

**ALMA MATER STUDIORUM
UNIVERSITA' DI BOLOGNA**

SCUOLA DI INGEGNERIA E ARCHITETTURA
Sede di Forlì

Corso di Laurea in
INGEGNERIA MECCANICA
Classe LM-33

TESI DI LAUREA

in

Impianti Meccanici e Logistica Industriale LM

**"Progettazione del layout di un nuovo stabilimento
produttivo: Il caso Fiorini Industries S.r.l."**

CANDIDATO
Tommaso Fabbri

RELATORE
Prof. Alberto Regattieri

CORRELATORE
Prof.ssa Rita Gamberini

Anno Accademico 2014/2015

Sessione II

Indice

INTRODUZIONE.....	7
CAPITOLO 1:.....	9
IL PROBLEMA DEL LAY-OUT E I POSSIBILI APPROCCI OTTIMIZZANTI.....	9
1.1 – Il contesto aziendale odierno e la rilevanza del lay-out.....	10
1.2 – Le tipologie di lay-out	13
1.3 – L’approccio seguito: Logistic and Re-layout Program (LRP)	15
1.3.1 – Determinazione della sequenza di introduzione	18
1.3.2 – Ricerca della posizione di collocamento.....	20
1.3.3 – Analisi dei flussi in ottica control points	21
1.3.4 – Le funzioni obiettivo per la valutazione delle soluzioni.....	22
CAPITOLO 2:.....	25
L’AZIENDA FIORINI INDUSTRIES S.r.l.	25
2.1 - Storia dell’azienda	26
2.2 - Tipologie di prodotti.....	27
2.3 - I reparti di lavorazione.....	31
CAPITOLO 3:.....	35
ANALISI DELLA SITUAZIONE DI PARTENZA.....	35
3.1 – Analisi del mix produttivo	36
3.1.1– Analisi e diagramma di Pareto	37
3.2 – Analisi dei flussi dei materiali	41
3.2.1 – Individuazione e posizionamento dei <i>flow control points</i>	42
3.2.2 – Analisi quantitativa	45
3.2.3 – Definizione delle matrici <i>From-To</i> dei viaggi e delle distanze.....	46
3.3 – Le risorse impiegate per la movimentazione: mezzi e persone	52
3.3.1 – Il transpallet manuale ed elettrico	54
3.3.2 – Il carrello elevatore	54

3.4 – Valutazione tecnico-economica delle movimentazioni	55
CAPITOLO 4:.....	59
UNA NUOVA SEDE	59
4.1 - Il fabbricato.....	60
4.2 - Le piante	61
4.2.1 - Lo Stabilimento Produttivo	61
4.2.2 - Gli Uffici.....	62
4.2.3 Gli spogliatoi.....	63
4.3 Proposte di soluzioni di layout.....	63
4.4 - Proposte layout blocco 1.....	66
4.4.1 Proposta 1 blocco 1	67
4.4.2 - Proposta 2 blocco 1.....	71
4.5 - Valutazione economica proposte di layout.....	73
4.6 - Blocco 2.....	76
4.7 - Blocco 3.....	79
4.7.1 Proposta 1 blocco 3	81
4.7.2 - Proposta 2 Blocco 3	83
4.7.3 - Proposta 3 Blocco 3	85
4.7.4 - Proposta 4 Blocco 3	87
4.7.5 Comparazione economica Proposte Layout Blocco 3	89
4.8 - Layout Finale Produzione.....	90
4.8.1 - Calcolo delle aree disponibili	91
4.9 - Confronto Costi di Movimentazione OLD/NEW Layout	93
4.9.1 - Valutazione altri mezzi di movimentazione	95
CAPITOLO 5:.....	99
ANALISI AMBIENTALE: EMISSIONI CO ₂	99
5.1 - Calcolo emissioni CO ₂ per ogni mezzo di movimentazione interno.	100
5.1.1 - Calcolo emissioni CO ₂ per ogni KWh di energia elettrica acquistata	100

5.1.2 - Valutazione energetica dei mezzi di movimentazione	101
5.2 - Valutazione emissioni CO2	102
5.2.1 - Emissioni Layout AS-IS	102
5.2.2 Emissioni Layout To-Be	102
5.2.3 - Valutazione finale emissioni AS-IS VS TO-BE.....	104
CONCLUSIONI	105
BIBLIOGRAFIA	109
RINGRAZIAMENTI.....	111

INTRODUZIONE

La trattazione che segue riguarda la progettazione del nuovo layout per un nuovo stabilimento produttivo, in cui il gruppo Fiorini Industries S.r.l., in un'ottica di espansione e miglioramento dei parametri tecnici e dei flussi aziendali, si insedia lasciando la sua storica sede produttiva.

Questo bisogno nasce dall'impossibilità di espansione dello stabilimento odierno e dalla necessità di ridurre i costi di movimentazione dei materiali durante il ciclo di produzione.

La tesi si colloca in questo contesto di necessità di verificare le prestazioni del lay-out attuale, valutandone le problematiche e le criticità al fine di potere identificare delle valide soluzioni di layout per la nuova sede produttiva dal punto di vista tecnico-economico e ambientale.

Il CAPITOLO 1 è volto ad inquadrare il problema affrontato nella situazione odierna; mettendo in evidenza la rilevanza del lay-out. Viene poi spiegato in maniera approfondita l'approccio di progettazione seguito.

Al CAPITOLO 2 spetta la presentazione dell'azienda, della sua storia, della sua gamma di prodotti e dei suoi reparti di lavorazione. L'inquadramento aziendale è necessario al fine di capire le esigenze aziendali di cui si dovrà tenere conto durante lo svolgimento del lavoro.

Nel CAPITOLO 3 si procede con l'analisi della situazione attuale, recuperando i dati di input necessari alla determinazione del mix produttivo offerto al mercato, quindi con l'analisi dei cicli produttivi, dei flussi e delle risorse impiegate per le movimentazioni.

Il CAPITOLO 4 illustra il nuovo polo industriale del gruppo e presenta le alternative di Lay-out individuate, che vengono analizzate dal punto di vista economico per individuare il possibile saving economico annuo rispetto alla situazione attuale.

Per completezza di informazione vengono presentate anche aree che non vengono progettate tramite l'analisi tecnico economica (Blocco 2 e Uffici).

Il capitolo termina con la scelta del nuovo layout per la nuova sede, dove vengono studiati i saving annui in base ai mezzi di movimentazioni attuali e quelli implementabili.

L'ultima parte dell'elaborato, il CAPITOLO 5, valuta le emissioni di anidride carbonica dovute alle movimentazioni interne e valuta la possibile riduzione di emissioni di CO₂ con il nuovo Layout.

CAPITOLO 1:

IL PROBLEMA DEL LAY-OUT E I POSSIBILI APPROCCI OTTIMIZZANTI

La parte iniziale della trattazione è volta ad inquadrare il problema e la rilevanza del lay-out nella realtà aziendale odierna.

In questo capitolo si descrive l'importanza per le aziende di valutare la bontà del proprio lay-out, in quanto ad esso sono associati diversi aspetti aziendali sia di carattere impiantistico-tecnologico sia di tipo economico-gestionale.

Dopo aver descritto le diverse tipologie di disposizione del lay-out, viene spiegata dettagliatamente la soluzione che sarà impiegata nell'applicazione aziendale, con particolare riferimento al software utilizzato.

1.1 – Il contesto aziendale odierno e la rilevanza del lay-out

Il contesto aziendale di oggi, risentendo degli effetti della crisi economica globale, è contraddistinto da incertezza dei mercati, margini di redditività sempre più contenuti, maggiore competizione e normative sempre più stringenti. In un mercato sempre più esigente, che impone continue innovazioni di prodotto e di processo per abbassare i costi totali di produzione e alzare il livello di servizio ai clienti, assume quindi un ruolo cruciale e strategico lo studio e la razionalizzazione sistematica del lay-out. La necessità di ridurre al massimo i tempi di risposta e l'entità dei costi di trasporto interno spingono sempre più le aziende a verificare la bontà del lay-out esistente e ad individuare rapidamente possibili alternative per da assecondare le nuove esigenze.

Il processo di definizione del lay-out assume pertanto grande rilevanza in quanto rappresenta la sintesi di diversi aspetti aziendali di carattere:

- Impiantistico, come ad esempio i parametri tecnici degli impianti;
- Tecnologico, vale a dire le realizzazioni dei processi;
- Gestionale, le modalità e le politiche produttive;
- Economico e finanziario, in termini di convenienza economica e reperimento delle risorse.

La disposizione planimetrica (o lay-out) fissa il percorso dei materiali in lavorazione, condiziona l'entità e l'efficienza della manodopera, incide sulla capacità produttiva, condiziona l'utilizzazione dei macchinari degli impianti produttivi, influisce sull'utilizzazione dei terreni e dei fabbricati, concorre a determinare alti costi di spese generali.

E' chiaro quindi che la scelta e la disposizione planimetrica di tutti i mezzi, che incidono alla realizzazione del "prodotto", costituiscono un fattore di particolare importanza nell'economia aziendale.

I vantaggi che si possono ottenere con un nuovo lay-out sono notevoli, basti pensare che normalmente i materiali sono sottoposti a reali operazioni di trasformazione solamente per il 30/40% del tempo che intercorre tra il prelevamento da magazzino del materiale grezzo ed il versamento del prodotto finito a spedizione. Il restante 60/70% di questo tempo viene invece impiegato nei trasporti interni ed in attese di vario genere i cui costi

normalmente non vengono evidenziati da alcuna contabilità proprio perché non facilmente concretizzabili.

L'efficienza produttiva è influenzata anche dall'inadeguatezza dei mezzi predisposti per l'avanzamento dei prodotti tra le varie fasi di lavorazione. Eppure si tende a spendere capitali ed energie per ridurre con miglioramenti tecnologici il tempo produttivo trascurando invece il percorso produttivo. Questa dispersione di energie, che fa aumentare il costo del prodotto ma non il valore aggiunto, è il più delle volte dovuta a una poco razionale disposizione dell'impianto, a sistemi di trasporto poco efficienti, a discutibili criteri di deposito e stoccaggio (di materie prime, semilavorati e prodotti finiti) e ad una mancanza di una visione globale in merito alla sistemazione dei vari processi produttivi.

L'obiettivo diventa quindi abbattere questi costi inutili, che non contribuiscono ad incrementare il valore aggiunto del prodotto, con una più corretta disposizione planimetrica degli impianti e delle postazioni di lavoro. Uno studio più accurato del lay-out può portare infatti i seguenti risultati:

- Riduzione dei costi senza sacrificare fattori fondamentali come qualità e lead time;
- Aumento della produttività;
- Diminuzione degli sprechi, soprattutto di tempo, in particolare per il trasporto interno dei materiali;
- Riduzione delle immobilizzazioni del materiale impiegato.

La riorganizzazione planimetrica di un impianto industriale è un processo dinamico e continuo, in quanto sono proprio le esigenze dell'azienda che mutano continuamente nell'ottica temporale di lungo periodo. Per questo motivo viene considerato come un investimento di lungo periodo da monitorare ad intervalli regolari ed ogni qualvolta se ne manifesti l'esigenza oppure si modifichino le condizioni al contorno.

Gli obiettivi generali che si devono tenere presenti per sviluppare un nuovo lay-out, o una riprogettazione di una preesistente disposizione planimetrica, sono:

- *integrazione*: analisi integrata di tutti i fattori inerenti al lay-out, quali ad esempio i volumi di produzione, le ore disponibili di manodopera e dei macchinari, il numero di dipendenti, il ciclo produttivo e la relativa sequenza;
- *utilizzo*: analisi dell'effettivo utilizzo di impianti, macchine, persone ed aree di produzione;

- *flessibilità e versatilità*: facilità di riallocazione dei mezzi produttivi del lay-out e studio degli eventuali effetti che un'innovazione di processo può comportare sul prodotto finito;
- *compattezza, razionalità e convenienza*: compattare le fasi produttive per seguire una sequenza logica del flusso al fine di ridurre al minimo gli spostamenti di materiale e persone ed avere una disposizione più efficiente;
- *sicurezza*: adeguata protezione delle zone pericolose e corretta disposizione delle vie d'esodo e delle uscite d'emergenza.

Nel corso degli anni si è consolidato un approccio, formalizzato nella sigla *SLP* (*Systematic Lay-out Planning*), che prevede fundamentalmente le seguenti fasi:

- *Collezione ed analisi delle informazioni*, ad esempio sui tipologie di prodotto, volumi e processi produttivi, cicli di lavorazione, servizi necessari ed altre ancora in relazione alla fattispecie in esame;
- *Pianificazione del block lay-out*. Realizzazione di un lay-out configurato a blocchi, mantenendo la piena libertà di progettazione all'interno dei blocchi individuati;
- Determinazione del lay-out di dettaglio per ciascun blocco previsto;
- Realizzazione dell'impianto.

E' opportuno sottolineare l'importanza delle fasi di raccolta dei dati. Si tratta di un punto di partenza di fondamentale importanza nell'intera procedura. Un quadro informativo carente non fa altro che aumentare notevolmente la variabilità, peraltro già molto importante, del problema in esame e mettere in discussione la significatività delle conclusioni determinate. In questo senso il ricorso a database informatici ha reso più affidabile questa attività. Il punto centrale della procedura è la determinazione della posizione degli elementi che concorrono alla configurazione d'impianto.

1.2 - Le tipologie di lay-out ¹

La disposizione planimetrica delle macchine e delle attrezzature costituenti l'impianto industriale, in cui si realizza il processo produttivo, e degli impianti di servizio, che supportano le diverse fasi del processo, dipende innanzitutto dal tipo di prodotto (e quindi dal processo da seguire) e dal numero di prodotti da realizzare nell'unità di tempo (ovvero dalla potenzialità produttiva).

Il diagramma P-Q (vedi *figura 1.1*) permette di rappresentare i prodotti P sull'asse delle ascisse in ordine di potenzialità Q decrescente.

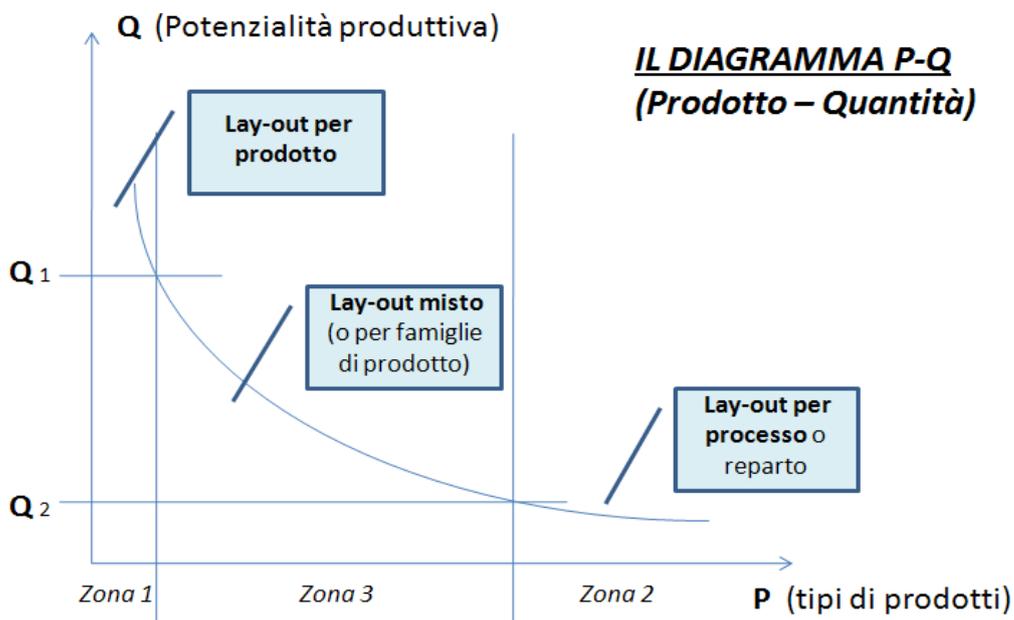


Figura 1.1 - Diagramma P-Q (Prodotto-Quantità)

I prodotti che ricadono nella *zona 1* sono eseguiti in grande quantità, quindi favoriscono i metodi di produzione di massa attraverso linee di produzione dedicate; si ottengono pertanto disposizioni di *lay-out per prodotto*, nelle quali la collocazione delle macchine e dei mezzi produttivi rispecchia la successione delle operazioni del ciclo tecnologico del prodotto.

I prodotti che ricadono nella *zona 2* sono eseguiti in quantità ridotte, quindi per questi non è economicamente fattibile la costruzione di linee dedicate a ciascuno di essi. Risultano quindi favoriti i metodi di produzione per reparti di lavorazioni omogenee o a punto fisso; si ottengono in questo caso:

¹ riferimento testi [1] e [2]

- a) *lay-out per processo (o per reparti)*, in cui le lavorazioni vengono eseguite in reparti caratterizzati da lavorazioni omogenee (esempio: reparto di tornitura, fresatura, ...);
- b) *lay-out a posizione fissa*, tipico per prodotti molto voluminosi e/o pesanti (navi, aerei, ...). In questo caso il prodotto rimane fermo al centro del lay-out e sono gli operatori ed i mezzi operativi che si muovono intorno ad esso, facendo confluire i componenti e le parti necessarie.

Nella *zona centrale 3* si ha una numerosità intermedia della gamma produttiva con corrispondenti valori intermedi di potenzialità. In questo caso la risposta tradizionale è un *lay-out misto*, ove vengono collocate linee produttive per i pochi prodotti a potenzialità più elevata o addirittura piccole linee che realizzano una parte del processo produttivo comune all'intera gamma, all'interno di un lay-out per reparti. La risposta più innovativa è quella, invece, di ricorrere all'aggregazione di più prodotti simili in famiglie. In questo modo la numerosità della famiglia diventa tale da giustificare una linea dedicata alla famiglia di prodotti (*lay-out per famiglie di prodotti*). La linea deve essere necessariamente flessibile in quanto lavora prodotti simili ma non uguali: si parla in questo caso di Group Technology o tecnologia per famiglia.

Riassumendo si possono distinguere le seguenti tipologie di lay-out:

- per prodotto ($Q > Q_1$);
- per processo (a reparti) o a postazione fissa ($Q < Q_2$);
- misto o per famiglie di prodotti ($Q_1 > Q > Q_2$).

La problematica della determinazione del lay-out, visto il grande numero di informazioni da trattare, ha avuto un grande impulso con l'introduzione degli elaboratori elettronici. Nel corso degli anni sono stati sviluppati diversi pacchetti software in grado di supportare le scelte del progettista implementando alcuni dei modelli e degli algoritmi sopracitati.

Attualmente lo stato del mercato e la crescente integrazione che si sta diffondendo a tutti i livelli richiedono un approccio maggiormente sistemico rispetto alla mera determinazione della dislocazione delle facilities.

Alla luce dell'analisi dei principali approcci automatici esistenti e continuando uno studio che ha portato alla realizzazione di un primo codice di calcolo, nonché sulla scorta dell'importante esperienza maturata nel corso degli anni, attraverso la sua applicazione in realtà industriali di tipologie differenti il dipartimento D.I.E.M. (Dipartimento di Ingegneria delle Costruzioni Meccaniche, Nucleari, Aeronautiche e di Metallurgia -

sezione Impianti) dell'Università di Bologna, ha delineato le specifiche operative per un programma che permetta il raggiungimento dell'obiettivo sopracitato.

Il prossimo paragrafo è volto ad illustrare l'approccio seguito, denominato L.R.P. (Logistic and Re-layout Program), mettendone in evidenza le principali caratteristiche e l'utilizzabilità di tale software nella pratica aziendale, come è accaduto all'interno della Fiorini Industries S.r.l..

