida del rischio non porta ad una condizione di criticità immediata, pertanto il Sub-Task relativo allo *spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore*, richiede necessariamente una valutazione più precisa mediante l'utilizzo di strumenti più dettagliati di analisi (suggeriti nella fattispecie dallo standard ISO 11228 parte 2).

3 - VALUTAZIONE ANALITICA DEL RISCHIO:

La valutazione analitica del rischio dovrà prendere in considerazione tutti i compiti comportanti le attività di movimentazione manuale dei carichi che caratterizzano la metodologia di raccolta rifiuti analizzata. Nella tabella successiva, sono individuati i Sub-Task comprendenti le azioni di MMC che incidono sul rischio dell'apparato muscolo-scheletrico e le rispettive proposte di metodiche di valutazione:

TASK	AZIONI DI MOVIMENTAZIONE DA VALUTARE	PROPOSTA DI VALUTAZIONE
TASK 1: RACCOLTA MANUALE DEI CONTENITORI E CARICO NEL CASSONE DEL VEICOLO	SOLLEVAMENTO	Equazione NIOSH per il calcolo dell'indice di sollevamento Variabile: -ISO 11228-1 -ISO TR 12295, Allegato A
	TRASPORTO	Calcolo della Massa Cumulativa giornaliera: -ISO 11228-1 -ISO TR 12295, Allegato A
TASK 2: MOVIMENTAZIONE DEI CASSONETTI POSIZIONATI NELLE ISOLE ECOLOGICHE	TRAIANO	Calcolo dell'indice di Traino/Spinta: -ISO 11228-2 -ISO TR 12295, Allegato B -Tavole Snook e Ciriello
	SPINTA	Calcolo dell'indice di Traino/Spinta: -ISO 11228-2 -ISO TR 12295, Allegato B -Tavole Snook e Ciriello

Individuazione delle azioni di movimentazione da valutare in riferimento al compito lavorativo e i relativi riferimenti alle norme tecniche

3.1 - VALUTAZIONE ANALITICA DEL RISCHIO ASSOCIATO AL SOLLEVAMENTO (TASK 1):

Facendo riferimento al compito di sollevamento dei contenitori è opportuno notare che all'interno dello stesso ciclo di raccolta, sia il peso sollevato dall'operatore che la geometria del contenitore possono variare, mentre rimane pressoché invariata la distanza dal punto di prelievo del contenitore al portello di carico del veicolo. A tal proposito, le diverse tipologie di rifiuti raccolti in ciascun giorno della settimana portano all'individuazione di due diverse tipologie di compiti di sollevamento:

-Compito Semplice (Single Task)

Questa tipologia di compito include il sollevamento/deposito di un solo tipo di contenitore per tutta la durata del turno di raccolta, pertanto il peso movimentato è sempre lo stesso. L'operatore usa sempre la medesima postura (intesa come geometria del corpo) durante il sollevamento tra l'origine (posizione a terra del contenitore) e la destinazione (posizione del portello di carico). In questo caso si esegue, per la valutazione analitica del rischio, la procedura relativa al calcolo dell'Indice di Sollevamento "tradizionale" (LI), come riportato nella ISO 11228-1, A7. Appartiene a questa tipologia di sollevamento le operazioni che prevedono la raccolta della Plastica (movimentazione dei soli sacchi da 110 Lt) e la raccolta del Barattolame (movimentazione dei soli mastelli da 20 Lt).

-Compito Variabile (Variable Task)

Questa tipologia di compito include il sollevamento/deposito di contenitori caratterizzati da geometrie differenti e pesi diversi durante lo stesso ciclo di raccolta. L'operatore in questo caso, non usa sempre la medesima postura durante il sollevamento tra l'origine e la destinazione, in quanto i diversi contenitori hanno differenti altezze di presa, mentre rimane invariata la destinazione per ciascuna tipologia di contenitore movimentato nel turno. In questo caso vengono identificate differenti categorie di peso. Ciascuna categoria, movimentata su una diversa geometria, prende il nome di Sub-Compito. In questo caso si esegue, per la valutazione analitica del rischio, la procedura relativa al calcolo del

“Variable Lifting Index” (VLI). Appartengono a questa tipologia di sollevamento le operazioni che prevedono la raccolta della Carta (movimentazione di mastelli da 35 Lt e ceste da 60 Lt), la raccolta dell’Indifferenziato (movimentazione di mastelli da 20 Lt, mastelli da 35 Lt e sacchi da 110 Lt) ed infine, la raccolta del Vetro (movimentazione di mastelli da 20 Lt e mastelli da 35 Lt).

3.1.1 – CALCOLO DELL’INDICE DI SOLLEVAMENTO (LI):

Lo scopo della norma ISO 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 sottoposti gli operatori che eseguono la movimentazione manuale dei contenitori durante l’attività di raccolta dei rifiuti. La Norma si applica alla movimentazione manuale di oggetti con una massa di almeno 3 chilogrammi, e prevede l’applicazione dell’equazione **RNLE** (Revised Niosh Lifting Equation). Il punto di partenza, per la determinazione dell’equazione, consiste nell’individuazione della Massa di riferimento (m_{ref}) relativa alla popolazione di operatori analizzata. Tale massa rappresenta il peso massimo sollevabile dalla popolazione in esame in condizioni ideali. I valori delle masse di riferimento per ciascuna popolazione lavorativa sana, sono riportati direttamente dalla norma, e vengono riassunti nella seguente tabella:

Popolazione di lavoratori per sesso ed età	Massa di riferimento (m_{ref})
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

Il superamento di tali valori durante le operazioni di sollevamento 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 ma bensì come indicatori di protezione minima delle varie popolazioni. Le condizioni del sollevamento (ideali o meno) sono determinate sia dalle geometrie (intese come postura dell’operatore) sia dall’organizzazione del lavoro (intesa come distribuzione dei compiti all’interno del turno di lavoro). In particolare, il metodo RNLE definisce i seguenti fattori:

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

Il prodotto matematico fra i suddetti fattori moltiplicativi e la rispettiva massa di riferimento relativa alla popolazione lavorativa individuata, dà luogo al Peso Limite Raccomandato (**RWL**) nelle condizioni effettive del sollevamento:

$$RWL = m_{ref} \times VM \times DM \times HM \times AM \times CM \times FM$$

L'Indice di Sollevamento (**LI**) nasce dal confronto tra il Peso Limite Raccomandato e il Peso Realmente sollevato dall'operatore, e viene determinato attraverso la seguente relazione:

$$LI = \frac{\text{PESO EFFETTIVAMENTE SOLLEVATO}}{\text{PESO LIMITE RACCOMANDATO}}$$

In base al valore assunto da tale indice è possibile definire tre zone di rischio (area verde, area gialla e area rossa) corrispondenti, ognuna delle quali, ad un certo livello di esposizione al rischio:

- AREA VERDE ($LI \leq 0.85$) -> Nessun Rischio
- AREA GIALLA ($0.85 < LI \leq 1.0$) -> Borderline o esposizione molto bassa
- AREA ROSSO LIEVE ($1.0 < LI < 2.0$) -> Rischio presente con livello lieve-moderato
- AREA ROSSO MEDIO ($2.0 \leq LI < 3.0$) -> Rischio presente con livello significativo
- AREA ROSSO INTENSO ($LI \geq 3.0$) -> Rischio presente con livello elevato

Come accennato precedentemente, tale metodo può essere applicato a due sole tipologie di raccolta rifiuti, quella della Plastica, che prevede la movimentazione solo dei sacchi da 110 Lt e quella delle Lattine e del Barattolame, che prevede la movimentazione solo dei mastelli da 20 Lt. In entrambi i casi, l'altezza delle mani alla fine del sollevamento è di circa 140 cm, a variare fra le due tipologie di rifiuto è l'altezza da terra delle mani all'inizio del sollevamento ed il peso del contenitore sollevato. Per ciascuna tipologia di rifiuto si è valutato l'Indice di Sollevamento sia all'origine (sollevamento da terra del contenitore) che alla destinazione (sollevamento per portare il contenitore all'altezza del portello di carico laterale del mezzo). In ciascuna delle due situazioni, si hanno due differenti altezze delle mani da terra (VM) e due diverse distanze tra il corpo dell'operatore e il contenitore (HM). In questa situazione il metodo originale Revised NIOSH Lifting Equation propone di calcolare un indice di sollevamento sia all'origine che alla destinazione, lasciando che il rischio legato all'operazione sia rappresentato dal peggiore dei due. Per entrambe le tipologie di rifiuto si sono rilevati i seguenti parametri:

Plastica -> Sacco da 110 Lt

-ORIGINE

Altezza delle mani da terra (V) = 55 cm

Dislocazione verticale (D) = $140 - 55 = 85$ cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 45,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0°

Qualità della presa = scarsa

Frequenza dell'attività di MMC = 0.88 azioni/min

Peso effettivamente sollevato = 3,035 kg

Parametri che portano alla determinazione dei seguenti fattori:

Fattore altezza (VM) = 0,94

Fattore dislocazione (DM) = 0,873

Fattore orizzontale (HM) = 0,55

Fattore asimmetria (AM) = 1

Fattore presa (CM) = 0,9

Fattore frequenza (FM) = 0,889

LI (UOMINI 18-45) = 0,34

LI (DONNE 18-45) = 0,42

-DESTINAZIONE

Altezza delle mani da terra (V) = 140 cm

Dislocazione verticale (D) = $140 - 55 = 85$ cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 62,5 cm (l'operatore allunga le braccia per permettere il deposito del sacco nella vasca)

Angolo di asimmetria (Y) = 0°

Qualità della presa = scarsa

Frequenza dell'attività di MMC = 0,88 azioni/min

Peso effettivamente sollevato = 3,035 kg

Parametri che portano alla determinazione dei seguenti fattori:

Fattore altezza (VM) = 0,805

Fattore dislocazione (DM) = 0,873

Fattore orizzontale (HM) = 0,40

Fattore asimmetria (AM) = 1

Fattore presa (CM) = 0,9

Fattore frequenza (FM) = 0,889

LI (UOMINI 18-45) = 0,55

LI (DONNE 18-45) = 0,68

Lattine e Barattolame -> Mastello da 20 Lt

-ORIGINE

Altezza delle mani da terra (V) = 54,3 cm

Dislocazione verticale (D) = $140 - 54,3 = 85,70$ cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 45,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0°

Qualità della presa = intermedia

Frequenza dell'attività di MMC = 0,27 azioni/min

Peso effettivamente sollevato = 3,6 kg

Parametri che portano alla determinazione dei seguenti fattori:

Fattore altezza (VM) = 0,938

Fattore dislocazione (DM) = 0,873

Fattore orizzontale (HM) = 0,55

Fattore asimmetria (AM) = 1

Fattore presa (CM) = 0,95

Fattore frequenza (FM) = 0,95

LI (UOMINI 18-45) = 0,35

LI (DONNE 18-45) = 0,44

-DESTINAZIONE

Altezza delle mani da terra (V) = 140 cm

Dislocazione verticale (D) = $140 - 54.3 = 85,70$ cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 62,5 cm (l'operatore allunga le braccia per permettere lo svuotamento del mastello nella vasca)

Angolo di asimmetria (Y) = 0°

Qualità della presa = intermedia

Frequenza dell'attività di MMC = 0,27 azioni/min

Peso effettivamente sollevato = 3,6 kg

Parametri che portano alla determinazione dei seguenti fattori:

Fattore altezza (VM) = 0,805

Fattore dislocazione (DM) = 0,873

Fattore orizzontale (HM) = 0,40

Fattore asimmetria (AM) = 1

Fattore presa (CM) = 0,95

Fattore frequenza (FM) = 0,95

LI (UOMINI 18-45) = 0,57

LI (DONNE 18-45) = 0,71

Come si può vedere dagli Indici di Sollevamento ottenuti, il peggior risultato si ottiene nel punto di destinazione, ovvero nell'azione di sollevamento per portare il contenitore all'altezza del portello di carico laterale del mezzo dove successivamente avviene lo svuotamento del mastello o il deposito del sacco. Confrontando gli indici ottenuti per le due diverse tipologie di rifiuto è possibile notare che la raccolta della Plastica evidenzia una situazione leggermente peggiore rispetto a quella del Barattolame, ma comunque sia sempre accettabile ($LI \leq 0.85$). Questo è dovuto al fatto che l'operatore si trova ad effettuare un maggior numero di sollevamenti, e ciascun sollevamento è caratterizzato da un peso superiore rispetto a quello relativo al mastello. Inoltre il mastello da 20 Lt, come tutti i contenitori rigidi, permette una presa più agevole, mentre l'utilizzo di sacchi comporta un sollevamento disagiata che porta quindi ad uno sforzo maggiore. I risultati appena ottenuti fanno riferimento ad una modalità operativa che trova un basso riscontro nella realtà in quanto prende in considerazione il sollevamento dei contenitori con entrambi gli arti. In realtà gli operatori, per

velocizzare le operazioni di raccolta, tendono ad afferrare il contenitore con un'unica mano, dando luogo così ad un sollevamento con un solo arto. Ciò comporta uno sforzo maggiore per l'operatore, e quindi ad un peggioramento dell'Indice di Sollevamento, in quanto l'equazione RNLE prevede l'inserimento di un fattore peggiorativo pari a 0,60. Di seguito sono riportati i rispettivi LI per entrambe le tipologie di rifiuto considerando il sollevamento con un solo arto:

Plastica -> Sacco da 110 Lt

-ORIGINE

LI (UOMINI 18-45) = 0,57

LI (DONNE 18-45) = 0,71

-DESTINAZIONE

LI (UOMINI 18-45) = 0,91

LI (DONNE 18-45) = 1,14

Lattine e Barattolame -> Mastello da 20 Lt

-ORIGINE

LI (UOMINI 18-45) = 0,59

LI (DONNE 18-45) = 0,74

-DESTINAZIONE

LI (UOMINI 18-45) = 0,95

LI (DONNE 18-45) = 1,18

Con questa modalità operativa, l'attività di sollevamento relativa alla raccolta della Plastica passa dall'area verde, all'area gialla per gli uomini e all'area rosso lieve per le operatrici donna. Ciò significa che per gli uomini si ha un'esposizione accettabile per la maggior parte della popolazione lavorativa ma, una parte non trascurabile della stessa potrebbe essere esposta a livelli di rischio molto bassi. Per quanto riguarda le donne invece, una parte significativa della popolazione lavorativa potrebbe essere esposta ad un livello di rischio lieve-moderato.

3.1.2 – CALCOLO DEL VARIABLE LIFTING INDEX (VLI):

Si fa ora riferimento a sollevamenti di tipo complesso, ovvero a quei compiti caratterizzati dalla presenza di molti Sub-Compiti. Nei compiti di sollevamento variabili il peso del carico che viene sollevato e la geometria del sollevamento (altezza verticale delle mani, distanza orizzontale, ecc...) possono variare ad ogni azione di sollevamento durante il medesimo turno. Le variabili che aumentano quindi il numero di Sub-Compiti sono molteplici, a tal proposito si tende ad evitare l'utilizzo della formula originale di RNLE vista precedentemente. Si fa uso del Variable Lifting Index (VLI) che prende in considerazione per ciascun turno: il numero dei carichi sollevati, il loro peso, l'altezza da terra delle mani dell'operatore, la distanza orizzontale, l'asimmetria, ecc..., sia al loro prelievo che al loro deposito. Lo sviluppo della procedura si basa sostanzialmente sui seguenti "elementi chiave":

1) Qualsiasi sia il numero dei singoli Sub-Compiti, essi vengono ridotti, fino ad un massimo di 30, considerando:

- Fino ad un massimo di 5 categorie di peso
- 2 categorie (ideale/non ideale) per il Fattore altezza (*VM*)
- 3 categorie (vicina/medi/lontana) per il Fattore orizzontale (*HM*)

2) La presenza di dislocazione angolare tra carico e corpo, ovvero il Fattore asimmetria (*AM*), è valutata sinteticamente per ognuna delle 5 categorie di peso mediante un valore di soglia

3) I criteri per definire la durata giornaliera dei sollevamenti sono rimasti invariati

4) La Frequenza delle azioni di sollevamento è determinata per ognuno dei 30 Sub-Compiti considerati

5) Il Fattore dislocazione (*DM*) e il Fattore presa (*CM*) sono considerati come costanti

6) Operate queste semplificazioni, diviene possibile calcolare l'Indice di Sollevamento specifico per ciascuno dei Sub-Compiti

Il calcolo del VLI viene applicato per la valutazione del rischio da MMC nella raccolta della Carta, del Vetro e dell'Indifferenziato. In questi tre diversi cicli di raccolta, l'operatore movimentava, all'interno dello stesso ciclo, pesi molto diversi tra loro con geometrie dei contenitori altrettanto diverse. Le differenti geometrie dei contenitori raccolti nello stesso ciclo, fanno sì che l'altezza di presa (intesa come altezza delle mani all'inizio del sollevamento) varia da contenitore a contenitore mentre rimane invariata l'altezza delle mani alla fine del sollevamento (140 cm). Per le tre tipologie di rifiuto si sono rilevati i seguenti parametri:

Carta e Cartone

ORIGINE

-Mastello 35 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 67,7 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 45,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 4,55 kg

-Cesta 60 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 50 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 45,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 5,62 kg

DESTINAZIONE

-Mastello 35 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 140 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 62,5 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 4,55 kg

-Cesta 60 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 140 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 62,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 5,62 kg

VLI (UOMINI 18-45) = 1,11

VLI (DONNE 18-45) = 1,39

Indifferenziata

ORIGINE

-Mastello 20 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 54,3 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 45,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 8,05 kg

-Mastello 35 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 67,7 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 45,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 11,37 kg

-Sacco 110 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 55 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 45,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 7,035 kg

DESTINAZIONE

-Mastello 20 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 140 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 62,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 8,05 kg

-Mastello 35 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 140 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 62,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 11,37 kg

-Sacco 110 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 140 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 62,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 7,035 kg

VLI (UOMINI 18-45) = 2,28

VLI (DONNE 18-45) = 2,85

Vetro

ORIGINE

-Mastello 20 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 54,3 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 45,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 5,56 kg

-Mastello 35 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 67,7 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 45,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 8,7 kg

DESTINAZIONE

-Mastello 20 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 140 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 62,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 5,56 kg

-Mastello 35 Lt

Altezza delle mani da terra (V) = 140 cm

Distanza orizzontale dal contenitore (H) = 62,50 cm

Angolo di asimmetria (Y) = 0 °

Peso effettivamente sollevato = 8,7 kg

VLI (UOMINI 18-45) = 1,32

VLI (DONNE 18-45) = 1,66

Come si può vedere dal valore assunto dagli indici VLI, per tutte e tre le tipologie di rifiuto siamo in presenza di una situazione di RISCHIO ($1 < VL < 3$). La situazione peggiore è rappresentata dalla raccolta dell'Indifferenziato, dove il rischio è presente ad un livello significativo. Questo risultato è dovuto sostanzialmente all'elevato numero di sollevamenti che l'operatore si trova ad effettuare all'interno del turno, ma anche ai pesi movimentati, che nel caso del mastello da 35 Lt sfiora gli 11.5 Kg. Il risultato ottenuto risulta essere coerente in quanto la quantità di rifiuto indifferenziato prodotto settimanalmente dagli utenti, è di gran lunga superiore rispetto a quella prodotta delle altre tipologie. Gli operatori in genere, tendono ad afferrare i contenitori con una sola mano, tale modalità operativa sappiamo portare ad un peggioramento dell'indice VLI, in quanto lo sforzo tende ad aumentare e ad essere mal distribuito. Di seguito sono riportati i rispettivi VLI per le tre tipologie di rifiuto, considerando il sollevamento con un solo arto:

Carta e Cartone

VLI (UOMINI 18-45) = 1,86

VLI (DONNE 18-45) = 2,32

Indifferenziata

VLI (UOMINI 18-45) = 3,8

VLI (DONNE 18-45) = 4,75

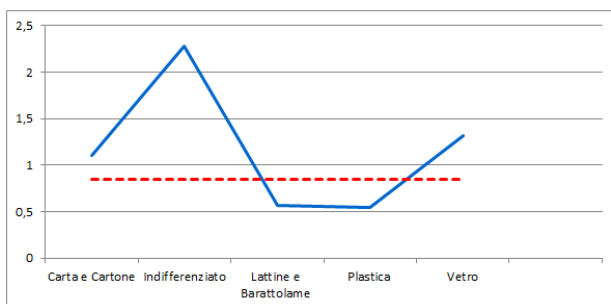
Vetro

VLI (UOMINI 18-45) = 2,21

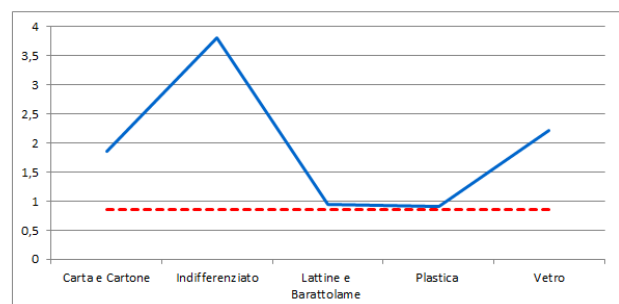
VLI (DONNE 18-45) = 2,76

Con questo modo di operare, l'attività di sollevamento assume un livello di rischio elevato, pertanto risulta essere questa, una modalità operativa che gli operatori devono assolutamente evitare. E' ora possibile mettere a confronto i vari indici relativi alle diverse tipologie di raccolta, in maniera da mostrare i giorni settimanali in cui gli operatori sono soggetti ad uno sforzo maggiore:

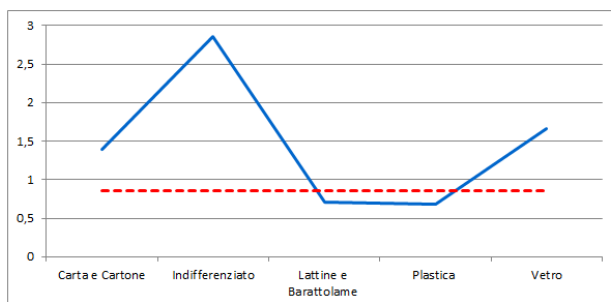
	Martedì		Mercoledì		Giovedì		Venerdì		Sabato	
	Carta e Cartone		Indifferenziato		Barattolame		Plastica		Vetro	
	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne	Uomini	Donne
Sollevamento con due arti	1,1	1,39	2,28	2,85	0,57	0,71	0,55	0,68	1,32	1,66
Sollevamento con un arto	1,86	2,32	3,8	4,75	0,95	1,18	0,91	1,14	2,21	2,76



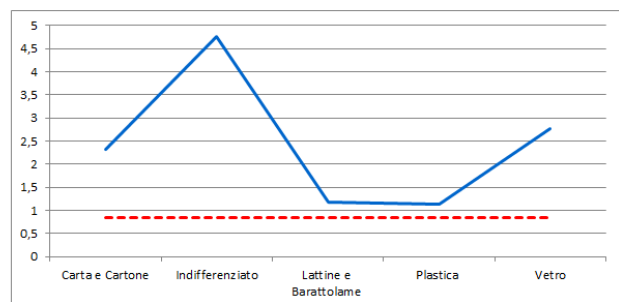
UOMO: Sollevamento con entrambi gli arti



UOMO: Sollevamento con un solo arto



DONNA: Sollevamento con entrambi gli arti



DONNA: Sollevamento con un solo arto

Molto spesso gli operatori non sfruttano il portello di carico laterale del veicolo per svuotare i contenitori o per depositare i sacchi, in quanto esso deve essere aperto e successivamente chiuso ad ogni operazione di prelievo. Tale

operazione pertanto viene percepita come ostacolo all'attività di raccolta, per questo motivo il più delle volte i sacchi vengono lanciati nel cassone dall'alto, sia dal retro del veicolo che dal lato. Il lancio avviene con due mani contemporaneamente nel caso di sacchi leggeri, mentre nel caso di sacchi più voluminosi e pesanti, l'operatore porta le mani al di sopra del capo fino al bordo del cassone per poi spingerli verso l'interno della vasca. Mentre per quanto riguarda lo svuotamento dei mastelli e delle ceste, l'operatore solleva le braccia al di sopra del capo poggiando l'estremità del contenitore sul bordo del cassone, per poi procede con lo svuotamento. Questo modo di operare comporta il sollevamento del carico ad un'altezza superiore a 175 cm (limite definito critico dalla Norma ISO 11228-1) in quanto il bordo del cassone si trova all'incirca ad un'altezza di 190 cm.



3.2 - VALUTAZIONE ANALITICA DEL RISCHIO ASSOCIATO AL TRASPORTO (TASK 1):

La condizione di trasporto dei pesi è da valutare quando il trasporto di un dato carico avviene per almeno 1 metro di distanza. Come nel caso del sollevamento, anche per la valutazione del rischio associato al trasporto si fa riferimento alla norma ISO 11228 parte 1. Il primo passo per la valutazione del rischio consiste nella determinazione della Massa Cumulata (m_{cum}), ovvero i Kilogrammi complessivi di peso, trasportati dall'operatore, rispettivamente ogni minuto, ogni ora e nell'intero turno. La Massa Cumulata viene così determinata:

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

dove con m si indica la massa trasportata dall'operatore, mentre con f la frequenza di trasporto. Conoscendo il numero ed il peso di ciascun contenitore movimentato all'interno del ciclo di raccolta, e la durata del ciclo stesso, è possibile determinare la Massa Cumulativa trasportata dall'operatore in ciascun ciclo di raccolta. Si ottengono così i seguenti valori:

		Mcum Turno	Frequenza (MMC/min)	Mcum/min	Mcum/ora	Mcum/8 ore
Carta cartone tetrapak	Mastello 35 Lt	317,8780567	0,565	2,57075	154,245	318,1548977
	Ceste 60 Lt	889,9654077	1,28	7,1936	431,616	890,2767954
	Totale	1207,843464		9,76435	585,861	1208,431693
Vetro	Mastello 20 Lt	159,6403537	0,312	1,73472	104,0832	159,7906171
	Mastello 35 Lt	424,6548256	0,53	4,611	276,66	424,7339833
	Totale	584,2951793		6,34572	380,7432	584,5246005
Lattine e barattolame	Mastello 20 Lt	54,27803601	0,190852123	0,687067642	41,22405855	54,27803601
	Totale	54,27803601		0,687067642	41,22405855	54,27803601
Plastica	Sacchi 110 Lt	260,722239	0,982553605	2,982050193	178,9230116	260,722239
	Totale	260,722239		2,982050193	178,9230116	260,722239
Indifferenziato	Mastello 20 Lt	124,1907238	0,124	0,9982	59,892	124,3697383
	Mastelli 35 Lt	241,5822976	0,171	1,94427	116,6562	242,244391
	Sacchi 110 Lt	2136,587351	2,441	17,148025	1028,8815	2136,541156
	Totale	2502,360372		20,090495	1205,4297	2503,155285

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 nella tabella successiva, la quale fa un riferimento preferenziale a masse individuali trasportate di 15 Kg.