1.3 - L'approccio seguito: Logistic and Re-layout Program (LRP) ²

L'obiettivo generale di questa piattaforma è quello di divenire un supporto rapido ed efficace, utilizzabile su calcolatori di largo impiego (gli attuali personal computer) per la progettazione del lay-out in piccole e medie aziende. Nel corso degli anni grandi software house hanno sviluppato complessi e costosi codici di calcolo per lo studio del lay-out, che però risultano spesso difficilmente acquistabili e utilizzabili da parte di piccole e medie aziende.

Si propone di superare il limite di un'analisi concentrata solamente su uno dei principali aspetti che intervengono nel plant lay-out e quindi analizzare in modo "integrato" e "flessibile" la questione del lay-out cercando di essere un supporto "multipurpose", cioè potenzialmente in grado di condurre un'analisi con ottiche differenti in modo da essere il più possibile adattabile alle diverse realtà in esame.

La piattaforma LRP è ad architettura modulare in modo da consentire una continua implementazione di nuove sezioni. Per il funzionamento minimo è necessario un modulo di istruzione del sistema; esso contiene le informazioni sull'eventuale area disponibile (l'utilizzo diretto di file CAD consente una rapida ed efficace analisi dello spazio). Sempre nel modulo di introduzione dei dati sono presenti le informazioni riguardanti i reparti produttivi quali le dimensioni, i *flow control points* (vale a dire i punti di scambio materiale all'interno di un reparto/attività, come ad esempio l'ingresso e l'uscita del materiale o il carico/scarico), afferenza di tali punti ai reparti/attività e quelle per le attività di servizio. In linea di principio il programma conduce un'analisi sia sul flusso dei materiali che sull'importanza dell'adiacenza fra le attività. Quindi in sede di input richiede informazioni sia sull'entità degli scambi di materiale che sui giudizi di vicinanza fra i vari reparti/attività. In questa sede la selezione della tipologia di distanza da

² riferimento testo [3]

impiegare (euclidea, rettangolare, preferenziale/attuale) e la scala della corrispondenza fra giudizio di vicinanza e punteggio rappresentano opzioni nella sopracitata ottica dello strumento flessibile. Il sistema deve essere in grado di importare questi dati dai principali pacchetti software disponibili attualmente sul mercato (ad esempio Microsoft Excel e Access). Questa possibilità consente di eliminare l'onerosa fase di introduzione *dal nuovo* dei dati in quanto le informazioni necessarie sono in genere già presenti, nei formati sopracitati, indipendentemente dalle necessità introdotte dall'uso del programma.

Nella figura 1.2 è rappresentato lo schema a blocchi della piattaforma LRP.

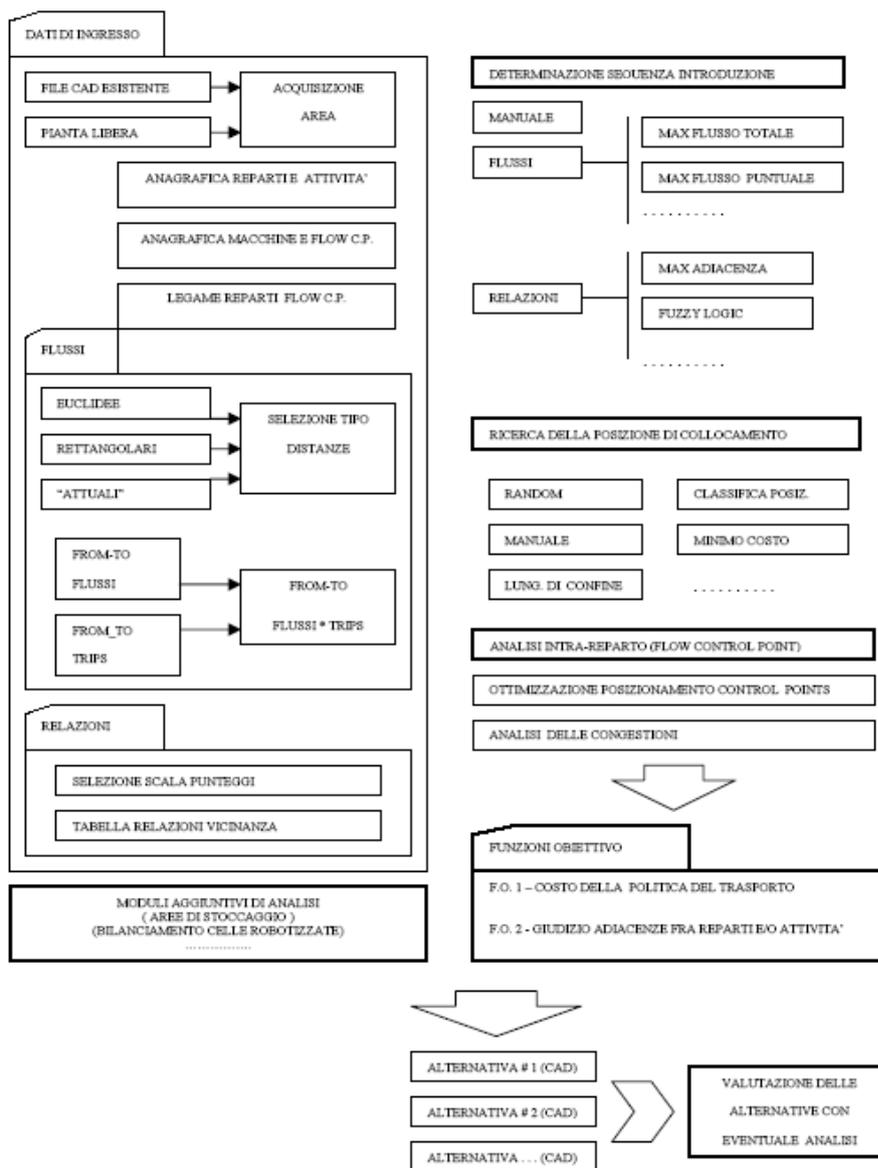


Figura 1.2 – Schema a blocchi della piattaforma Logistic and Re-layout Program (LRP)

A questo punto il sistema, al fine di giungere alla formulazione di alternative di lay-out valutabili con funzioni obiettivo costantemente aggiornate ad ogni passo della procedura

e di tipo diverso (concentrate sui flussi piuttosto che sulle relazioni ovvero a carattere multi criterio), procede attraverso le seguenti fasi:

- 1) Determinazione della sequenza ottimale di introduzione dei reparti produttivi e delle attività di servizio;
- 2) Ricerca del miglior posizionamento del reparto da introdurre sulla pianta;
- 3) Analisi dei flussi in ottica *control points*, cioè spostamento dell'analisi in ottica intra-reparto per la determinazione della configurazione ottimale del reparto stesso e di una stima più corretta del costo della politica del trasporto.

Occorre fin da subito osservare l'estrema rilevanza della scelta della sequenza dei reparti da introdurre. In effetti rappresenta lo studio completo del problema: i reparti vengono posti tutti sullo stesso piano e analizzati in modo sistematico, senza pregiudizi.

La seconda fase, cioè la ricerca della collocazione ottimale, segue la scelta della sequenza ed è da essa condizionata; si tratta quindi di un problema vincolato a meno che non si introducano dei complicati algoritmi di analisi che svincolino il posizionamento dalla configurazione corrente e realizzino un continuo arrangiamento delle posizioni relative.

L'esperienza ha mostrato come la scelta della corretta lista di introduzione snellisca notevolmente la ricerca della soluzione migliore ove non sia l'unico modo per consentirla. Inoltre si può notare come gli algoritmi di scelta del posizionamento, basati sull'analisi della situazione corrente, migliorino le proprie prestazioni con il crescere della frazione di flussi (o dei giudizi di vicinanza se si è in realtà a scarsa presenza di movimentazioni) presenti.

Di conseguenza risulta importante individuare sistemi per la generazione delle entry lists che privilegino questo aspetto.

Comunque in tutti i passi della procedura citata, vista la grande varietà della problematica lay-out e quindi l'incapacità da parte dei sistemi automatici di condurre un'analisi esauriente, è assolutamente necessario mantenere la possibilità di intervento da parte dell'utente, quindi *l'interattività* dei metodi rappresenta un requisito imprescindibile.

Il sistema monitorizza la nascente soluzione attraverso un set di funzioni obiettivo. Nel rispetto di un approccio tradizionale si hanno il costo della politica annua del trasporto dei materiali e un giudizio complessivo basato sulle adiacenze. Si possono peraltro introdurre dei nuovi parametri di controllo come la linearità geometrica del lay-out generato, ovvero la possibilità di ulteriori espansioni. Infine si può configurare una funzione obiettivo multi-criterio che raggruppi, opportunamente pesati, più aspetti.

Ancora una volta il sistema è “aperto” nel senso che risulta in ogni momento istruibile con nuove funzioni obiettivo. Anche in questo caso i dati di output del sistema devono essere trattabili con sistemi CAD o CAD-compatibili in modo da garantire un’immediata fruibilità da parte dei soggetti poi responsabili delle fasi realizzative.

1.3.1 - Determinazione della sequenza di introduzione

Bisogna ricordare come una prerogativa di LRP sia la rapidità nel supportare le decisioni inerenti al plant lay-out. L’esperienza ha mostrato come la velocità e la bontà della soluzione finale siano strettamente legate alla scelta della sequenza con cui il sistema introduce i reparti/attività sulla pianta. In letteratura oltre alla classica introduzione manuale, completamente guidata dall’operatore, sono presentati differenti algoritmi di introduzione. L’esperienza maturata e un’analisi condotta su alcuni di questi hanno permesso l’individuazione di alcuni metodi tendenzialmente adatti a situazioni alternative.

Dato che il programma LRP agisce indifferentemente con i flussi dei materiali e con i rapporti di vicinanza (tradotti da valore letterale a valore numerico secondo una scala arbitraria fissata e modificabile dall’operatore) i metodi che saranno presentati possono avere come argomento l’entità dei flussi oppure l’entità delle relazioni fra attività.

In particolare, per la determinazione della sequenza di introduzione, si può scegliere tra i seguenti metodi:

a) Metodo del rapporto pesato

Dovuto a Bandelloni, Pareschi e Tucci [1]: in base a questo criterio, viene definito il seguente rapporto:

$$\Phi_i = \frac{\sum_j F_{ij}}{\sum_k F_{ik}}$$

dove

F_{ij} = flusso/legame di vicinanza del reparto *i-esimo* con i reparti *j-esimi* ancora da collocare;

F_{ik} = flusso/legame di vicinanza del reparto *i-esimo* con i reparti *k-esimi* già collocati.

Nel lay-out viene inserito il reparto/attività che presenta il valore minore del parametro Φ_i . Questo metodo trova un'applicazione soddisfacente nelle fattispecie ove il quadro dei flussi fra i reparti o le relazioni fra le attività sia bilanciato ed omogeneo. In caso contrario sono sperimentabili delle distorsioni dovute alla natura di rapporto di tale indice.

b) Metodo del valore massimo totale

Come reparto iniziale viene introdotto quello che presenta la massima somma del valore dei flussi/rapporti di vicinanza con gli altri.

$$\text{reparto iniziale} \Rightarrow \max \left(\sum_j F_{ij} \right)$$

Dove F_{ij} = flusso/legame di vicinanza del reparto *i-esimo* con tutti gli altri.

Successivamente ad ogni passo viene collocato il reparto/attività con il valore più elevato di Ω_i .

$$\Omega_i = \sum_t F_{it}$$

dove F_{it} flusso/legame di vicinanza del reparto *i-esimo* con i reparti *t-esimi* già collocati.

Questo criterio è adatto in situazioni ove il quadro dei flussi (o dei legami di vicinanza qualora venga applicato alle relazioni) è scarsamente bilanciato. Esso tende a preferire i reparti che *complessivamente* hanno un legame forte con quelli già introdotti. Il risultato è un rapida assegnazione della maggioranza dei flussi di materiali.

Questa metodologia ha mostrato un buon adattamento a realtà manifatturiere con forti confluente di materiali verso il montaggio o la confezione.

c) Metodo del valore massimo puntuale

In analogia al precedente assegna per primo il reparto/attività con il valore più alto del flusso/giudizio con ciascuno degli altri. Proseguendo la metodologia ricorsiva prevede la selezione del reparto/attività, non ancora inserito, con il flusso/giudizio più elevato rintracciabile nei legami con i reparti già allocati. Cioè viene scelto quel reparto che presenta il valor più elevato del flusso con un suo omologo (non necessariamente si tratta di quello che presenta la massima somma dei flussi con i reparti già posizionati).

Se il metodo precedente eseguiva valutazioni complessive questo è a carattere puntuale. Esso tende a preferire l'aggregazione di macchine che hanno un forte legame reciproco.

Può quindi essere valido nel caso in cui si stia valutando la possibilità di istituire delle isole di lavorazione.

d) Criteri di introduzione ibridi

Nel caso in cui la realtà in esame non presenti una netta prevalenza della movimentazione dei materiali ovvero delle vicinanze fra le attività si può ricorrere all'impiego di un criterio di introduzione *ibrido*.

Definendo:

$$\Theta_i = \sum_s F_{is} * R_{is}$$

dove:

F_{is} = flusso di vicinanza del reparto *i-esimo* con i reparti *s-esimi* già collocati;

R_{is} = legame di vicinanza del reparto *i-esimo* con i reparti *s-esimi* già collocati;

In questo caso ad ogni passo della procedura iterativa sono da preferire i reparti/attività *i-esimi* con il valore maggiore del parametro Θ_i .

Vista la natura arbitraria della scala delle relazioni (determinata dall'utente) il peso dei due fattori viene ad essere graduabile dall'operatore in relazione alla fattispecie in esame.

Un criterio multiplo di introduzione come quello riportato può rivelarsi molto utile in quanto da una parte, in realtà aziendali a grande intensità di movimentazione, affiancando le relazioni ai flussi permette di tenere in considerazione aspetti extratecnici (abilità professionali, esperienza degli operatori, normative vigenti, . . .), dall'altra permette di avere memoria del flusso anche ove siano prioritarie le relazioni. Occorre solo osservare come questo criterio trovi naturale applicazione in realtà che presentino entrambi gli aspetti senza che uno di essi sia predominante.

1.3.2 - Ricerca della posizione di collocamento

Una volta determinato il reparto o l'attività da introdurre si tratta di determinarne la collocazione fisica rispetto a quelli già presenti. Anche in questo caso sono implementabili differenti procedure, ad esempio il calcolo della maggiore lunghezza di confine, la determinazione di un giudizio di adiacenza, ed altri ancora. Peraltro è assolutamente necessario mantenere la possibilità di intervento da parte dell'operatore. Il software LRP procede alla valutazione della miglior posizione sulla pianta alla luce della

funzione obiettivo impostata, senza tenere in considerazione eventuali sovrapposizioni. Attraverso uno strumento, denominato *bussola*, viene fornita l'indicazione della direzione che permette lo scostamento minore dal valor minimo della funzione obiettivo (magari non permesso da questioni di sovrapposizioni con altri reparti oppure da aree comunque non disponibili).

1.3.3 - Analisi dei flussi in ottica control points

Uno degli aspetti più interessanti dell'approccio LRP riguarda la possibilità di avere 2 livelli di dettaglio su cui condurre l'analisi: lo scenario "reparti" e lo scenario "control points" dei flussi (vedi *figura 1.3*).

L'utente può definire dei reparti/attività all'interno delle quali vi sono dei punti noti di scambio di materiale con l'esterno. Tali punti possono per esempio rappresentare delle singole macchine all'interno dei reparti o ancora più specificatamente più punti di scambio di materiale da parte di una singola macchina. Dopo aver condotto una prima analisi del lay-out in logica reparti, cioè considerando il flusso afferente a tutti i control points presenti concentrato nel baricentro, tipica della maggioranza dei prodotti software esistenti, si procede ad una ottimizzazione del lay-out all'interno di ciascuna area reparto. Questo modo di procedere permette una rapida fase di individuazione di massima dell'architettura della pianta, evitando un elevato quanto inutile sforzo computazionale, per poi procedere ad un successivo affinamento all'interno delle singole macroaree. Questa seconda fase elimina una distorsione tipica dell'approccio per reparti, cioè la mancata valutazione dei flussi di materiali fra elementi dello stesso reparto e quindi consente una stima più veritiera dell'ammontare del costo della politica di trasporto.

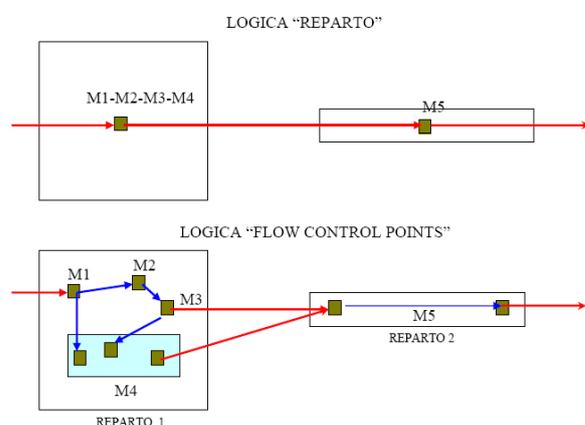


Figura 1.3 – Differenti logiche di funzionamento di LRP

Attraverso questa duplice modalità di funzionamento si giunge in maniera rapida alla definizione della configurazione di dettaglio delle singole aree. Inoltre consente la sagomatura delle aree in modo da conferire loro l'aspetto reale.

1.3.4 - Le funzioni obiettivo per la valutazione delle soluzioni

Durante la fase di creazione e poi in sede conclusiva di valutazione delle differenti alternative vengono effettuate delle valutazioni sulla "bontà" del lay-out generato mediante funzioni obiettivo (F.O.) opportunamente formulate. Esistono, in letteratura, diverse formulazioni: si tratta, in alcuni casi, di parametri singoli come il costo della politica annua dei trasporti, o un giudizio di vicinanza complessivo, oppure complicate funzioni obiettivo multicriterio.

A questo proposito l'esperienza maturata ha dimostrato come nella pratica industriale la definizione dei pesi con cui stimare i differenti aspetti sia problematica in quanto spesso si ha l'esigenza di abbinare dati oggettivabili (come ad esempio il costo di una movimentazione) con informazioni qualitative, magari filtrate dalla soggettività di chi le raccoglie (come ad esempio i giudizi di vicinanza o la facilità di future espansioni).

Per questo motivo la piattaforma LRP mantiene costantemente aggiornate in maniera indipendente due F.O., vale a dire il costo della politica annua di trasporto materiali ed il giudizio complessivo di vicinanza valutati fra tutte le coppie di control points di flussi già allocati ovvero fra tutte le attività piazzate:

$$F.O._1 = \text{costo politica di trasporto} = \sum_{ij} c_{ij} * z_{ij} * d_{ij}$$

$$F.O._2 = \text{giudizio totale di vicinanza} = \sum_{hk} R_{hk}$$

Con:

c_{ij} = costo per unità di lunghezza del trasporto fra i e j (€/m);

z_{ij} = numero di viaggi nell'unità di tempo (trips/anno);

d_{ij} = distanza fra i e j (m);

R_{hk} = valore numerico della relazione h-k all'interno dell'area di influenza.

Nel calcolo del giudizio di vicinanza fra attività è ragionevole pensare che vi sia correlazione, desiderata o indesiderata, anche fra aree non strettamente adiacenti. Per

questo motivo per la formazione dei giudizi di vicinanza di una particolare attività vengono sommati tutti i contributi apportati da quei reparti e da quelle attività che rientrano in una determinata *area di influenza*, fissabile dall'utente, rispetto all'attività in esame.

A questo punto l'operatore può effettuare valutazioni indipendenti sulla configurazione del lay-out in relazione al flusso dei materiali, direttamente esprimibile in termini monetari, o in base al giudizio di vicinanza, oppure in alternativa impiegare una combinazione di questi due da definire in relazione al caso reale.

Il software LRP fornisce uno strumento per un'ulteriore indagine: per ciascun reparto indica gli eventuali legami sopra un certo grado di desiderabilità (fissabile dall'utente) non presenti nell'area di influenza e gli eventuali legami sotto un certo grado presenti nell'area sopraccitata. Questo strumento consente di evidenziare in modo rapido eventuali anomalie, per esempio rispetto a prescrizioni inerenti la sicurezza o le normative.

Nei prossimi capitoli verrà dedicato ampio spazio all'applicazione aziendale svolta all'interno della Fiorini Industries s.r.l.. In tale realtà si è cercato di seguire le fasi previste dall'approccio del *Systematic Lay-out Planning*. Dopo aver raccolto le informazioni ed analizzato la situazione di partenza, si è passati alla pianificazione del block lay-out. Per fare questo è stato utilizzato come supporto il programma LRP appena descritto nelle sue caratteristiche.

Vista la particolarità dell'azienda in termini di disposizione planimetrica, va precisato che il software non è stato impiegato per individuare la sequenza ottimale di introduzione dei vari reparti, ma come ausilio per analizzare i flussi e le distanze tra i control points e valutare la funzione obiettivo al fine di minimizzare il costo della politica di trasporto tra le varie alternative individuate. Esse, come verrà spiegato nel seguito della trattazione, sono state proposte dal team di progetto e non sono state generate in modo automatico dal programma.

Nella *figura 1.4* è rappresentata la schermata del software per l'introduzione dei dati. E' stato possibile inserire la pianta del lay-out esistente in formato CAD, inoltre sono stati immessi i vari flow control points scelti e suddivisi per i reparti individuati. Per quanto riguarda le relazioni tra i reparti, vista la notevole prevalenza dei flussi rispetto alle attività di servizio, è stato scelto di assegnare la stessa scala di importanza per tutti i giudizi di vicinanza tra i vari reparti considerati. In questo modo è stato possibile far

prevalere i flussi dei materiali presenti nei fogli di origine-destinazione. Essi sono stati inseriti mediante le tabelle from-to create, mentre per quanto concerne i costi si è fatto riferimento a quelli che verranno spiegati in seguito nel capitolo 3.

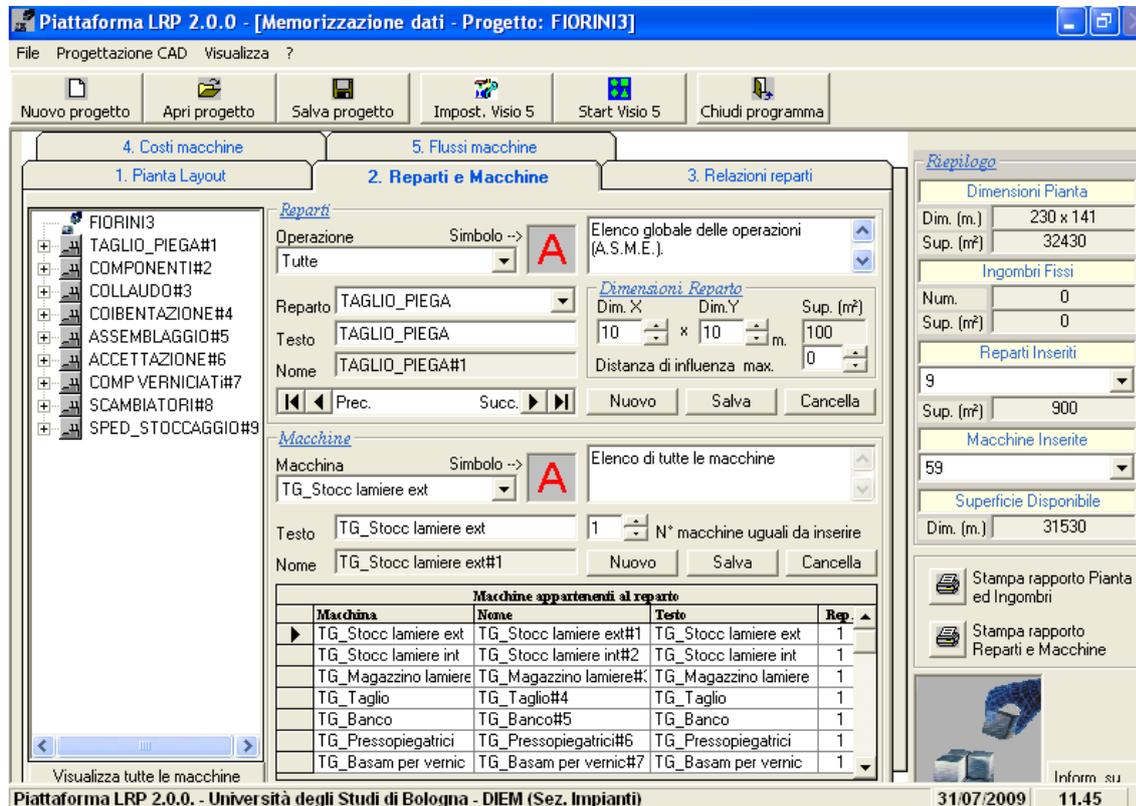


Figura 1.4 - Schermata di introduzione dati in LRP

CAPITOLO 2:

L'AZIENDA FIORINI INDUSTRIES S.r.l.

Il secondo capitolo è dedicato alla presentazione dell'azienda in cui si è svolto il progetto.

Dopo aver inquadrato il problema nella situazione industriale attuale ed aver illustrato da un punto di vista teorico i possibili approcci e la soluzione seguita, viene ora presentata l'azienda Fiorini Industries S.r.l., ripercorrendo brevemente la sua storia dalla fondazione fino ad oggi e descrivendo le principali tipologie di prodotti e i reparti attuali dedicati alla lavorazione dei materiali.

2.1 - Storia dell'azienda

Fiorini nasce nel 1979 per iniziativa del fondatore, Ing. Antonio Fabbri, come impresa individuale specializzata nell'installazione d'impianti solari e laboratori per energie alternative.

Nel 1982 inizia a progettare componentistica destinata al settore idro-termo-sanitario, pur mantenendo una forte matrice d'interesse per il settore rinnovabile.

Nel 1984 Fiorini, trasformatasi in Società in Nome Collettivo, produce bollitori e serbatoi d'accumulo per uso generico maturando una forte esperienza sulle tematiche e sviluppando una sua rete commerciale in Italia.

Nel 1989 Fiorini, inizia a produrre i primi scambiatori di calore a piastre ed i primi sistemi pre-assemblati destinati alla produzione d'acqua sanitaria ed allo stoccaggio e distribuzione d'acqua refrigerata per impianti di condizionamento.

Negli anni '90 queste ultime produzioni assumono un'importanza determinante nel panorama produttivo aziendale caratterizzandone l'immagine.

L'alta qualità dei prodotti, la loro unicità e la loro attualità hanno fatto sì che in breve tempo i sistemi di distribuzione d'acqua refrigerata, inizialmente destinati al mercato degli utilizzatori finali, venissero richiesti dalle maggiori case di produzione di condizionatori.

Negli anni 2000 Fiorini con un trend di crescita media annua superiore al 20% è divenuta società per Azioni ed ha conquistato la leadership europea di settore divenendo il primo produttore europeo di moduli idrici.

Nel 2011 la società, per una riorganizzazione aziendale, è divenuta una società a responsabilità limitata cambiando il nome in Fiorini Industries.

Per il futuro l'azienda, forte dell'esperienza maturata in più di trent'anni di attività, intende mantenere e consolidare il proprio trend di crescita concentrandosi su quella che è stata individuata come missione aziendale e fatta propria da dirigenti ed operatori ovvero la ricerca di prodotti innovativi di alta qualità, seguendo le esigenze di mercato.

2.2 - Tipologie di prodotti



Scambiatori di calore a piastre

Sono costituiti da una sequenza di piastre corrugate che creano due circuiti (primario e secondario), attraverso i quali vengono fatti scorrere i fluidi.

I due fluidi lambiscono le facce opposte di ciascuna piastra permettendo lo scambio di calore.

Gli scambiatori a piastre sono realizzati nelle versioni:

Ispezionabili: (*fig.2.1*) trovano impiego nei servizi di riscaldamento e raffreddamento generici ed in quelli di recupero di calore. Le corrugazioni di piastre contigue si toccano formando canalizzazioni frammentarie tali da far diventare i moti interni agli scambiatori stessi estremamente turbolenti; questo consente di ottenere coefficienti di scambio termico molto elevati.



Figura 2.1

Ciò permette di conseguire:

- grandi potenzialità di scambio termico con minimi ingombri e pesi ridotti.
- la possibilità di variare tale potenzialità semplicemente aggiungendo piastre.

Saldobrasati: (*fig.2.2*) trovano largo impiego nei servizi di riscaldamento e raffreddamento generici, per recupero di calore ed in generale laddove l'utenza richieda pressioni e temperature d'esercizio particolarmente elevate, fino a 30 bar e 195°C.



Figura 2.2

Il processo di brasatura che fissa il pacco piastre, in totale assenza di guarnizioni, permette di ottenere un prodotto con elevati scambi termici e ingombri molto ridotti.



Componenti per impianti di condizionamento

I **serbatoi per acqua refrigerata** (fig.2.3) sono stati progettati per risolvere il problema dell'inerzia termica negli impianti di condizionamento e refrigerazione.

L'aumento della capacità dell'impianto, ottenibile con l'adozione di un serbatoio, consente di ottenere vari benefici, tra cui:

- maggiore durata delle macchine frigorifere dovuta ad un minor numero d'avviamenti delle macchine stesse;
- maggiore economia d'esercizio dovuta alla possibilità di installare macchine frigorifere di potenza ridotta.

Ogni serbatoio è fornito d'attacchi di grande diametro e dimensionati per la circolazione d'acqua refrigerata. L'attuale gamma in produzione è suddivisa in più modelli che differiscono tra loro, oltre che per i vari trattamenti di protezione, anche per la geometria interna che permette un impiego diversificato a seconda delle varie esigenze impiantistiche.

Per sfruttare al meglio i benefici di un volano termico negli impianti di condizionamento e refrigerazione e per ridurre notevolmente i tempi d'installazione, Fiorini propone le **unità HPT e VKB** (figure 2.4 e 2.5).



Figura 2.4 - HPT



Figura 2.5 - VKB

Si tratta di centrali idrauliche complete di tutti i componenti indispensabili al corretto funzionamento del circuito idraulico per la distribuzione dell'acqua refrigerata e possono essere abbinate a tutti i refrigeratori d'acqua. Le unità sono racchiuse da una struttura portante che ha il basamento in acciaio verniciato, telaio e pannelli in alluminio, rendendo le unità installabili all'esterno.

L'ampia scelta di combinazioni pompa-accumulo consente di soddisfare ogni esigenza impiantistica.



Componenti per riscaldamento acqua sanitaria, bollitori ed accumuli

Gli **accumuli** Fiorini (*fig.2.6*) vengono utilizzati in tutti i casi in cui è necessario stoccare acqua calda sanitaria, specialmente quando la sorgente termica ha una bassa potenzialità rispetto al fabbisogno istantaneo dell'utilizzo oppure quando ha una produzione discontinua nel tempo.



Figura 2.6



Figura 2.7

I **preparatori rapidi** (*fig.2.7*) invece si basano sull'uso di scambiatori di calore a piastre abbinati a serbatoi d'accumulo ottimizzando il rapporto tra volume del serbatoio e capacità termica dello scambiatore.

Questa soluzione consente:

- la riduzione del volume d'accumulo e quindi delle dimensioni rispetto a sistemi tradizionali;
- maggiore rapidità nella produzione di un determinato volume d'acqua calda sanitaria;
- possibilità di personalizzare l'abbinamento tra volume d'accumulo e capacità termica dello scambiatore.

Altra tipologia è costituita dai **preparatori istantanei** (*fig.2.8*), unità in grado di produrre istantaneamente grandi quantità d'acqua calda ad una temperatura impostata dall'utente, rendono superfluo l'utilizzo di serbatoi d'accumulo.



Figura 2.8



Figura 2.9

Viene poi realizzata un'ampia gamma di **bollitori** (*fig.2.9*) progettati per produrre ed accumulare acqua calda ad uso sanitario.

La varietà di materiali utilizzati, la gamma di capacità, le tipologie di

scambiatori, permettono di individuare sempre la soluzione più idonea per ogni problema impiantistico.

Infine vengono realizzati **termoaccumuli** per gli impianti di riscaldamento, progettati per accumulare l'energia termica proveniente da diverse fonti di calore (caldaia a gas tradizionale, caldaia a legna, pannelli solari, pompa di calore, ...).

Vengono realizzati con acciaio di qualità, sono forniti di elevata coibentazione e dotati di attacchi per allacciamento diretto ad eventuali altre fonti di calore.



Autoclavi e serbatoi per acqua fredda

I **serbatoi per autoclave** (*fig.2.10*) sono progettati per impianti di sollevamento e distribuzione dell'acqua in pressione; hanno la funzione di costituire un polmone di acqua pressurizzata che, opportunamente dimensionato, serve a limitare il numero di avviamenti orari della pompa salvaguardandone il funzionamento.



Figura 2.10

Trovano ideale impiego nel garantire la distribuzione dell'acqua in rete ai piani più alti degli edifici sopperendo alle eventuali mancanze idriche degli acquedotti.



Figura 2.11

I **serbatoi di prima raccolta a pressione atmosferica** (*fig.2.11*) invece sono destinati alla raccolta d'acqua non in pressione; trovano ideale impiego negli impianti idrici, quando è possibile lavorare alla sola pressione derivante dal carico idrostatico dell'acqua in esso contenuta.

2.3 - I reparti di lavorazione

All'interno dell'azienda si possono distinguere i seguenti reparti/zone di lavorazione:

“Taglio laser”: è qui presente una macchina di taglio a tecnologia laser che ha lo scopo di tagliare le lamiere, di diversi spessori, prima delle successive lavorazioni, come ad esempio la piegatura o la calandratura. In tale zona si trovano anche un magazzino, dove vengono stoccate le lamiere, e un'area per la pulizia e la separazione delle lamiere in uscita dalla macchina.

“Piegatura”: in tale area vi sono 3 presso-piegatrici di diverso carico a seconda delle dimensioni su cui devono lavorare. Esse deformano le lamiere applicando delle forze per ottenere determinate forme, ma anche per conseguire un irrigidimento della struttura.

“Officina”: in tale reparto vengono eseguiti diversi tipi di lavorazione meccanica.

Per quanto riguarda la *calandratura* della lamiera metallica, le calandre utilizzate per questa lavorazione possono essere dotate di tre o quattro rulli ad assi paralleli disposti in modo tale che il foglio di lamiera, per passare tra di essi, segua una traiettoria circolare, il cui raggio di curvatura si regola agendo sulla posizione reciproca dei rulli. Si ottengono così forme coniche o cilindriche. In particolare sono presenti 2 tipologie di calandre: manuale per le lamiere da cui si otterranno i serbatoi di capacità in genere superiore ai 200 litri, automatica per la lavorazione di lotti maggiori di lamiere da cui si avranno i serbatoi di capacità minore di 200 litri.

Per quanto riguarda la *saldatura* sono presenti invece 5 box. In essi si eseguono le lavorazioni più particolari come ad esempio la saldatura di tubi o di serbatoi relativi a particolari famiglie per le quali si vuole una qualità maggiore rispetto a quella ottenibile rivolgendosi all'esterno.

Inoltre vi è una zona dedicata all'*aggiustaggio*, in cui si possono trovare le seguenti macchine utensili: un tornio, una fresatrice, una smerigliatrice, una rovatrice, una sega, un trapano, una filiera, ed una “spara – prigionieri”.

“Collaudo e verniciatura”: in questo reparto avviene il collaudo del serbatoio col seguente ciclo:

- il serbatoio viene tappato (tappi filettati con canapa);
- collaudo ad aria compressa o acqua;
- lavaggio con acqua e sapone per eventuali perdite;
- segnalazione delle eventuali perdite;
- nuova saldatura delle eventuali perdite;
- nuovo collaudo ad aria compressa (iterativo).

Una volta passato il collaudo, sempre in questo reparto, avviene la fase di verniciatura liquida del serbatoio, nell'apposita cabina. Tale operazione è eseguita manualmente da un operatore tramite apposita pistola.

“Coibentazione”: i serbatoi collaudati giungono in tale reparto dove vengono coibentati. La coibentazione è una tecnica con cui isolare due sistemi aventi differenti condizioni ambientali, in modo che non si scambino calore. I materiali impiegati per la coibentazione termica sono i cosiddetti materiali termicamente isolanti, ovvero caratterizzati da una bassa conducibilità termica. In questo reparto sono presenti dei cavalletti a rotazione manuale sui quali, dopo la stesura del collante col pennello, viene applicato il materiale isolante. Tale materiale cambia a seconda dell'utilizzo del prodotto: si utilizza l'isolene per i serbatoi ad acqua refrigerata, mentre il polietilene per i componenti per il riscaldamento dell'acqua sanitaria (bollitori ed accumuli).

Per i prodotti appartenenti alla categoria termo-idraulica tali materiali vengono ulteriormente ricoperti con uno strato di simil-pelle, appositamente cucito, per conferire un migliore aspetto estetico. Per questo motivo vi sono anche delle macchine da cucire industriali e dei banchi per il taglio del materiale. Inoltre è presente una imballatrice per i prodotti finiti in uscita da tale reparto.

“Assemblaggio”: rappresenta la zona più grande dell'azienda. Infatti, la maggior parte dei prodotti in uscita dalla coibentazione non sono finiti ma richiedono ulteriori fasi di lavorazione, come ad esempio il montaggio della parte idraulica o del quadro elettrico, che avvengono in tale reparto. In esso sono presenti un'isola di lavoro, dedicata ai

componenti che richiedono una sola lavorazione, e quattro linee di assemblaggio suddivise a seconda delle dimensioni dei prodotti. A monte delle linee lavorano idraulici specializzati che eseguono il montaggio idraulico dei componenti. Il semilavorato ottenuto viene caricato sulle linee dove si susseguono le fasi di coibentazione, montaggio elettrico e montaggio lamiera. A valle delle linee è presente un'imballatrice per tutti i prodotti in uscita da tale reparto.

“Scambiatori”: questo reparto è dedicato alla produzione degli scambiatori di calore a piastre precedentemente descritti. Vi si distinguono 2 differenti zone a seconda della dimensione dello scambiatore:

- per quelli più piccoli si utilizza una linea dedicata, dove vengono assemblati i fusti, i piatti con relative guarnizioni e le guide. L'accoppiamento è garantito dalle forze esercitate da una pressa posta a valle della linea.
- Gli scambiatori di dimensioni maggiori non vengono realizzati in linea, ma in una apposita isola di lavoro, servita tramite carroponte.

Per entrambe le tipologie viene quindi eseguito un collaudo ad acqua internamente al reparto.

CAPITOLO 3:

ANALISI DELLA SITUAZIONE DI PARTENZA³

L'analisi della situazione di partenza, presente all'interno dell'azienda, e il recupero dei dati d'input necessari, costituiscono la prima macro-fase del progetto svolto.

Si tratta di un punto di partenza di notevole importanza nell'intera procedura; infatti un quadro informativo incompleto non farebbe altro che aumentare la variabilità del problema in esame e compromettere la significatività dei risultati e delle conclusioni.