Distanza di trasporto	Frequenza di trasporto (f_{max})	Massa Cumulativa (m_{max})		
		Kg/min	Kg/h	Kg/8h
m	azioni/ minuto	15	750	6000
20	1	15	750	6000
10	2	30	1500	10000
4	4	60	3000	10000
2	5	75	4500	10000
1	8	120	7200	10000

Per tutte le tipologie di rifiuti raccolti si è assunto che la distanza utenza-veicolo compattatore sia pari a circa 2 metri, occorre ora verificare quanto segue:

- Non si devono superare valori di peso cumulato superiori a 10.000 kg trasportati manualmente per 8 ore di lavoro;
- Non si devono superare valori di peso cumulato superiori a 4500 kg trasportati manualmente per 1 ora di lavoro;
- Non si devono superare valori di peso cumulato superiori a 75 kg trasportati manualmente per 1 minuto di lavoro;

Le Masse Cumulative effettivamente trasportate (in un minuto, ogni ora e nell'intero turno), possono essere comparate con quelle rispettivamente raccomandate, ciò da luogo al cosiddetto Indice di trasporto (TI) :

$$TI = \frac{\text{MASSA CUMULATIVA EFFETTIVAMENTE TRASPORTATA}}{\text{MASSA CUMULATIVA RACCOMANDATA}}$$

L'Indice così introdotto è del tutto analogo a LI per il sollevamento, pertanto consente di individuare due zone di rischio:

-AREA VERDE (TI ≤ 1) -> Nessun Rischio

AREA ROSSA (TI > 1) -> Rischio Presente

E' semplice vedere come per tutte e cinque le tipologia di rifiuto raccolto non si ha presenza di rischio (AREA VERDE).

	TI [min]	TI [ora]	TI [turno]
Carta cartone tetrapak	0,13	0,13	0,12
Vetro	0,08	0,08	0,06
Lattine e barattolame	0,01	0,01	0,01
Plastica	0,04	0,04	0,03
Indifferenziato	0,27	0,27	0,25

3.3 - VALUTAZIONE ANALITICA DEL RISCHIO ASSOCIATO AL TRAINO E ALLA SPINTA (TASK 2):

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**, mentre 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. Per la valutazione del rischio associata alla spinta e al traino dei cassonetti presenti in ciascuna isola ecologica si farà riferimento al primo metodo, in quanto esso risulta essere di più facile applicazione. I limiti raccomandati, proposti dalla Norma ISO, si devono applicare ad una popolazione lavorativa adulta e sana e proteggono la maggioranza di questa popolazione (in genere circa il 90%). In ciascuna attività di movimentazione dei cassonetti si suppone che:

- La forza sia esercitata a corpo intero (ovvero mentre ci si trova in posizione eretta)
- Azioni eseguite da una persona
- Forze applicate con due mani
- 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)

La valutazione del rischio passa attraverso tre fasi distinte:

- 1) Identificazione del pericolo di traino e di spinta;
- 2) Stima del rischio;
- 3) Valutazione del rischio;

1) IDENTIFICAZIONE DEL PERICOLO DI TRAINO E DI SPINTA

Effettuata precedentemente attraverso il Quick-Assessment relativo al Task 2.

2) STIMA DEL RISCHIO

Come si è precedentemente accennato, essa viene effettuata per mezzo del **Metodo 1** il quale 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 -> 95 cm
- La distanza percorsa dall'operatore -> 2 m
- La frequenza dei compiti di movimentazione manuale -> 0,768377259 azioni/minuto
- La differenza di genere -> Maschi, Femmine

NB: La frequenza dei compiti di movimentazione è stata ottenuta come rapporto tra il numero di azioni eseguite in un ciclo di raccolta da un singolo operatore e la durata del ciclo stesso:

TRAINO

Azioni per singolo operatore in un ciclo di raccolta -> 9
 Durata del ciclo di raccolta -> 11,71299631 min
 Frequenza di movimentazione -> 0,7683773 azioni/minuto

SPINTA

Azioni per singolo operatore in un ciclo di raccolta -> 9
 Durata del ciclo di raccolta -> 11,71299631 min
 Frequenza di movimentazione -> 0,7683773 azioni/minuto

	Sub-Task 2 -> TRAINO				Sub-Task 4 -> SPINTA			
	FI [N]	Fol [N]	FM [N]	FoM [N]	FI [N]	Fol [N]	FM [N]	FoM [N]
Organico	107,3654	95,66324	88,13161	78,52584	20,99778	18,70916	16,92778	15,08276

3) VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Il **Metodo 1** individua solamente la condizione di PRESENZA o di ASSENZA del rischio. Se le forze rilevate sono maggiori delle forze raccomandate, il rischio è presente, mentre se le forze misurate sono inferiori a quelle raccomandate non vi è la presenza di rischio rilevante. Le Forze Iniziali e di Mantenimento effettivamente misurate, vanno confrontate con le rispettive forze raccomandate riportate nelle tavole di Snook e Ciriello. Le due tabelle contengono le forze raccomandate per azioni di Traino e di Spinta. Le Forze effettivamente esercitate dagli operatori possono essere comparate con quelle rispettivamente raccomandate dalle tavole, ciò da luogo al cosiddetto Indice di Movimentazione (I.M) relativo al traino e alla spinta

$$I. M (\text{Forza Iniziale}) = \frac{\text{FORZA INIZIALE MISURATA}}{\text{FORZA INIZIALE RACCOMANDATA}}$$

$$I. M (\text{Forza di Mantenimento}) = \frac{\text{FORZA DI MANTENIMENTO MISURATA}}{\text{FORZA DI MANTENIMENTO RACCOMANDATA}}$$

L'Indice così introdotto è del tutto analogo agli indici visti fino ad ora per il sollevamento (LI e VLI) e per il trasporto (TI), pertanto, come precedentemente accennato, consente di individuare due zone di rischio:

-AREA VERDE (I.M ≤ 1) -> Nessun Rischio

AREA ROSSA (I.M > 1) -> Rischio Presente

L'uso dei dati riportati nelle tabelle di Snook e Ciriello, ai fini della valutazione, è estremamente semplice, in quanto si tratta di:

- Individuare la situazione che meglio rispecchia il reale scenario lavorativo esaminato;
- Decidere se si tratta di proteggere una popolazione solo maschile , solo femmine o entrambi i sessi;
- Estrapolare il valore raccomandato;

Le forze raccomandate per una popolazione lavorativa adulta sana (90° P.le), in funzione di genere, distanza di spostamento, frequenza di azione, altezza della mani da terra, sono:

FORZA INIZIALE:

Maschi

Traino -> 25 Kg

Spinta -> 26 Kg

Femmine

Traino -> 18 Kg

Spinta -> 17 Kg

FORZA DI MANTENIMENTO:

Maschi

Traino -> 16 Kg

Spinta -> 16 Kg

Femmine

Traino -> 10 Kg

Spinta -> 9 Kg

Di seguito vengono riportate le tabelle che mostrano gli indici di movimentazione sia per gli operatori maschi che per le operatrici femmina:

UOMINI	TRAINO		SPINTA	
	I.M (FoI)	I.M (FoM)	I.M (FoI)	I.M (FoM)
Lunedì: Organico	0,390197423	0,500462944	0,073377041	0,096125846
Giovedì: Organico	0,390197423	0,500462944	0,073377041	0,096125846

DONNE	TRAINO		SPINTA	
	I.M (FoI)	I.M (FoM)	I.M (FoI)	I.M (FoM)
Lunedì: Organico	0,541940865	0,80074071	0,11222371	0,170890392
Giovedì: Organico	0,541940865	0,80074071	0,11222371	0,170890392

Come possiamo vedere, in entrambi i casi, gli indici di movimentazione relativi alla forza iniziale di traino e alla forza di mantenimento sono al di sotto del valore di soglia (I.M < 1). Ciò significa appunto che né FoI né FoM eccedono le corrispondenti forze raccomandate.

3.4 VALUTAZIONE DEL SOVRACCARICO BIOMECCANICO DEGLI ARTI SUPERIORI E DELLA POSTURA

Per la seguente analisi si fa uso del metodo RULA, il quale fornisce un criterio pratico di selezione veloce dei lavoratori che possono essere soggetti a disturbi degli arti superiori, indicandone il livello di esposizione di rischio sia parziale, per singoli distretti del corpo, che totale. Attraverso questo approccio si prendono in considerazione i seguenti fattori di rischio:

- numero di movimenti eseguiti
- lavoro prevalentemente statico
- forza applicata
- posture assunte a causa delle attrezzature utilizzate
- ripetitività dei compiti

identificando con rapidità le posture incongrue e lo sforzo muscolare associato ai fattori sopra riportati per mezzo di un punteggio che permette di discriminare tra una postura ACCETTABILE ed una NON ACCETTABILE. Lo studio, nel caso specifico, non viene applicato ai soli Sub-Task che prevedono la movimentazione manuale dei carichi, ma anche a quelli che prevedono lo spostamento dell'operatore da un punto all'altro del percorso all'interno del mezzo compattatore e sulla pedana posteriore del veicolo. I Sub-Task interessati sono pertanto i seguenti:

TASK 1 (Raccolta manuale dei contenitori e carico nel cassone del veicolo)

- Sollevamento dei contenitori
- Trasporto dei contenitori
- Svuotamento dei contenitori

TASK 2 (Movimentazione dei cassonetti posizionati nelle Isole Ecologiche)

- Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore (Traino)
- Riposizionamento del cassonetto nella propria sede (Spinta)

MOVIMENTAZIONE CON IL VEICOLO

- Trasferimento da un punto di prelievo al successivo a bordo del veicolo
- Trasferimento da un punto di prelievo al successivo a bordo della pedana posteriore



Sollevamento



Deposito



Trasporto



Trasferimento a bordo della pedana esterna al veicolo

Lo sviluppo del metodo viene suddiviso in tre fasi distinte:

- 1) Modalità di registrazione delle posture durante il lavoro
- 2) Sviluppo del sistema di punteggio
- 3) Sviluppo della scala dei livelli di azione

1 – MODALITA' DI REGISTRAZIONE DELLE POSTURE DURANTE IL LAVORO:

Il corpo dell'operatore viene diviso in due segmenti individuati da due gruppi, A e B. Il gruppo A include braccio, avambraccio e polso, mentre il gruppo B include collo, tronco e gambe. In questa maniera si assicura l'analisi della postura globale dell'intero corpo. I movimenti del corpo sono stati suddivisi in opportuni intervalli angolari. Tali intervalli sono numerati in maniera tale che il numero 1 corrisponda all'intervallo di movimento o alla postura di lavoro in cui il fattore di rischio correlato è minimo, mentre, numeri più alti sono assegnati agli intervalli di movimento che presentano posture più estreme, indicando una crescita della presenza di rischio a carico della sezione considerata. Per il Sub-Task relativo al sollevamento dei contenitori, si sono riscontrate le seguenti posture:

		BRACCIO [°]	AVAMBRACCIO [°]	POLSO [°]	ROTAZIONE POLSO [°]	COLLO [°]	TRONCO [°]	GAMBE
Carta cartone tetrapak	Mastello 35 Lt	19	76	0	0	5	18	Bene Appoggiate
	Ceste 60 Lt	44	62	0	90	5	57	Bene Appoggiate
Vetro	Mastello 20 Lt	41	67	0	0	5	54	Bene Appoggiate
	Mastello 35 Lt	19	76	0	0	5	18	Bene Appoggiate
Lattine e barattolame	Mastello 20 Lt	41	67	0	0	5	54	Bene Appoggiate
Plastica	Sacchi 110 Lt	41	69	0	90	5	53	Bene Appoggiate
Indifferenziato	Mastello 20 Lt	41	67	0	0	5	54	Bene Appoggiate
	Mastello 35 Lt	19	76	0	0	5	18	Bene Appoggiate
	Sacchi 110 Lt	41	69	0	90	5	53	Bene Appoggiate

Come si può vedere, per l'attività di sollevamento, si hanno tante posture diverse quante sono le tipologie di contenitori utilizzati, questo è dovuto al fatto che per ciascuno di esso, cambiando l'altezza dell'impugnatura, cambia la posizione di sollevamento dell'operatore. Per semplificare la trattazione, si è supposto invece, che l'operatore durante l'attività di trasporto e di svuotamento assuma la medesima posizione qualsiasi sia la tipologia di contenitore movimentato. Le posture di riferimento per ciascun tipo di contenitore e per ciascuna tipologia di rifiuto, sono le seguenti:

	BRACCIO [°]	AVAMBRACCIO [°]	POLSO [°]	ROTAZIONE POLSO [°]	COLLO [°]	TRONCO [°]	GAMBE
Trasporto	10	68	0	90	5	3	Bene Appoggiate
Svuotamento	95	39	0	90	10	5	Bene Appoggiate

Dalle posture precedentemente rilevate, è possibile determinare i seguenti punteggi relativi alla parte superiore del corpo (PUNTEGGIO A) e alla parte inferiore del corpo (PUNTEGGIO B):

PUNTEGGIO A		SOLLEVAMENTO	TRASPORTO	SVUOTAMENTO
Carta cartone Tetrapak	Mastello 35 Lt	1	1	4
	Ceste 60 Lt	2	1	4
Vetro	Mastello 20 Lt	2	1	4
	Mastello 35 Lt	1	1	4
Lattine e barattolame	Mastello 20 Lt	2	1	4
Plastica	Sacchi 110 Lt	2	1	4
Indifferenziato	Mastello 20 Lt	2	1	4
	Mastelli 35 Lt	1	1	4
	Sacchi 110 Lt	2	1	4

PUNTEGGIO B		SOLLEVAMENTO	TRASPORTO	SVUOTAMENTO
Carta cartone Tetrapak	Mastello 35 Lt	2	2	2
	Ceste 60 Lt	3	2	2
Vetro	Mastello 20 Lt	3	2	2
	Mastello 35 Lt	2	2	2
Lattine e barattolame	Mastello 20 Lt	3	2	2
Plastica	Sacchi 110 Lt	3	2	2
Indifferenziato	Mastello 20 Lt	3	2	2
	Mastelli 35 Lt	2	2	2
	Sacchi 110 Lt	3	2	2

Come è possibile osservare, punteggi maggiori relativi alla parte superiore del corpo, e quindi posture peggiori, si hanno durante le attività di svuotamento dei contenitori. Ciò è dovuto essenzialmente al fatto che per svolgere la seguente attività, l'operatore tende ad alzare le braccia ad un'altezza superiore alle spalle (angolo tra braccia e tronco di 95°). Invece, punteggi maggiori relativi alla parte inferiore del corpo, si hanno durante il sollevamento di tutti i contenitori eccetto i mastelli da 35 Lt, i quali sono caratterizzati da altezza della presa maggiore, richiedendo così una minore flessione del tronco. Si procede ora alla rilevazione delle posture assunte dall'operatore per svolgere le attività di quello che abbiamo definito essere il Task 2, ovvero la movimentazione dei cassonetti presenti in ciascuna Isola Ecologica:

	BRACCIO [°]	AVAMBRACCIO [°]	POLSO [°]	ROTAZIONE POLSO [°]	COLLO [°]	TRONCO [°]	GAMBE
Traino	41	6	5	0	31	2	Bene Appoggiate
Spinta	29	66	2	0	3	11	Bene Appoggiate

Dalle rilevazioni effettuate, si individuano i seguenti punteggi per la parte superiore del corpo (PUNTEGGIO A) e per la parte inferiore del corpo (PUNTEGGIO B):

PUNTEGGIO A

Traino -> 3

Spinta -> 2

PUNTEGGIO B

Traino -> 3

Spinta -> 2

Si procede ora alla valutazione delle posture relative ai Sub-Task che prevedono lo spostamento degli operatori lungo il tragitto, a bordo del veicolo e a bordo della pedana esterna posteriore:

	BRACCIO [°]	AVAMBRACCIO [°]	POLSO [°]	ROTAZIONE POLSO [°]	COLLO [°]	TRONCO [°]	GAMBE
A Bordo	43	74	0	80	10	0	Bene Appoggiate
Pedana Esterna	10	90	0	0	5	5	Non in Equilibrio

L'operatore che viaggia a bordo della pedana tende ad abduire il braccio in quanto deve aggrapparsi alla maniglia presente sul veicolo, in maniera da non sbilanciarsi e cadere all'indietro. Un' altro aspetto da non sottovalutare è che, per evitare di viaggiare col viso rivolto verso il contenuto della vasca, gli operatori tendono ad inclinarsi lateralmente evitando così una postura perfettamente verticale, in maniera da viaggiare col viso rivolto verso la strada. Inoltre, l'operatore tende a non poggiare correttamente entrambi i piedi sulla pedana, ma a lasciare un piede sospeso, in quanto in questo modo riesce a scendere più velocemente una volta giunto al punto di prelievo del rifiuto. Dalle rilevazioni effettuate, si individuano i seguenti punteggi per la parte superiore del corpo (PUNTEGGIO A) e per la parte inferiore (PUNTEGGIO B):

PUNTEGGIO A

Spostamento all'interno del veicolo -> **2**

Spostamento sulla pedana esterna del veicolo-> **3**

PUNTEGGIO B

Spostamento all'interno del veicolo -> **1**

Spostamento sulla pedana esterna del veicolo-> **4**

2 – SVILUPPO DEL SISTEMA DI PUNTEGGIO :

Occorre ora reperire le informazioni relative all'uso dei muscoli e al punteggio associato alla forza esercitata. Per fare ciò bisogna quantificare l'applicazione della forza esercitata dall'operatore in relazione al carico movimentato e alle sue caratteristiche, nonché all'impegno dei muscoli legato al lavoro statico o a movimenti ripetuti. Attraverso la tabella sottostante viene quantificata la forza applicata dall'operatore in relazione ad un carico, espresso in Kg, e alle sue caratteristiche, nonché l'impiego dei muscoli legato a lavoro statico o a movimenti ripetuti

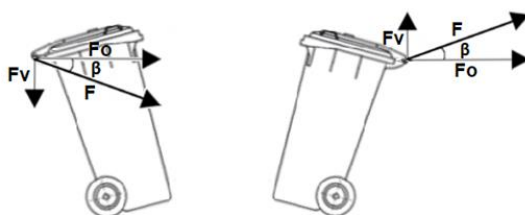
FORZA E CARICO DA VALUTARE PER AMBEDUE LE MANI	Nessuna resistenza (meno di 2 Kg di carico e forza intermittente)	+ 0
	2-10 Kg di carico intermittente	+ 1
	2-10 Kg di carico statico o ripetuto	+ 2
	> 10 Kg di carico statico ripetuto e/o a colpi	+ 3
USO MUSCOLARE	Postura principalmente statica, mantenuta per più di 1 minuto	+ 1
	Azioni ripetute per più di 4 volte al minuto	+ 1

Facendo riferimento alla raccolta manuale dei contenitori con il successivo carico nel cassone, si ha che per ciascun ciclo di raccolta, eccetto quello dell'Indifferenziata, i contenitori movimentati dall'operatore hanno un peso inferiore a 10 Kg con carico prettamente "intermittente". Per la raccolta della frazione Indifferenziata invece, l'operatore si trova a movimentare mastelli da 35 Lt aventi un peso di 11.35 Kg. Pertanto facendo riferimento alla tabella sopra, è possibile individuare i seguenti fattori integrativi relativi alla parte superiore del corpo (GRUPPO A) e alla parte inferiore del corpo (GRUPPO B):

FATTORI INTEGRATIVI GRUPPO A		SOLLEVAMENTO	TRASPORTO	SVUOTAMENTO
Carta cartone Tetrapak	Mastello 35 Lt	1	1	1
	Ceste 60 Lt	1	1	1
Vetro	Mastello 20 Lt	1	1	1
	Mastello 35 Lt	1	1	1
Lattine e barattolame	Mastello 20 Lt	1	1	1
Plastica	Sacchi 110 Lt	1	1	1
Indifferenziato	Mastello 20 Lt	1	1	1
	Mastelli 35 Lt	3	3	3
	Sacchi 110 Lt	1	1	1

FATTORI INTEGRATIVI GRUPPO B		SOLLEVAMENTO	TRASPORTO	SVUOTAMENTO
Carta cartone Tetrapak	Mastello 35 Lt	1	1	1
	Ceste 60 Lt	1	1	1
Vetro	Mastello 20 Lt	1	1	1
	Mastello 35 Lt	1	1	1
Lattine e barattolame	Mastello 20 Lt	1	1	1
Plastica	Sacchi 110 Lt	1	1	1
Indifferenziato	Mastello 20 Lt	1	1	1
	Mastelli 35 Lt	3	3	3
	Sacchi 110 Lt	1	1	1

Invece, per quanto riguarda i Sub-Task che vedono la presenza di attività di Traino e di Spinta occorre effettuare delle considerazioni più dettagliate. Come precedentemente si è detto, durante tali operazioni, l'addetto esercita una forza F obliqua al cassonetto, tale forza sarà frutto di una componente verticale (F_v) ed una orizzontale (F_o). Inoltre, per poter svolgere l'attività di movimentazione, il cassonetto viene ruotato su di un asse passante per il centro delle due ruote, sbilanciandolo così di un angolo α pari 19° . La forza verticale quindi comprende anche la componente necessaria a non far cadere a terra il cassonetto in quanto ruotato dell'angolo α rispetto al terreno. Inoltre, come sappiamo, le forze legate alla movimentazione dei cassonetti, ne sono due: quella Iniziale (F_I) e quella di Mantenimento (F_M). Si è visto che F_I è di gran lunga superiore a F_M , a tal proposito, per la determinazione dei fattori integrativi si fa riferimento alla componente verticale di tale forza (F_{vI}), in quanto essa assumendo un valore più elevato, va ad impattare maggiormente sullo sforzo complessivo. A tal proposito si ha:



	Sub-Task 7 -> TRAINO				Sub-Task 9 -> SPINTA			
	F_I [N]	F_{vI} [Kg]	F_M [N]	F_{vM} [Kg]	F_I [N]	F_{vI} [Kg]	F_M [N]	F_{vM} [Kg]
Organico	107,3654	4,970388	88,13161	4,079978	20,99778	0,972074	16,92778	0,783657

FATTORI INTEGRATIVI PER LA POSTURA DEGLI ARTI SUPERIORI

Traino -> (+1)

Spinta -> (+0)

FATTORI INTEGRATIVI PER LA POSTURA DEGLI ARTI INFERIORI

Traino -> (+1)

Spinta -> (+0)

Analizzando in ultimo i due Sub-Task che prevedono lo spostamento dell'operatore sul mezzo compattatore è possibile individuare i seguenti fattori integrativi:

FATTORI INTEGRATIVI PER LA POSTURA DEGLI ARTI SUPERIORI

Spostamento all'interno del veicolo -> (+1)

Spostamento sulla pedana esterna del veicolo-> (+0)

FATTORI INTEGRATIVI PER LA POSTURA DEGLI ARTI SUPERIORI

Spostamento all'interno del veicolo -> (+1)

Spostamento sulla pedana esterna del veicolo-> (+0)

I fattori integrativi così individuati permettono di determinare i punteggi C e D nel seguente modo:

Punteggio postura A	+	Uso muscolare	+	Uso forza	=	Punteggio C
Punteggio postura B	+	Uso muscolare	+	Uso forza	=	Punteggio D

si ottengono i seguenti punteggi:

PUNTEGGIO C

PUNTEGGIO C		SOLLEVAMENTO	TRASPORTO	SVUOTAMENTO
Carta cartone Tetrapak	Mastello 35 Lt	2	2	5
	Ceste 60 Lt	3	2	5
Vetro	Mastello 20 Lt	3	2	5
	Mastello 35 Lt	2	2	5
Lattine e barattolame	Mastello 20 Lt	3	2	5
Plastica	Sacchi 110 Lt	3	2	5
Indifferenziato	Mastello 20 Lt	3	2	5
	Mastelli 35 Lt	4	4	7
	Sacchi 110 Lt	3	2	5

Traino -> 4

Spinta -> 2

Spostamento all'interno del veicolo -> 3

Spostamento sulla pedana esterna del veicolo -> 3

PUNTEGGIO D

PUNTEGGIO D		SOLLEVAMENTO	TRASPORTO	SVUOTAMENTO
Carta cartone Tetrapak	Mastello 35 Lt	3	3	3
	Ceste 60 Lt	4	3	3
Vetro	Mastello 20 Lt	4	3	3
	Mastello 35 Lt	3	3	3
Lattine e barattolame	Mastello 20 Lt	4	3	3
Plastica	Sacchi 110 Lt	4	3	3
Indifferenziato	Mastello 20 Lt	4	3	3
	Mastelli 35 Lt	5	5	5
	Sacchi 110 Lt	4	3	3

Traino -> 4

Spinta -> 2

Trasferimento dentro al veicolo -> 2

Trasferimento sulla pedana -> 4

3 – SVILUPPO DELLA SCALA DEI LIVELLI DI AZIONE:

La terza fase di sviluppo del metodo RULA permette di individuare un unico punteggio finale ottenuto dalla correlazione di tutti i punteggi raccolti nelle fasi precedenti. Tale valore rappresenta l'obiettivo del metodo, permettendo di individuare le priorità delle situazioni di rischio. Il punteggio finale è fissato su una scala di valori da 1 a 7, è basato sul rischio di lesione stimato a causa di sollecitazioni muscolo scheletriche ed è determinato dal confronto dei punteggi C e D, come mostrato dalla seguente tabella:

PUNTEGGIO FINALE										
	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C										
1		1	2	3	3	4	5	5	5	5
2		2	2	3	4	4	5	5	5	5
3		3	3	3	4	4	5	6	6	6
4		3	3	3	4	5	6	6	6	6
5		4	4	4	5	6	7	7	7	7
6		4	4	5	6	6	7	7	7	7
7		5	5	6	6	7	7	7	7	7
8		5	5	6	7	7	7	7	7	7
9		5	5	6	7	7	7	7	7	7

Si riportano di seguito i valori ottenuti per le attività di sollevamento, trasporto e svuotamento dei contenitori:

		SOLLEVAMENTO	TRASPORTO	SVUOTAMENTO
Carta cartone Tetrapak	Mastello 35 Lt	3	3	4
	Ceste 60 Lt	4	3	4
Vetro	Mastello 20 Lt	4	3	4
	Mastello 35 Lt	3	3	4
Lattine e barattolame	Mastello 20 Lt	4	3	4
Plastica	Sacchi 110 Lt	4	3	4
Indifferenziato	Mastello 20 Lt	4	3	4
	Mastelli 35 Lt	5	5	7
	Sacchi 110 Lt	4	3	4

All'interno di ciascun ciclo di raccolta, a causa dell'utilizzo di contenitori differenti, si può avere più di un valore che rappresenta il rischio di sovraccarico biomeccanico associato alla manipolazione dello specifico contenitore. Per definire un unico valore finale per ciascun ciclo di raccolta, viene scelto, per ciascuna tipologia di rifiuto e per ciascuno dei Sub-Task (Sollevamento, Trasporto, Svuotamento) l'indice peggiore. Si ottiene così la seguente tabella finale dove vengono riportati i punteggi relativi ad ogni attività:

	SOLLEVAMENTO	TRASPORTO	SVUOTAMENTO 130 cm	SVUOTAMENTO 190 cm
Carta cartone Tetrapak	4	3	4	5
Vetro	4	3	4	5
Lattine e barattolame	4	3	4	5
Plastica	4	3	4	5
Indifferenziato	5	5	7	7

Come si può vedere, viene anche riportato il punteggio finale relativo allo svuotamento dei contenitori dall'alto della vasca, con altezza del sollevamento superiore a 190 cm. Tale modalità operativa porta al raggiungimento di punteggi molto elevati, indice di sovraccarico degli arti superiori e di posture pericolose. Per quanto riguarda invece le attività di traino/spinta e le movimentazioni con il veicolo si ottengono i seguenti punteggi:

	TRAINO	SPINTA		INTERNO VEICOLO	SU PEDANA
Organico	4	2	Trasporto	3	4

E' possibile associare ad ogni ciclo di raccolta uno specifico punteggio RULA, in maniera da poter confrontare il rischio a cui gli operatori sono soggetti in ciascun giorno lavorativo. Ciò permette di evidenziare la tipologia di rifiuto che più grava in termini di sovraccarico biomeccanico e di postura. Poiché a ciascun ciclo di raccolta può essere assegnato un solo punteggio rappresentativo, è consigliabile scegliere il Sub-Task caratterizzato dal punteggio peggiore, in quanto mostra una situazione di rischio più rappresentativa per quel turno lavorativo. Porgendo l'attenzione sulla raccolta manuale dei contenitori e carico nel cassone del veicolo (Task 1), in quanto rappresenta il core del metodo Porta a Porta, tre sono stati i Sub-Task analizzati: il sollevamento, il trasporto e lo svuotamento. Il punteggio rappresentativo del ciclo di raccolta relativo all'indifferenziato, viene assunto pari a 7 (corrispondente all'attività di svuotamento del mastello da 35 Lt), mentre i punteggi assegnati agli altri cicli delle altre tipologie di rifiuto vengono assunti pari a 4 (corrispondenti alle attività di sollevamento dei contenitori). Nel caso della raccolta della frazione organica, due sono stati i Sub-Task analizzati, il traino e la spinta dei cassonetti da 240 Lt, il punteggio rappresentativo di tale ciclo è 4 in quanto rappresenta il valore massimo tra i due. I risultati ottenuti, vengono riassunti nella seguente tabella:

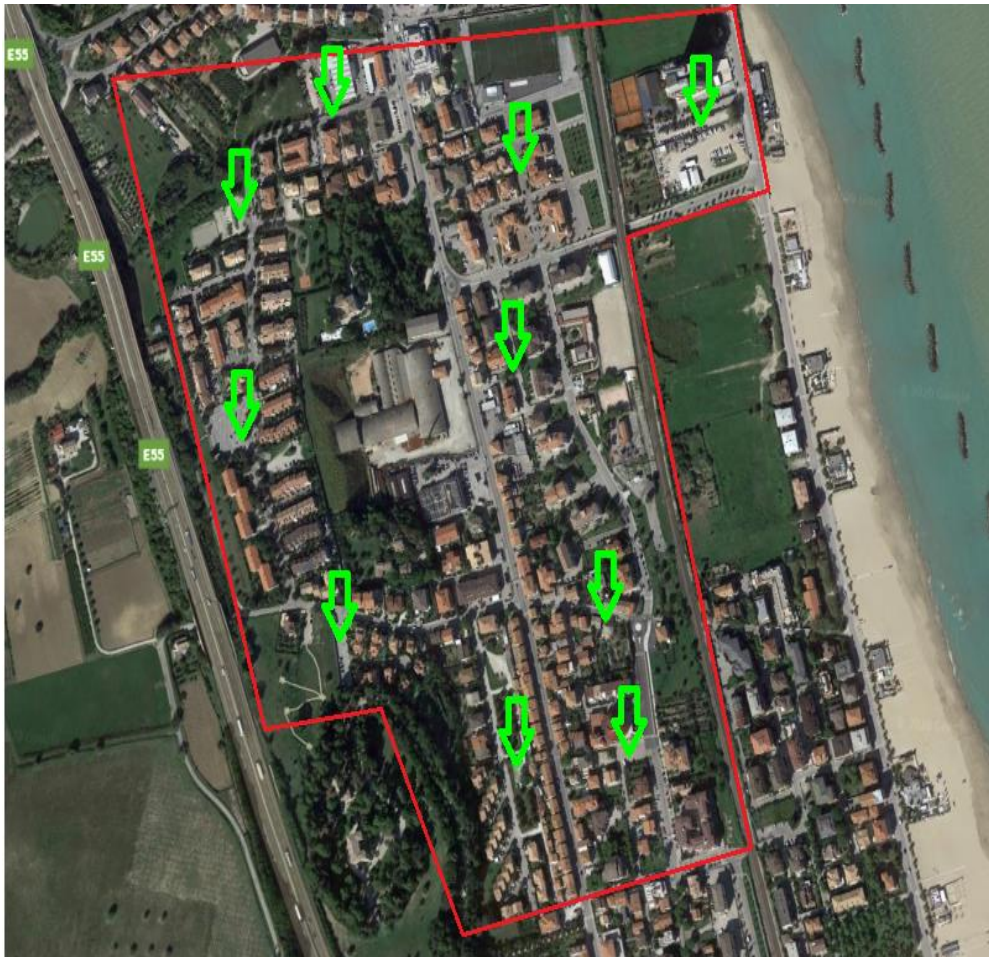
Carta cartone Tetrapak	4
Vetro	4
Lattine e barattolame	4
Plastica	4
Indifferenziato	7
Organico	4

La situazione peggiora notevolmente come si può vedere dalla tabella successiva, se l'operatore non usa il portellone di carico laterale del compattatore, ma deposita i sacchi o svuota i contenitori rigidi dall'alto del cassone:

Carta cartone Tetrapak	5
Vetro	5
Lattine e barattolame	5
Plastica	5
Indifferenziato	7
Organico	4

V ALUTAZIONE TECNICA RACCOLTA STRADALE

4.1 SCENARIO DI RIFERIMENTO



Comune di riferimento -> Porto san Giorgio (quartiere Nord della città)

Quantità Isole Ecologiche presenti -> 10 Isole Stradali

ISOLA ECOLOGICA E SUOI COMPONENTI:



CASSONETTO 240 LITRI:

-Organico -> 1 pz

CASSONETTO 1100 LITRI:

- Carta cartone tetrapak -> 1 pz

-Indifferenziato -> 1 pz

-Plastica -> 1 pz

CAMPANA 2300 LITRI

Vetro, Lattine e Barattolame -> 1 pz

QUANTITATIVO DI RIFIUTI PER TIPOLOGIA:

**(Dati relativi rispettivamente agli anni 2010 e 2005 forniti dall'azienda San Giorgio
Distribuzione Servizi S.r.l. responsabile del servizio di gestione dei rifiuti per la città)**

-Carta cartone tetrapak -> 24538,74Kg

-Organico -> 9938,77 Kg

-Vetro -> 5123,47 Kg

-Lattine e Barattolame -> 3775,19 Kg

-Plastica -> 4353,03 Kg

-Indifferenziato -> 321276,52 Kg

Totale Annuo -> 369005,72 Kg

TIPOLOGIA DI RIFIUTO:

-Carta cartone tetrapak -> 6,37 %

-Organico -> 3,00 %

-Vetro -> 1,33 %

-Lattine e Barattolame -> 0,98 %

-Plastica -> 1,13 %

-Indifferenziato -> 83,40 %

-Rifiuti particolari (verde, legno, ingombranti, etc...) -> 3,79 %

PERCENTUALI QUALITA' DEI RIFIUTI:

-Carta cartone tetrapak -> 65 %

-Organico -> 65 %

-Vetro -> 60 %

-Lattine e Barattolame -> 65 %

-Plastica -> 65 %

TRATTAMENTO IPOTIZZATO PER CIASCUNA TIPOLOGIA DI RIFIUTO:

-Carta cartone tetrapak -> Riciclo

-Vetro -> Riciclo

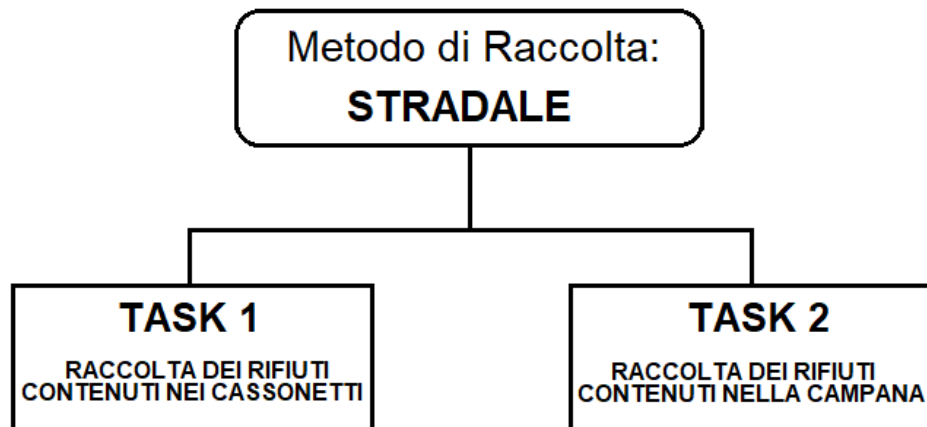
-Lattine e Barattolame -> Riciclo

-Plastica -> Riciclo

-Indifferenziato -> Discarica comunale

-Organico -> Compostaggio

4.2 TASK ANALYSIS



TASK 1 (Raccolta dei rifiuti contenuti nei cassonetti):

- 1) Trasferimento dal punto di deposito dei rifiuti fino alla prima Isola Ecologica;
- 2) Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore;
- 3) Aggancio del cassonetto al meccanismo di sollevamento, svuotamento automatico e sgancio del cassonetto;
- 4) Riposizionamento del cassonetto nella propria sede;
- 5) Trasferimento da un'Isola Ecologica alla successiva;
- 6) Trasferimento dall'ultima isola Ecologica fino al punto di deposito dei rifiuti;



Spinta del cassonetto



Sollevamento e Svuotamento



Traino del cassonetto

1) TRASFERIMENTO DAL PUNTO DI DEPOSITO RIFIUTI FINO ALLA PRIMA ISOLA ECOLOGICA:

Il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore dal punto di deposito dei rifiuti, posto a Sud della città (Largo Carducci), fino alla prima Isola Stradale posta in Via Benedetto Croce. La distanza percorsa è di circa 4,42 Km, con tempo di percorrenza di circa 10,20 minuti.

2) SPOSTAMENTO DEL CASSONETTO DALLA PROPRIA SEDE AL CENTRO DEL COMPATTAORE:

Il compito dell'operatore consiste nell'afferrare il cassonetto, dal lato della maniglia per quanto riguarda quelli da 240 Litri, mentre dalle due maniglie presenti nella parte posteriore per i cassonetti da 1100 Litri. Una volta afferrato viene spostato dall'isola dove è alloggiato, verso il centro della corsia, in corrispondenza della parte posteriore del compattatore. Se necessario, prima di effettuare lo spostamento, occorre sistemare il contenuto sporgente per farlo rientrare all'interno. L'operatore è posto di fronte al cassonetto ed esercita una forza di traino per quanto riguarda la movimentazione dei cassonetti da 240 Litri, mentre per i cassonetti da 1100 Litri, l'addetto è posto dietro al cassonetto

ed esercita una forza di spinta. In entrambi i casi, le forze esercitate servono dapprima per mettere in movimento l'oggetto, poi per mantenere l'oggetto in movimentazione fino in prossimità del veicolo compattatore. La distanza tra l'isola ecologica e il veicolo è di circa 2 metri. Tale operazione ha una durata di circa 7 secondi per il cassonetto più piccolo e quindi più leggero, mentre una durata di 8,3 secondi per il più ingombrante.

3) AGGANCIO DEL CASSONETTO AL MECCANISMO DI SOLLEVAMENTO, SVUOTAMENTO AUTOMATICO E SGANCIO DEL CASSONETTO:

Il compito dell'operatore consiste nell'ancorare il cassonetto al braccio meccanico, posizionato sul retro del veicolo e dirigere le operazioni di sollevamento e svuotamento attraverso una console laterale alla vasca. Il sollevatore meccanico è dotato di un aggancio a rastrelliera che impedisce la caduta del contenitore durante l'operazione di svuotamento. Una volta terminata l'operazione di scarico all'interno della vasca del compattatore, l'operatore provvederà a sganciare il cassonetto dal Voltacassonetto. Tale operazione ha una durata di circa 17/18 secondi.

4) RIPOSIZIONAMENTO DEL CASSONETTO NELLA PROPRIA SEDE:

Il compito dell'operatore consiste nell'afferrare il cassonetto, dal lato della maniglia per quanto riguarda quello da 240 Litri, mentre dalle due maniglie posteriori per i cassonetti da 1100 Litri. Una volta afferrato, viene poi spostato dal compattatore verso l'isola dove era precedentemente alloggiato. In questo caso, per entrambi le tipologie di cassonetti, l'operatore è posto dietro all'oggetto ed esercita una forza di spinta, forza che serve dapprima per mettere in movimento il cassonetto, poi per mantenerlo in movimento fino in prossimità dell'isola. La distanza tra l'isola ecologica e il veicolo è di circa 2 metri. Tale operazione ha una durata di circa 3,5 secondi per il cassonetto più piccolo e quindi più leggero, mentre una durata di 4,5 secondi per il più ingombrante.

5) TRASFERIMENTO DA UN PUNTO DI PRELIEVO AL SUCCESSIVO NELL'ABITACOLO:

Il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore da un'isola Ecologica a quella successiva.

6) TRASFERIMENTO DALL'ULTIMA ISOLA ECOLOGICA FINO AL PUNTO DI DEPOSITO RIFIUTI:

Il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore dall'ultima Isola Ecologica, situata nel Piazzale Sarajevo, fino al punto di deposito dei rifiuti, posto a Sud della città (Largo Carducci). La distanza percorsa è di circa 3,7 Km, con un tempo di percorrenza di circa 8,5 minuti.

TASK 2 (Raccolta dei rifiuti contenuti nella campana):

- 1) Trasferimento dal punto di deposito dei rifiuti fino alla prima Isola Ecologica;
- 2) Aggancio della campana al braccio meccanico, sollevamento, svuotamento e sgancio;
- 3) Trasferimento da un'Isola Ecologica alla successiva;
- 4) Trasferimento dall'ultima isola Ecologica fino al punto di deposito rifiuti;

1) TRASFERIMENTO DAL PUNTO DI DEPOSITO RIFIUTI FINO ALLA PRIMA ISOLA ECOLOGICA:

Il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore dal punto di deposito dei rifiuti, posto a Sud della città (Largo Carducci), fino alla prima Isola Stradale posta in Via Benedetto Croce. La distanza percorsa è di circa 4,42 Km, con tempo di percorrenza di circa 10,20 minuti.

2) AGGANCIO DELLA CAMPANA AL BRACIO MECCANICO, SOLLEVAMENTO, SVUOTAMENTO E SGANCIO:

L'operatore a bordo del veicolo affianca la campana posizionata all'interno dell'Isola Ecologica e tramite un braccio meccanico, pilotato dall'interno del camion tramite un sistema computerizzato, la porta al di sopra della vasca, la svuota e la rimette nella posizione originale. Tale operazione ha la durata di circa 1,13 minuti.

3) TRASFERIMENTO DA UN PUNTO DI PRELIEVO AL SUCCESSIVO NELL'ABITACOLO:

Il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore da un'isola Ecologica a quella successiva.

4) TRASFERIMENTO DALL'ULTIMA ISOLA ECOLOGICA FINO AL PUNTO DI DEPOSITO RIFIUTI:

Il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore dall'ultima Isola Ecologica, situata nel Piazzale Sarajevo, fino al punto di deposito dei rifiuti, posto a Sud della città (Largo Carducci). La distanza percorsa è di circa 3,7 Km, con un tempo di percorrenza di circa 8,5 minuti.

VARIABILI CHE INCIDONO SULLO SVOLGIMENTO DEI COMPITI:

UTENTI:

-Sesso -> Maschi, Femmine

-Età -> 18 - 45

CASSONETTI (Norma DIN 30740):

-Dimensione (240 Lt) -> 580x655x1070 [mm]

-Peso (240 Lt) -> 11 [Kg]

-Capacità di carico Max (240 Lt) -> 96 [Kg]

-Altezza maniglia (240 Lt) -> 995 [mm]

-Lunghezza maniglia (240 Lt) -> 420 [mm]

-Stato manutenzione (240 Lt) -> Buono

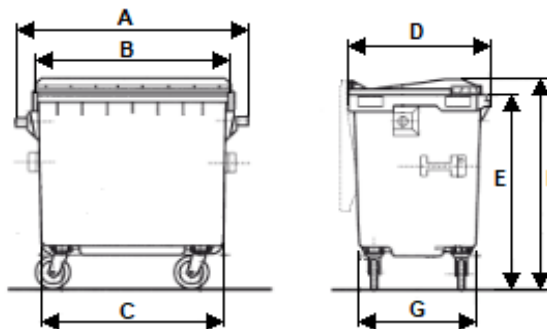
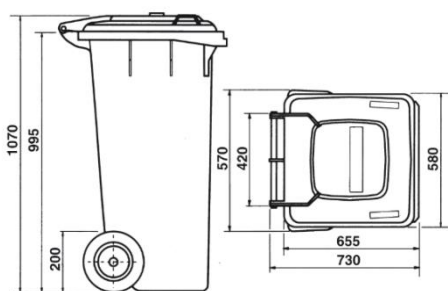
-Dimensione (1100 Lt) -> 1360x1064x1462 [mm]

-Peso (1100 Lt) -> 50 [Kg]

-Capacità di carico Max (1100 Lt) -> 510 [Kg]

-Altezza bocca di carico (1100 Lt) -> 1210 [mm]

-Stato manutenzione (1100 Lt) -> Buono



A = 1360 mm
B = 1222 mm
C = 1095 mm
D = 767 mm
E = 1120 mm
F = 1200 mm
G = 630 mm

STRADA:

-Pendenza

-Materiale manto stradale

-Integrità manto stradale

CONDIZIONI METEO:

-Caldo

-Pioggia

TRAFFICO:

-Intensità del traffico

-Veicoli parcheggiati

DPI:

-Guanti

-Scarpe antinfortunistiche

ANALISI DELL'ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO:

CALENDARIO RACCOLTA



MOVIMENTAZIONI CON VEICOLO

Nella tabella sottostante vengono mostrate nel dettaglio le distanze ed i tempi necessari per lo spostamento da un punto di prelievo al successivo, inoltre vengono riportate le distanze e le tempistiche relative alla movimentazione necessaria per il raggiungimento del quartiere in esame (Largo Carducci -> Isola 1), e al successivo ritorno in deposito (Isola 10 -> Largo Carducci). Si è considerata una velocità media del veicolo di circa 26 Km/h.

Da:	A:	Dist [mt]	Tempo [min]
Largo Card.	1	4420,75	10,20173077
1	2	348,46	0,804138462
2	3	269,48	0,621876923
3	4	252,84	0,583476923
4	5	177,34	0,409246154
5	6	502,62	1,159892308
6	7	338,13	0,7803
7	8	534,9	1,234384615
8	9	847,35	1,955423077
9	10	172,13	0,397223077
10	Largo Card.	3675,74	8,482476923
Tot [mt]		Tot [min]	
11539,74		26,63016923	



Nell'immagine a destra si mostra il tragitto realizzato dal mezzo compattatore durante tutta la fase di prelievo dei rifiuti. I numeri in verde rappresentano rispettivamente ciascuna Isola Ecologica. Il veicolo dovrà sostare ad ogni punto per un tempo tale da permettere all'operatore di eseguire tutte le operazioni necessarie alla raccolta dei rifiuti.

OPERAZIONI EFFETTUATE PRESSO CIASCUNA ISOLA ECOLOGICA:

Si suppone che i turni per la raccolta dei rifiuti in entrambi i TASK vengano coperti da un **unico operatore**, in quanto ad ogni isola è presente un unico cassonetto da movimentare. Il compattatore, sia per lo svuotamento della campana contenente Vetro e Barattolame, sia per lo svuotamento dei cassonetti contenenti le altre tipologie di rifiuto, viene posizionato ad una distanza dall'isola di circa 2 metri. Da qui in avanti si prenderà in considerazione solamente la raccolta che prevede lo svuotamento dei cassonetti (Task 1), in quanto l'oggetto della studio riguarda la valutazione della movimentazione manuale dei carichi effettuata dagli operatori addetti alla raccolta, movimentazione dei carichi che non avviene nella raccolta del Vetro e del Barattolame in quanto l'operatore si limita a manovrare il braccio meccanico all'interno dell'abitacolo del veicolo. E' importante però, procedere ad una distinzione fra i cicli di raccolta che prevedono la movimentazione dei cassonetti da 240 Litri e i cicli che prevedono la movimentazione dei cassonetti da 1100 Lt, in quanto sono entrambi caratterizzati dalla stessa modalità operativa (Spinta/Traino), ma manipolando oggetti con volumetrie molto differenti, l'operatore impiegherà tempi diversi per effettuare tali azioni. Si analizzano quindi separatamente i due casi:

OPERAZIONI EFFETTUATE CON CASSONETTI DA 240 Lt

1) Movimentazione dall'Isola al Veicolo con trazione del cassonetto:

L'Operatore una volta raggiunto il cassonetto lo afferra per la maniglia posteriore e lo traina verso il compattatore

-Distanza percorsa -> 2 mt

-Tempo -> 7 sec

2) Operazioni di Aggancio-Sollevamento-Svuotamento-Sgancio del cassonetto:

L'Operatore aggancia il cassonetto al meccanismo Voltacassonetto, e attraverso la console dà il via all'operazione di sollevamento. Alla massima altezza raggiunta dal cassonetto esso viene ruotato di circa 120° e il materiale presente all'interno viene rovesciato nella vasca del compattatore. Infine il meccanismo provvederà a riportare a terra il cassonetto, permettendo poi all'operatore di effettuare la manovra di sgancio.

-Tempo -> 17 sec

3) Movimentazione dal Veicolo all' isola con spinta del cassonetto:

L'Operatore una volta vuotato il cassonetto lo afferra per la maniglia e lo spinge verso il suo alloggio originario

-Distanza percorsa -> 2 mt

-Tempo -> 3,5 sec

4) Movimentazioni varie:

Questa attività racchiude tutte le movimentazioni effettuate dall'operatore che non appartengono alle attività precedenti. Comprende quindi lo spostamento a piedi effettuato dall'operatore per raggiungere il cassonetto da prelevare, e quello per ritornare a bordo del veicolo

-Tempo -> 4 sec

Durata complessiva delle operazioni -> **31,5** sec.

OPERAZIONI EFFETTUATE CON CASSONETTI DA 1100 Lt

1) Movimentazione dall'Isola al Veicolo con spinta del cassonetto:

L'Operatore una volta raggiunto il cassonetto lo afferra per le maniglie posteriori e lo spinge verso il compattatore

-Distanza percorsa -> 2 mt

-Tempo -> 8,3 sec

2) Operazioni di Aggancio-Sollevamento-Svuotamento-Sgancio del cassonetto:

L'Operatore aggancia il cassonetto al meccanismo Voltacassonetto, e attraverso la console da il via all'operazione di sollevamento. Alla massima altezza raggiunta, esso viene ruotato di circa 120° e il materiale presente all'interno viene rovesciato nella vasca del compattatore. Infine il meccanismo automatico provvederà a riportare a terra il cassonetto, permettendo poi all'operatore di effettuare la manovra di sgancio.

-Tempo -> 17 sec

3) Movimentazione dal Veicolo all' isola con spinta del cassonetto:

L'Operatore una volta vuotato il cassonetto lo afferra per le maniglie e lo traina verso il suo alloggio originario

-Distanza percorsa -> 2 mt

-Tempo -> 4,5 sec

4) Movimentazioni varie:

Questa attività racchiude tutte le movimentazioni effettuate dall'operatore che non appartengono alle attività precedenti. Comprende quindi lo spostamento a piedi effettuato dall'operatore per raggiungere il cassonetto da prelevare, e quello per ritornare a bordo del veicolo

-Tempo -> 4 sec

Durata complessiva delle operazioni -> **33,8** sec.