In questa fase iniziale si sono susseguite varie analisi che saranno approfondite nei prossimi paragrafi. In particolare si è studiato il mix produttivo offerto al mercato, sono stati analizzati i cicli di lavorazione ed i flussi di movimentazione, sono state esaminate le aree aziendali al fine di individuare le principali criticità nel flusso logistico-produttivo.

³ riferimento testo [4]

3.1 – Analisi del mix produttivo

Il primo passo dell'analisi della situazione iniziale presente in azienda è stato quello di studiare il mix produttivo offerto al mercato per poter individuare quali famiglie di prodotti hanno il maggior impatto (in termini di fatturato) sui flussi di materiale all'interno del processo produttivo.

L'elevato numero delle famiglie presenti in azienda, più di 80, ha infatti reso necessario esaminare la loro influenza in termini di fatturato.

Per questo motivo, si è deciso di partire dalla statistica di vendita dell'anno 2011 e creare una previsione di vendita per l'anno 2012 (*tabella 3.1*), dove sono riportate le seguenti informazioni:

codifica (accumuli acqua calda, bollitori, commercializzati, ...);

codice famiglia e descrizione;

Previsione percentuale di fatturato, relativo fatturato e progressione percentuale.

Famiglia	Budget 2012	%	% Progress.
300 - SCAMBIATORI ISPEZIONABILI	1.990.273,14	10,32%	10,32%
173 - AERMEC NRL 27-125	1.350.000,00	7,00%	17,32%
215 - SERBATOIO INERZIALE AC. HPT - SPF	1.255.004,05	6,51%	23,83%
107 - KTK	1.130.000,00	5,86%	29,69%
220 - TERMOIDRAULICA SPECIALE	1.202.934,75	6,24%	35,93%
444 - POMPE DI CALORE	761.602,14	3,95%	39,88%
138 - KIT HP	619.879,52	3,21%	43,09%
174 - AERMEC NRL 800-1800	550.000,00	2,85%	45,95%
113 - DAIKIN	490.000,00	2,54%	48,49%
303 - SCAMBIATORI SALDOBASATI	467.015,27	2,42%	50,91%
214 - SERBATOIO PER ACQUA REFRIGERATA	589.891,62	3,06%	53,97%
165 SOLARE-TERMICO	399.732,67	2,07%	56,04%
103 - IK CLIMAVENETA	350.000,00	1,82%	57,86%
140 - TUBAZIONI IK	348.000,00	1,80%	59,66%
157 - POMPE E CIRCOLATORI	338.232,52	1,75%	61,41%
206 - BOLLITORE (N-L-LX-PZ-WXP-WXB)	342.818,55	1,78%	63,19%
108 - RHOSS - SERBATOI	290.000,00	1,50%	64,70%
204 - ACCUMULO RAPIDO (AFK-AFKX-AFW-AFWX)	311.216,44	1,61%	66,31%
205 - GRUPPO SCAMBIO TERMICO (GSK)	474.632,69	2,46%	68,77%
110 - PA CLIMAVENETA	250.000,00	1,30%	70,07%
120 - TECHNIBEL	237.000,00	1,23%	71,30%
155 - PORCELLANATI	248.451,36	1,29%	72,59%
163 - KELVIN	215.000,00	1,11%	73,70%
125 - HPA	209.354,19	1,09%	74,79%
210 - TERMOACCUMULO (PFA/PFB/PFC)	338.956,09	1,76%	76,54%
CLIENTI NUOVI	250.000,00	1,30%	77,84%
109 - GRUPPO RC	182.000,00	0,94%	78,78%
159 - COMPONENTI VARI	224.917,32	1,17%	79,95%
211 - TERMOACCUMULO +PRODUZIONE SANITARIA	184.481,11	0,96%	80,91%
148 - INDUSTRIAL FRIGO	168.000,00	0,87%	81,78%
118 - EMERSON	166.000,00	0,86%	82,64%
NUOVI PRODOTTI	165.000,00	0,86%	83,49%
203 - SERB. ACCUMULO ACQUA CALDA (TK-TKX)	214.242,11	1,11%	84,61%
136 - MODULI VL	145.000,00	0,75%	85,36%
152 - KTK AQUATERMIC	145.000,00	0,75%	86,11%

Tabella 3.1 – Statistica previsione di vendita dell'anno 2012

3.1.1- Analisi e diagramma di Pareto

E' una metodologia utilizzata per individuare le cause più rilevanti nella situazione in esame e quindi le priorità d'intervento. In molte situazioni è stato empiricamente verificato che l'80% dei risultati dipende dal 20% delle cause.

Analizzando quindi le previsioni di vendite per l'anno 2012 è stato possibile determinare le poche famiglie che influenzano maggiormente il fatturato totale dell'azienda.

Dall'analisi svolta è risultato che circa il 70% del fatturato è determinato da 20 famiglie di prodotti (vale a dire circa il 24% delle famiglie), come si può evincere nella tabella 3.2.

Famiglia	Budget 2012	%	% Progress.
300 - SCAMBIATORI ISPEZIONABILI	1.990.273,14	10,32%	10,32%
173 - AERMEC NRL 27-125	1.350.000,00	7,00%	17,32%
215 - SERBATOIO INERZIALE AC. HPT - SPF	1.255.004,05	6,51%	23,83%
107 - KTK	1.130.000,00	5,86%	29,69%
220 - TERMOIDRAULICA SPECIALE	1.202.934,75	6,24%	35,93%
444 - POMPE DI CALORE	761.602,14	3,95%	39,88%
138 - KIT HP	619.879,52	3,21%	43,09%
174 - AERMEC NRL 800-1800	550.000,00	2,85%	45,95%
113 - DAIKIN	490.000,00	2,54%	48,49%
303 - SCAMBIATORI SALDOBASATI	467.015,27	2,42%	50,91%
214 - SERBATOIO PER ACQUA REFRIGERATA	589.891,62	3,06%	53,97%
165 SOLARE-TERMICO	399.732,67	2,07%	56,04%
103 - IK CLIMAVENETA	350.000,00	1,82%	57,86%
140 - TUBAZIONI IK	348.000,00	1,80%	59,66%
157 - POMPE E CIRCOLATORI	338.232,52	1,75%	61,41%
206 - BOLLITORE (N-L-LX-PZ-WXP-WXB)	342.818,55	1,78%	63,19%
108 - RHOSS - SERBATOI	290.000,00	1,50%	64,70%
204 - ACCUMULO RAPIDO (AFK-AFKX-AFW-AFWX)	311.216,44	1,61%	66,31%
205 - GRUPPO SCAMBIO TERMICO (GSK)	474.632,69	2,46%	68,77%
110 - PA CLIMAVENETA	250.000,00	1,30%	70,07%
120 - TECHNIBEL	237.000,00	1,23%	71,30%
155 - PORCELLANATI	248.451,36	1,29%	72,59%
163 - KELVIN	215.000,00	1,11%	73,70%

125 - HPA	209.354,19	1,09%	74,79%
210 - TERMOACCUMULO (PFA/PFB/PFC)	338.956,09	1,76%	76,54%
CLIENTI NUOVI	250.000,00	1,30%	77,84%
109 - GRUPPO RC	182.000,00	0,94%	78,78%
159 - COMPONENTI VARI	224.917,32	1,17%	79,95%
211 - TERMOACCUMULO +PRODUZIONE SANITARIA	184.481,11	0,96%	80,91%
148 - INDUSTRIAL FRIGO	168.000,00	0,87%	81,78%
118 - EMERSON	166.000,00	0,86%	82,64%
NUOVI PRODOTTI	165.000,00	0,86%	83,49%
203 - SERB.ACCUMULO ACQUA CALDA (TK- TKX)	214.242,11	1,11%	84,61%
136 - MODULI VL	145.000,00	0,75%	85,36%
152 - KTK AQUATERMIC	145.000,00	0,75%	86,11%
101 - GA-GLHM-AI CLIMAVENETA	140.000,00	0,73%	86,84%
147 - AERMEC NRL TUBAZIONI	140.000,00	0,73%	87,56%
142 - SERBATOI PIOVAN	130.363,11	0,68%	88,24%
115 - SERBATOI GALLETTI	127.000,00	0,66%	88,90%
106 - AERMEC SAP 1500/2500/3500	120.000,00	0,62%	89,52%
112 - SERBATOI AIRWELL	110.000,00	0,57%	90,09%
114 - SERBATOI UNIFLAIR	110.000,00	0,57%	90,66%
202 - SERBATOIO INERZIALE ACCES. VKB-VKPB	110.693,82	0,57%	91,23%
301 - SEMILAVORATI / RICAMBI SCAMBIATORI	134.348,54	0,70%	91,93%
156 - GREEN BOX	95.000,00	0,49%	92,42%
104 - IG CLIMAVENETA	84.000,00	0,44%	92,86%
XXX - MY CLIMA	81.000,00	0,42%	93,28%
153 - HIREF	80.000,00	0,41%	93,69%
144 - KIT ITELCO (VLS/H) (VLR)	70.000,00	0,36%	94,06%
176 - SERBATOI CLIMAVENETA	60.000,00	0,31%	94,37%
442 - PREPARATORI ISTANTANEI	53.805,87	0,28%	94,65%
116 - SERBATOI EMICON	50.000,00	0,26%	94,91%
121 - KIT ITELCO (SLS/H)	50.000,00	0,26%	95,17%
128 - KIT RIELLO	50.000,00	0,26%	95,42%
166 - EUROCHILLER	50.000,00	0,26%	95,68%
167 - KIT ITELCO AQT / AQW	50.000,00	0,26%	95,94%
212 - SERB. AUTOCLAVE (SCX-SCZ)(ACX-ACZ)	45.001,31	0,23%	96,18%

133 - BOX	43.508,82	0,23%	96,40%
131- MY CLIMA	48.464,61	0,25%	96,65%
172 - ELCO	37.000,00	0,19%	96,85%
150 - RHOSS - PBHI	35.000,00	0,18%	97,03%
207 - BOLLITORE SOLARE (S)	31.394,74	0,16%	97,19%
208 - BOLLITORE SOLARE INTEGRATO (SI)	35.821,79	0,19%	97,38%
168 - AERMEC NS	30.000,00	0,16%	97,53%
175 - SERBATOI HIDROS	30.000,00	0,16%	97,69%
154 - AERMEC NRC	25.000,00	0,13%	97,82%
306 - RESTO PRODOTTI	25.010,19	0,13%	97,95%
200 - SUPPLEMENTI E ACCESSORI	25.592,84	0,13%	98,08%
419 - BOLLITORI SERPENTINO FISSO	24.273,77	0,13%	98,20%
123 - KIT YORK	24.000,00	0,12%	98,33%
162 - GRUPPI DI POMPAGGIO PAVAN	24.000,00	0,12%	98,45%
213 - SERBATOIO PRIMA RACCOLTA (PRZ-PRX)	22.354,86	0,12%	98,57%
160 - TUBI KTK	20.000,00	0,10%	98,67%
170 - TUBAZIONI	20.000,00	0,10%	98,78%
177 - AERMEC NXV	20.000,00	0,10%	98,88%
209 - BOLLITORE INTERCAPEDINE (IPT-IPZ)	19.977,77	0,10%	98,98%
452 - KIT CONTROLLO	18.672,30	0,10%	99,08%
201 - SEMILAVORATI TERMOIDRAULICA	18.301,14	0,09%	99,18%
151 - TECNOCLIMA	15.500,00	0,08%	99,26%
178 - AERMEC NRP	15.000,00	0,08%	99,33%
500 - RIPARAZIONE CODICE	12.163,26	0,06%	99,40%
421 - SCAMBIATORI DI CALORE	11.842,66	0,06%	99,46%
141 - RICAMBI E ACCESSORI	13.881,02	0,07%	99,53%
171 - HIDROS	10.000,00	0,05%	99,58%
145 - EUROKLIMAT	9.600,00	0,05%	99,63%
134 - SAUNIER DUVAL	9.000,00	0,05%	99,68%
304 - CIRCOLATORI STANDARD	11.119,39	0,06%	99,74%
600 - COIBENTAZIONE	7.220,81	0,04%	99,77%
127 - EUROTERM	5.500,00	0,03%	99,80%
143 - GRUPPO POMPAGGIO PIOVAN	5.000,00	0,03%	99,83%
149 - RHOSS - TUBAZIONI	5.000,00	0,03%	99,85%
445 - COMPRESSORI	4.024,76	0,02%	99,88%
158 - FLANGE E GUARNIZIONI	3.855,24	0,02%	99,90%

424 - SCHEDE ELETTRICHE E CONTROLLI	3.388,13	0,02%	99,91%
412 - CIRCOLATORI E POMPE	3.367,37	0,02%	99,93%
409 - ORGANI DI INTERCETTAZIONE	2.330,29	0,01%	99,94%
105 - AERMEC 300/500 + GRUPPO POMPE NRA	2.000,00	0,01%	99,95%
111 - YORK - ITELCO (VECCHI)	2.000,00	0,01%	99,96%
161 - COLLETTORI PIOVAN	2.000,00	0,01%	99,97%
402 - MATERIALE PER SALDATURA - MANUTENZ.	1.457,53	0,01%	99,98%
305 - CIRCOLATORI ALTA EFFICIENZA	1.278,52	0,01%	99,99%
129 - GRUPPI G1-G2-G3-G4 TECNOCLIMA	1.000,00	0,01%	99,99%
423 - MATERIALE ISOLANTE E FILTRANTE	753,61	0,00%	100,00%
422 - STRUM.RILEV.REG.COMANDO E CONTROLLO	436,39	0,00%	100,00%
405 - TUBI DI RAME LAVORATI	157,35	0,00%	100,00%
401 - RACCORDERIA	25,99	0,00%	100,00%
Totale complessivo	19.283.123,33	100,00%	

Tabella 3.2 – Famiglie di prodotti per fatturato

I risultati raggiunti sono rappresentabili anche mediante il cosiddetto diagramma di Pareto (*figura 3.1*) che riporta l'andamento della distribuzione cumulata percentuale di un fenomeno (nel nostro caso il fatturato), una volta ordinati in senso decrescente gli elementi che contribuiscono alla distribuzione percentuale cumulata stessa. L'obiettivo del diagramma è proprio quello di rappresentare in modo efficace i dati più importanti per concentrare l'attenzione su di essi.

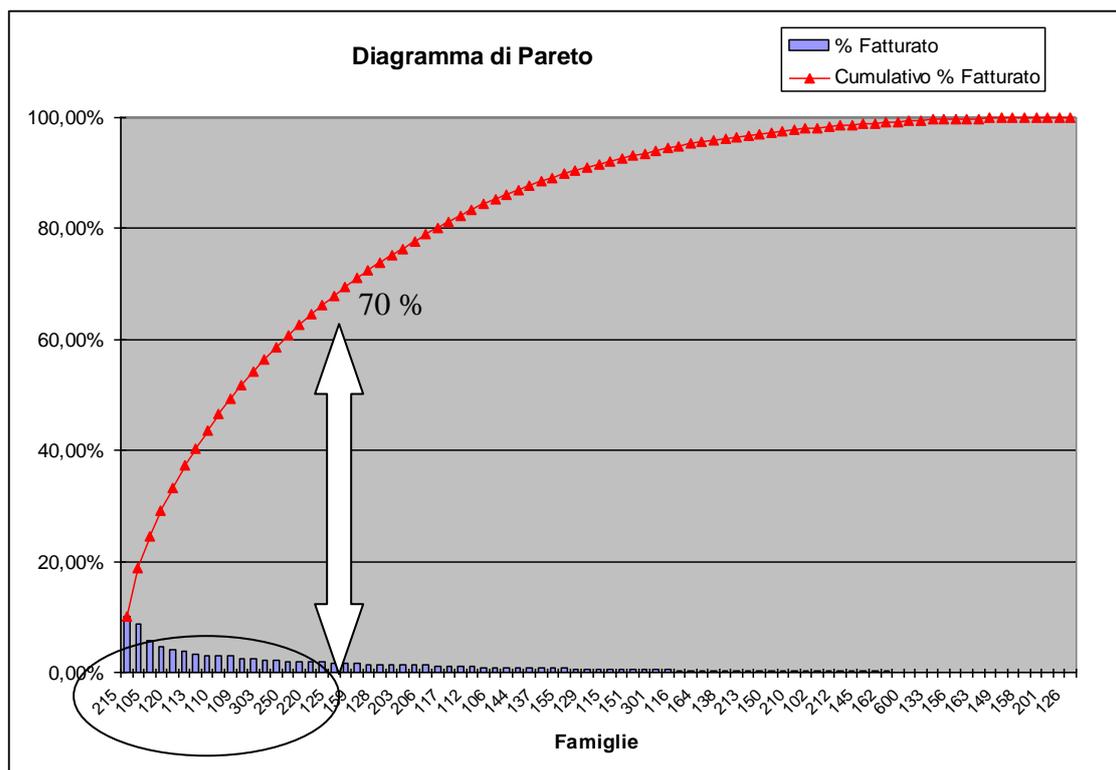


Figura 3.3 – Diagramma di Pareto

Nella scelta delle famiglie di prodotti da considerare per le analisi successive, oltre agli aspetti economici appena descritti (le 20 famiglie che generano il 70% del fatturato aziendale), si è tenuto conto anche di aspetti tecnici-produttivi, legati ad un particolare ciclo di lavorazione, e di aspetti strategici. Per questo motivo, in accordo con l'azienda, sono state considerate altre 6 famiglie particolari: 115, 118, 147, 148, 152 e 211.

Infine, insieme al responsabile di Produzione, per ognuna delle 26 famiglie scelte, si è individuato un codice prodotto, il più rappresentativo possibile dell'intera famiglia, sul quale poter poi condurre l'analisi dei flussi aziendali.

3.2 - Analisi dei flussi dei materiali

Lo studio dei flussi dei materiali è il punto di partenza per la razionalizzazione del sistema. L'obiettivo è ottenere, per i diversi prodotti caratteristici identificati nel paragrafo precedente, l'identificazione delle operazioni a valore aggiunto e a valore non aggiunto incluse nel processo produttivo. Si procede quindi, all'analisi delle operazioni a

non valore aggiunto a maggiore impatto sulle performance tecniche ed economiche del processo: le attività di movimentazione.

I flussi logistici-produttivi dei codici rappresentativi scelti sono stati studiati da un punto di vista quantitativo, determinando il numero di spostamenti tra i vari *flow control points* individuati, vale a dire i punti di passaggio fisico del materiale, come ad esempio il carico-scarico tra i vari reparti.

3.2.1 - Individuazione e posizionamento dei *flow control points*

Sulla base dei diagrammi di flusso costruiti studiando nel dettaglio i cicli di lavorazione per le diverse famiglie, il passo successivo è stato quello di definire quanti *flow control points* considerare e il loro posizionamento sulla pianta del layout. Infatti è necessario fissare dei punti precisi di passaggio fisico del materiale, ad esempio per le operazioni di carico e scarico, per poter poi analizzare dal punto di vista quantitativo gli spostamenti e il numero di viaggi che i vari mezzi di movimentazione (carrelli elevatori, transpallet,...) effettuano per trasportare i prodotti lungo il rispettivo flusso logistico.

Vista la complessità e la diversità dei cicli di lavorazione, nonché delle zone di stoccaggio la scelta dei *control points* ha subito varie modifiche prima di giungere al numero definitivo di 27 C.P. Per quanto riguarda il loro posizionamento sulla pianta, ove possibile si è individuato il punto preciso come ad esempio nel caso dei macchinari (macchina di taglio, presso-piegatrici, calandre,...), in altre situazioni è stato invece definito un baricentro o un punto intermedio come nel caso delle zone di stoccaggio presenti sia all'interno dei reparti sia all'esterno. Va specificato come la scelta di un punto preciso non rispecchi sempre quello che succede nella realtà, ma è sicuramente di grande utilità per le fasi successive dell'analisi e della valutazione tecnico-economica dei flussi di movimentazione.