Moltiplicando ora, la durata complessiva delle operazioni per il numero delle isole e sommando il tempo necessario per completare l'itinerario, è possibile ottenere la durata complessiva del ciclo di raccolta. Si ottiene pertanto, una durata di **814,76** secondi (circa 14 minuti) per i cicli di raccolta che prevedono la movimentazione dei cassonetti da 1100 Litri, e una durata complessiva di **791,75** secondi (circa 13 minuti) per i cicli che prevedono la movimentazione dei cassonetti da 240 Litri. Tali durate sono al netto del tempo impiegato per raggiungere il quartiere in esame dal punto di raccolta e quello per tornare.

AMMONTARE DI RIFIUTI IN CIASCUNA ISOLA, A SETTIMANA, PER TIPOLOGIA:

Facendo riferimento ai dati comunali relativi rispettivamente agli anni 2010 e 2005 forniti dall'azienda San Giorgio Distribuzione Servizi S.r.l (responsabile del servizio di gestione dei rifiuti per la città) è possibile determinare l'ammontare di rifiuti suddiviso per le diverse categorie:

-Carta cartone tetrapak -> 24538,74 Kg

-Organico -> 9938,77 Kg

-Vetro -> 5123,47 Kg

-Lattine e Barattolame -> 3775,19 Kg

-Plastica -> 4353,03 Kg

-Indifferenziato -> 321276,52 Kg

Totale Annuo -> 369005,72 Kg

Considerando ora, il numero di cassonetti per tipologia di rifiuto presenti in un'isola, e nota la quantità di rifiuti settimanale per tipologia, è possibile determinare la quantità di rifiuto presente in ciascun cassonetto **ad ogni operazione di raccolta:**

- *Carta e Cartone*

Quantità annua -> 24538,74 [Kg]

Quantità settimanale = $24538,74/52,1429 = 470,6055858$ [Kg]

N° isole presenti nel quartiere -> 10

Quantità di rifiuto per cassonetto in un ciclo di raccolta = $470,6055858/10 = 47,06055858$ [Kg]

- *Organico*

Quantità annua -> 9938,77 [Kg]

Quantità settimanale = $9938,77/52,1429 = 190,6063913$ [Kg]

N° isole presenti nel quartiere -> 10

Quantità di rifiuto per cassonetto in un ciclo di raccolta = $190,6063913/10 = 19,06063913$ [Kg]

- *Vetro*

Quantità annua -> 5123,47 [Kg]

Quantità settimanale = $5123,47/52,1429 = 98,25824801$ [Kg]

N° isole presenti nel quartiere -> 10

Quantità di rifiuto per cassonetto in un ciclo di raccolta = $98,25824801/10 = 9,825824801$ [Kg]

- *Lattine e Barattolame*

Quantità annua -> 3775,19 [Kg]

Quantità settimanale = $3775,19/52,1429 = 72,4008446$ [Kg]

N° isole presenti nel quartiere -> 10

Quantità di rifiuto per cassonetto in un ciclo di raccolta = $72,4008446/10 = 7,24008446$ [Kg]

- *Plastica*

Quantità annua -> 4353,03 [Kg]

Quantità settimanale = $4353,03/52,1429 = 83,48269851$ [Kg]

N° isole presenti nel quartiere -> 10

Quantità di rifiuto per cassonetto in un ciclo di raccolta = $83,48269851/10 = 8,348269851$ [Kg]

- *Indifferenziato*

Quantità annua -> 321276,52 [Kg]

Quantità settimanale = $321276,52/52,1429 = 6161,462443$ [Kg]

N° isole presenti nel quartiere -> 10

Quantità di rifiuto per cassonetto in un ciclo di raccolta = $6161,462443/10 = 616,1462443$ [Kg]

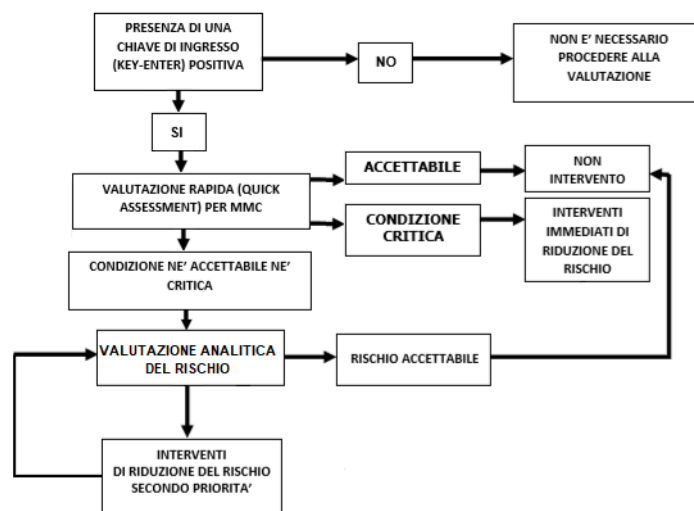
4.3 VALUTAZIONE DELLA MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI

La trattazione relativa alla valutazione della movimentazione manuale dei carichi, riguarda, per la seguente metodologia di raccolta rifiuti, solamente quei cicli che prevedono lo spostamento dei cassonetti dall'isola ecologica al compattatore

e viceversa. Mentre non viene trattato il ciclo di raccolta che prevede lo svuotamento delle campane, in quanto esso è eseguito interamente dal braccio meccanico installato sul veicolo, non richiedendo quindi nessuna attività di movimentazione manuale all'operatore. Come già visto per il metodo di raccolta Porta a Porta, l'approccio alla valutazione e gestione del rischio è articolato in 3 passaggi successivi:

- 1 - Identificazione delle attività con Movimentazione Manuale dei Carichi (MMC);
- 2 - Valutazione rapida del rischio (Quick-Assessment);
- 3 - Valutazione analitica del rischio;

Il primo passaggio rappresenta la chiave di decisione (Key Enter) che consente di definire la necessità (o meno) di procedere ai passaggi successivi, ovvero quelli che permettono la valutazione vera e propria (passaggi due e tre). Valutazione del rischio che viene effettuata seguendo il seguente diagramma di flusso:



Schema generale di flusso previsto nella valutazione dei rischi da MMC

1 - IDENTIFICAZIONE DELLE ATTIVITA' CON MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI:

Questa fase definisce il "campo di applicazione" delle norme tecniche, essa viene eseguita attraverso le indicazioni del TR ISO 12295 secondo lo schema riportato sotto. Considerando ciascun Sub-Task che prevede la movimentazione manuale dei carichi da parte dell'operatore addetto alla raccolta, è possibile evidenziare quanto segue:

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: • Compito caratterizzato da cicli lavorativi ripetuti oppure • Compito durante il quale si ripetono le stesse azioni lavorative per oltre il 50% del tempo.		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			

Key-Enter per l'applicazione della norma ISO 11228 (parti 1-2-3)

Si fa sostanzialmente riferimento a quei Sub-Task nei quali vengono eseguite le attività che comportano operazioni di Spinta e di Traino dei cassonetti, ovvero:

- Spostamento del cassonetto da 240 Lt dalla propria sede al centro del compattatore -> **TRAINO**
- Riposizionamento del cassonetto da 240 Lt nella propria sede -> **SPINTA**
- Spostamento del cassonetto da 1100 Lt dalla propria sede al centro del compattatore -> **SPINTA**
- Riposizionamento del cassonetto da 1100 Lt nella propria sede -> **SPINTA**

2 - VALUTAZIONE RAPIDA DEL RISCHIO (QUICK-ASSESSMENT):

Il Quick-Assessment consiste in una verifica rapida della presenza di potenziali condizioni di rischio, attraverso delle semplici domande di tipo quali/quantitativo. Fase che consente l'identificazione, in modo estremamente semplificato, di tre possibili condizioni:

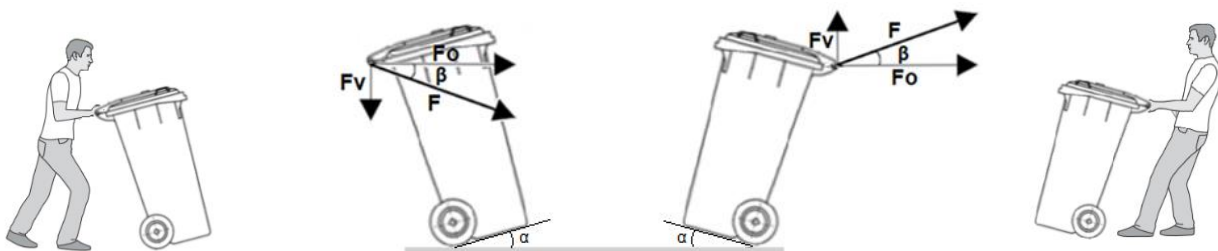
- 1) Accettabile -> Non sono richieste ulteriori azioni
- 2) Critica -> E' urgente procedere ad una riprogettazione dell'operazione da eseguire
- 3) Né accettabile né critica -> Necessità di un'analisi più dettagliata, è quindi necessario procedere ad una valutazione precisa attraverso strumenti più dettagliati di analisi (suggeriti nella fattispecie dallo standard ISO 11228-2)

Qualora non si verifichi nessuna delle due condizioni "estreme" (Accettabile o Critica), è necessario procedere al Passo 3, ovvero alla valutazione analitica vera e propria del rischio. Il punto di partenza per il Quick-Assessment consiste nell'individuare quelle che sono le forze necessarie per la movimentazione del carico, esse si dividono in:

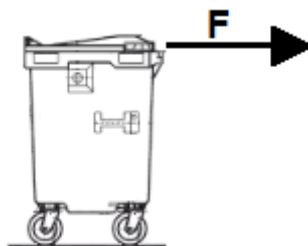
Forza Iniziale (FI) -> Forza applicata per mettere in movimento il cassonetto

Forza di mantenimento (FM) -> Forza applicata per mantenere il cassonetto in movimento

Per il calcolo delle forze applicate al carico, occorre fare una distinzione, in base alla tipologia di cassonetto che l'operatore va a movimentare. Durante le operazioni di traino e di spinta del cassonetto da 240 Litri, contenente la frazione Organica, la forza esercitata dall'operatore (F) non è interamente orizzontale ma bensì obliqua: tale forza, come sappiamo, comprende una componente verticale (F_v) e una orizzontale (F_o). Occorre determinare la componente orizzontale, in quanto sarà essa uno dei fattori chiave per la determinazione della criticità o l'accettabilità del Task. L'operatore, per poter svolgere le attività di movimentazione, ruota il cassonetto sull'asse passante per le due ruote, di un angolo α di circa 19° . Tale rotazione fa sì che l'altezza dell'impugnatura da terra sia di circa 95 cm, e che la forza applicata dall'operatore incida con un angolo β di 27° . Ciò avviene sia per le operazioni di traino del cassonetto contenente i rifiuti, che per quelle di spinta del cassonetto vuoto.



Durante le operazioni di movimentazione del cassonetto da 1100 Litri, la forza esercitata dall'operatore (F), a differenza del caso precedente, risulta essere interamente orizzontale, in quanto l'operatore è posizionato dietro al cassonetto ed esercita una forza di spinta, afferrando il cassonetto sulle due maniglie posteriori:



Spinta del cassonetto

E' possibile ora procedere con la valutazione rapida del rischio analizzando separatamente ciascun giorno di raccolta, in quanto l'operatore si trova a movimentare, in giorni diversi, cassonetti contenenti quantità di rifiuti differenti. Considerando i giorni di raccolta dedicati a ciascuna tipologia di rifiuto, sarà possibile mettere in evidenza quale di essa va a gravare maggiormente sull'operato dell'utente. Le forze iniziali e di mantenimento vengono misurate attraverso l'utilizzo di un dinamometro, ottenendo i seguenti risultati:

Lunedì -> Organico

Peso Cassonetto 240 Lt -> 11 [Kg]

Quantità di rifiuto per cassonetto -> 19,06063913 [Kg]

Sub Task 2:

Massa Trainata -> $19,06063913 + 11 = 30,06063913$ [Kg]

Sub Task 4:

Massa Spinta -> 11 [Kg]

Martedì -> Carta e Cartone

Peso Cassonetto 1100 Lt -> 50 [Kg]

Quantità di rifiuto per cassonetto -> 47,06055858 [Kg]

Sub Task 2:

Massa Spinta -> $47,06055858 + 50 = 97,06055858$ [Kg]

Sub Task 4:

Massa Spinta -> 50 [Kg]

Mercoledì -> Indifferenziato

Peso Cassonetto 1100 Lt -> 50 [Kg]

Quantità di rifiuto per cassonetto -> 616,1462443 [Kg]

Sub Task 2:

Massa Spinta -> $482,5040943 + 50 = 666,1462443$ [Kg]

Sub Task 4:

Massa Spinta -> 50 [Kg]

Venerdì -> Plastica

Peso Cassonetto 1100 Lt -> 50 [Kg]

Quantità di rifiuto per cassonetto -> 8,348269851 [Kg]

Sub Task 2:

Massa Spinta -> $8,348269851 + 50 = 58,348269851$ [Kg]

Sub Task 4:

Massa Spinta -> 50 [Kg]

FORZE ORIZZONTALI APPLICATE AL CASSONETTI DA 240 Lt

	Sub-Task 2 -> TRAINO				Sub-Task 4 -> SPINTA			
	FI [N]	Fol [N]	FM [N]	FoM [N]	FI [N]	Fol [N]	FM [N]	FoM [N]
Organico	55,45472	49,41052	45,5204	40,55897	20,99778	18,70916	16,92778	15,08276

FORZE ORIZZONTALI APPLICATE AL CASSONETTI DA 1100 Lt

	Sub-Task 2 -> SPINTA CASSONETTO CARICO				Sub-Task 4 -> SPINTA CASSONETTO VUOTO			
	FI [N]	Fol [N]	FM [N]	FoM [N]	FI [N]	Fol [N]	FM [N]	FoM [N]
Carta e Cartone	90,56448	90,56448	40,19449	40,19449014	42,87879	42,87879	20,78788	20,7878788
Plastica	54,44313	54,44313	24,16305	24,16304822	42,87879	42,87879	20,78788	20,7878788
Indifferenziato	621,5623	621,5623	275,8629	275,8629153	42,87879	42,87879	20,78788	20,7878788

Da qui in avanti, per rendere più agevole la valutazione del rischio, si procederà analizzando separatamente le movimentazioni manuali sulla base di quella che è la tipologia del cassonetto utilizzato. Tale assunzione è fondamentale in quanto i pesi stessi dei cassonetti e la relativa tipologia di attività eseguita dall'operatore variano al variare del tipo di cassonetto movimentato.

2.1 - QUICK-ASSESSMENT CASSONETTO DA 240 Litri:

E' importante fare un'ulteriore distinzione fra le attività di movimentazione dei cassonetti da 240 Lt, occorre cioè analizzare separatamente le operazioni che prevedono il traino del cassonetto contenente il rifiuto (Sub-Task 2) e quelle che prevedono la spinta del cassonetto vuoto (Sub-Task 4). E' ora possibile procedere con la valutazione rapida del rischio, essa ha inizio con la verifica di quelle che definiamo essere le condizioni di accettabilità prima per il compito di traino poi per quello di spinta. Facendo riferimento alle tabelle riportate dal TR ISO 12295, è possibile valutare per ciascun compito se sono verificate le condizioni di accettabilità rapida:

-Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore (Condizioni Accettabili) -> TRAINO

Come si può vedere dalla tabella contenente le forze misurate con l'ausilio del dinamometro, l'intensità della forza di mantenimento del cassonetto (FoM), essendo pari a circa 40,5 N, è superiore ai 30 N riportati nella tabella del Quick-Assessment. Tale circostanza quindi, impedisce di collocare rapidamente il compito in area verde.

-Riposizionamento del cassonetto nella propria sede (Condizioni Accettabili) -> SPINTA

Per quanto riguarda invece il seguente Sub-Task, l'operazione risulta essere ACCETTABILE, in quanto l'operatore, a differenza di quanto accade nel Sub-Task precedente, trovandosi a movimentare un cassonetto vuoto e quindi più leggero, necessita di uno sforzo relativamente ridotto (circa 18,7 N per la forza iniziale e circa 15,08 N per la forza di mantenimento).

La valutazione rapida del rischio da MMC applicata alla movimentazione dei cassonetti da 240 Lt, porta quindi ad una condizione di accettabilità immediata per il Sub-Task relativo al *riposizionamento del cassonetto nella propria sede*,

mentre non è possibile giungere ad una condizione di accettabilità immediata per il Sub-Task relativo lo *spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore*, in quanto la condizione relativa alla forza di mantenimento deve essere meglio approfondita. Si procede ora a valutare il caso “opposto” al precedente, ovvero le condizioni per cui, essendo presente una sola di essa, la situazione è definibile come critica. La condizione di criticità immediata viene applicata solo per l’azione di traino del cassonetto, in quanto l’attività di spinta è risultata già accettabile:

-Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore (Condizioni Critiche) -> TRAINO

Comparando i valori di forza effettivamente sviluppati dall’operatore per movimentare i cassonetti, con i valori di soglia che permettono di definire rapidamente un’operazione come critica (FoI=240 N e FoM=150 N), si evince che tale valutazione non porta ad una condizione di criticità immediata, pertanto il Sub-Task relativo allo *spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore*, richiede necessariamente una valutazione più precisa mediante l’utilizzo di strumenti più dettagliati di analisi (suggeriti nella fattispecie dallo standard ISO 11228 parte 2).

2.2 - QUICK-ASSESSMENT CASSONETTO DA 1100 Litri:

Anche in questo caso, si analizzano separatamente i due Sub-Task relativi allo *spostamento del cassonetto dalla propria sede al compattatore* (Sub-Task 2) e il *riposizionamento del cassonetto nella sede originaria* (Sub-Task 4). A differenza delle movimentazioni effettuate con il cassonetto da 240 Lt, l’operatore in questo caso, effettua per entrambi i Task un’azione di spinta. Si procede ora con la valutazione rapida del rischio, essa ha inizio con la verifica di quelle che abbiamo visto essere le condizioni di accettabilità:

-Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore -> SPINTA

Come si può vedere dalla tabella riportante le misurazioni effettuate con il dinamometro, per i cicli di raccolta relativi all’Indifferenziato e alla Carta, non vengono soddisfatti i limiti di accettabilità di 30 N per la forza continua (FoM) e 100 N per la forza di picco (FoI). Tale circostanza quindi, impedisce di collocare, per i seguenti due tipi di raccolta, il compito in area verde. Per quanto riguarda invece la raccolta della Plastica, è facile constatare che l’operazione di spinta del cassonetto dalla propria sede al compattatore, risulta essere un’operazione che soddisfa i limiti di forza imposti dalla valutazione rapida, in quanto le forze effettivamente esercitate dall’operatore sono di gran lunga inferiori rispetto ai valori di soglia. Tutti e tre i cicli di raccolta però, vedono la presenza di una particolare condizione di lavoro, quella relativa alle mani dell’operatore mantenute al di fuori della larghezza delle spalle. Ciò è dovuto al fatto che le maniglie di presa, collocate sulla parte posteriore del cassonetto, si trovano ad una distanza l’una dall’altra di 80 cm. Questa condizione fa sì che il compito non possa essere immediatamente considerato accettabile .

-Riposizionamento del cassonetto nella propria sede (Condizioni Accettabili) -> SPINTA

La spinta del cassonetto vuoto, nonostante rispetti i limiti di forza riportati nella tabella del Quick-Assessment, non può considerarsi un compito immediatamente accettabile in quanto le mani, a causa della distanza tra le due maniglie posteriori, non sono mantenute all’interno della larghezza delle spalle, a tal proposito si necessita di un’ulteriore approfondimento anche nel caso di spinta del cassonetto vuoto.

La valutazione rapida del rischio da MMC applicata alla movimentazione dei cassonetti da 1100 Lt, non porta ad una condizione di accettabilità immediata per nessuno dei due Sub-Task. Occorre procedere quindi a valutare il caso “opposto” al precedente, ovvero le condizioni per cui, essendo presente una sola di essa, la situazione è definibile come critica. E’ semplice vedere che per entrambi i Task, pur variando di molto le forze in gioco, la condizione di spinta con

le mani poste ad una distanza superiore alla larghezza delle spalle, fa sì che le operazioni di movimentazioni del cassonetto da 1100 Lt vengano posizionate in area rossa, definendo questa come un'operazione a rischio. Per poter però quantificare il livello di rischio a cui gli operatori sono soggetti è opportuno procedere con una valutazione più dettagliata applicando lo standard ISO 11228 parte 2.

3 - VALUTAZIONE ANALITICA DEL RISCHIO:

La valutazione analitica del rischio dovrà prendere in considerazione tutti i compiti comportanti le attività di movimentazione manuale dei carichi che caratterizzano la metodologia di raccolta rifiuti Stradale. Nella tabella successiva, sono individuati i Sub-Task comprendenti le azioni di MMC che incidono sul rischio dell'apparato muscolo-scheletrico e le rispettive proposte di metodiche di valutazione:

SUB-TASK	AZIONI DI MOVIMENTAZIONE DA VALUTARE	PROPOSTA DI VALUTAZIONE
CASSONETTO DA: 240 Lt MOVIMENTAZIONE DEI CASSONETTI POSIZIONATI NELLE ISOLE ECOLOGICHE	TRAINO	Calcolo dell'indice di Traino/Spinta: - ISO 11228-2 - ISO TR 12295, Allegato B - Tavole Snook e Ciriello
	SPINTA	Calcolo dell'indice di Traino/Spinta: - ISO 11228-2 - ISO TR 12295, Allegato B - Tavole Snook e Ciriello
CASSONETTO DA: 1100 Lt MOVIMENTAZIONE DEI CASSONETTI POSIZIONATI NELLE ISOLE ECOLOGICHE	SPINTA	Calcolo dell'indice di Traino/Spinta: - ISO 11228-2 - ISO TR 12295, Allegato B - Tavole Snook e Ciriello
	SPINTA	Calcolo dell'indice di Traino/Spinta: - ISO 11228-2 - ISO TR 12295, Allegato B - Tavole Snook e Ciriello

Individuazione delle azioni di movimentazione da valutare in riferimento al compito lavorativo e i relativi riferimenti alle norme tecniche

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. Come ormai è noto, la Norma propone due metodi distinti. Nel nostro caso si fa riferimento al primo metodo, quello di più facile applicazione, basato sulle tabelle psicofisiche determinate da **S.H.Snook** e **V.N.Ciriello**. I limiti raccomandati, proposti dalla Norma ISO, si devono applicare ad una popolazione lavorativa adulta e sana e proteggono la maggioranza di questa popolazione (in genere circa il 90%).

La valutazione del rischio passa attraverso tre fasi distinte:

- 1) Identificazione del pericolo di traino e di spinta;
- 2) Stima del rischio;
- 3) Valutazione del rischio;

Come si è effettuato per il Quick-Assessment, anche nella fase di valutazione analitica del rischio è più agevole effettuare l'analisi considerando separatamente le due diverse tipologie di cassonetti movimentati.