Nel lay-out rappresentato in *figura 3.4* sono posizionati i vari *control points*, mentre la lista completa dei 27 C.P. individuati è riportata nella *tabella 3.5*, dove sono stati anche suddivisi per reparto / zona.

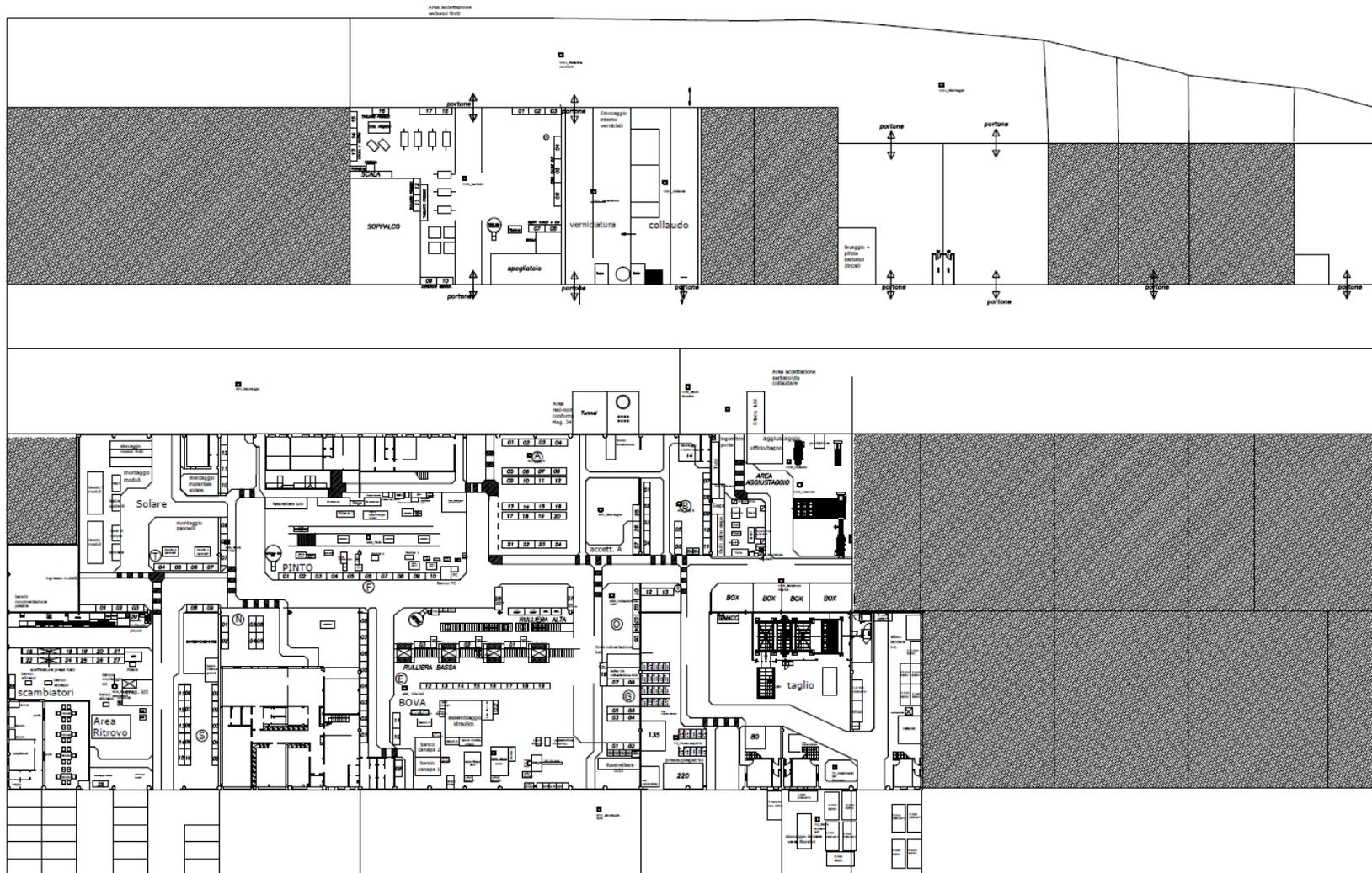


Figura 3.4 Layout di partenza con flow control points posizionati

1	TG_Stoccaggio lamiere ext
2	TG_Taglio
3	TG_Banco
4	TG_Pressopiegatrici
5	TG_Basamenti per verniciatura
6	COM_Stoccaggio Minuteria
7	COM_Calandra
8	COM_SoccaggioBiondini
9	COM_Collaudo
10	COM_Banco Saldatura
11	COL_Materiale verniciato
12	COL_Stoccaggio
13	COL_Collaudo
14	COL_Verniciatura
15	COIB_Serbatoi
16	ASS_Coib Tubi
17	ASS_Pinto
18	ASS_Bova
19	ASS_Linea coibentazione
20	ASS_Tubi collaudati
21	ASS_Stock Lamiere
22	ACC_Mag B
23	ACC_MagA
24	ACC_Stoccaggio
25	SCA_Reparto scambiatori
26	STO_Stoccaggio
27	STO_Tubi

Tabella 3.5 – Lista dei flow control points individuati

3.2.2 – Analisi quantitativa

In questa fase, considerando come riferimento ognuno dei flussi determinati all'interno dell'analisi qualitativa precedente, sono stati quantificati numericamente gli spostamenti tra i *flow control points*, cioè tra quei punti che sono stati identificati come passaggio fisico del materiale durante il proprio percorso produttivo.

3.2.2.1 – Calcolo degli spostamenti tra i *flow control points*

Il calcolo dei viaggi tra tutti i *flow control points*, per ogni famiglia in esame, è stata sicuramente una fase lunga e dispendiosa, in quanto vi era una grande varietà di casistiche; per questo motivo si è dovuto ricorrere a diverse considerazioni ed ipotesi vista anche l'importanza dei dati in questione.

Vediamo ora, attraverso alcuni esempi, come sono stati calcolati tali viaggi.

La definizione numerica di tali spostamenti ha tenuto conto innanzitutto dei dati relativi alle “vendite 2012”, definendo così i volumi produttivi per le diverse famiglie. Sono state poi fatte una serie di valutazioni; ad esempio, per ognuna delle aree aziendali in cui fosse possibile, si è definita con precisione la distribuzione percentuale di materiale alle diverse posizioni del medesimo reparto.

La maggior parte delle famiglie esaminate prevede la lavorazione della virola per ottenere il corrispondente serbatoio. Ovviamente a seconda della capacità del serbatoio, che può variare da 10 fino a 15.000 litri, cambia la grandezza e quindi il numero di serbatoi che possono essere trasportati su un pallet. Per questo motivo si è ipotizzata la seguente suddivisione delle capacità:

- < 80 litri: 8 serbatoi per pallet;
- ≥80 e ≤200 litri: 4 serbatoi per pallet;
- >200 e ≤500 litri: 3 serbatoi per pallet;
- >500 e ≤700 litri: 2 serbatoi per pallet;
- > 700 litri: 1 serbatoio per pallet.

3.2.3 – Definizione delle matrici *From-To* dei viaggi e delle distanze

La *from-to chart* (foglio di origine-destinazione) è un metodo di analisi dei flussi dei materiali applicabile quando il mix è caratterizzato da moltissimi prodotti/famiglie tra loro diversificati come nel caso in esame. Tali tabelle vengono anche utilizzate per registrare i valori di distanza tra i *control points* considerati. Ecco un esempio di *from-to* con 7 C.P. (tabella 3.4), dove i dati numerici all'interno rappresentano i viaggi all'anno. *Esempio*: da C.P. 1 a C.P. 2 vi sono 4 viaggi/anno.

DA / A (in viaggi/unità di tempo)	C.P.1	C.P.2	C.P.3	C.P.4	C.P.5	C.P.6	C.P.7
C.P.1		4					
C.P.2	13		2	15			45
C.P.3				15			
C.P.4					30		
C.P.5		30					
C.P.6							
C.P.7		66					

Tabella 3.6 - Esempio di *from-to* con 7 C.P.

I dati numerici calcolati precedentemente, riferiti ai viaggi/anno tra i C.P. interessati da uno scambio di materiale, sono quindi stati inseriti in opportune tabelle *from-to*, a seconda del differente mezzo di movimentazione utilizzato (carrelli elevatori, transpallet, ...) per gli spostamenti. In particolare, per ogni famiglia esaminata sono state costruite le seguenti *from-to*:

“*carrello elevatore*”, con i flussi movimentati con tale mezzo;

“*transpallet*”, con i flussi movimentati con tale mezzo;

“*uomo*”, per tenere conto degli spostamenti uomo;

“*aggregata*”, somma delle 3 precedenti.

Si riportano, come esempio, le *from-to* costruite per la famiglia 215 (vedi tabelle 3.7, 3.8, 3.9, 3.10). Per quanto riguarda le distanze tra i vari C.P. sono state calcolate quelle rettangolari, ovvero percorse in direzioni x e y ortogonali, in quanto, al contrario delle distanze euclidee che presuppongono un solo percorso, esse possono avere infiniti tragitti tutti caratterizzati dalla medesima distanza. Esse sono quindi state determinate sulla base dei reali percorsi di movimentazione seguiti dai mezzi, utilizzando come strumento il Cad. Nella tabella 3.14 sono riportate le distanze rettangolari, espresse in metri, tra i 27 C.P. considerati nell'analisi.

FAM 215 (CARRELLO ELEVATORE)	TG_Stoccaggio lamiere ext	TG_Taglio	TG_Banco	TG_Pressopiegatrici	TG_Basamenti per verniciatura	COM_Stoccaggio Minuteria	COM_Calandra	COM_StoccaggioBi ondini	COM_Collaudo	COM_Banco Saldatura	COL_Materiale verniciato	COL_Stoccaggio	COL_Collaudo	COL_Verniciatura	COIB_Serbatoi	ASS_Coib Tubi	ASS_Pinto	ASS_Bova	ASS_Linea colbenazione	ASS_Tubi collaudati	ASS_Stock Lamiere	ACC_Mag B	ACC_MagA	ACC_Stoccaggio	SCA_Riparto scambiatori	STO_Stoccaggio	STO_Tubi	SOMMA	
TG_Stoccaggio lamiere ext		111.630																										111.630	
TG_Taglio			111.630																										111.630
TG_Banco	140.121																												140.121
TG_Pressopiegatrici																													0,000
TG_Basamenti per verniciatura																													0,000
COM_Stoccaggio Minuteria																													0,000
COM_Calandra																													0,000
COM_StoccaggioBiondini																													0,000
COM_Collaudo																													0,000
COM_Banco Saldatura																													0,000
COL_Materiale verniciato																													280,242
COL_Stoccaggio												70,061																	70,061
COL_Collaudo																													0,000
COL_Verniciatura																													0,000
COIB_Serbatoi																													280,242
ASS_Coib Tubi																													0,000
ASS_Pinto																													280,242
ASS_Bova																													0,000
ASS_Linea colbenazione																													0,000
ASS_Tubi collaudati																													0,000
ASS_Stock Lamiere																													0,000
ACC_Mag B																													0,000
ACC_MagA																													0,000
ACC_Stoccaggio																													0,000
SCA_Riparto scambiatori																													0,000
STO_Stoccaggio																													0,000
STO_Tubi																													0,000
																													TOTALE 1274,167

Tabella 3.7 – From-to dei viaggi/anno effettuati con carrello elevatore per la famiglia 215

FAM 215 (TRANSPALLET)	TG_Stoccaggio lamiere ext	TG_Taglio	TG_Banco	TG_Pressopiegatrici	TG_Basamenti per verniciatura	CCM_Stoccaggio Minuteria	CCM_Calandra	CCM_StoccaggioBiondini	CCM_Collauda	CCM_Banco Saldatura	COL_Materiale verniciato	COL_Stoccaggio	COL_Collauda	COL_Verniciatura	COIB_Serbatoi	ASS_Coib Tubi	ASS_Pinto	ASS_Bova	ASS_Linea coibentazione	ASS_Tubi collaudati	ASS_Stock Lamiere	ACC_Mag B	ACC_MagA	ACC_Stoccaggio	SCA_Riparto scambiatori	STO_Stoccaggio	STO_Tubi	SOMMA
TG_Stoccaggio lamiere ext																						56.048					0,000	
TG_Taglio																						30.219					0,000	
TG_Banco																											0,000	
TG_Pressopiegatrici																											0,000	
TG_Basamenti per verniciatura																											0,000	
CCM_Stoccaggio Minuteria																											0,000	
CCM_Calandra																											0,000	
CCM_StoccaggioBiondini																											0,000	
CCM_Collauda																											0,000	
CCM_Banco Saldatura																											0,000	
COL_Materiale verniciato																											0,000	
COL_Stoccaggio																											0,000	
COL_Collauda																											0,000	
COL_Verniciatura																											0,000	
COIB_Serbatoi																											0,000	
ASS_Coib Tubi																											0,000	
ASS_Pinto																											0,000	
ASS_Bova																											0,000	
ASS_Linea coibentazione																											0,000	
ASS_Tubi collaudati																											0,000	
ASS_Stock Lamiere																											0,000	
ACC_Mag B																											0,000	
ACC_MagA																											0,000	
ACC_Stoccaggio																											0,000	
SCA_Riparto scambiatori																											0,000	
STO_Stoccaggio																											0,000	
STO_Tubi																											0,000	
TOTALE								56.048																			561.745	

Tabella 3.8 - From-to dei viaggi/anno effettuati con transpallet per la famiglia 215

FAM 215 (UCMD)	TG_Stoccaggio lamiere ext	TG_Taglio	TG_Banco	TG_Pressopiegatrici	TG_Basamenti per verniciatura	CDM_Stoccaggio Minuteria	CDM_Calandra	CDM_SoccaggioBi ondini	CDM_Collaudo	CDM_Banco Saldatura	CDL_Materiale verniciato	CDL_Stoccaggio	CDL_Collaudo	CDL_Verniciatura	COIB_Serbatoi	ASS_Corb Tubi	ASS_Pinto	ASS_Bova	ASS_Linea coibentazione	ASS_Tubi collaudati	ASS_Stock Lamiere	ACC_Mag B	ACC_MagA	ACC_Stoccaggio	SCA_Riparto scambiatori	STO_Stoccaggio	STO_Tubi	SOMMA
TG_Stoccaggio lamiere ext																												0,000
TG_Taglio																												0,000
TG_Banco				373,043										46,707														419,756
TG_Pressopiegatrici																												0,000
TG_Basamenti per verniciatura																												0,000
CDM_Stoccaggio Minuteria																												0,000
CDM_Calandra																												0,000
CDM_SoccaggioBiondini																												0,000
CDM_Collaudo																												0,000
CDM_Banco Saldatura																												0,000
CDL_Materiale verniciato																												0,000
CDL_Stoccaggio																												0,000
CDL_Collaudo														280,242														280,242
CDL_Verniciatura																46,707												46,707
COIB_Serbatoi																												0,000
ASS_Corb Tubi																												0,000
ASS_Pinto																												0,000
ASS_Bova																												0,000
ASS_Linea coibentazione																												0,000
ASS_Tubi collaudati																												0,000
ASS_Stock Lamiere																												0,000
ACC_Mag B																												0,000
ACC_MagA																												0,000
ACC_Stoccaggio																												0,000
SCA_Riparto scambiatori																												0,000
STO_Stoccaggio																												0,000
STO_Tubi																												0,000
TOTALE																												802,753

Tabella 3.9 - From-to dei viaggi/anno effettuati dall'uomo per la famiglia 215

FAM 215 (Aggregata)	TG_Stoccaggio lamiere ext	TG_Taglio	TG_Banco	TG_Pressopiegatrici	TG_Basamenti per verniciatura	DOM_Stoccaggio Minutena	DOM_Calandra	DOM_SoccaggioB Iondini	DOM_Collaudo	DOM_Banco Saldatura	COL_Materiale verniciato	COL_Stoccaggio	COL_Collaudo	COL_Verniciatura	COIB_Serbatoi	ASS_Coib Tubi	ASS_Pinto	ASS_Bova	ASS_Linea coibentazione	ASS_Tubi collaudati	ASS_Stock Lamiere	ACC_Mag B	ACC_MagA	ACC_Stoccaggio	SCA_Reparto scambiatori	STD_Stoccaggio	STD_Tubi	SOMMA
TG_Stoccaggio lamiere ext	111.630	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	111.630
TG_Taglio	0,000	111.630	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	111.630
TG_Banco	140.121	0,000	373.049	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	46.707	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	56.048	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	615.925
TG_Pressopiegatrici	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	30.219	0,000	212.050	0,000	0,000	0,000	242.269	
TG_Basamenti per verniciatura	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
DOM_Stoccaggio Minutena	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
DOM_Calandra	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
DOM_SoccaggioB Iondini	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
DOM_Collaudo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
DOM_Banco Saldatura	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
COL_Materiale verniciato	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
COL_Stoccaggio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
COL_Collaudo	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
COL_Verniciatura	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
COIB_Serbatoi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
ASS_Coib Tubi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
ASS_Pinto	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
ASS_Bova	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
ASS_Linea coibentazione	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
ASS_Tubi collaudati	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
ASS_Stock Lamiere	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
ACC_Mag B	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
ACC_MagA	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
ACC_Stoccaggio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
SCA_Reparto scambiatori	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
STD_Stoccaggio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
STD_Tubi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
TOTALE																												2638,665

Tabella 3.10 – From-to dei viaggi/anno aggregata per la famiglia 215

DISTANZE LAY OUT VIA COPERNICO	TG_Stoccaggio lamiere ext	TG_Taglio	TG_Banco	TG_Pressopiegatrici	TG_Basamenti per verniciatura	COM_Stoccaggio Minuteria	COM_Calandra	COM_SoccaggioBiondin i	COM_Collaudo	COM_Banco Saldatura	COL_Materiale verniciato	COL_Stoccaggio	COL_Collaudo	COL_Verniciatura	COIB_Serbatoi	ASS_Coib Tubi	ASS_Pinto	ASS_Bova	ASS_Linea coibentazione	ASS_Tubi collaudati	ASS_Stock Lamiere	ACC_Mag B	ACC_MagA	ACC_Stoccaggio	SCA_Riparto scambiatori	STO_Stoccaggio	STO_Tubi	SOMMA		
TG_Stoccaggio lamiere ext	57,550	57,550				82,950																						140,500		
TG_Taglio			33,990	25,340	15,550																								133,030	
TG_Banco	62,220	33,990		22,340	40,850		35,820							102,700								25,370							323,890	
TG_Pressopiegatrici		25,940	22,940		32,120			42,640		35,660							78,780				105,710	42,850		51,450					439,090	
TG_Basamenti per verniciatura		15,550	40,850	32,120						54,650																			143,170	
COM_Stoccaggio Minuteria								29,110																					205,500	
COM_Calandra			35,820					29,220		4,540																			65,040	
COM_SoccaggioBiondini									28,000																				28,000	
COM_Collaudo														70,760							90,440								287,700	
COM_Banco Saldatura				54,650				15,370						85,630								28,290		37,500	116,070				405,910	
COL_Materiale verniciato											74,070		78,690		48,520														48,520	
COL_Stoccaggio											57,660		28,150	65,710	100,400	137,330													390,490	
COL_Collaudo											23,530			69,810	90,740	80,250			122,140										333,910	
COL_Verniciatura																													312,410	
COIB_Serbatoi																													428,090	
ASS_Coib Tubi																													169,440	
ASS_Pinto																													40,210	
ASS_Bova									67,800																				406,530	
ASS_Linea coibentazione																													71,150	
ASS_Tubi collaudati																													50,690	
ASS_Stock Lamiere																													23,440	
ACC_Mag B						24,050	41,080	20,160		28,710					20,720														255,940	
ACC_MagA																													30,980	
ACC_Stoccaggio						36,350		57,250	37,500			112,530	60,250		30,980	56,190	39,700	48,290	36,040			19,550							689,420	
SCA_Riparto scambiatori									116,070																93,480	52,290			233,710	
STO_Stoccaggio																													0,000	
STO_Tubi						79,300			95,950																				0,000	
																													TOTALE	5656,760

Tabella 3.11 From-to delle distanze rettangolari unitarie

3.3 – Le risorse impiegate per la movimentazione: mezzi e persone

Per quanto concerne il sistema di trasporto interno dei materiali si è effettuata un'analisi dei mezzi impiegati e del personale dedicato.

Essa è stata ottenuta dopo un controllo reale sul campo, che ha permesso anche di associare, ad ogni mezzo, la collocazione, ovvero il reparto o la specifica zona dell'azienda di riferimento (*esempio*: Mag. A, indica che il mezzo si trova nel magazzino di accettazione).

Da quest'analisi, è risultato che la flotta dei mezzi a disposizione dell'azienda per la movimentazione interna è la seguente:

Numero Transpallet MANUALI	13
Numero Transpallet ELETTRICI	7
Totale Transpallet	20
Numero carrelli elevatori	6

Tabella 3.12 – Tipologia e numero dei mezzi utilizzati per la movimentazione interna

N.B.: questi mezzi sono impiegati anche per le attività di stivaggio e picking entro i magazzini.

Per determinare il personale addetto alla movimentazione si è partiti da una precedente analisi effettuata nel 2008. E' risultato che il numero medio di dipendenti dedicati alla movimentazione dei materiali è pari a 11,5. Inoltre, dividendo il costo totale di tale personale (in €/anno) per il numero totale di ore lavorate nel 2008 (comprese anche quelle degli interinali), è stato possibile determinare il costo orario di tali dipendenti, che ammonta a 16,5 €/h.

Cod. CDC	Centro di Costo	Costo Tot. 2008	Ore_pers. 2008	Num. Medio Dip. 2008	Costo [€/h]
11	Personale Dipendente Movimentazione materiali	355.413	21.517	11,5	16,5

Tabella 3.13 – Numero medio di dipendenti dedicati alla movimentazione e costo orario

In questa fase si è determinato anche il coefficiente di utilizzo medio per il carrello elevatore e per il transpallet elettrico. Sulla base dell'esperienza aziendale, si è prima ipotizzato un coefficiente di utilizzo (C.U.) per ognuno dei mezzi a disposizione, poi si è effettuata una media di tali valori, come si può notare nella *tabella 3.14* di riepilogo:

TIPOLOGIA	COLLOCAZIONE	Operatore	C.U.
Transpallet elettrico	Assemblaggio	Op. 1	0.5
Muletto	Manutenzione	Op. 2	0.8
Muletto	Piazzale/diesel	Op. 3	0.9
Muletto	Coibentazione	Op. 4	0.6
Muletto	Officina	Op. 5	0.7
Transpallet elettrico	Scambiatori	Op. 6	0.5
Transpallet elettrico	MAG B	Op. 7	0.9
Muletto	Laser	Op. 8	0.5
Transpallet elettrico	MAG A	Op. 9	0.7
Transpallet elettrico	MAG A	Op. 9	0.7
Transpallet elettrico	Assemblaggio	Op. generico	0.5
Transpallet elettrico	MAG B/C	Op. 10	0.9
Muletto	Assemblaggio	Op. 11	0.9
Coefficienti di utilizzo medi			
Muletto		0.73	
Transpallet elettrico		0.67	

Tabella 3.14 – Coefficiente di utilizzo dei mezzi

Inoltre, partendo dai valori di acquisto di tutti i mezzi utilizzati in azienda, è stato possibile calcolare il costo medio di acquisto per le varie tipologie (*tab.3.15*).

<i>mezzo</i>	<i>costo medio di acquisto</i>
transpallet manuale	€ 250
transpallet elettrico	€ 9'722
carrello elevatore	€ 34'183

Tabella 3.15 – Costo medio di acquisto dei mezzi

Si descrivono ora brevemente le caratteristiche tecniche principali dei mezzi utilizzati in quanto, proprio ai fini dell'analisi dei flussi cui fa oggetto la trattazione, essi rivestono un ruolo di fondamentale importanza.

3.3.1 – Il transpallet manuale ed elettrico

Il transpallet di tipo *manuale* è utilizzato per gli spostamenti della merce all'interno del reparto, o della zona di appartenenza, per tutti quei materiali/prodotti il cui peso non risulti particolarmente proibitivo; permette pertanto di sollevare la merce attraverso l'immissione delle forche all'interno delle vie del pallet, premere un'apposita maniglia ed agitare il timone centrale in senso longitudinale. Una volta posizionato il carico, premendo la maniglia in senso opposto al precedente, si rilascia lo stesso dove meglio si ritiene.

Vengono fornite le principali caratteristiche tecniche in *tabella 3.16*.

Capacità max [Kg]	Lunghezza max [mm]	Larghezza max [mm]	Larghezza min corridoio [mm]	Altezza max sollevamento [mm]
2.000-2.500	1.220	685	1.700	1.400

Tabella 3.16 – Caratteristiche tecniche del trans pallet manuale

Il transpallet *elettrico*, invece, offre la soluzione ideale per ogni tipo di percorso. Su percorsi brevi con guida da terra, su percorsi medi con guida combinata da terra/a bordo, su percorsi lunghi con guida a bordo. All'interno dell'azienda vengono utilizzati in particolare quelli "con manovratore che accompagna": il loro semplice impiego, il peso ridotto e l'ingombro contenuto consentono l'accesso del mezzo ai montacarichi ed ai ripiani più elevati delle scaffalature (consentono di arrivare fino ad un'altezza pari a circa 4.300 mm). La portata nominale di carico varia dai 1.000 fino ai 1.400 kg, la lunghezza totale (comprensivo di forche) è pari a 1.600-2.300 mm, mentre la larghezza minima richiesta per il corridoio è di 2.200-2.450 mm.

3.3.2 – Il carrello elevatore

Il carrello elevatore è uno strumento polivalente; questo tipo di risorsa presenta infatti una flessibilità ed una facilità d'impiego tale da essere utilizzato sia in situazioni di movimentazione interna sia in situazioni di carico/scarico merci.

Il "muletto" presenta le caratteristiche d'uso che uniscono perfettamente le necessità logistiche di imprese di bassa-media e media grandezza; con marcia in avanti e retro più

freno, l'operatore siede alla postazione di guida e dispone di una serie di comandi necessari alla movimentazione delle merci; infatti, una volta infilate le forche nelle vie del pallet in questione, il carico può essere sollevato, inclinato e spostato lateralmente.

Nel contesto aziendale della Fiorini S.p.A. il difetto della larghezza di corridoi richiesta per questo mezzo è presente in alcuni reparti, per questo motivo non viene utilizzato in tutte le zone ma soprattutto per i viaggi più lunghi da reparto a reparto, che avvengono anche all'esterno dello stabilimento.

Di seguito (*tabella 3.17*) si riportano le caratteristiche tecniche dei carrelli elevatori presenti in azienda.

Capacità [Kg]	Lunghezza max [mm]	Larghezza min corridoio [mm]	Altezza [mm]	Raggio min sterzata [mm]	Velocità traslazione [m/s]	Velocità sollevam. [m/s]
2.000	3.150	3.470	4.500	1.700	3,9 / 4,7	0,41 /0,58
3.000	3.425	3.740	4.500	1.975	4,2 / 4,4	0,35 /0,55
4.500	4.280	4.400	4.400	-	6,6	0,53 /0,56

Tabella 3.17 – Caratteristiche tecniche del carrello elevatore

3.4 - Valutazione tecnico-economica delle movimentazioni

I flussi e le distanze, in questo stadio, sono stati esaminati dal punto di vista delle singole famiglie e dei mezzi di movimentazione al fine di rilevare le principali criticità legate alle distanze percorse ed ai costi di trasporto associati.

E' stato possibile determinare le distanze percorse (in metri/anno) dal carrello elevatore, dal transpallet e dall'uomo per ogni famiglia, moltiplicando le rispettive *from-to* dei flussi (in viaggi/anno) per la *from-to* delle distanze unitarie (in metri/viaggio) viste in precedenza.

E' stato quindi possibile determinare la distanza complessiva percorsa dai vari mezzi e dall'uomo, per viaggi di sola andata, come si può vedere dalla *tabella 3.18*.

distanze	distanza percorsa per anno (m/anno) [rif. Dati 2008]	distanza (m/h) [rif. 1920 h/anno]	distanza (m/g) hp:8h/g
uomo	1422393	741	5927
transpallet manuale	1355825	116	931
transpallet elettrico	708655	61	487
Transpallet generico	2064480	1613	12903
carrello elevatore	4760945	886	7085

Tabella 3.18

A questo punto è risultato necessario suddividere la distanza totale riferita al generico transpallet, tra quelli manuali ed elettrici. Per fare ciò si è analizzata la *from-to* delle distanze totali percorse da tale mezzo (somma di tutte le rispettive *from-to* delle famiglie esaminate) e si è associato ad ogni flusso il tipo di transpallet impiegato. In questo modo si è potuto determinare che:

il 34% è movimentato col transpallet elettrico;

il 66% con quello manuale.

All'analisi delle distanze percorse per la movimentazione dei materiali lungo il processo produttivo è seguita la valutazione economica dei costi associati.

Per ogni mezzo utilizzato si è partiti dal costo medio di acquisto, precedentemente calcolato, in base al quale si è ricavato il costo annuo riferito ad un ammortamento di 5 anni. Sommando poi il costo annuo di manutenzione si è determinato il costo totale annuo (€/anno) riferito ad ogni tipologia di mezzo (vedi *tabella 3.19*).

Costi	Costo Annuo	Costo manutenzione (€/a)	Costo tot annuo (€/a)	Costo giorno (€/g) hp:240 gg/a
transpallet manuale	50	42	92	0
transpallet elettrico	1944	355	2300	10
Transpallet generico	713	397	1111	5
carrello elevatore	6837	1249	8085	34

Tabella 3.19 – Costo totale annuo di ogni mezzo

Il costo unitario per la movimentazione (€/metro) di ogni tipologia di mezzo è stato calcolato come somma tra il costo unitario considerando solo il mezzo (*formula 1*) e quello valutando l'impatto della manodopera sul mezzo (*formula 2*).

(1) il costo unitario del solo mezzo (€/m) è stato determinato in questo modo:

$$\text{Costo del mezzo} \left[\frac{\text{€}}{\text{m}} \right] = \frac{\text{Costo annuo del mezzo} \left[\frac{\text{€}}{\text{anno}} \right] * \text{num.mezzi} * 0.72}{\text{Distanza percorsa} \left[\frac{\text{m}}{\text{anno}} \right] * 1.5}$$

Dove:

0.72 (vale a dire 72%) indica la % del fatturato delle famiglie analizzate;

1.5 rappresenta il *coefficiente di andata e ritorno* utilizzato. Infatti le distanze calcolate presuppongono viaggi di sola andata, ma in realtà i mezzi impiegati per la movimentazione effettuano anche il viaggio di ritorno, anche se magari tale viaggio non è detto che sia a vuoto. Per questo motivo, sulla base dell'esperienza aziendale e di altre realtà industriali simili, è stato ipotizzato tale valore, che in linea teorica può variare da 1 fino a 2.

$$\text{Esempio: Costo "carrello elevatore"} \left[\frac{\text{€}}{\text{m}} \right] = \frac{8085 \left[\frac{\text{€}}{\text{anno}} \right] * 6 * 0.72}{4760945 \left[\frac{\text{m}}{\text{anno}} \right] * 1.5} = 0.0049 \left[\frac{\text{€}}{\text{m}} \right]$$

(2) per quanto riguarda l'impatto manodopera legato alla movimentazione sul mezzo espresso in (€/m), si è utilizzata la seguente formula:

$$\text{Costo Mdo} \left[\frac{\text{€}}{\text{m}} \right] = \frac{\text{Costo orario Mdo} \left[\frac{\text{€}}{\text{ora}} \right] * \text{Ore dispon.} \left[\frac{\text{ore}}{\text{anno}} \right] * \text{num.oper.} * 0.72 * C.U.}{\text{Distanza percorsa} \left[\frac{\text{m}}{\text{anno}} \right] * 1.5}$$

Dove:

- 0,72 e 1,5 definiti come sopra;

- C.U. è il *coefficiente di impiego degli operatori alla attività di movimentazione*. Per i valori associati a operatori addetti all'uso di carrelli elevatori (0,73) e a operatori addetti all'uso di transpallet elettrici (0,67) si rimanda alla spiegazione del paragrafo 3.3. Per il transpallet manuale è stato ipotizzato un coefficiente pari a 0,3, in base all'esperienza passata dei responsabili aziendali;

- le ore disponibili in un anno sono pari a 1.920. Ipotizzando 240 giorni lavorativi/anno e 8 h/giorno;

- il numero di operatori è pari al numero di mezzi; infatti ogni mezzo è guidato da un operatore alla volta.

$$\text{Esempio: Costo MdO C.E. } \left[\frac{\text{€}}{\text{m}} \right] = \frac{16.5 \left[\frac{\text{€}}{\text{ora}} \right] * 1920 \left[\frac{\text{ore}}{\text{anno}} \right] * 6 * 0.72 * 0.73}{4760945 \left[\frac{\text{m}}{\text{anno}} \right] * 1.5} = 0.0141 \left[\frac{\text{€}}{\text{m}} \right]$$

Va precisato che il costo unitario della manodopera legata alla movimentazione nel caso “uomo” è stato posto uguale a quello determinato nel caso del transpallet manuale (vale a dire 0,0438 €/m), per la somiglianza delle due attività.

I costi unitari (mezzi più manodopera), ottenuti in €/m per le varie tipologie di mezzo di movimentazione, sono poi stati moltiplicati per le rispettive distanze totali (m/anno) considerando anche il coefficiente di andata e ritorno pari a 1,5.

In questo modo si è determinato il costo totale della movimentazione in €/anno per le sole famiglie di prodotti analizzate e per tutte le famiglie (dividendo per 0,72), come si può vedere nella *tabella 3.20*.

	solo attrezzature	attrezz + MdO (hp:16,5 €/h)		
costi unitari	Costo unitario (€/m)	Costo unitario (€/m)	Costi totali (€/anno)	
uomo	0,000000	0,043788	93426	129758
transpallet manuale	0,000425	0,044213	89918	124886
transpallet elettrico	0,010903	0,112628	119721	166280
Transpallet generico			0	0
carrello elevatore	0,004891	0,022994	164212	228072
	solo MdO (hp:16,5 €/h)		€ 467.278	€ 648.997
	Costo unitario (€/m)		Totale costi mezzi di movimentazione + personale	
uomo	0,043788		costo medio transpallet (€/m)	
transpallet manuale	0,043788			
transpallet elettrico	0,101725		0,068	
Transpallet generico				
carrello elevatore	0,018103			
Giorni lavorativi 2008	240			

Tabella 3.20 – Costi unitari (in €/metro) e totali (in €/anno)

CAPITOLO 4:

UNA NUOVA SEDE

In questo capitolo si analizza il fabbricato e vengono valutate differenti alternative di layout individuate in base a differenti linee guida.

Saranno approfondite e confrontate le soluzioni proposte al fine di individuare la migliore.

Le soluzioni vengono valutate da un punto di vista tecnico-economico, stimando il loro impatto attraverso la costruzione e la simulazione degli scenari possibili, in riferimento alle movimentazioni interne dei flussi aziendali.

4.1 - Il fabbricato

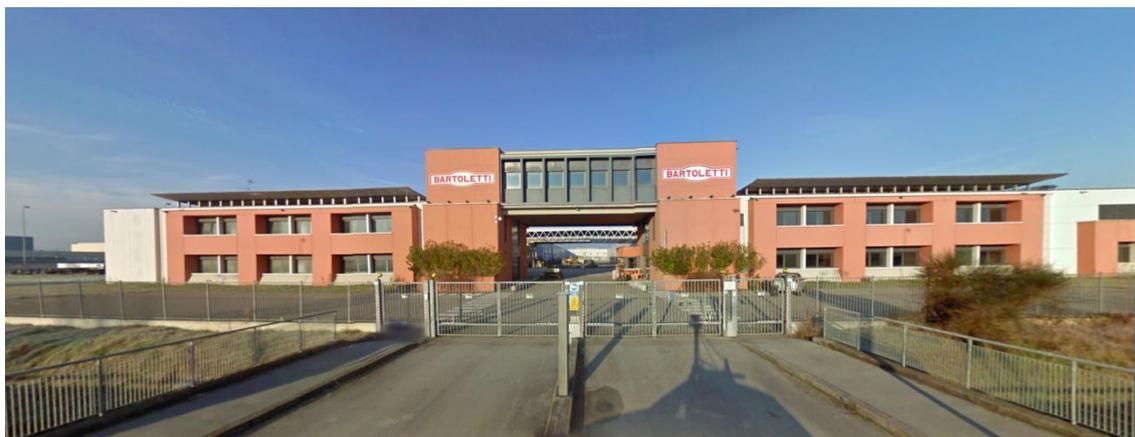


Figura 4.1

Il gruppo Fiorini Industries andrà ad insediarsi in un'area produttiva occupata anche da un'altra azienda, la quale è anche la proprietaria dello stabile: Bartoletti Rimorchi S.r.l. (fig 4.1).

Lo stabilimento produttivo nasce per la produzione di rimorchi e semirimorchi, con il mercato dei trasporti sempre più in crisi la proprietà ha deciso di ridimensionare le sue aree occupate concedendone in affitto una buona parte.

L'area industriale sorge lungo l'autostrada vicino al casello del comune di Forlì (fig 4.2).