1.1) IDENTIFICAZIONE DEL PERICOLO DI TRAINO E DI SPINTA DEL CASSONETTO DA 240 Lt

Effettuata precedentemente attraverso il Quick-Assessment 2.1

1.2) IDENTIFICAZIONE DEL PERICOLO DI SPINTA DEL CASSONETTO DA 1100 Lt

Effettuata precedentemente attraverso il Quick-Assessment 2.2

2.1) STIMA DEL RISCHIO RELATIVA AL CASSONETTO DA 240 Lt

Come si è precedentemente accennato, essa viene effettuata per mezzo del **Metodo 1** il quale 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 -> 95 cm
- La distanza percorsa dall'operatore -> 2 mt
- La frequenza dei compiti di movimentazione manuale -> 0,757807604 azioni/minuto
- La differenza di genere -> Maschi, Femmine

TRAIINO

Azioni per singolo operatore in un ciclo di raccolta -> 10

Durata del ciclo di raccolta -> 13,19596 min

Frequenza di movimentazione-> 0,7578076 azioni/minuto

SPINTA

Azioni per singolo operatore in un ciclo di raccolta -> 10

Durata del ciclo di raccolta -> 13,19596 min

Frequenza di movimentazione -> 0,7578076 azioni/minuto

Nella tabella sottostante vengono riportati i valori della Forza Iniziale (FoI) e della Forza di Mantenimento (FoM):

	Sub-Task 2 -> TRAIINO				Sub-Task 4 -> SPINTA			
	FI [N]	FoI [N]	FM [N]	FoM [N]	FI [N]	FoI [N]	FM [N]	FoM [N]
Organico	55,45472	49,41052	45,5204	40,55897	20,99778	18,70916	16,92778	15,08276

2.2) STIMA DEL RISCHIO RELATIVA AL CASSONETTO DA 1100 Lt

Come si è precedentemente accennato, essa viene effettuata per mezzo del Metodo 1 il quale 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 -> 120 cm
- La distanza percorsa dall'operatore -> 2 mt
- La frequenza dei compiti di movimentazione manuale -> 0,736415263 azioni/minuto
- La differenza di genere -> Maschi, Femmine

SPINTA

Azioni per singolo operatore in un ciclo di raccolta -> 10

Durata del ciclo di raccolta -> 13,57929 min

Frequenza di movimentazione -> 0,7364152 azioni/minuto

SPINTA

Azioni per singolo operatore in un ciclo di raccolta -> 10

Durata del ciclo di raccolta -> 13,57929 min

Frequenza di movimentazione -> 0,7364152 azioni/minuto

Nella tabella sottostante vengono riportati i valori della Forza Iniziale (FI) e della Forza di Mantenimento (FM):

	Sub-Task 2 -> SPINTA CASSONETTO CARICO				Sub-Task 4 -> SPINTA CASSONETTO VUOTO			
	FI [N]	Fol [N]	FM [N]	FoM [N]	FI [N]	Fol [N]	FM [N]	FoM [N]
<i>Carta e Cartone</i>	90,56448	90,56448	40,19449	40,19449014	42,87879	42,87879	20,78788	20,7878788
<i>Plastica</i>	54,44313	54,44313	24,16305	24,16304822	42,87879	42,87879	20,78788	20,7878788
<i>Indifferenziato</i>	621,5623	621,5623	275,8629	275,8629153	42,87879	42,87879	20,78788	20,7878788

3) VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Il **Metodo 1** individua solamente la condizione di PRESENZA o di ASSENZA del rischio. Se le forze misurate sono maggiori delle forze raccomandate, il rischio è presente, mentre se le forze misurate sono inferiori a quelle raccomandate non vi è la presenza di rischio rilevante. Le Forze Iniziali e di Mantenimento precedentemente trovate vanno confrontate con le rispettive forze raccomandate riportate nelle tavole di Snook e Ciriello. Le due tabelle contengono le forze raccomandate per azioni di Traino e di Spinta. Le Forze effettivamente esercitate dagli operatori possono essere comparate con quelle rispettivamente raccomandate dalle tavole, ciò da luogo al cosiddetto Indice di Movimentazione (I.M) relativo al traino e alla spinta

$$I. M (\text{Forza Iniziale}) = \frac{\text{FORZA INIZIALE MISURATA}}{\text{FORZA INIZIALE RACCOMANDATA}}$$

$$I. M (\text{Forza di Mantenimento}) = \frac{\text{FORZA DI MANTENIMENTO MISURATA}}{\text{FORZA DI MANTENIMENTO RACCOMANDATA}}$$

come precedentemente accennato, si individuano due zone di rischio:

-AREA VERDE (I.M ≤ 1) -> Nessun Rischio

AREA ROSSA (I.M > 1) -> Rischio Presente

Le forze raccomandate per una popolazione lavorativa adulta sana (90° P.le), in funzione di genere, distanza di spostamento, frequenza di azione, altezza della mani da terra, riportate nelle tavole di Snook e Ciriello, che meglio rispecchiano lo scenario lavorativo analizzato fino ad ora sono:

CASSONETTI DA 240 Lt

FORZA INIZIALE

Maschi

Traino -> 25 Kg

Spinta -> 26 Kg

Femmine

Traino -> 18 Kg

Spinta -> 17 Kg

FORZA DI MANTENIMENTO

Maschi

Traino -> 16 Kg

Spinta -> 16 Kg

Femmine

Traino -> 10 Kg

Spinta -> 9Kg

CASSONETTI DA 1100 Lt

FORZA INIZIALE

Maschi

Spinta -> 25 Kg

Femmine

Spinta -> 17 Kg

FORZA DI MANTENIMENTO

Maschi

Spinta -> 15 Kg

Femmine

Spinta -> 10 Kg

Di seguito vengono riportate le tabelle che mostrano gli indici di movimentazione sia per gli operatori maschi che per le operatrici femmina:

CASSONETTI DA 240 Lt

-UOMINI

	Sub-Task 2 -> TRAINO		Sub Task 4 -> SPINTA	
	I.M (Fol)	I.M (FoM)	I.M (Fol)	I.M (FoM)
Organico	0,201538829	0,258491496	0,073377041	0,096125846

-DONNE

	Sub-Task 2 -> TRAINO		Sub-Task 4 -> SPINTA	
	I.M (Fol)	I.M (FoM)	I.M (Fol)	I.M (FoM)
Organico	0,27991504	0,413586393	0,11222371	0,170890392

CASSONETTI DA 1100 Lt

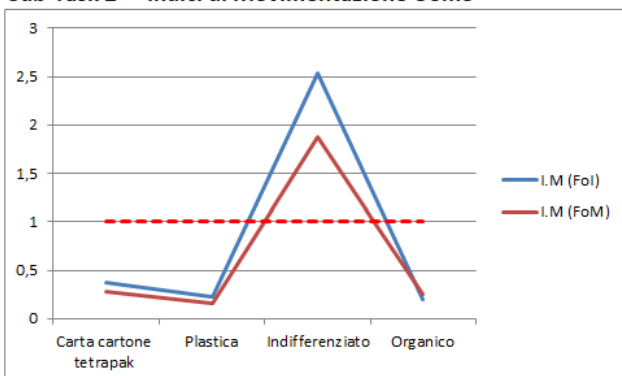
-UOMINI

	Sub-Task 2 -> SPINTA		Sub Task 4 -> SPINTA	
	I.M (Fol)	I.M (FoM)	I.M (Fol)	I.M (FoM)
Carta e Cartone	0,369400271	0,273246488	0,17489678	0,141318246
Plastica	0,222066172	0,164263013	0,17489678	0,141318246
Indifferenziato	2,535268769	1,87534591	0,17489678	0,141318246

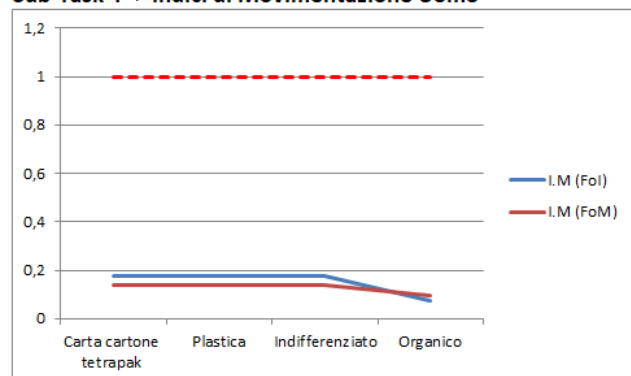
-DONNE

	Sub-Task 2 -> SPINTA		Sub-Task 4 -> SPINTA	
	I.M (Fol)	I.M (FoM)	I.M (Fol)	I.M (FoM)
Carta e Cartone	0,543235692	0,409869731	0,257201147	0,21197737
Plastica	0,3265679	0,24639452	0,257201147	0,21197737
Indifferenziato	3,728336426	2,813018864	0,257201147	0,21197737

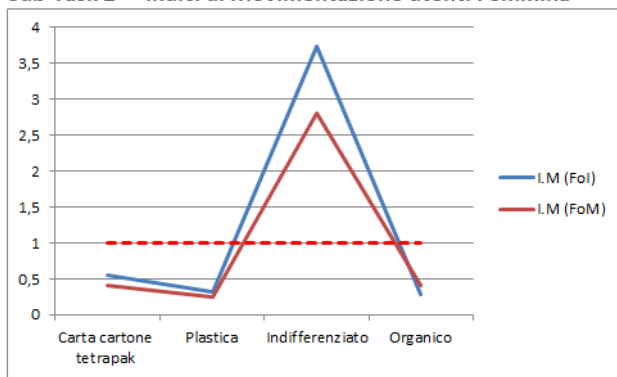
Sub-Task 2 -> Indici di Movimentazione Uomo



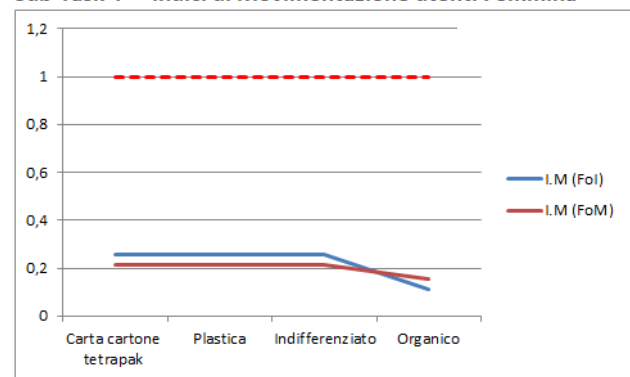
Sub-Task 4 -> Indici di Movimentazione Uomo



Sub-Task 2 -> Indici di Movimentazione utenti Femmina



Sub-Task 4 -> Indici di Movimentazione utenti Femmina



Come è possibile osservare, l'operatore si trova in presenza di rischio, anche molto elevato, durante l'attività di spostamento del cassonetto dall'isola ecologica al veicolo, nel giorno di raccolta dedicato alla frazione dell'Indifferenziato. Tale situazione è attribuita al fatto che essendo il metodo Stradale privo di una qualsiasi forma di controllo sull'utente finale, ciascuna utenza tenderà a non separare le varie tipologie di rifiuto durante il conferimento, facendo così crescere esponenzialmente la quantità indifferenziata rispetto le altre tipologie. Maggiori quantità di rifiuti, portano pertanto ad un maggiore riempimento dei cassonetti da 1100 Lt, rendendo lo sforzo necessario per la movimentazione critico. Tali indici possono peggiorare notevolmente quando si opera in condizioni sfavorevoli come ad esempio la mancata manutenzione dei cassonetti, una notevole pendenza delle isole, pessima integrità del manto stradale o presenza di ghiaglia piuttosto che asfalto.

4.4 VALUTAZIONE DEL SOVRACCARICO BIOMECCANICO DEGLI ARTI SUPERIORI E DELLA POSTURA

Come si è già fatto con il metodo Porta a Porta, per la seguente analisi si fa uso del metodo RULA, il quale fornisce un criterio pratico di selezione veloce dei lavoratori che possono essere soggetti a disturbi degli arti superiori, indicandone il livello di esposizione di rischio sia parziale, per singoli distretti del corpo, che totale. Come accennato, tale metodo consente di identificare con rapidità le posture incongrue e lo sforzo ad esse associato, attraverso la determinazione di un punteggio che permette di stabilire se la postura assunta dall'operatore è ACCETTABILE o NON ACCETTABILE. Lo studio in questo caso, viene applicato alle sole attività di movimentazione manuale dei cassonetti, in quanto la postura assunta dall'operatore quando si trova alla guida del veicolo, è identica a quella analizzata precedentemente nel Porta a Porta. Per la valutazione del sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e della postura, occorre considerare separatamente le attività che prevedono la movimentazione dei cassonetti da 240 Lt, da quelli da 1100 Lt. Tale distinzione nasce dal fatto che le due tipologie di cassonetto essendo caratterizzate da geometrie differenti, portano l'operatore ad assumere posizioni diverse. La valutazione pertanto riguarderà i seguenti Sub-Task:

Cassonetto da 240 Lt

- Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore;
- Riposizionamento del cassonetto nella propria sede;

Cassonetto da 1100 Lt

- Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore;

- Riposizionamento del cassonetto nella propria sede;

Lo sviluppo del metodo, come già sappiamo, viene effettuata attraverso le seguenti tre fasi distinte:

- 1) Modalità di registrazione delle posture durante il lavoro
- 2) Sviluppo del sistema di punteggio
- 3) Sviluppo della scala dei livelli di azione

1 – MODALITA' DI REGISTRAZIONE DELLE POSTURE DURANTE IL LAVORO:

Il corpo dell'operatore viene diviso in due segmenti individuati da due gruppi, A e B. Il gruppo A include braccio, avambraccio e polso, mentre il gruppo B include collo, tronco e gambe. In questa maniera si assicura l'analisi della postura globale dell'intero corpo. I movimenti del corpo sono stati suddivisi in opportuni intervalli angolari. Tali intervalli sono numerati in maniera tale che il numero 1 corrisponda all'intervallo di movimento o alla postura di lavoro in cui il fattore di rischio correlato è minimo, mentre, numeri più alti sono assegnati agli intervalli di movimento che presentano posture più estreme, indicando una crescita della presenza di rischio a carico della sezione considerata. Si sono riscontrate le seguenti posture:

Cassonetto da 240 Lt

	BRACCIO [°]	AVAMBRACCIO [°]	POLSO [°]	ROTAZIONE POLSO [°]	COLLO [°]	TRONCO [°]	GAMBE
Traino	41	6	5	0	31	2	Bene Appoggiate
Spinta	29	66	2	0	3	11	Bene Appoggiate

Cassonetto da 1100 Lt

	BRACCIO [°]	AVAMBRACCIO [°]	POLSO [°]	ROTAZIONE POLSO [°]	COLLO [°]	TRONCO [°]	GAMBE
Spinta con cassonetto carico	10	103	0	0	18	8	Bene Appoggiate
Spinta con cassonetto vuoto	44	78	0	0	5	2	Bene Appoggiate

Soffermandoci su questa seconda tabella possiamo notare che, pur verificandosi la stessa tipologia di azione in entrambi i casi (spinta), le posture assunte dall'operatore sono molto diverse. Ciò è dovuto sostanzialmente al fatto che nel primo caso l'addetto va a movimentare un cassonetto contenente rifiuti, quindi pesante, nel secondo caso invece il cassonetto risulta essere vuoto quindi più leggero. In entrambi gli scenari, essendo le maniglie posteriori del cassonetto posizionate ad una distanza di 80 cm l'una dall'altra, l'operatore è costretto ad effettuare un'abduzione delle braccia, che sarà tanto più marcata tanto più elevato sarà il carico da dover spingere. In fase di movimentazione del cassonetto carico, si riscontrano anche la presenza di deviazione ulnare e di avambraccio che tende a lavorare in modo incrociato rispetto alla mezzeria del corpo. Nel viaggio di ritorno all'isola invece, avendo vuotato il cassonetto, la postura assunta dell'operatore risulta essere più rilassata tendendo ad assumere una posizione pressoché eretta.

Dalle posture precedentemente rilevate, è possibile determinare i seguenti punteggi relativi alla parte superiore del corpo (PUNTEGGIO A) e alla parte inferiore del corpo (PUNTEGGIO B):

Cassonetto da 240 Lt

PUNTEGGIO A

Traino -> 3

Spinta -> 2

PUNTEGGIO B

Traino -> 3

Spinta -> 2

Cassonetto da 1100 Lt

PUNTEGGIO A

Spinta con cassonetto carico -> 4

Spinta con cassonetto vuoto -> 3

PUNTEGGIO B

Spinta con cassonetto carico -> 2

Spinta con cassonetto vuoto -> 2

2 – SVILUPPO DEL SISTEMA DI PUNTEGGIO :

Occorre ora reperire le informazioni relative all'uso dei muscoli e al punteggio associato alla forza esercitata. Per fare ciò bisogna quantificare l'applicazione della forza sviluppata dall'operatore in relazione al carico movimentato e alle sue caratteristiche, nonché all'impegno dei muscoli legato al lavoro statico o a movimenti ripetuti. Attraverso la tabella sottostante viene quantificata la forza applicata dall'operatore in relazione ad un carico, espresso in Kg, e alle sue caratteristiche, nonché l'impiego dei muscoli legato a lavoro statico o a movimenti ripetuti:

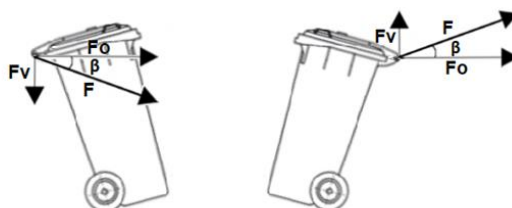
FORZA E CARICO DA VALUTARE PER AMBEDUE LE MANI	Nessuna resistenza (meno di 2 Kg di carico e forza intermittente)	+ 0
	2-10 Kg di carico intermittente	+ 1
	2-10 Kg di carico statico o ripetuto	+ 2
	> 10 Kg di carico statico ripetuto e/o a colpi	+ 3
USO MUSCOLARE	Postura principalmente statica, mantenuta per più di 1 minuto	+ 1
	Azioni ripetute per più di 4 volte al minuto	+ 1

Determinazione fattori integrativi delle posture

continuando ad analizzare separatamente le posture assunte per la movimentazione delle due diverse tipologie di cassonetti, la quantificazione della forza esercitata dall'operatore in relazione al carico movimentato viene così determinata:

Cassonetto da 240 Lt

Come precedentemente si è detto, l'addetto esercita una forza F obliqua al cassonetto, tale forza sarà frutto di una componente verticale (F_v) ed una orizzontale (F_o). Inoltre, per poter svolgere l'attività di movimentazione, il cassonetto viene ruotato su di un asse passante per il centro delle due ruote, sbilanciandolo così di un angolo α pari 19° . La forza verticale quindi comprende anche la componente necessaria a non far cadere a terra il cassonetto in quanto ruotato dell'angolo α rispetto al terreno. Come sappiamo, le forze legate alla movimentazione dei cassonetti, ne sono due: quella Iniziale (FI) e quella di Mantenimento (FM). Si è visto che FI è di gran lunga superiore a FM , a tal proposito, per la determinazione dei fattori integrativi si fa riferimento alla componente verticale di tale forza (FvI), in quanto essa assumendo un valore più elevato, va ad impattare maggiormente sullo sforzo complessivo. A tal proposito si ha:



	Sub-Task 2 -> TRAINO				Sub-Task 4 -> SPINTA			
	FI [N]	FvI [Kg]	FM [N]	FvM [Kg]	FI [N]	FvI [Kg]	FM [N]	FvM [Kg]
Organico	55,45472	2,5672291	45,5204	2,107328	20,99778	0,972074	16,92778	0,783657

FATTORI INTEGRATIVI PER LA POSTURA DEGLI ARTI SUPERIORI

Traino -> (+1)

Spinta -> (+0)

FATTORI INTEGRATIVI PER LA POSTURA DEGLI ARTI INFERIORI

Traino -> (+1)

Spinta -> (+0)

Cassonetto da 1100 Lt

Come visto precedentemente, la forza F esercitata dall'operatore, a differenza del caso precedente, risulta essere interamente orizzontale, in quanto esso è posizionato dietro al cassonetto ed esercita una forza di spinta, afferrando il cassonetto sulle due maniglie posteriori. A tal proposito, le movimentazioni che prevedono l'utilizzo del cassonetto da 1100 Lt non subiscono l'influenza dei fattori integrativi.

FATTORI INTEGRATIVI PER LA POSTURA DEGLI ARTI SUPERIORI

Spinta con cassonetto carico -> (+0)

Spinta con cassonetto vuoto -> (+0)

FATTORI INTEGRATIVI PER LA POSTURA DEGLI ARTI INFERIORI

Spinta con cassonetto carico -> (+0)

Spinta con cassonetto vuoto -> (+0)

I fattori integrativi così individuati permettono di determinare i punteggi C e D nel seguente modo:

Punteggio postura A	+	Uso muscolare	+	Uso forza	=	Punteggio C
Punteggio postura B	+	Uso muscolare	+	Uso forza	=	Punteggio D

PUNTEGGIO C

Cassonetto da 240 Lt

Traino -> **4**

Spinta -> **2**

Cassonetto da 1100 Lt

Spinta con cassonetto carico -> **4**

Spinta con cassonetto vuoto -> **3**

PUNTEGGIO D

Cassonetto da 240 Lt

Traino -> **4**

Spinta -> **2**

Cassonetto da 1100 Lt

Spinta con cassonetto carico -> **2**

Spinta con cassonetto vuoto -> **2**

3 – SVILUPPO DELLA SCALA DEI LIVELLI DI AZIONE:

La terza fase di sviluppo del metodo RULA permette di individuare un unico punteggio finale ottenuto dalla correlazione di tutti i punteggi raccolti nelle fasi precedenti. Tale valore rappresenta l'obiettivo del metodo, permettendo di individuare le priorità delle situazioni di rischio. Il punteggio finale è fissato su una scala di valori da 1 a 7, è basato

sul rischio di lesione stimato a causa di sollecitazioni muscolo scheletriche ed è determinato dal confronto dei punteggi C e D, come mostrato dalla seguente tabella:

PUNTEGGIO FINALE										
	D	1	2	3	4	5	6	7	8	9
C										
1		1	2	3	3	4	5	5	5	5
2		2	2	3	4	4	5	5	5	5
3		3	3	3	4	4	5	6	6	6
4		3	3	3	4	5	6	6	6	6
5		4	4	4	5	6	7	7	7	7
6		4	4	5	6	6	7	7	7	7
7		5	5	6	6	7	7	7	7	7
8		5	5	6	7	7	7	7	7	7
9		5	5	6	7	7	7	7	7	7

Si riportano di seguito i valori ottenuti per le attività di movimentazione dei cassonetti:

Cassonetto da 240 Lt

Traino -> 4

Spinta -> 2

Cassonetto da 1100 Lt

Spinta con cassonetto carico -> 3

Spinta con cassonetto vuoto -> 3

E' possibile associare ad ogni ciclo di raccolta uno specifico punteggio, in maniera da poter confrontare il rischio a cui gli operatori sono soggetti in ciascun giorno lavorativo. Ciò permette di evidenziare la tipologia di rifiuto che più grava in termini di sovraccarico biomeccanico e di postura. Poiché a ciascun ciclo di raccolta può essere assegnato un unico punteggio rappresentativo, è consigliabile scegliere il Sub-Task caratterizzato dal punteggio peggiore, in quanto mostra una situazione di rischio più rappresentativa per quel turno lavorativo. Nel caso della raccolta della frazione organica, due sono stati i Sub-Task analizzati, il traino e la spinta dei cassonetti da 240 Lt, il punteggio rappresentativo di tale ciclo è 4 in quanto è il valore massimo tra i due. Per quanto riguarda invece i cicli che prevedono la movimentazione dei cassonetti da 1100 Lt, la scelta del Sub-Task più rappresentativo è indifferente, in quanto entrambi sono caratterizzati dallo stesso punteggio. Infine per il ciclo relativo alla raccolta del Vetro e del Barattolame, dove non avviene nessun tipo di MMC, si assegna il punteggio di 3, in quanto, come visto con l'applicazione del Metodo RULA alla tipologia di raccolta Porta a Porta, risulta essere il punteggio assegnato all'operatore durante l'attività di spostamento a bordo del veicolo. I risultati ottenuti, vengono riassunti nella seguente tabella:

Carta cartone Tetrapak	3
Vetro	3
Lattine e barattolame	3
Plastica	3
Indifferenziato	3
Organico	4

Come possiamo vedere dai risultati ottenuti, nonostante la frazione dell'indifferenziato richiedesse uno sforzo superiore a tutte le altre tipologie di rifiuto, in quanto l'operatore si trova a movimentare un cassonetto da 1100 Lt contenente al

suo interno una quantità di rifiuti pari a circa 666,2 Kg, non assume un punteggio eccessivamente elevato. Ciò è dovuto al fatto che l'operatore si limita a spingere un cassonetto dotato di quattro ruote, e quindi a differenza di quanto accade per la movimentazione dei cassonetti da 240 Lt, non vi è nessuna forza verticale da contrastare, forza che applicata all'estremità delle mani dell'operatore, contribuisce a generare un sovraccarico biomeccanico degli arti sia superiori che inferiori.

V ALUTAZIONE TECNICA RACCOLTA ECOFIL

5.1 SCENARIO DI RIFERIMENTO



Comune di riferimento -> Porto san Giorgio (quartiere Nord della città)

Quantità isole ecologiche presenti -> 13 isole sistema Ecofil

ISOLA ECOLOGICA E SUOI COMPONENTI:



CASSONETTO 360 LITRI:

-Carta cartone tetrapak -> 2 pz

-Plastica -> 2 pz

-Indifferenziato -> 2 pz

CASSONETTO 240 LITRI:

-Organico -> 1 pz

-Vetro -> 1 pz

-Lattine e Barattolame -> 1 pz

Totale cassonetti -> 9 pz

QUANTITATIVO DI RIFIUTI PER TIPOLOGIA:

(Dati ricavati dal portale di gestione dell'azienda)

-Carta cartone tetrapak -> 38062,38 Kg

-Organico -> 128067,95 Kg

-Vetro -> 25008,6 Kg

-Lattine e Barattolame -> 6996,37 Kg

-Plastica -> 23011,65 Kg

-Indifferenziato -> 80521,69 Kg

Totale Annuo -> 301.668,64 Kg

TIPOLOGIA DI RIFIUTO:

-Carta cartone tetrapak -> 9,88 %

-Organico -> 33,24 %

-Vetro -> 6,49 %

-Lattine e Barattolame -> 1,81 %

-Plastica -> 5,97 %

-Indifferenziato -> 20,9 %

-Rifiuti particolari (verde, legno, ingombranti, etc...) -> 21,71 %

PERCENTUALI QUALITA' DEI RIFIUTI :

-Carta cartone tetrapak -> 95 %

-Organico -> 95 %

-Vetro -> 95 %

-Lattine e Barattolame -> 95 %

-Plastica -> 95 %

TRATTAMENTO IPOTIZZATO PER CIASCUNA TIPOLOGIA DI RIFIUTO :

-Carta cartone tetrapak -> Riciclo

-Vetro -> Riciclo

-Lattine e Barattolame -> Riciclo

-Plastica -> Riciclo

-Indifferenziato -> Discarica comunale

-Organico -> Compostaggio

5.2 TASK ANALYSIS

SUB - TASK:

- 1) Trasferimento dal punto di deposito dei rifiuti fino alla prima Isola Ecofil;
- 2) Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore;
- 3) Aggancio del cassonetto al meccanismo di sollevamento, svuotamento automatico e sgancio del cassonetto;
- 4) Riposizionamento del cassonetto nella propria sede;
- 5) Riordino della postazione;
- 6) Trasferimento da un'Isola Ecofil alla successiva;
- 7) Trasferimento dall'ultima isola Ecofil fino al punto di deposito dei rifiuti;



Spinta del cassonetto



Sollevamento e Svuotamento



Traino del cassonetto

1) TRASFERIMENTO DAL PUNTO DI DEPOSITO DEI RIFIUTI FINO ALLA PRIMA ISOLA ECOFIL:

Il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore dal punto di raccolta rifiuti, posto a Sud della città (Largo Carducci), fino alla prima isola Ecofil posta in Via Benedetto Croce. La distanza percorsa è di circa 4,3 Km, con tempo di percorrenza di circa 10 minuti.

2) SPOSTAMENTO DEL CASSONETTO DALLA PROPRIA SEDE AL CENTRO DEL COMPATTAORE:

Il compito dell'operatore consiste nell'afferrare il cassonetto dal lato della maniglia per spostarlo dall'isola dove è alloggiato, verso il centro della corsia, in corrispondenza della parte posteriore del compattatore. Se necessario, prima di effettuare lo spostamento, occorre sistemare il contenuto sporgente per farlo rientrare all'interno del contenitore. L'operatore è posto di fronte al cassonetto ed esercita una forza di traino, dapprima per mettere in movimento l'oggetto, poi per mantenere l'oggetto in movimento fino in prossimità del compattatore. La distanza tra l'isola ecologica e il veicolo è di circa 2 metri. In base alla tipologia di rifiuto da prelevare, questa operazione viene effettuata da un minimo di una volta, ad un massimo di due volte per isola, in quanto si dispone di uno o massimo due cassonetti per tipologia di rifiuto. Tale operazione ha una durata di circa 7 secondi.