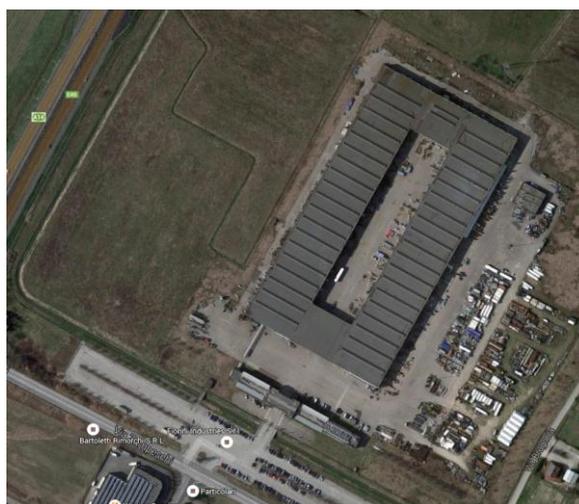


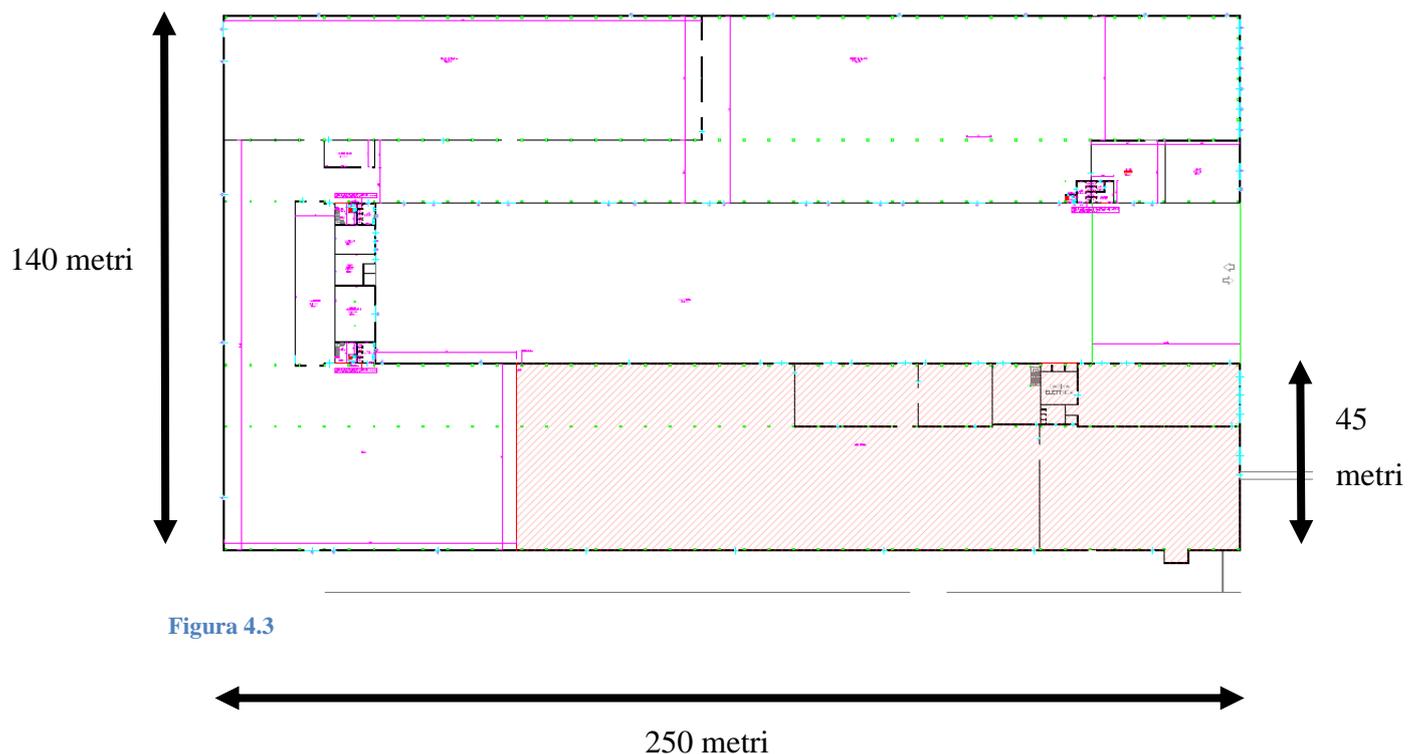
Figura 4.2

La superficie coperta dello stabile ammonta a 24000 mq, è a forma di ferro di cavallo con una tettoia esterna che unisce i due estremi (fig4.3).

Questa disposizione è studiata per la realizzazione di prodotti molto grandi, lunghi e voluminosi esattamente come sono i rimorchi.

4.2 - Le piante

4.2.1 - Lo Stabilimento Produttivo



Dei 24000 mq complessivi che formano il capannone, 16000 sono quelli dati in affitto al gruppo Fiorini Industries S.r.l. (area senza reticolo).

Lo stabile presenta due campate rispettivamente 15 metri e 30 metri, fattore che sarà molto limitante nella disposizione del layout.

4.2.2 - Gli Uffici

Gli uffici sono ubicati nella palazzina all'ingresso dello stabilimento produttivo (fig 4.4)



Figura 4.4

Fiorini nell'ala a destra dell'osservatore andrà ad occupare:

- Il piano terra (fig4.5)

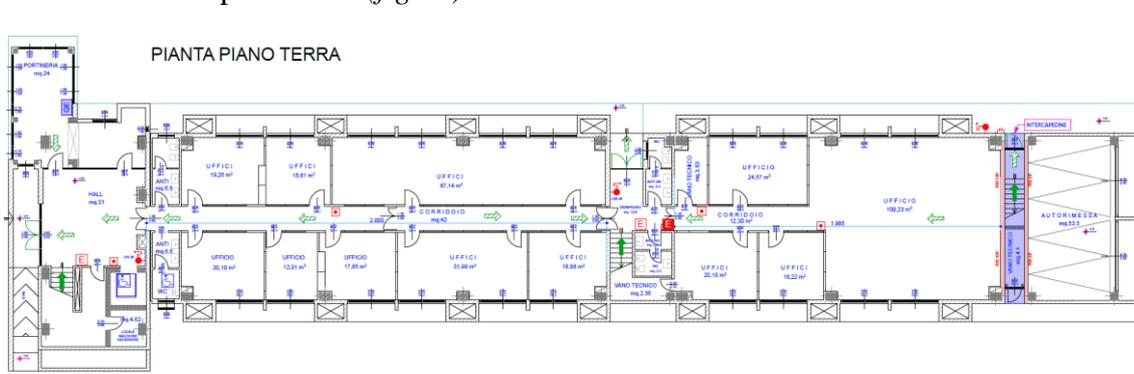


Figura 4.5

- Il piano primo (fig 4.6)

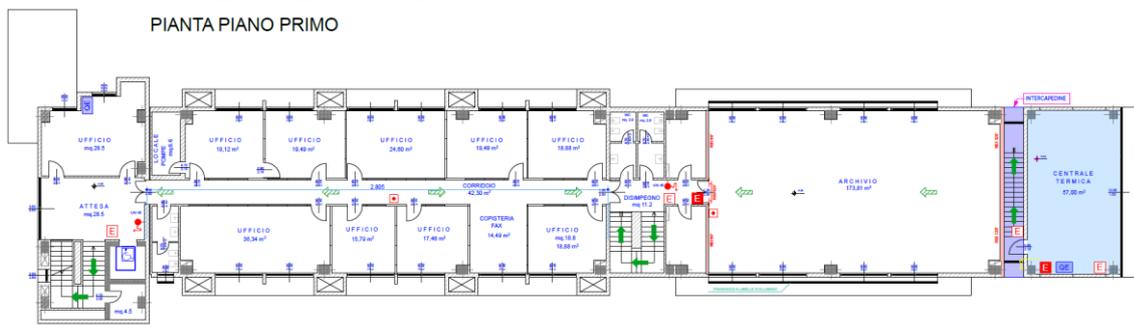


Figura 4.6

- Il piano secondo (fig 4.7)

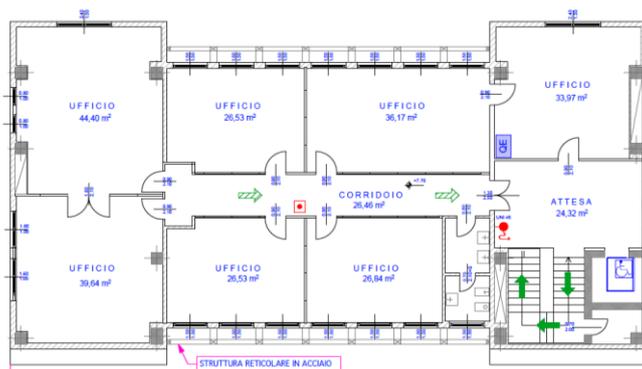


Figura 4.7

4.2.3 Gli spogliatoi

Nell'ala più piccola a sinistra invece andrà ad occupare parte del piano primo che risulta adibito a spogliatoio per gli operai (fig 4.8).

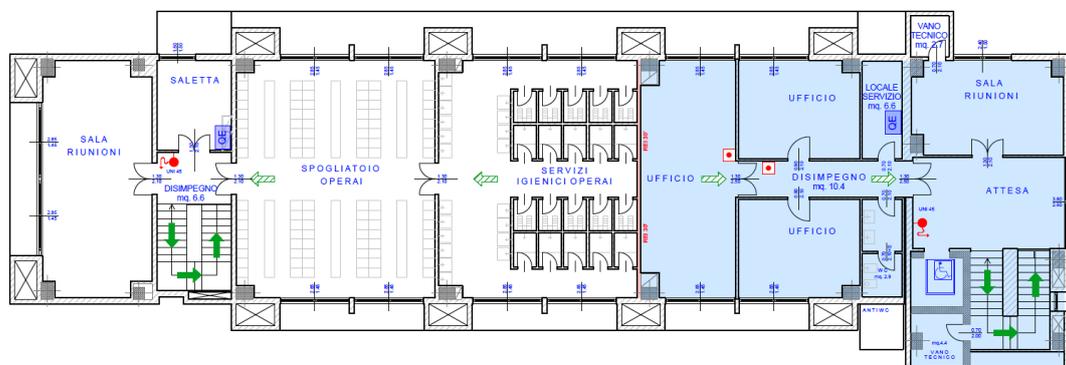


Figura 4.8

Questo ambiente verrà adibito a spogliatoio maschile mentre all'interno dello stabilimento produttivo verrà costruito uno spogliatoio femminile.

4.3 Proposte di soluzioni di layout

Ad ogni membro del team dedicato alla progettazione è stato chiesto di proporre una soluzione di layout per il nuovo stabilimento, in modo da comprendere le diverse esigenze aziendali e le possibili soluzioni.

Essendo una progettazione molto complessa, si è deciso di suddividere la progettazione del layout in 3 macroaree più gli uffici.

Questa decisione viene dal fatto che per effettuare il trasferimento della produzione in una nuova area è necessario molto tempo, costringendo un fermo di produzione lungo e non praticabile.

Progettando una macroarea di lavorazione alla volta invece è possibile adeguare la struttura in termini di impianti, sistemi di sicurezza ed altri aspetti tecnici durante i giorni feriali ed eseguire il trasferimento dei macchinari e dei magazzini nei giorni festivi della settimana, in modo che la produzione si trasferisca senza mai arrestare il proprio ritmo.

Le tre macroaree vengono chiamate "Sporco", "Verniciatura" e "Assemblaggio".

Il blocco denominato "Sporco" identifica le aree della produzione dove parte il ciclo produttivo dei prodotti dell'azienda e comprende i reparti di Taglio Laser, Officina e Collaudo.

Il secondo blocco riguarda per intero invece il reparto verniciatura.

Nello stabilimento nuovo sarà concesso in comodato d'uso una linea di verniciatura a liquido, inoltre in questo reparto si trasferirà una società controllata dal gruppo Fiorini Industries S.r.l. che non è presente nello stabilimento attuale. Questa soluzione permette di annullare le movimentazioni su gomma tra Fiorini e l'azienda di verniciatura azzerando tali costi.

Il terzo blocco comprende i reparti di coibentazione, assemblaggio, scambiatori, buona parte dei magazzini ed infine le aree di accettazione e spedizione. Sarà anche prevista un'area per il solare termico, una zona per la pulizia dei serbatoi zincati e lo spogliatoio femminile.

Nei paragrafi successivi si affronta la progettazione del layout un blocco alla volta, ogni alternativa viene discussa nel dettaglio con chi l'ha proposta, per capire come posizionare i vari reparti e i relativi flow control points. Successivamente è stata effettuata una simulazione col software LRP.

In questo modo è possibile ottenere un resoconto immediato delle prestazioni in termini di distanze totali percorse con carrello elevatore, transpallet e dall'uomo e di conseguenza di determinare i relativi costi di movimentazione.

Sulla base delle soluzioni suggerite dall'azienda e tenendo conto delle analisi precedentemente svolte sono state effettuate delle proposte di layout alternative e migliorative di cui, sempre attraverso il software, sono stati valutati i flussi e le distanze.

Alla fine di questa fase le soluzioni proposte sono state illustrate e discusse con tutto il team del progetto in modo da evidenziare i risultati, i pregi e le criticità al fine di decidere su quali alternative concentrarsi per l'analisi e la valutazione tecnico-economica.

4.4 - Proposte layout blocco 1

Il blocco 1 come indicato precedentemente comprende i reparti di Taglio Laser, officina, piegatura e collaudo.

L'area identificata per la disposizione di questi reparti è quella presentata in figura 4.9

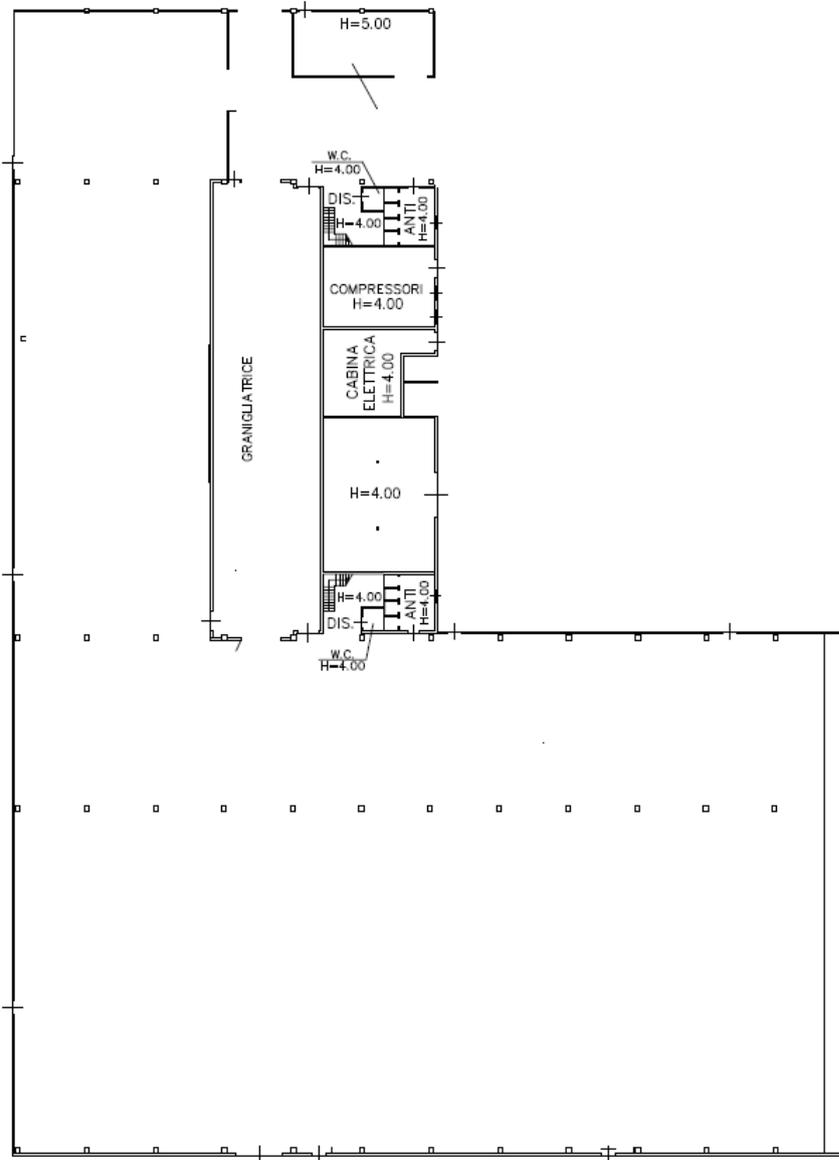


Figura 4.9

L'area occupa una superficie coperta di circa 4150 mq e presenta un solo portone che comunica con l'esterno (in basso a sinistra); da qui in tutti i layout dovranno arrivare i materiali per questi reparti.

La prima proposta di layout nel nuovo stabilimento (fig 4.10) prevede il reparto di taglio laser a sinistra del portone di ingresso e a destra del portone il magazzino lamiere per alimentare il reparto. Sempre nel riquadro beige sono disposte le pressopiegatrici, la vicinanza tra le operazioni di taglio e di piegatura è imperativa essendo gli scambi tra le due lavorazioni numerosi.

A destra nel riquadro rosa è collocato il reparto di officina e due calandre automatiche per la creazione delle virole, che vengono stoccate rispetto alla figura sopra le due macchine. A sinistra dello stoccaggio delle virole sono disposte le saldatrici circonferenziali per unire i fondi alle virole e creare i serbatoi. In basso a destra viene posizionato lo stoccaggio dei semilavorati e del magazzino di supporto alle lavorazioni di questo reparto. Sopra le piegatrici troviamo i box di saldatura dove i serbatoi vengono rifiniti con piedi e manicotti ed altri accessori necessari.

Entrati nella area più stretta dell'edificio si raggiunge il reparto di collaudo che a differenza di quello attuale ad aria presenterà un sistema di collaudo ad acqua.

Terminata l'area del collaudo verrà creata un'isola di lavoro per prodotti inox separata dall'officina in modo da non intaccare la qualità della lavorazione inox.

Questa soluzione di layout presenta una criticità nella zona delle calandre ove le virole sono stoccate esattamente dalla parte opposta rispetto allo scarico della macchina, quindi è presente una movimentazione in più da considerare.

Per calcolare i costi di movimentazione di questo blocco si creano delle tabelle from-to aventi come dati di input i flow control points presenti solo nei reparti qui considerati (tabella 4.11).

TOTALE (CARRELLO ELEVATORE)	TG_Stoccaggio lamiere ext	TG_Taglio	TG_Banco	TG_Pressopiegatrici	TG_Basamenti per verniciatura	COM_Stoccaggio Minuteria	COM_Calandra	COM_ScoccaggioBion dini	COM_Collaudo	COM_Banco Saldatura	COL_Stoccaggio	COL_Collaudo	ACC_Mag B	STO_Tubi	SOMMA
TG_Stoccaggio lamiere ext	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TG_Taglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TG_Banco	0	0	0	135	0	0	30	448	0	0	0	0	0	0	613
TG_Pressopiegatrici	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	135
TG_Basamenti per verniciatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COM_Stoccaggio Minuteria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	31	0	0	182
COM_Calandra	0	0	0	0	0	0	0	84	0	0	0	0	0	0	84
COM_ScoccaggioBion dini	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
COM_Collaudo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	0	0	0	0	171
COM_Banco Saldatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2672	0	0	2672
COL_Stoccaggio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COL_Collaudo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACC_Mag B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STO_Tubi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE															3858

TOTALE (TRANSPALLET)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	SOMMA
TG_Stoccaggio lamiere ext	TG_Taglio	TG_Banco	TG_Pressopiegatrici	TG_Basamenti per verniciatura	COM_Stoccaggio Minuteria	COM_Calandra	COM_ScoccaggioBion dini	COM_Collaudo	COM_Banco Saldatura	COL_Stoccaggio	COL_Collaudo	ACC_Mag B	STO_Tubi															
TG_Stoccaggio lamiere ext	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TG_Taglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TG_Banco	0	0	0	152	62	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1135	0	0	0	1349
TG_Pressopiegatrici	0	0	0	0	448	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	378	0	0	0	0	1426
TG_Basamenti per verniciatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COM_Stoccaggio Minuteria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	12	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	64
COM_Calandra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COM_ScoccaggioBion dini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COM_Collaudo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COM_Banco Saldatura	0	0	0	0	18	0	0	0	0	241	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0	0	261
COL_Stoccaggio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
COL_Collaudo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACC_Mag B	0	0	0	0	0	482	2	1770	0	59	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2323
STO_Tubi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE																												5531

TOTALE (UOMO)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	SOMMA
TG_Stoccaggio lamiere ext	TG_Taglio	TG_Banco	TG_Pressopiegatrici	TG_Basamenti per verniciatura	COM_Stoccaggio Minuteria	COM_Calandra	COM_ScoccaggioBion dini	COM_Collaudo	COM_Banco Saldatura	COL_Stoccaggio	COL_Collaudo	ACC_Mag B	STO_Tubi															
TG_Stoccaggio lamiere ext	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TG_Taglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TG_Banco	0	0	0	2105	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	201	0	0	0	2308
TG_Pressopiegatrici	0	0	0	0	43	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16	0	0	0	0	121
TG_Basamenti per verniciatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COM_Stoccaggio Minuteria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COM_Calandra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COM_ScoccaggioBion dini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COM_Collaudo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COM_Banco Saldatura	0	0	0	0	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
COL_Stoccaggio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
COL_Collaudo	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACC_Mag B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STO_Tubi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE																												2537

Tabella 4.11

Le from-to per il blocco 1 vengono inserite nel programma LRP che restituisce le distanze compiute per ogni tipologia di mezzo, con questi dati si può calcolare il costo totale delle movimentazioni interne per le famiglie analizzate, che incidono nel fatturato per circa il 66% . Questo risultato si può ottenere per l'intero fatturato del gruppo tramite una semplice proporzione ottenendo in questo modo i dati richiesti dall'analisi (tabella 4.12).