3) AGGANCIO DEL CASSONETTO AL MECCANISMO DI SOLLEVAMENTO, SVUOTAMENTO AUTOMATICO E SGANCIO DEL CASSONETTO:

Il compito dell'operatore consiste nell'ancorare il cassonetto al braccio meccanico, chiamato meccanismo Voltacassonetto, posizionato sul retro del veicolo e dirigere le operazioni di sollevamento e svuotamento attraverso una console laterale alla vasca. Il sollevatore meccanico è dotato di un aggancio a rastrelliera che impedisce la caduta del contenitore durante l'operazione di svuotamento. Una volta terminata l'operazione di scarico all'interno della vasca del compattatore, l'operatore provvederà a sganciare il cassonetto dal Voltacassonetto. Tale operazione ha una durata di circa 17/18 secondi.

4) RIPOSIZIONAMENTO DEL CASSONETTO NELLA PROPRIA SEDE:

Il compito dell'operatore consiste nell'afferrare il cassonetto dal lato della maniglia per spostarlo dal compattatore verso l'isola dove era precedentemente alloggiato. L'operatore è posto dietro al cassonetto ed esercita una forza di spinta, dapprima per mettere in movimento l'oggetto, poi per mantenere l'oggetto in movimento fino in prossimità della propria sede. La distanza tra il veicolo e l'isola ecologica è di circa 2 metri. In base alla tipologia di rifiuto da prelevare, questa operazione può essere ripetuta da un minimo di una, ad un massimo di due volte per ciascuna isola, poiché si dispone di uno o al massimo due cassonetti per tipologia di rifiuto. Tale operazione ha una durata di circa 3,5 secondi.

5) RIORDINO DELLA POSTAZIONE:

Il compito dell'operatore consiste nel sistemare in maniera corretta il bidone, appena vuotato, nell'apposito meccanismo di alloggiamento, ripristinando il sistema di sicurezza che non ne permette l'apertura non autorizzata, inoltre, nel caso vi fossero residui a terra, l'operatore provvede alla loro rimozione.

6) TRASFERIMENTO DA UN PUNTO DI PRELIEVO AL SUCCESSIVO NELL'ABITACOLO:

Il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore da un'isola Ecofil a quella successiva.

7) TRASFERIMENTO DALL'ULTIMA ISOLA ECOFIL FINO AL PUNTO DI DEPOSITO DEI RIFIUTI:

Il compito dell'operatore consiste nel guidare il mezzo compattatore dall'ultima isola Ecofil, situata in via Delle Regioni, fino al punto di deposito dei rifiuti, posto a Sud della città (Largo Carducci). La distanza percorsa è di circa 4 Km, con un tempo di percorrenza di circa 9,1 minuti.

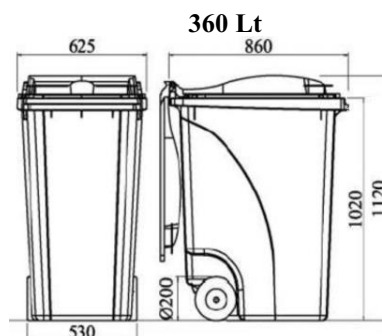
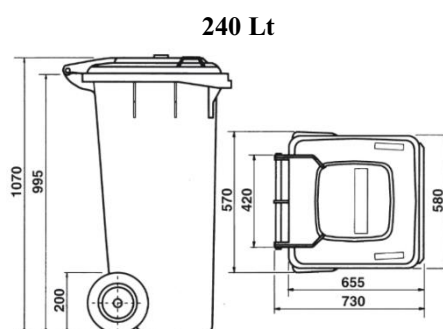
VARIABILI CHE INCIDONO SULLO SVOLGIMENTO DEI COMPITI:

UTENTI:

- Sesso -> Maschi, Femmine
- Età -> 18 – 45

CASSONETTI (Norma DIN 30740):

- Dimensione (240 Lt) -> 580x655x1070 [mm]
- Dimensione (360 Lt) -> 625x860x1120 [mm]
- Peso (240 Lt) -> 11 [Kg]
- Peso (360 Lt) -> 15 [Kg]
- Capacità di carico Max (240 Lt) -> 96 [Kg]
- Capacità di carico Max (360 Lt) -> 140 [Kg]
- Altezza maniglia (240 Lt) -> 995 [mm]
- Altezza maniglia (360 Lt) -> 1020 [mm]
- Lunghezza maniglia (240 Lt) -> 420 [mm]
- Lunghezza maniglia (360 Lt) -> 420 [mm]
- Stato manutenzione (240 Lt) -> Buono
- Stato manutenzione (360 Lt) -> Buono



STRADA:

- Pendenza
- Materiale manto stradale
- Integrità manto stradale

CONDIZIONI METEO:

- Caldo
- Pioggia

TRAFFICO:

- Intensità del traffico
- Veicoli parcheggiati

DPI:

- Guanti
- Scarpe antinfortunistiche

ANALISI DELL'ORGANIZZAZIONE DEL LAVORO:

CALENDARIO RACCOLTA



MOVIMENTAZIONI CON VEICOLO:

Da:	A:	Dist [mt]	Tempo [Min]
Largo Card.	1	4331,26	9,99522
1	2	151,92	0,35058
2	3	383,41	0,88479
3	4	228,86	0,52814
4	5	241,99	0,55844
5	6	143,64	0,33148
6	7	244,79	0,56490
7	8	411,68	0,95003
8	9	206,55	0,47665
9	10	497,89	1,14898
10	11	103,47	0,23878
11	12	534,48	1,23342
12	13	187,3	0,43223
13	Largo Card.	3938,14	9,08802
		Tot [mt]	Tot [Min]
		11605,38	26,78164615



Nell'immagine a destra si mostra il tragitto realizzato dal mezzo compattatore durante tutta la fase di prelievo dei rifiuti. I numeri in giallo rappresentano rispettivamente ciascuna isola Ecofil. Il veicolo dovrà sostare ad ogni punto per

un tempo tale da permettere agli operatori di eseguire tutte le operazioni necessarie alla raccolta dei rifiuti. Nella tabella invece, vengono mostrate nel dettaglio le distanze ed i tempi necessari per lo spostamento da un punto di prelievo al successivo. Vengono inoltre riportate le distanze e le tempistiche relative alla movimentazione necessaria per il

raggiungimento del quartiere in esame (Largo Carducci -> Isola 1), e al successivo ritorno in deposito (Isola 13 -> Largo Carducci). Si è considerata una velocità media del veicolo di circa 26 Km/h.

OPERAZIONI ALL'INTERNO DI CIASCUNA ISOLA:

Si suppone che i turni per la raccolta del materiale Organico (Lunedì e Giovedì) vengano coperti da un unico operatore, in quanto nell'isola è presente un solo cassonetto adibito alla raccolta di tale tipologia di rifiuto. In tutti gli altri turni invece, le operazioni vengono eseguite da due operatori, in quanto il numero dei cassonetti da movimentare è pari a due. In entrambe i casi, ciascun operatore si trova a movimentare un solo cassonetto per ciascuna isola. Il compattatore viene posizionato ad una distanza dall'isola di circa 2 metri. Si analizzano nel dettaglio le seguenti attività:

1) Movimentazione dall'Isola al Veicolo con trazione del cassonetto:

L'Operatore una volta raggiunto il cassonetto lo afferra per la maniglia posteriore e lo traina verso il compattatore

-Distanza percorsa -> 2 mt

-Tempo -> 7 sec

2) Operazioni di Aggancio-Sollevamento-Svuotamento-Sgancio del cassonetto:

L'Operatore aggancia il cassonetto al meccanismo Voltacassonetto, e attraverso la console dà il via all'operazione di sollevamento. Alla massima altezza raggiunta dal cassonetto, esso viene ruotato di circa 120° e il materiale presente all'interno viene rovesciato nella vasca del compattatore. Infine il meccanismo provvederà a riportare a terra il cassonetto, permettendo poi all'operatore di effettuare la manovra di sgancio.

-Tempo -> 17 sec

3) Movimentazione dal Veicolo all' isola con spinta del cassonetto:

L'Operatore una volta vuotato il cassonetto lo afferra per la maniglia posteriore e lo spinge verso il suo alloggio originario

-Distanza percorsa -> 2 mt

-Tempo -> 3,5 sec

4) Movimentazioni varie:

Questa attività racchiude tutte le movimentazioni effettuate dall'operatore che non appartengono alle attività precedenti. Comprende quindi lo spostamento a piedi effettuato dall'operatore per raggiungere il cassonetto da prelevare, e quello per ritornare a bordo del veicolo

-Tempo -> 4 sec

Durata complessiva delle operazioni -> 31,5 sec.

Moltiplicando ora, la durata complessiva delle operazioni per il numero delle isole e sommando il tempo necessario per completare l'itinerario, è possibile ottenere la durata complessiva del ciclo di raccolta. Si ottiene pertanto, una durata di 871,40 secondi (circa 14,52 minuti). Tale durata è al netto del tempo impiegato per raggiungere il quartiere in esame dal punto di raccolta e quello per tornare.

AMMONTARE DI RIFIUTI IN CIASCUNA ISOLA, A SETTIMANA, PER TIPOLOGIA:

Facendo riferimento ai dati relativi all'anno 2016, ricavati dal portale di gestione dell'azienda San Giorgio Distribuzione Servizi S.r.l (responsabile del servizio di gestione dei rifiuti per la città) è possibile determinare l'ammontare di rifiuti suddiviso per le diverse categorie:

-Carta cartone tetrapak -> 38062,38 Kg
-Organico -> 128067,95 Kg
-Vetro -> 25008,6 Kg
-Lattine e Barattolame -> 6996,37 Kg
-Plastica -> 23011,65 Kg
-Indifferenziato -> 80521,69 Kg
Totale Annuo -> 301.668,64 Kg

Considerando ora, il numero di cassonetti per tipologia di rifiuto presenti in un'isola, e nota la quantità di rifiuti settimanale per tipologia, è possibile determinare la quantità di rifiuto presente in ciascun cassonetto **ad ogni operazione di raccolta:**

- *Carta e Cartone*

Quantità annua -> 38062,38 [Kg]
Quantità settimanale = $38062,38/52,1429 = 729,9628521$ [Kg]
N° isole presenti nel quartiere -> 13
Quantità di rifiuto per isola = $729,9628521/13 = 56,15098862$ [Kg]
N° cassonetti per tipologia di rifiuto -> 2
Quantità di rifiuto per cassonetto = $56,15098862/2 = 28,07549431$ [Kg]

- *Organico*

Quantità annua -> 128067,95 [Kg]
Quantità settimanale = $128067,95/52,1429 = 2456,095653$ [Kg]
N° isole presenti nel quartiere -> 13
Quantità di rifiuto per isola = $2456,095653/13 = 188,9304348$ [Kg]
N° cassonetti per tipologia di rifiuto -> 1
N° giorni settimanali di raccolta -> 2 (Lunedì e Giovedì)
Quantità di rifiuto per cassonetto = $188,9304348/2 = 94,4652174$ [Kg]

- *Vetro*

Quantità annua -> 25008,6 [Kg]
Quantità settimanale = $25008,6/52,1429 = 479,6165921$ [Kg]
N° isole presenti nel quartiere -> 13
Quantità di rifiuto per isola = $479,6165921/13 = 36,89358401$ [Kg]
N° cassonetti per tipologia di rifiuto -> 1
Quantità di rifiuto per cassonetto = $36,89358401$ [Kg]

- *Lattine e Barattolame*

Quantità annua -> 6996,37 [Kg]
Quantità settimanale = $6996,37/52,1429 = 134,1768486$ [Kg]
N° isole presenti nel quartiere -> 13
Quantità di rifiuto per isola = $134,1768486/13 = 10,32129605$ [Kg]
N° cassonetti per tipologia di rifiuto -> 1

Quantità di rifiuto per cassonetto = 10,32129605 [Kg]

- *Plastica*

Quantità annua -> 23011,65 [Kg]

Quantità settimanale = 23011,65/52,1429 = 441,3189523 [Kg]

N° isole presenti nel quartiere -> 13

Quantità di rifiuto per isola = 441,3189523/13 = 33,94761172 [Kg]

N° cassonetti per tipologia di rifiuto -> 2

Quantità di rifiuto per cassonetto = 33,94761172/2= 16,97380586 [Kg]

- *Indifferenziato*

Quantità annua -> 80521,69 [Kg]

Quantità settimanale = 80521,69/52,1429 = 1544,25032 [Kg]

N° isole presenti nel quartiere -> 13

Quantità di rifiuto per isola = 1544,25032/13 = 118,7884861 [Kg]

N° cassonetti per tipologia di rifiuto -> 2

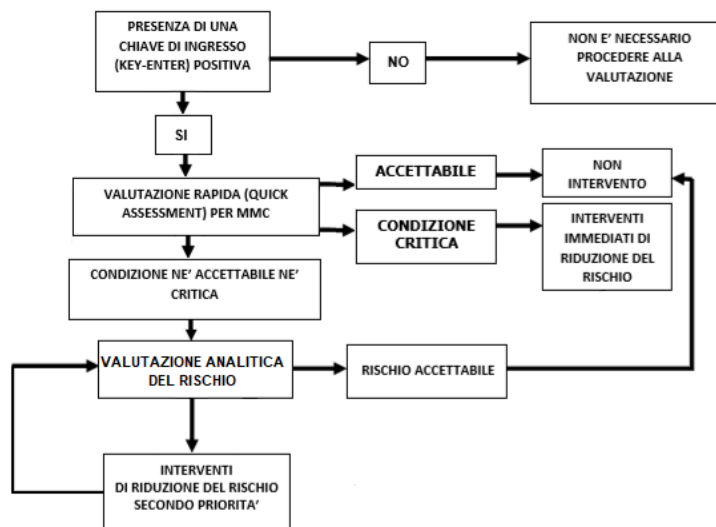
Quantità di rifiuto per cassonetto = 118,7884861/2= 59,39424307 [Kg]

5.3 VALUTAZIONE DELLA MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI

La trattazione relativa alla valutazione della movimentazione manuale dei carichi, per la seguente metodologia di raccolta rifiuti, riguarda quei cicli che prevedono lo spostamento dei cassonetti dall'isola Ecofil al compattatore e viceversa. L'approccio alla valutazione e gestione del rischio, come ormai sappiamo, viene articolato in 3 passaggi successivi:

- 1 - Identificazione delle attività con Movimentazione Manuale dei Carichi (MMC);
- 2 - Valutazione rapida del rischio (Quick-Assessment);
- 3 - Valutazione analitica del rischio;

Per la valutazione del rischio, come si è fatto in entrambi i metodi di raccolta precedentemente analizzato, si segue il seguente schema generale di flusso:



Schema generale di flusso previsto nella valutazione dei rischi da MMC

1 - IDENTIFICAZIONE DELLE ATTIVITA' CON MOVIMENTAZIONE MANUALE DEI CARICHI:

Questa fase definisce il “campo di applicazione” delle norme tecniche, essa viene eseguita attraverso le indicazioni del TR ISO 12295 secondo lo schema riportato sotto. Considerando ciascun Sub-Task emerge che:

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: <ul style="list-style-type: none"> • <i>Compito caratterizzato da cicli lavorativi ripetuti</i> <li style="text-align: center;"><i>oppure</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		

Key-Enter per l'applicazione della norma ISO 11228 (parti 1-2-3)

Si fa sostanzialmente riferimento a quei Sub-Task nei quali vengono eseguite le attività che comportano operazioni di Spinta e di Traino dei cassonetti, ovvero:

- Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore -> **TRAINO**
- Riposizionamento del cassonetto nella propria sede -> **SPINTA**

2 - VALUTAZIONE RAPIDA DEL RISCHIO (QUICK-ASSESSMENT):

Il Quick-Assessment consiste nella verifica rapida della presenza di potenziali condizioni di rischio, attraverso domande di tipo quali/quantitativo. Fase che consente l'identificazione, in modo estremamente semplificato, di tre possibili condizioni:

- 1) Accettabile -> Non sono richieste ulteriori azioni
- 2) Critica -> E' urgente procedere ad una riprogettazione dell'operazione da eseguire
- 3) Né accettabile né critica -> Necessità di un'analisi più dettagliata, è quindi necessario procedere ad una valutazione precisa attraverso strumenti più dettagliati di analisi (suggeriti nella fattispecie dallo standard ISO 11228-2)

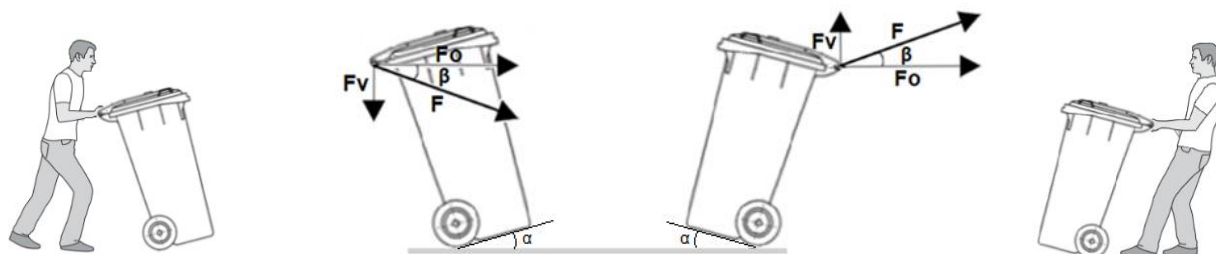
Qualora non si verifichi nessuna delle due condizioni “estreme” (Accettabile o Critica), è necessario procedere al Passo 3, ovvero alla valutazione analitica vera e propria del rischio. Il punto di partenza per il Quick-Assessment consiste nell'individuare quelle che sono le forze necessarie per la movimentazione del carico, esse si dividono in:

Forza Iniziale (FI) -> Forza applicata per mettere in movimento il cassonetto

Forza di mantenimento (FM) -> Forza applicata per mantenere il cassonetto in movimento

Durante le operazioni di traino e di spinta, la forza F esercitata dall'operatore sappiamo non essere interamente orizzontale al cassonetto ma bensì obliqua. Tale forza comprende la componente verticale Fv e quella orizzontale Fo.

Occorre determinare la componente orizzontale, in quanto sarà essa uno dei fattori chiave per la determinazione della criticità o l'accettabilità dei Task. L'operatore, per poter svolgere le operazioni di movimentazione, ruota il cassonetto su di un asse passante per il centro delle ruote, di un angolo α pari a circa 19° (per il cassonetto da 240 Lt) e di circa 25° (per il cassonetto da 360 Lt). In entrambi i casi, la rotazione porta la maniglia di presa, ad una altezza da terra di circa 95 cm. La forza applicata dall'operatore, incide con un angolo β di circa 27° sia per le operazioni di traino del cassonetto carico di rifiuti, che per quelle di spinta del cassonetto vuoto.



E' possibile ora procedere con la valutazione rapida del rischio analizzando separatamente ciascun giorno di raccolta, in quanto l'operatore si trova a movimentare, in giorni diversi, cassonetti contenenti quantità di rifiuti differenti. Considerando i giorni di raccolta dedicati a ciascuna tipologia di rifiuto, sarà possibile mettere in evidenza quale di essa va a gravare maggiormente sull'operato dell'utente. Le forze iniziali e di mantenimento vengono misurate attraverso l'utilizzo di un dinamometro, ottenendo i seguenti risultati:

Lunedì, Giovedì -> Organico

Peso Cassonetto 240 Lt -> 11 [Kg]

Quantità di rifiuto per cassonetto -> 94,4652174 [Kg]

Sub Task 2:

Massa Trainata -> $94,4652174 + 11 = 105,4652174$ [Kg]

Sub Task 4:

Massa Spinta -> 11 [Kg]

Martedì -> Carta e Cartone

Peso Cassonetto 360 Lt -> 15 [Kg]

Quantità di rifiuto per cassonetto -> 28,07549431 [Kg]

Sub Task 2:

Massa Trainata -> $28,07549431 + 15 = 43,07549431$ [Kg]

Sub Task 4:

Massa Spinta -> 15 [Kg]

Mercoledì -> Indifferenziato

Peso Cassonetto 360 Lt -> 15 [Kg]

Quantità di rifiuto per cassonetto -> 59,39424307 [Kg]

Sub Task 2:

Massa Trainata -> $59,39424307 + 15 = 74,39424307$ [Kg]

Sub Task 4:

Massa Spinta -> 15 [Kg]

Venerdì -> Plastica

Peso Cassonetto 360 Lt -> 15 [Kg]

Quantità di rifiuto per cassonetto -> 16,97380586 [Kg]

Sub Task 2:

Massa Trainata -> 16,97380586+15 = 31,97380586 [Kg]

Sub Task 4:

Massa Spinta -> 15 [Kg]

Sabato -> Vetro

Peso Cassonetto 240 Lt -> 11 [Kg]

Quantità di rifiuto per cassonetto -> 36,89358401 [Kg]

Sub Task 2:

Massa Trainata -> 36,89358401+11 = 47,89358401 [Kg]

Sub Task 4:

Massa Spinta -> 11 [Kg]

Sabato -> Lattine e Barattolame

Peso Cassonetto 240 Lt -> 11 [Kg]

Quantità di rifiuto per cassonetto -> 10,32129605 [Kg]

Sub Task 2:

Massa Trainata -> 10,32129605+11 = 21,32129605 [Kg]

Sub Task 4:

Massa Spinta -> 11 [Kg]

	Sub-Task 2 -> TRAINO				Sub-Task 4 -> SPINTA			
	FI [N]	Fol [N]	FM [N]	FoM [N]	FI [N]	Fol [N]	FM [N]	FoM [N]
Carta e Cartone	79,46403	70,80297	65,22861	58,11911	28,63333	25,51249	23,08333	20,5674
Indifferenziato	137,2397	122,2814	112,6541	100,3756	28,63333	25,51249	23,08333	20,5674
Organico	194,5582	173,3526	159,7045	142,2977	20,99778	18,70916	16,92778	15,08276
Plastica	58,98406	52,55518	48,41748	43,14029	28,63333	25,51249	23,08333	20,5674
Vetro	88,35226	78,72244	72,52457	64,61987	20,99778	18,70916	16,92778	15,08276
Lattine e Barattolame	39,33271	35,04571	32,28653	28,76751	20,99778	18,70916	16,92778	15,08276

Da qui in avanti, per rendere più agevole la valutazione del rischio, si procederà analizzando separatamente le azioni di traino e di spinta. Pertanto verranno trattati distintamente il Sub-Task riguardante lo *spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore*, e quello relativo al *riposizionamento nella propria sede*. E' ora possibile procedere con la valutazione rapida del rischio, essa ha inizio con la verifica di quelle che si definiscono essere le condizioni di accettabilità, prima per il compito di traino poi per quello di spinta. Facendo riferimento alle tabelle riportate dal TR ISO 12295, è possibile valutare per ciascun compito se sono verificate le condizioni di accettabilità rapida:

-*Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore (Condizioni di Accettabilità)* -> TRAINO

Come si può vedere dalla tabella riportante le misurazioni effettuate con il dinamometro, per tutti i cicli di raccolta eccetto quello relativo alle Lattine e al Barattolame, non vengono soddisfatti i limiti di accettabilità di 30 N per le forza

continua (FoM) e 100 N per la forza di picco (FoI). Tale circostanza quindi, impedisce di collocare le attività di traino, per le suddette tipologie di rifiuto, nell'area verde di accettabilità. Mentre la raccolta delle Lattine e del Barattolame, viene identificata come priva di rischio in quanto rispetta ogni condizione dettata dalla valutazione rapida del rischio.

-Riposizionamento del cassonetto nella propria sede (Condizioni Accettabili) -> SPINTA

Per quanto riguarda invece la spinta dei cassonetti vuoti, è facile vedere che l'operazione risulta essere ACCETTABILE. L'operatore necessita in questo caso di uno sforzo relativamente ridotto, circa 18,7 N per la FoI e circa 15,08 N per la FoM per quanto riguarda i cassonetti da 240 Litri; mentre per i cassonetti da 360 Lt occorre 25,5 N per la FoI e circa 20,5 N per la FoM.

La valutazione rapida del rischio da MMC applicata alla movimentazione dei cassonetti, porta quindi ad una condizione di accettabilità immediata per il Sub-Task relativo al riposizionamento del cassonetto nella propria sede e per il traino del cassonetto contenente le Lattine. Non è invece possibile giungere ad una condizione di accettabilità immediata per il Sub-Task relativo lo spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore per i cicli di raccolta diversi dalle Lattine e Barattolame. Si procede ora a valutare il caso "opposto" al precedente, ovvero le condizioni per cui, essendo presente una sola di essa, la situazione è definibile come critica. La condizione di criticità immediata viene applicata solo per l'azione di traino dei cassonetti relativi alle tipologie di rifiuto che non hanno portato ad una condizione di accettabilità immediata;

Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore (Condizioni Critiche) -> TRAINO

Comparando i valori di forza effettivamente sviluppati dall'operatore per movimentare i cassonetti, con i valori di soglia che permettono di definire rapidamente un'operazione come critica (FoI=240 N e FoM=150 N), si evince che tale valutazione non porta ad una condizione di criticità immediata per le azioni di traino relative alle diverse tipologie di rifiuto analizzate. A tal proposito, il Sub-Task relativo allo *spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore*, richiede necessariamente una valutazione più precisa mediante l'utilizzo di strumenti dettagliati di analisi (suggeriti nella fattispecie dallo standard ISO 11228 parte 2).

3 - VALUTAZIONE ANALITICA DEL RISCHIO:

La valutazione analitica del rischio dovrà prendere in considerazione tutti i compiti comportanti le attività di movimentazione manuale dei carichi che caratterizzano la metodologia di raccolta rifiuti mediante le Isole Ecofil. Nella tabella successiva, sono individuati i Sub-Task comprendenti le azioni di MMC che incidono sul rischio dell'apparato muscolo-scheletrico e le rispettive proposte di metodiche di valutazione

SUB-TASK	AZIONI DI MOVIMENTAZIONE DA VALUTARE	PROPOSTA DI VALUTAZIONE
MOVIMENTAZIONE DEI CASSONETTI POSIZIONATI NELLE ISOLE ECOLOGICHE	TRAINO	Calcolo dell'indice di Traino/Spinta: - ISO 11228-2 - ISO TR 12295, Allegato B - Tavole Snook e Ciriello
	SPINTA	Calcolo dell'indice di Traino/Spinta: - ISO 11228-2 - ISO TR 12295, Allegato B - Tavole Snook e Ciriello

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. Come ormai è noto, la Norma propone due metodi distinti. Nel nostro caso si fa riferimento al primo metodo, quello di più facile applicazione, basato sulle tabelle psicofisiche determinate da **S.H.Snook** e **V.N.Ciriello**. I limiti raccomandati, proposti dalla Norma ISO, si devono applicare ad una popolazione lavorativa adulta e sana e proteggono la maggioranza di questa popolazione (in genere circa il 90%).

La valutazione del rischio passa attraverso tre fasi distinte:

- 1) Identificazione del pericolo di traino e di spinta;
- 2) Stima del rischio;
- 3) Valutazione del rischio;

1) IDENTIFICAZIONE DEL PERICOLO DI TRAINO E DI SPINTA

Effettuata precedentemente attraverso il Quick-Assessment.

2) STIMA DEL RISCHIO

Come si è precedentemente accennato, essa viene effettuata per mezzo del **Metodo 1** il quale 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 -> 95 cm
- La distanza percorsa dall'operatore -> 2 m
- La frequenza dei compiti di movimentazione manuale -> 0,895106258 azioni/minuto
- La differenza di genere -> Maschi, Femmine

TRAINO

Azioni per singolo operatore in un ciclo di raccolta -> 13

Durata del ciclo di raccolta -> 14,5234 min

Frequenza di movimentazione-> 0,8951 azioni/minuto

SPINTA

Azioni per singolo operatore in un ciclo di raccolta -> 13

Durata del ciclo di raccolta -> 14,5234 min

Frequenza di movimentazione-> 0,8951 azioni/minuto

Nella seguente tabella si riportano i valori delle Forze iniziali (FoI) e delle Forze di mantenimento (FoM) relativi a ciascuna tipologia di rifiuto:

	Sub-Task 2 -> TRAINO				Sub-Task 4 -> SPINTA			
	FI [N]	FoI [N]	FM [N]	FoM [N]	FI [N]	FoI [N]	FM [N]	FoM [N]
<i>Carta e Cartone</i>	79,46403	70,80297	65,22861	58,11911	28,63333	25,51249	23,08333	20,5674
<i>Indifferenziato</i>	137,2397	122,2814	112,6541	100,3756	28,63333	25,51249	23,08333	20,5674
<i>Organico</i>	194,5582	173,3526	159,7045	142,2977	20,99778	18,70916	16,92778	15,08276
<i>Plastica</i>	58,98406	52,55518	48,41748	43,14029	28,63333	25,51249	23,08333	20,5674
<i>Vetro</i>	88,35226	78,72244	72,52457	64,61987	20,99778	18,70916	16,92778	15,08276
<i>Lattine e Barattolame</i>	39,33271	35,04571	32,28653	28,76751	20,99778	18,70916	16,92778	15,08276

3) VALUTAZIONE DEL RISCHIO

Come ormai è noto, il **metodo 1** individua solamente la condizione di PRESENZA o di ASSENZA del rischio. Se le forze misurate sono maggiori delle forze raccomandate, il rischio è presente, mentre se le forze misurate sono inferiori a quelle raccomandate non vi è la presenza di rischio rilevante. Le Forze Iniziali e di Mantenimento precedentemente trovate vanno confrontate con le rispettive forze raccomandate riportate nelle tavole di Snook e Ciriello. Le due tabelle contengono le forze raccomandate per azioni di Traino e di Spinta. Le Forze effettivamente esercitate dagli operatori possono essere comparate con quelle rispettivamente raccomandate dalle tavole, ciò da luogo al cosiddetto Indice di Movimentazione (I.M) relativo al traino e alla spinta:

$$I. M (\text{Forza Iniziale}) = \frac{\text{FORZA INIZIALE MISURATA}}{\text{FORZA INIZIALE RACCOMANDATA}}$$

$$I. M (\text{Forza di Mantenimento}) = \frac{\text{FORZA DI MANTENIMENTO MISURATA}}{\text{FORZA DI MANTENIMENTO RACCOMANDATA}}$$

come precedentemente accennato, si individuano due zone di rischio:

-AREA VERDE (I.M ≤ 1) -> Nessun Rischio

AREA ROSSA (I.M > 1) -> Rischio Presente

Le forze raccomandate per una popolazione lavorativa adulta sana (90° P.le), in funzione di genere, distanza di spostamento, frequenza di azione, altezza delle mani da terra, riportate nelle tavole di Snook e Ciriello, che meglio rispecchiano lo scenario lavorativo analizzato fino ad ora sono:

FORZA INIZIALE

Maschi

Traino -> 25 Kg

Spinta -> 26 Kg

Femmine

Traino -> 18 Kg

Spinta -> 17 Kg

FORZA DI MANTENIMENTO

Maschi

Traino -> 16 Kg

Spinta -> 16 Kg

Femmine

Traino -> 10 Kg

Spinta -> 9 Kg

Di seguito vengono riportate le tabelle che mostrano gli indici di movimentazione sia per gli operatori maschi che per le operatrici femmina:

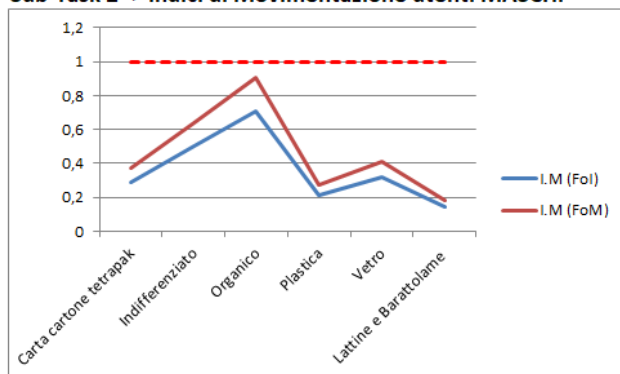
-UOMINI

	Sub-Task 1 -> Traino		Sub-Task 2 -> Spinta	
	I.M (Fol)	I.M (FoM)	I.M (Fol)	I.M (FoM)
Carta e Cartone	0,288795745	0,370406262	0,100059601	0,131080699
Indifferenziato	0,498769456	0,639716245	0,100059601	0,131080699
Organico	0,707081985	0,906895615	0,073377041	0,096125846
Plastica	0,214365482	0,27494282	0,100059601	0,131080699
Vetro	0,32109819	0,411837025	0,073377041	0,096125846
Lattine e Barattolame	0,142946696	0,183341867	0,073377041	0,096125846

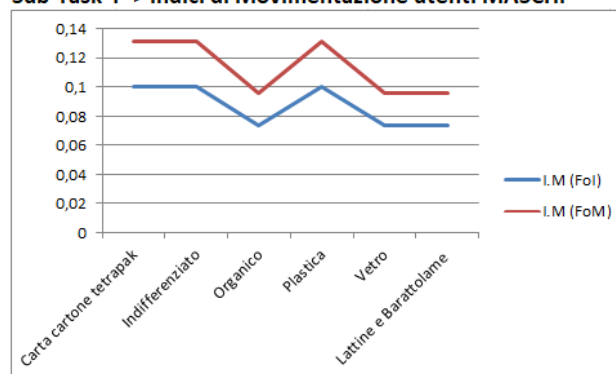
-DONNE

	Sub-Task 1 -> Traino		Sub-Task 2 -> Spinta	
	I.M (Fol)	I.M (FoM)	I.M (Fol)	I.M (FoM)
Carta e Cartone	0,401105201	0,592650019	0,153032332	0,233032353
Indifferenziato	0,692735355	1,023545992	0,153032332	0,233032353
Organico	0,982058312	1,451032984	0,11222371	0,170890392
Plastica	0,297729835	0,439908513	0,153032332	0,233032353
Vetro	0,445969709	0,658939239	0,11222371	0,170890392
Lattine e Barattolame	0,198537077	0,293346988	0,11222371	0,170890392

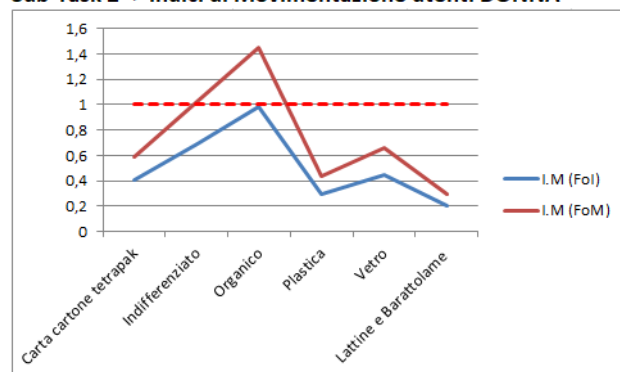
Sub-Task 2 -> Indici di Movimentazione utenti MASCHI



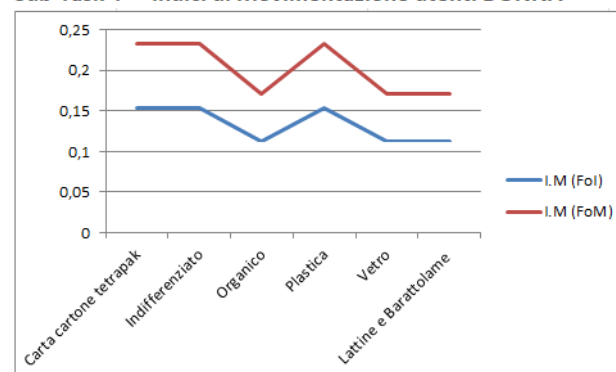
Sub-Task 4 -> Indici di Movimentazione utenti MASCHI



Sub-Task 2 -> Indici di Movimentazione utenti DONNA



Sub-Task 4 -> Indici di Movimentazione utenti DONNA



Dallo studio condotto, emerge che gli Indici di Movimentazione riferiti ad un pubblico di operatori maschile, sono al di sotto del valore imposto come soglia di riferimento per definire il compito come non critico ($I.M \leq 1$). Particolare attenzione però, va posta ai giorni di raccolta della frazione Organica, in quanto l'indice I.M relativo alla forza di mantenimento, risulta comunque sia inferiore ad 1, ma assume però un valore piuttosto elevato, circa 0,906. Tale operazione pertanto va monitorata in maniera accurata, in quanto l'indice potrebbe peggiorare notevolmente nel caso in cui l'operatore si trovasse ad operare in presenza di condizioni sfavorevoli, come ad esempio la mancata manutenzione dei cassonetti, una notevole pendenza della strada, pessima integrità del manto stradale o presenza di ghiaglia piuttosto che asfalto. Tali circostanze porterebbero a collocare lo sforzo in area rossa. In coerenza con quanto visto invece nella fase di Quick-Assessment, il Sub-Task 4, ovvero quello relativo alla movimentazione del cassonetto vuoto verso l'isola Ecofil, risulta essere ampiamente al di sotto del valore limite, non comportando così una situazione di rischio sia per l'operatore uomo che per l'operatrice donna. La situazione di traino del cassonetto, nel caso in cui il turno di raccolta

sia coperto anche da operatrici donna, nei giorni destinati alla frazione Organica, risulta essere collocata in area rossa, in quanto lo sforzo richiesto è tale da non proteggere circa il 90% della popolazione lavorativa femminile, adulta e sana.

5.4 VALUTAZIONE DEL SOVRACCARICO BIOMECCANICO DEGLI ARTI SUPERIORI E DELLA POSTURA

Come si è già fatto con il metodo Porta a Porta e con quello Stradale, per la seguente analisi si farà uso del metodo RULA, il quale fornisce un criterio pratico di selezione veloce dei lavoratori che possono essere soggetti a disturbi degli arti superiori, indicandone il livello di esposizione di rischio sia parziale, per singoli distretti del corpo, che totale. Come accennato, tale metodo consente di identificare con rapidità le posture incongrue e lo sforzo ad esse associato, attraverso la determinazione di un punteggio che permette di stabilire se la postura assunta dall'operatore è ACCETTABILE o NON ACCETTABILE. In questo caso, a differenza di quanto si è fatto nella valutazione del metodo Stradale, non si effettua uno studio specifico per tipologia di cassonetto, nonostante l'operatore si trovi a manipolare due diversi tipi di cassonetti, quello da 240 Lt e quello da 360 Lt. Tale assunzione nasce dal fatto che qualsiasi sia la tipologia di contenitore movimentato, l'addetto, effettuando la rotazione sull'asse passante per il centro delle due ruote, porta in entrambe i casi, la maniglia di presa alla medesima altezza da terra (95 cm). Ciò fa sì che qualsiasi sia la tipologia di cassonetto movimentato, la postura assunta dell'operatore è sempre la stessa. La valutazione pertanto riguarderà i seguenti Sub-Task:

- Spostamento del cassonetto dalla propria sede al centro del compattatore;
- Riposizionamento del cassonetto nella propria sede;

Lo sviluppo del metodo, come già sappiamo, viene effettuata attraverso le seguenti tre fasi distinte:

- 1) Modalità di registrazione delle posture durante il lavoro
- 2) Sviluppo del sistema di punteggio
- 3) Sviluppo della scala dei livelli di azione

1 – MODALITA' DI REGISTRAZIONE DELLE POSTURE DURANTE IL LAVORO:

Il corpo dell'operatore viene diviso in due segmenti individuati da due gruppi, A e B. Il gruppo A include braccio, avambraccio e polso, mentre il gruppo B include collo, tronco e gambe. In questa maniera si assicura l'analisi della postura globale dell'intero corpo. I movimenti del corpo sono stati suddivisi in opportuni intervalli angolari. Tali intervalli sono numerati in maniera tale che il numero 1 corrisponda all'intervallo di movimento o alla postura di lavoro in cui il fattore di rischio correlato è minimo, mentre, numeri più alti sono assegnati agli intervalli di movimento che presentano posture più estreme, indicando una crescita della presenza di rischio a carico della sezione considerata. Si sono riscontrate le seguenti posture:

	BRACCIO [°]	AVAMBRACCIO [°]	POLSO [°]	ROTAZIONE POLSO [°]	COLLO [°]	TRONCO [°]	GAMBE
Traino	41	6	5	0	31	2	Bene Appoggiate
Spinta	29	66	2	0	3	11	Bene Appoggiate

Dalle posture precedentemente rilevate, è possibile determinare i seguenti punteggi relativi alla parte superiore del corpo (PUNTEGGIO A) e alla parte inferiore del corpo (PUNTEGGIO B):

PUNTEGGIO A

Traino -> 3

Spinta -> 2

PUNTEGGIO B

Traino -> 3

Spinta -> 2

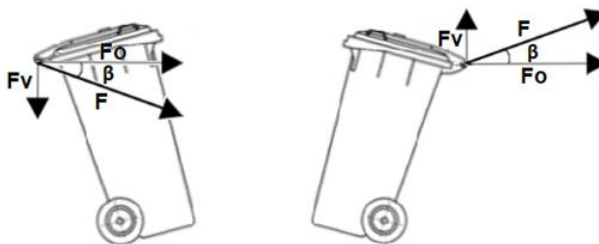
2 – SVILUPPO DEL SISTEMA DI PUNTEGGIO :

Occorre ora reperire le informazioni relative all'uso dei muscoli e al punteggio associato alla forza esercitata. Per fare ciò bisogna quantificare l'applicazione della forza sviluppata dall'operatore in relazione al carico movimentato e alle sue caratteristiche, nonché all'impegno dei muscoli legato al lavoro statico o a movimenti ripetuti. Attraverso la tabella sottostante viene quantificata la forza applicata dall'operatore in relazione ad un carico, espresso in Kg, e alle sue caratteristiche, nonché l'impiego dei muscoli legato a lavoro statico o a movimenti ripetuti:

FORZA E CARICO DA VALUTARE PER AMBEDUE LE MANI	Nessuna resistenza (meno di 2 Kg di carico e forza intermittente)	+ 0
	2-10 Kg di carico intermittente	+ 1
	2-10 Kg di carico statico o ripetuto	+ 2
	> 10 Kg di carico statico ripetuto e/o a colpi	+ 3
USO MUSCOLARE	Postura principalmente statica, mantenuta per più di 1 minuto	+ 1
	Azioni ripetute per più di 4 volte al minuto	+ 1

Determinazione fattori integrativi delle posture

Come si è detto precedentemente, l'addetto esercita una forza F obliqua al cassonetto, tale forza sarà frutto di una componente verticale (F_v) ed una orizzontale (F_o). Inoltre, per poter svolgere l'attività di movimentazione, il cassonetto viene ruotato su di un asse passante per il centro delle due ruote, sbilanciandolo così di un angolo $\alpha=19^\circ$ per il cassonetto da 240 Lt, mentre di un angolo $\alpha=25^\circ$ per quello da 360 Lt. La forza verticale quindi, comprende anche la componente necessaria a non far cadere a terra il cassonetto in quanto ruotato dell'angolo α rispetto al terreno. Come sappiamo, le forze legate alla movimentazione dei cassonetti, ne sono due: quella Iniziale (F_I) e quella di Mantenimento (F_M). Si è visto che F_I è superiore a F_M , a tal proposito, per la determinazione dei fattori integrativi si fa riferimento alla componente verticale di tale forza (F_{vI}), in quanto essa assumendo un valore più elevato, va ad impattare maggiormente sullo sforzo complessivo. A tal proposito si ha:



	Sub-Task 2 -> TRAINO				Sub-Task 4 -> SPINTA			
	FI [N]	FvI [Kg]	FM [N]	FvM [Kg]	FI [N]	FvI [Kg]	FM [N]	FvM [Kg]
Carta e Cartone	79,46403	3,67872	65,22861	3,019703	28,63333	1,325556	23,08333	1,06862323
Indifferenziato	137,2397	6,353393	112,6541	5,215227	28,63333	1,325556	23,08333	1,06862323
Organico	194,5582	9,006907	159,7045	7,393382	20,99778	0,972074	16,92778	0,78365704
Plastica	58,98406	2,730617	48,41748	2,241446	28,63333	1,325556	23,08333	1,06862323
Vetro	88,35226	4,090192	72,52457	3,357463	20,99778	0,972074	16,92778	0,78365704
Lattine e Barattolame	39,33271	1,820874	32,28653	1,494678	20,99778	0,972074	16,92778	0,78365704

Come è possibile vedere dalla tabella, tutte le tipologie di rifiuti eccetto quella relativa alle Lattine e al Barattolame, richiedono all'operatore di esercitare una forza verticale superiore a 2 Kg in maniera intermittente. A tal proposito, da qui in avanti occorre analizzare separatamente tali cicli da quelli relativi alla raccolta del Barattolame, in quanto il punteggio associato alla forza esercitata, essendo superiore, comporta un peggioramento del punteggio finale. Si riportano di seguito i punteggi relativi ai fattori integrativi:

FATTORI INTEGRATIVI PER LA POSTURA DEGLI ARTI SUPERIORI

Traino (Carta, Indifferenziato, Organico, Plastica, Vetro) -> **(+1)**

Traino (Lattine e Barattolame) -> **(+0)**

Spinta -> **(+0)**

FATTORI INTEGRATIVI PER LA POSTURA DEGLI ARTI INFERIORI

Traino (Carta, Indifferenziato, Organico, Plastica, Vetro) -> **(+1)**

Traino (Lattine e Barattolame) -> **(+0)**

Spinta -> **(+0)**

I fattori integrativi così individuati permettono di determinare i punteggi C e D nel seguente modo:

Punteggio postura A	+	Uso muscolare	+	Uso forza	=	Punteggio C
Punteggio postura B	+	Uso muscolare	+	Uso forza	=	Punteggio D

PUNTEGGIO C

Traino (Carta, Indifferenziato, Organico, Plastica, Vetro) -> **4**

Traino (Lattine e Barattolame) -> **3**

Spinta -> **2**

PUNTEGGIO D

Traino (Carta, Indifferenziato, Organico, Plastica, Vetro) -> **4**

Traino (Lattine e Barattolame) -> **3**

Spinta -> **2**

3 – SVILUPPO DELLA SCALA DEI LIVELLI DI AZIONE:

La terza fase di sviluppo del metodo RULA permette di individuare un unico punteggio finale ottenuto dalla correlazione di tutti i punteggi raccolti nelle fasi precedenti. Tale valore rappresenta l'obiettivo del metodo, permettendo di individuare le priorità delle situazioni di rischio. Il punteggio finale è fissato su una scala di valori da 1 a 7, è basato sul rischio di lesione stimato a causa di sollecitazioni muscolo scheletriche ed è determinato dal confronto dei punteggi C e D. Si riportano di seguito i valori ottenuti per le attività di movimentazione dei cassonetti:

Traino (Carta, Indifferenziato, Organico, Plastica, Vetro) -> **4**

Traino (Lattine e Barattolame) -> **3**

Spinta -> **2**

Inoltre, valutando la postura e il sovraccarico biomeccanico degli arti superiori dell'operatore alla guida del veicolo, possiamo sfruttare lo studio applicato alla metodologia di raccolta Porta a Porta adottando però un piccolo accorgimento. L'operatore all'interno del veicolo assume le medesime posture relative al caso studiato in precedenza, ma la differenza sostanziale risiede nel fatto che in questo caso è coinvolto anch'esso nella movimentazione manuale dei cassonetti, e quindi non si limita solamente a guidare il mezzo compattatore, ma scende ad ogni isola per compiere le azioni di traino/spinta. Ciò fa sì che la postura assunta, non è mantenuta per un tempo superiore ad 1 minuto, in quanto come si è visto precedentemente, l'operatore si trova a fare un'azione di movimentazione del cassonetto ogni 0,8951 secondi. Tale situazione fa sì che i punteggi C e D assumano valori inferiori al caso in cui l'operatore mantiene la medesima posizione per l'intero ciclo di raccolta. Si ottiene così un punteggio RULA pari a **2**.

E' possibile ora associare ad ogni ciclo di raccolta uno specifico punteggio, in maniera da poter confrontare il rischio a cui gli operatori sono soggetti in ciascun giorno lavorativo. Ciò permette di evidenziare la tipologia di rifiuto che più grava in termini di sovraccarico biomeccanico e di postura. Poiché a ciascun ciclo di raccolta può essere assegnato un unico punteggio rappresentativo, è consigliabile scegliere il Sub-Task caratterizzato dal punteggio peggiore, in quanto mostra una situazione di rischio più rappresentativa per quel turno lavorativo. In questo caso, tra le azioni di traino e quelle di spinta, la situazione peggiore è rappresentata dall'operazione di traino dei cassonetti dall'Isola Ecofil fino al compattatore. Azione che come visto assume un punteggio pari a 2 per il ciclo di raccolta relativo alle Lattine ed al Barattolame, e un punteggio pari a 3 per le altre tipologie di rifiuto. I risultati ottenuti, vengono riassunti nella seguente tabella:

Carta cartone Tetrapak	4
Vetro	4
Lattine e barattolame	3
Plastica	4
Indifferenziato	4
Organico	4

CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Attraverso il seguente capitolo si vuole mettere a confronto i risultati ottenuti dalla valutazione relativa alle attività di Movimentazione Manuale dei Carichi per ciascuno dei tre metodi precedentemente analizzati. Ciascun metodo di raccolta, per la relativa valutazione delle attività di MMC, fa riferimento a specifiche parti della norma ISO 11228. Nella tabella sottostante, si riporta in maniera sintetica per ciascun metodo di raccolta e per ciascuna tipologia di rifiuto il relativo indice di movimentazione utilizzato per quantificare il livello di rischio associato all'attività di MMC:

	PORTA A PORTA	STRADALE	ECOFIL
Carta e Cartone	VLI	Traino/Spinta	Traino/Spinta
	(ISO 11228 - 1)	(ISO 11228 - 2)	(ISO 11228 - 2)
Indifferenziato	VLI	Traino/Spinta	Traino/Spinta
	(ISO 11228 - 1)	(ISO 11228 - 2)	(ISO 11228 - 2)
Barattolame	LI		Traino/Spinta
	(ISO 11228 - 1)		(ISO 11228 - 2)
Plastica	LI	Traino/Spinta	Traino/Spinta
	(ISO 11228 - 1)	(ISO 11228 - 2)	(ISO 11228 - 2)
Vetro	VLI		Traino/Spinta
	(ISO 11228 - 1)		(ISO 11228 - 2)
Organico	Traino/Spinta	Traino/Spinta	Traino/Spinta
	(ISO 11228 - 1)	(ISO 11228 - 2)	(ISO 11228 - 2)

Facendo riferimento al metodo di raccolta Porta a Porta, si è visto che esso può essere scomposto in due Task distinti, quello relativo alla raccolta dei rifiuti presso il domicilio delle singole utenze (Task 1) e quello relativo alla raccolta della frazione organica presso le isole ecologiche stradali (Task 2). Per effettuare l'analisi ergonomica, si è fatto riferimento alla norma ISO 11228 parte 1 e parte 2, in quanto il Task 1 prevede le attività di sollevamento e trasporto dei contenitori raccolti nel domicilio delle singole utenze, mentre il Task 2 vede la presenza di attività di MMC quali traino e spinta del cassonetto da 240 Lt. La valutazione di tali attività richiede pertanto l'applicazione di due metodi differenti, uno relativo alla determinazione dell'Indice di Sollevamento (LI) e dell'Indice di Sollevamento Variabile (VLI), l'altro relativo al calcolo dell'Indice di traino/spinta attraverso le tavole di Snook e Ciriello. Gli indici ottenuti dai differenti metodi, pur facendo riferimento ad attività di MMC molto diverse fra loro, sono simili nella loro formulazione, ovvero tutti e tre sono ottenuti come rapporto tra lo sforzo richiesto all'operatore per compiere l'attività di movimentazione e lo sforzo raccomandato. Essi assumono un valore numerico maggiore di zero, il quale indica una presenza di rischio crescente mano a mano che l'indice assume valori superiori ad 1. Gli indici ottenuti per ciascun ciclo di raccolta vengono riassunti nella seguente tabella:

OPERATORI MASCHI

	Due Arti	Un Arto
Carta e Cartone	1,11	1,86
Indifferenziato	2,28	3,8
Barattolame	0,57	0,95
Plastica	0,55	0,91
Vetro	1,32	2,21
Organico	0,5	0,5

OPERATORI FEMMINA

	Due Arti	Un Arto
Carta e Cartone	1,39	2,32
Indifferenziato	2,85	4,75
Barattolame	0,71	1,18
Plastica	0,68	1,14
Vetro	1,66	2,76
Organico	0,8	0,8

Come si è precedentemente visto, per quanto riguarda la raccolta della frazione organica, due sono i Sub-Task nei quali avvengono le attività di MMC: lo spostamento del cassonetto verso il veicolo compattatore mediante azione di Traino e lo spostamento del cassonetto vuoto dal veicolo alla sede originaria, mediante azione di Spinta. Per entrambi i Sub-Task si sono calcolati gli indici di movimentazione sia per la Forza Iniziale sia per quella di Mantenimento. Poiché allo specifico ciclo di raccolta deve essere associato un unico valore rappresentativo del rischio, si è scelto di assegnare l'indice di movimentazione che assume il valore maggiore, in questo caso tale indice è rappresentato dalla Forza di Mantenimento relativa allo spostamento del cassonetto "pieno" dall'isola al compattatore. Gli indici assegnati agli altri cicli di raccolta invece, fanno riferimento al VLI e a LI, sia per i sollevamenti effettuati con entrambi gli arti sia per quelli effettuati con uno solo (che si è vista essere la modalità operativa riscontrata più frequentemente).

Per quanto riguarda invece il metodo di raccolta stradale, pur essendo presenti due diverse tipologie di cassonetti (240 Lt e 1100 Lt), per l'analisi ergonomica si fa riferimento alla norma ISO 11228 parte 1, in quanto l'operatore effettua in ciascuna isola stradale solamente operazioni di Traino/Spinta. I Sub-Task che vedono la presenza di attività di MMC sono: spostamento del cassonetto verso il veicolo compattatore (Sub-Task 2) e spostamento del cassonetto dal compattatore all' isola stradale (Sub-Task 4). Per entrambi i Sub-Task si sono calcolati gli indici di movimentazione sia per la Forza Iniziale (FI) che per quella di Mantenimento (FM). Dato che a ciascun ciclo di raccolta va assegnato un unico valore rappresentativo del rischio, anche qui come nel caso precedente, si è scelto di assegnare a ciascuna tipologia di rifiuto l'indice di movimentazione che assume il valore maggiore:

OPERATORI MASCHI

	Sub Task 2
<i>Carta e Cartone</i>	0,369400271
<i>Indifferenziato</i>	2,535268769
<i>Barattolame</i>	0
<i>Plastica</i>	0,222066172
<i>Vetro</i>	0
<i>Organico</i>	0,258491496

OPERATORI FEMMINA

	Sub Task 2
<i>Carta e Cartone</i>	0,543235692
<i>Indifferenziato</i>	3,728336426
<i>Barattolame</i>	0
<i>Plastica</i>	0,3265679
<i>Vetro</i>	0
<i>Organico</i>	0,413586393

Per quanto riguarda i cicli di raccolta che prevedono la movimentazione dei cassonetti da 1100 Lt (carta, indifferenziato e plastica) si è scelto come valore rappresentativo del rischio, l'indice di movimentazione relativo alla Forza Iniziale necessaria per spostare il cassonetto (pieno) dalla propria sede fino al veicolo compattatore (Sub-Task 2). Per quanto riguarda invece la raccolta della frazione organica, la quale prevede l'utilizzo di cassonetti da 240 Lt, si è scelto come valore rappresentativo l'indice di movimentazione relativo alla Forza di Mantenimento esercitata dall'operatore durante lo spostamento del cassonetto (pieno) dalla propria sede fino al veicolo compattatore (Sub-Task 2). I valori nulli riportati nelle tabelle fanno riferimento ai cicli di raccolta che prevedono l'utilizzo della campana. Tali cicli, non richiedono nessun tipo di movimentazione manuale da parte dell'operatore in quanto sarà il braccio meccanico montato a bordo del veicolo ad occuparsi dello svuotamento.

Infine per quanto riguarda la metodologia di raccolta che prevedere l'utilizzo delle Isole informatizzate Ecofil, si sceglie come valore rappresentativo del rischio in ciascuno dei cicli, l'indice di movimentazione relativo alla Forza di Mantenimento esercitata dall'operatore durante lo spostamento del cassonetto dalla propria sede fino al veicolo compattatore (Sub-Task 2):

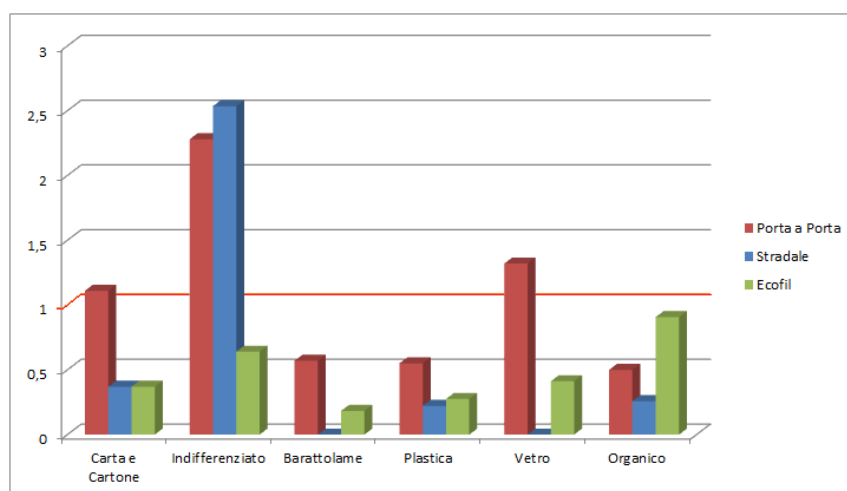
OPERATORI MASCHI

	Sub Task 2
Carta e Cartone	0,370406262
Indifferenziato	0,639716245
Barattolame	0,183341867
Plastica	0,27494282
Vetro	0,411837025
Organico	0,906895615

OPERATORI FEMMINA

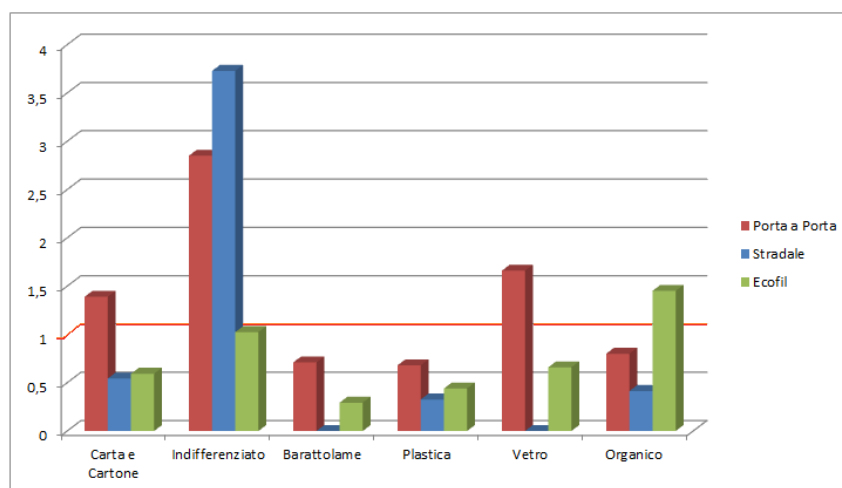
	Sub Task 2
Carta e Cartone	0,592650019
Indifferenziato	1,023545992
Barattolame	0,293346988
Plastica	0,439908513
Vetro	0,658939239
Organico	1,451032984

E' importante sottolineare che lo studio fa riferimento ad un particolare quartiere di Porto San Giorgio. Risultati diversi a quelli ottenuti, possono essere raggiunti se si analizza un quartiere differente, in quanto cambia la densità abitativa, gli itinerari di raccolta e la quantità di rifiuti prodotti per ciascuna tipologia. Nonostante ciascun metodo di raccolta sia caratterizzato da differenti indicatori di valutazione del rischio da MMC, è possibile effettuare un confronto tra loro in quanto ciascun indicatore, sia che si tratti di azioni di sollevamento o che si tratti di azioni di traino/spinta, è calcolato come rapporto tra lo sforzo effettivamente esercitato dall'operatore e lo sforzo raccomandato. Quindi, sia che si tratti di azioni di sollevamento, o che si tratti di azioni di traino/spinta, qualora l'indicatore assumesse un valore maggiore di 1, il livello di esposizione al rischio non risulta essere ACCETTABILE. E' ora possibile mettere a confronto le tre diverse modalità di raccolta dei rifiuti in maniera da mostrare quale fra le tre va a gravare maggiormente sugli operatori coinvolti:



Indici di movimentazione Operatori Maschi (Sollevamento con entrambe gli arti)

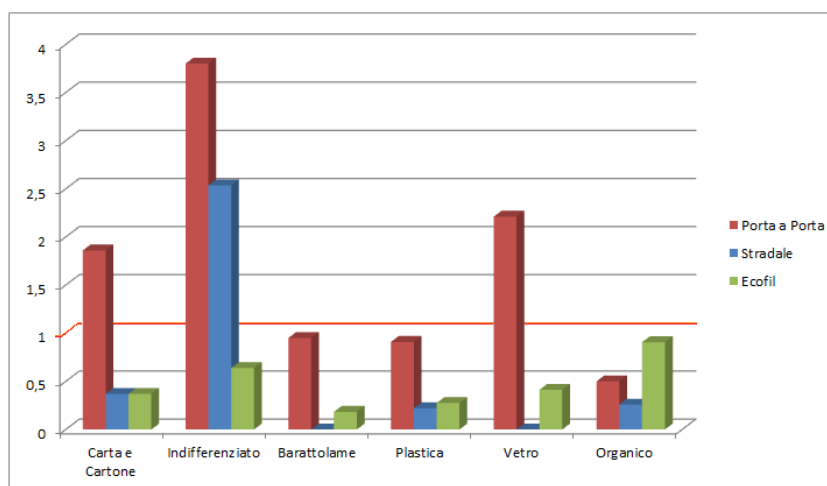
Nel grafico viene evidenziato (attraverso una linea di benchmark rosso) il livello di soglia per gli indici di movimentazione. Tale valore, pari ad 1, sta a significare che lo sforzo effettivamente esercitato dall'operatore è esattamente uguale a quello raccomandato. Esso rappresenta quindi il massimo livello di esposizione al rischio accettabile per la maggior parte della popolazione lavorativa in esame. Valori dell'indice superiore ad 1, indicano la presenza del rischio. Nel caso in cui l'indice di movimentazione assumesse valori superiori a 3 si è in presenza di attività assolutamente inadatte per la maggior parte della popolazione lavorativa in esame. Come si può osservare, gli indici di movimentazione relativi al metodo di raccolta Porta a Porta superano più volte tale valore di soglia. Valore di soglia che viene invece superato una volta soltanto (durante la raccolta della frazione indifferenziata) con il metodo Stradale, e che non viene mai superato dal metodo di raccolta con isole informatizzate Ecofil. In questa configurazione è semplice vedere come il sistema Ecofil sia il migliore tra i tre.



Indici di movimentazione Operatori Femmina (Sollevamento con entrambe gli arti)

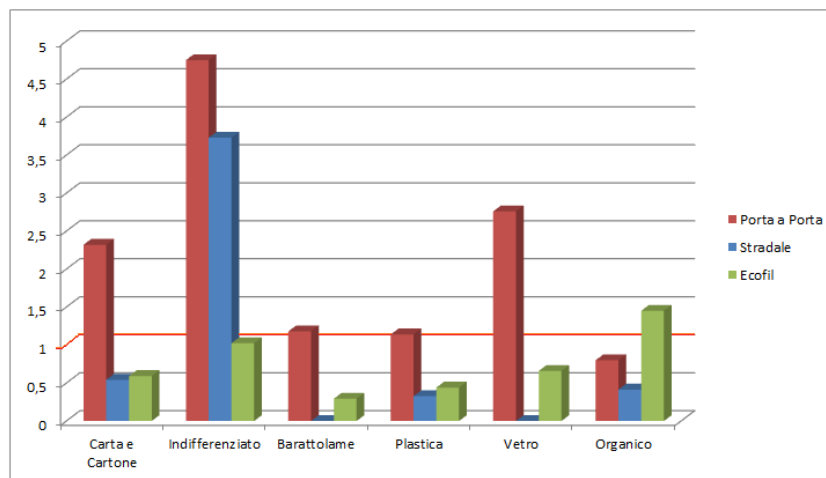
Nel caso in cui venisse considerata una popolazione lavorativa femminile, la situazione cambia leggermente rispetto alla precedente. Anche in questo caso, il metodo di raccolta Porta a Porta risulta essere il peggiore fra i tre analizzati. Sia il sistema Stradale che il sistema di raccolta mediante Isola Ecofil, vedono il superamento del massimo livello di rischio accettabile una sola volta. Se si mettono a confronto i due metodi, è facile capire che anche in questo caso il migliore tra i due è quello relativo all'isola Ecofil in quanto supera di poco il valore di soglia. Durante la raccolta dell'indifferenziato, il metodo Stradale vede un indice di movimentazione superiore a 3,7 il quale sta ad indicare una presenza del rischio molto elevata. Tale fenomeno è dovuto essenzialmente al fatto che essendo il suddetto metodo di raccolta privo di una qualsiasi forma di controllo sull'utente finale, ciascuna utenza tenderà a non separare le diverse tipologie di rifiuto durante il conferimento, facendo crescere esponenzialmente la quantità indifferenziata rispetto alle altre tipologie. Maggiori quantità di rifiuti portano ad un maggiore riempimento del cassonetto richiedendo sforzi eccessivi per la movimentazione. Attraverso il sistema Ecofil si riesce a bilanciare in maniera più equa lo sforzo dell'operatore evitando il fenomeno di alternanza tra sforzi esagerati e sforzi minimi.

Come ormai è noto, una tra le modalità operative di raccolta Porta a Porta più ricorrenti è quella relativa al sollevamento dei contenitori con un solo arto. Tale modalità peggiora notevolmente gli indici di movimentazione aumentando così il livello di rischio a cui gli operatori sono soggetti. Si riportano di seguito i grafici in cui si suppone che il sollevamento dei contenitori venga effettuato con un solo arto:



Indici di movimentazione Operatori Maschi (Sollevamento con un solo arto)

In tutti i cicli di raccolta che richiedono il sollevamento dei contenitori, l'indice assume valori superiori al valore di soglia o si avvicina molto ad esso. La raccolta della frazione organica, come si può vedere, non risente del cambiamento della modalità operativa in quanto, come ormai è noto, richiede l'attività di traino/spinta dei cassonetti da 240 Lt.



Indici di movimentazione Operatori Femmina (Sollevamento con un solo arto)

Nel caso in cui venisse considerata una popolazione lavorativa femminile, la situazione relativa al metodo di raccolta Porta a Porta è assai preoccupante, in quanto tutti i cicli che prevedono il ritiro dei rifiuti presso il domicilio delle singole utenze, superano di gran lunga il valore massimo accettabile. Nei giorni dedicati alla raccolta della frazione indifferenziata l'indice assume un valore addirittura pari a 4,75. Pertanto, dalle considerazioni effettuate è possibile dedurre che il metodo di raccolta che vede l'utilizzo delle Isole informatizzate Ecofil, e il migliore tra i tre.

Per quanto riguarda invece l'analisi relativa al sovraccarico biomeccanico degli arti superiori e della postura, occorre effettuare un ragionamento analogo a quello appena fatto per la valutazione delle attività di MMC. Si riportano di seguito per ciascuna tipologia di sistema di raccolta il relativo punteggio RULA associato:

PORTA a PORTA

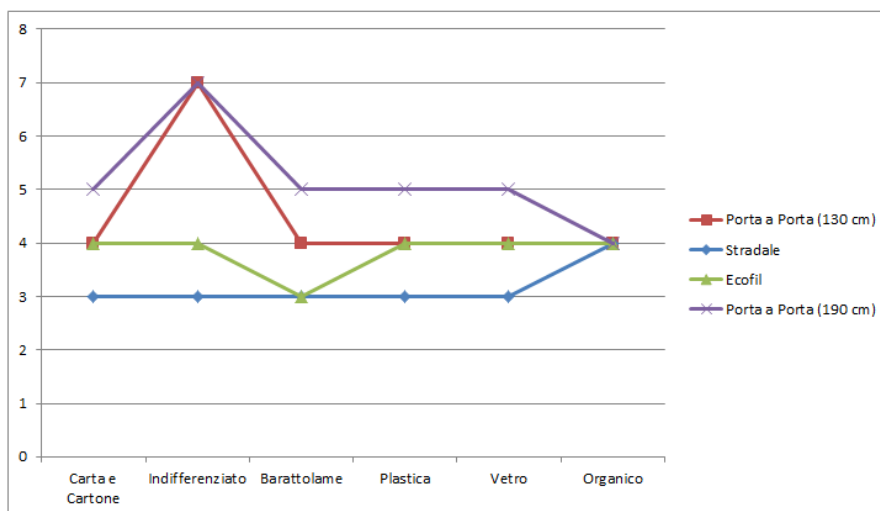
STRADALE

ECOFIL

	Portellone 130 cm	Portellone 190 cm
Carta e Cartone	4	5
Indifferenziato	7	7
Barattolame	4	5
Plastica	4	5
Vetro	4	5
Organico	4	4

Carta e Cartone	3
Indifferenziato	3
Barattolame	3
Plastica	3
Vetro	3
Organico	4

Carta e Cartone	4
Indifferenziato	4
Barattolame	3
Plastica	4
Vetro	4
Organico	4



Come si può osservare il metodo di raccolta Stradale è il migliore tra i tre in termini di sovraccarico biomeccanico degli arti superiori, in quanto assume un punteggio RULA complessivamente più basso rispetto agli altri due in ciascun ciclo di raccolta. Tale risultato è dovuto essenzialmente al fatto che, nonostante l'operatore si trovi a movimentare cassonetti più ingombranti e pesanti (1100 Lt) essendo dotati però di 4 ruote, la forza verticale a cui le mani e le braccia dell'operatore sono soggette è nulla. Tale forza è responsabile principalmente della maggior parte delle patologie a carico della spalla e del rachide lombare. E' semplice vedere come nel giorno in cui il metodo Stradale prevede la raccolta della frazione organica, il punteggio sale di un punto. Tale circostanza è dovuta al fatto che nel seguente ciclo di raccolta l'operatore movimentata un cassonetto da 240 Litri, e in questo caso, essendo dotato di 2 ruote soltanto, la forza verticale impressa dal cassonetto sugli arti dell'addetto alla raccolta è diversa da 0, facendo aumentare il rischio di sovraccarico biomeccanico degli arti superiori. Tale discorso è valido anche per la metodologia di raccolta con isola Ecofil, dove i cassonetti movimentati vanno tutti ad imprimere una forza verticale sugli arti superiori dell'operatore diversa da 0. Per il ciclo di raccolta relativo al Barattolame, tale forza è inferiore rispetto agli altri cicli, per tale motivo l'indice RULA assume un valore più basso e pari a 3. Situazione critica è rappresentata dalla metodologia di raccolta Porta a Porta dove i punteggi assegnati alle posture assunte durante le operazioni di svuotamento dei contenitori nella vasca del compattatore assumono punteggi molto alti nel caso in cui non si faccia uso del portellone di carico laterale del veicolo. Come si può vedere, il ciclo di raccolta della frazione organica vede un punteggio più basso rispetto alle altre tipologie di rifiuto, ciò è dovuto essenzialmente al fatto che in questo turno l'operatore non effettua un'attività di sollevamento manuale dei contenitori, ma va a movimentare cassonetti da 240 Litri. E' possibile concludere che anche in questa tipologia di analisi, la raccolta Porta a Porta, da un punto di vista ergonomico risulta essere la peggiore fra le tre.

Nel caso della raccolta Porta a Porta si è visto che una fra le diverse modalità operative più frequenti, è quella in cui l'operatore solleva più contenitori alla volta, in generale tende a sollevare un contenitore per ciascun arto. In questa trattazione si è supposto che l'operatore movimentati un unico contenitore per volta. Un possibile lavoro futuro potrebbe essere quello di valutare il rischio associato a tale modalità operativa. Nella seguente trattazione si è supposto che la movimentazione dei cassonetti di 1100 Litri durante la raccolta stradale, venga effettuata da un unico operatore per mezzo di un'attività di spinta. Nella realtà dei fatti però, tale operazione viene effettuata da due operatori che spingono il cassonetto afferrandolo per le maniglie laterali. Tale modalità operativa, di frequente riscontro nella realtà, non può essere valutata per mezzo della norma ISO 11228 - 2 in quanto fra i requisiti per l'applicazione richiede espressamente che le operazioni di traino/spinta siano esercitate da un'unica persona. Un possibile lavoro futuro potrebbe essere quello di effettuare una valutazione del rischio per la relativa modalità operativa. I tre metodi di raccolta sono stati valutati facendo riferimento ad uno specifico quartiere, l'intero turno di lavoro degli operatori coinvolti nella raccolta, non si limita però solamente al suddetto quartiere, ma comprende un'area molto più vasta, un'area tale da coprire le sette ore lavorative tipiche degli addetti alla raccolta. Un possibile sviluppo futuro potrebbe essere quello relativo alla valutazione del rischio da MMC per un intero turno lavorativo.

BIBLIOGRAFIA

- M. Germani, A. Papetti, M. Scafà, M. Rossi “Analisi ambientale di differenti sistemi di raccolta rifiuti urbani” – Relazione Tecnica Univpm.
- A.Guercio “L’evoluzione del servizio di gestione rifiuti nell’ottica della sicurezza sul lavoro” Ambiente&Sicurezza – Il Sole 24 ore, n. 17, 2007.
- D’Orsi F., Narda R., Scarlini F., Valenti E. "La Sorveglianza Sanitaria dei lavoratori" EPC libri s.r.l. marzo 2006.
- Altamura B., Fioretti P., Frusteri L., Giovinazzo R., Guercio A., Principe B., Santucci P., Todaro N. “Aspetti tecnologici e rischi lavorativi in alcuni impianti di trattamento di rifiuti” – Atti dei Seminari di ECOMONDO – Rimini, 2003.
- G. Becker, W. Mathys, H. D. Neumann, H. Allmers, J. Balfanz “Risk to employees in garbage collection and transport from pathogen exposure” Schriftenr Ver Wasser Boden Lufthyg. 1999;104 :551-9.
- Guercio, P. Fioretti, L. Frusteri , Giovinazzo R., E. Incocciati, N. Todaro “La sicurezza per gli operatori della raccolta dei rifiuti e dell’igiene urbana” – INAIL, Edizione 2009.
- Battini, D. et al., 2011. “New methodological framework to improve productivity and ergonomics in assembly system design”. International Journal of Industrial Ergonomics, 41(1), pp.30–42.
- Dorevitch, S. & Marder, D., 2001. “Occupational hazards of municipal solid waste workers”. Occupational medicine (Philadelphia, Pa.), 16(1), pp.125–33.
- McLeod, F. & Cherrett, T., 2011. Waste Collection. In T. M. (Trevor M. . Letcher & D. A. Vallero, eds. Waste : a handbook for management. Burlington: Elsevier/Academic Press, pp. 61–76.
- Mora, C. et al., 2013. “Environmental and economic assessment for the optimal configuration of a sustainable solid waste collection system: a “kerbside” case study”. Production Planning & Control, 25(9), pp.737–761.
- Oxley, L., Pinder, A.D. & Cope, M.T., 2006. “Manual handling in kerbside collection and sorting of recyclables” HSL/2006/25, Harpur Hill, Buxton, Derbyshire.
- Safety Executive, 2017. “Fatal injuries arising from accidents at work in Great Britain 2017”.
- Silverstein, B., Adams, D. & Kalat, J., 2005. “Injured at work. What workers’ compensation data reveal about workrelated musculoskeletal disorders”, Olympia, WA.
- Slow Elisabeth, 2017. “Waste sector fatalities soar in 2016/17”.
- Sonesson, U., 2000. “Modelling of waste collection - a general approach to calculate fuel consumption and time”. Waste Management & Research, 18(2), pp.115–123.
- Teerijoa, N. et al., 2012. “Pneumatic vs. door-to-door waste collection systems in existing urban areas: a comparison of economic performance”. Waste Management, 32, pp.1782–1791.
- Waters, T., 1993. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. Ergonomics, 36(7), pp.749–776.

- L. Galinotti “ Da VDR da sovraccarico biomeccanico alla riprogettazione ergonomica nel settore della raccolta dei rifiuti”, 2018.
- 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); 1761-1770.
- 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.
- WATERS T .R., PUTZ-ANDERSON V., GARG A., FINE L.J. 1993. Revised NIOSH equation for the design and evaluation of manual lifting tasks. *Ergonomics* 36(7); 749–776.
- STEVENS E, VOS G, STEPHENS JP, MOORE J , 2004. Inter-Rater Reliability of the Strain Index. *Journal of Occupational and Environmental Hygiene*, 1(11); 745-751.
- O'SULLIVAN L, CLANCY P, 2007. Guideline threshold limit values (T LVs) for discomfort in repetitive assembly work. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing & Service Industries*. 17(5); 423-434.
- ARMSTRONG T .J., EBERSOLE M .L., FRANZBLAU A., ULIN S., WERNER R., 2006. The ACGIH TLV®: A Review of Some Recent Studies. In Eds. R Pikaar, E. Koningsveld, P. Settels; Meeting Diversity in Ergonomics. Proceedings of IEA 2006 Congress (Maastricht-NL), Elsevier Ltd, Amsterdam.

Link

www.epmresearch.org

www.iso.org