RISULTATI LRP TO BE PROPOSTA 1 BLOCCO 1

	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	146768,00	0,0230	3374,78
TRANSPALLET	179021,30	0,0680	12173,45
UOMO	88419,60	0,0438	3871,72
TOT.			19419,95

INCIDENZA FAMIGLIE SUL FATTURATO	0,6638
COSTI TOTALI MOVIMENTAZIONI	29256
COSTI NAVETTAGGIO DA/A BIONDINI	0
COSTI NAVETTAGGIO DA/A EUROVERNICIATURA	0
TOT.	29256

Tabella 4.12

4.4.2 - Proposta 2 blocco 1

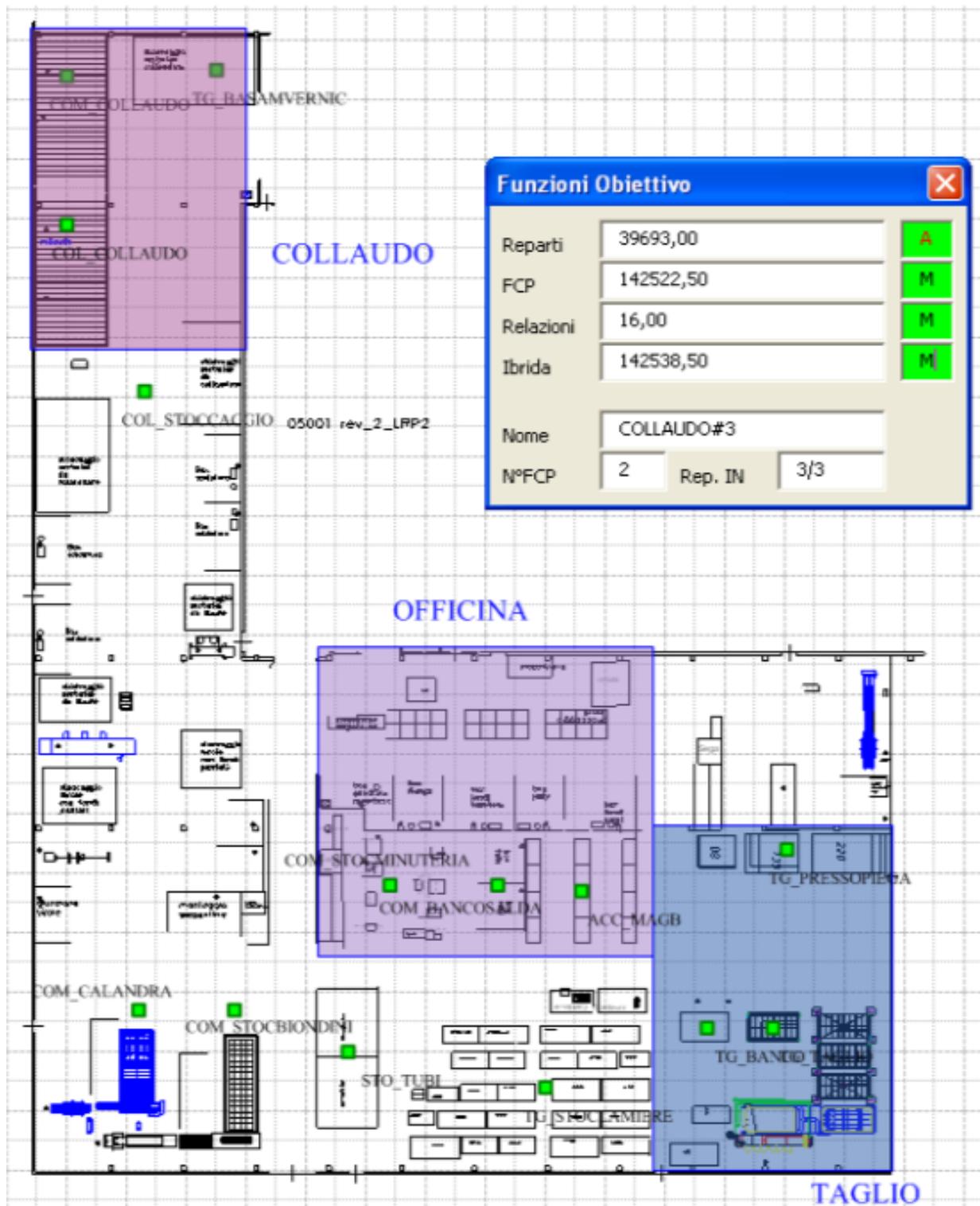


Figura 4.13

La seconda proposta prevede una disposizione molto differente rispetto a quella precedente (figura 4.13), infatti a sinistra dell'ingresso troviamo le due calandre affiancate che scaricano nella direzione giusta senza il problema della movimentazione che si ha con la prima proposta. Continuando verso l'alto in figura notiamo che si sono predisposte due linee di assemblaggio dei serbatoi una per quelli di piccole dimensioni e l'altra per quelli di dimensioni maggiori. Qui le virole in uscita dalle calandre scorrono sempre verso l'alto ed attraversano le saldatrici circolari passando poi per le stazioni di finitura dei serbatoi ed arrivare fino al reparto collaudo.

Nell'area viola invece viene collocato il reparto officina con i box di saldatura non asserviti alla linea serbatoi ed il magazzino di reparto e dei semilavorati.

Nel riquadro blu vengono posizionati il Laser e le piegatrici.

In alto a destra invece si predispone un'area per le lavorazioni dell'innox.

Con lo stesso procedimento fatto per il primo tentativo di Layout si ricavano i costi totali di movimentazione della seconda proposta di Layout (fig 4.14)

RISULTATI LRP TO BE BLOCCO 1			
	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	142522,50	0,0230	3277,16
TRANSPALLET	212741,50	0,0680	14466,42
UOMO	65606,50	0,0438	2872,78
TOT.			20616,36

INCIDENZA FAMIGLIE SUL FATTURATO	0,6638
COSTI TOTALI MOVIMENTAZIONI	31058
COSTI NAVETTAGGIO DA/A BIONDINI	0
TOT.	31058

Figura 4.14

4.5 - Valutazione economica proposte di layout

Per valutare dal punto di vista delle movimentazioni il blocco 1, oltre a conoscere la differenza di costi delle movimentazioni tra uno e l'altro, bisogna identificare il saving annuo tra queste configurazioni e quella attuale nel vecchio stabilimento.

Per ottenere i costi di movimentazioni tra questi tre reparti bisogna modificare i dati di input nelle tabelle from to analizzate nel capitolo precedente andando a considerare solo i flow control points realmente agenti su questi reparti (tabella 4.15).

TOTALE (CARRELLO ELEVATORE)	TG_Stoccaggio Ianiere ext	TG_Taglio	TG_Banco	TG_Pressopiegatrici	TG_Basamenti per verniciatura	CDM_Stoccaggio Minuteria	CDM_Calandra	CDM_StoccaggioBion dini	CDM_Collauda	CDM_Banco Saldatura	CDL_Stoccaggio	CDL_Collauda	ACC_Mag B	STQ_Tubi	SOMMA
TG_Stoccaggio Ianiere ext	0	353	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	353
TG_Taglio	0	0	353	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	353
TG_Banco	445	0	0	135	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	512
TG_Pressopiegatrici	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	135	0	135
TG_Basamenti per verniciatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDM_Stoccaggio Minuteria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	31	31	0	0	182
CDM_Calandra	0	0	0	0	0	0	0	24	0	0	0	0	0	0	84
CDM_SocccaggioBiondini	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
CDM_Collauda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	171	0	0	0	0	171
CDM_Banco Saldatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDL_Stoccaggio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2672	0	0	2672
CDL_Collauda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACC_Mag B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STQ_Tubi	0	0	0	0	0	91	0	0	35	0	0	0	0	0	126
TOTALE															5302
TOTALE (TRANSPALLET)															
TG_Stoccaggio Ianiere ext	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TG_Taglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TG_Banco	0	0	0	152	62	0	0	0	0	0	0	0	135	0	1243
TG_Pressopiegatrici	0	0	0	0	442	0	0	0	0	0	0	0	272	0	1426
TG_Basamenti per verniciatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDM_Stoccaggio Minuteria	0	0	0	0	0	0	12	0	52	0	0	0	0	0	64
CDM_Calandra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDM_SocccaggioBiondini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDM_Collauda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDM_Banco Saldatura	0	0	0	0	15	0	0	0	241	0	0	0	2	0	261
CDL_Stoccaggio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108	0	0	108
CDL_Collauda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACC_Mag B	0	0	0	0	0	482	2	1822	0	53	0	0	0	0	2375
STQ_Tubi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE															5583
TOTALE (UOMO)															
TG_Stoccaggio Ianiere ext	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TG_Taglio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TG_Banco	0	0	0	2105	2	0	0	0	0	0	0	0	231	0	2308
TG_Pressopiegatrici	0	0	0	0	43	0	0	0	0	62	0	0	15	0	121
TG_Basamenti per verniciatura	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDM_Stoccaggio Minuteria	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDM_Calandra	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDM_SocccaggioBiondini	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDM_Collauda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDM_Banco Saldatura	0	0	0	0	108	0	0	0	0	0	0	0	0	0	108
CDL_Stoccaggio	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
CDL_Collauda	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
ACC_Mag B	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
STQ_Tubi	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTALE															2537

Tabella 4.15

Moltiplicando il numero dei viaggi per le distanze rettangolari ottengo la tabella delle distanze totali percorse ogni anno da ogni singola tipologia di mezzo (tabella 4.16).

TOTALE (CARRELLO ELEVATORE)	TG_Stoccaggio lamiera ext	TG_Taglio	TG_Banco	TG_Pressopiegatrici	TG_Basamenti per verniciatura	COM_Stoccaggio Minuteria	COM_Calandra	COM_StoccaggioBiondini	COM_Collaudi	COM_Banco Saldatura	COL_Stoccaggio	COL_Collaudi	ACC_Mag B	STO_Tubi	SOMMA
TG_Stoccaggio lamiera ext	55190,450	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	55190,450
TG_Taglio	0,000	32536,410	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	32536,410
TG_Banco	2724,550	0,000	0,000	3036,300	0,000	0,000	1624,630	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	32945,050
TG_Pressopiegatrici	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5784,750	0,000	5784,750
TG_Basamenti per verniciatura	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COM_Stoccaggio Minuteria	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3441,250	6197,100	0,000	0,000	15638,350
COM_Calandra	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2454,480	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	2454,480
COM_Stoccaggio Biondini	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	28,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	28,000
COM_Collaudi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COM_Banco Saldatura	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COL_Stoccaggio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COL_Collaudi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ACC_Mag B	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
STO_Tubi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	7216,300	0,000	0,000	3358,250	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	10574,550
TOTALE															367303,600

TOTALE (TRANSPALLET)	TG_Stoccaggio lamiera ext	TG_Taglio	TG_Banco	TG_Pressopiegatrici	TG_Basamenti per verniciatura	COM_Stoccaggio Minuteria	COM_Calandra	COM_StoccaggioBiondini	COM_Collaudi	COM_Banco Saldatura	COL_Stoccaggio	COL_Collaudi	ACC_Mag B	STO_Tubi	SOMMA
TG_Stoccaggio lamiera ext	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TG_Taglio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TG_Banco	0,000	0,000	0,000	2496,680	2532,700	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	3414,530
TG_Pressopiegatrici	0,000	0,000	0,000	0,000	14389,760	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	41907,300	0,000	56297,060
TG_Basamenti per verniciatura	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COM_Stoccaggio Minuteria	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	343,320	0,000	236,080	0,000	0,000	0,000	0,000	585,400
COM_Calandra	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COM_Stoccaggio Biondini	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COM_Collaudi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COM_Banco Saldatura	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COL_Stoccaggio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COL_Collaudi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ACC_Mag B	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	11532,100	62,160	36731,520	0,000	1980,330	0,000	0,000	0,000	0,000	50386,770
STO_Tubi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TOTALE															154713,300

TOTALE (UOMO)	TG_Stoccaggio lamiera ext	TG_Taglio	TG_Banco	TG_Pressopiegatrici	TG_Basamenti per verniciatura	COM_Stoccaggio Minuteria	COM_Calandra	COM_StoccaggioBiondini	COM_Collaudi	COM_Banco Saldatura	COL_Stoccaggio	COL_Collaudi	ACC_Mag B	STO_Tubi	SOMMA
TG_Stoccaggio lamiera ext	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TG_Taglio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TG_Banco	0,000	0,000	0,000	48288,700	81,700	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	5099,370	0,000	53463,770
TG_Pressopiegatrici	0,000	0,000	0,000	0,000	1381,160	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	4339,680
TG_Basamenti per verniciatura	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COM_Stoccaggio Minuteria	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COM_Calandra	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COM_Stoccaggio Biondini	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COM_Collaudi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COM_Banco Saldatura	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COL_Stoccaggio	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
COL_Collaudi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
ACC_Mag B	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
STO_Tubi	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
TOTALE															63711,680

Tabella 4.16

Nella tabella 4.17 vediamo il costo totale di movimentazione per ogni mezzo, quello aggregato e il costo totale compreso quello di navettaggio tra un'area produttiva ed un'altra.

RISULTATI LRP AS IS BLOCCO 1

	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	237431,00	0,0230	5459,49
TRANSPALLET	128285,17	0,0680	8723,39
UOMO	62665,00	0,0438	2743,98
TOT.			16926,85

INCIDENZA FAMIGLIE SUL FATTURATO	0,6638
COSTI TOTALI MOVIMENTAZIONI	25500
COSTI NAVETTAGGIO DA/A BIONDINI	41526
TOT.	67026

Tabella 3.17

Dai dati ricavati si nota nei layout per il nuovo stabilimento che i costi per le movimentazioni interne sono maggiori, ma questo si spiega facilmente con il semplice motivo che nell'area industriale odierna parte della produzione presente nel nuovo layout è delocalizzata in un capannone situato in un comune limitrofo a quello dello stabilimento principale quindi sono necessari ingenti costi di navettaggio per il trasporto dei semilavorati.

Anche se i costi di movimentazione interna sono aumentati nei due nuovi layout, si sono però azzerati i costi di trasporto su camion del materiale tra una sede produttiva e l'altra. Questo rende più conveniente le nuove soluzioni (tabella 4.18).

Costo tot movimentazioni:	EURO/ANNO	SAVING ANNUO
Costo totale AS IS	67026	
Costo Totale Proposta 1	29256	37770
Costo totale Proposta 2	31058	35968

Tabella 4.18

Essendo i due Layout proposti molto simili dal punto di vista del risparmio sui costi di movimentazione, la proprietà ha deciso di scegliere la **Proposta Numero 2**.

4.6 - Blocco 2

Nel Blocco 2 si andrà ad insediare un'azienda di verniciatura controllata dal gruppo Fiorini Industries srl: Euroverniciatura. In questo modo, come per lo stabilimento delocalizzato del reparto officina, anche quello della verniciatura a polvere sarà integrato nel tessuto logistico interno dello stabilimento evitando inutili costi aggiuntivi di trasporto.

In questo blocco non vengono analizzati i flussi ed i costi di manutenzione in quanto azienda a se stante, anche se controllata dal gruppo.

La pianta dell'area è presentata nella figura 4.19 qui sotto.

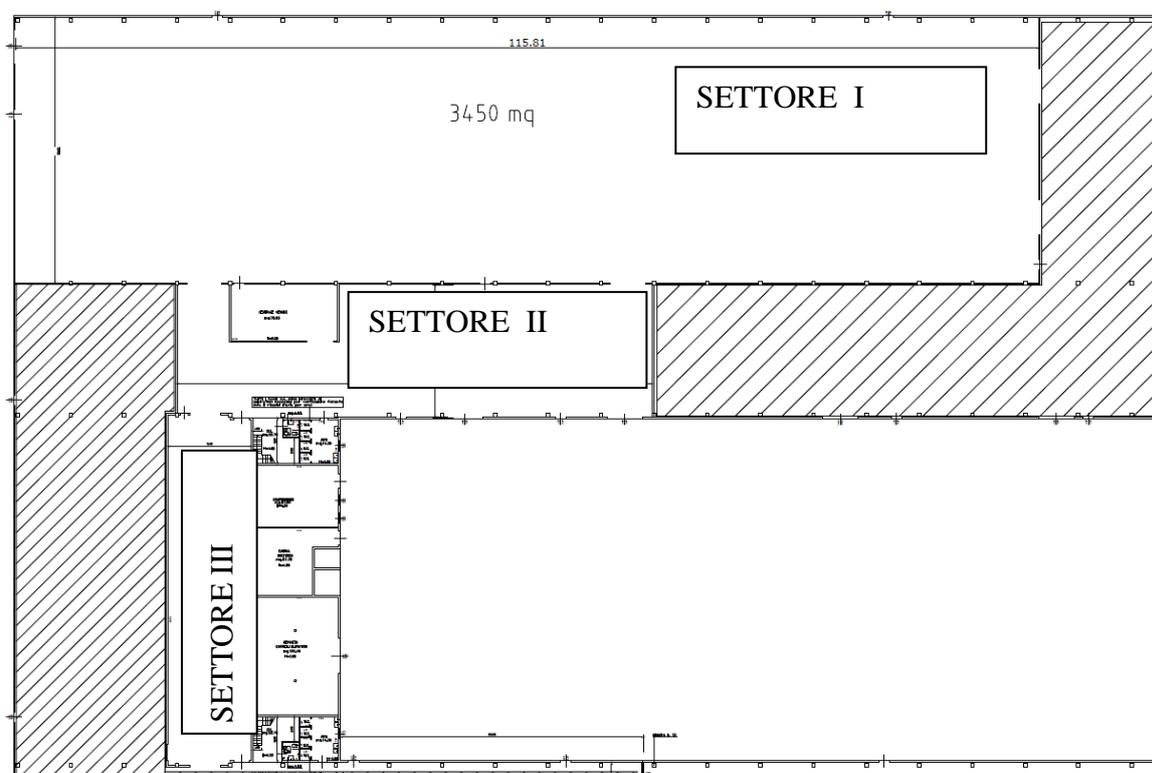


Figura 4.19

L'area del blocco 2 è formata da tre grandi ambienti. Il primo ed il più grande (settore I) con un'area di circa 3450 mq ospita due linee di verniciatura, una a liquido ed una a polvere, usate fino ad ora per i rimorchi ed altri loro componenti.

La linea di verniciatura a polvere viene smantellata mentre per quella a liquido viene concesso l'utilizzo in comodato. Al posto della vecchia linea di verniciatura a polveri

viene installata una linea sempre a polvere ma di ultima generazione con sistema di trasporto a catenaria anziché a binario come la precedente.

Il settore II con una superficie di 720 mq, essendo un ambiente sgombero con due portoni, si presta bene a diventare punto di stoccaggio del materiale da lavorare e quello già lavorato in attesa di essere spedito.

Euroverniciatura S.r.l. è un'azienda che non lavora esclusivamente con Fiorini, ma fa da terzista per molte imprese appartenenti a differenti settori (arredamento, automotive ..etc..). Nel settore II saranno allora localizzati l'accettazione e la spedizione verso terzi, mentre i prodotti che devono arrivare ai reparti assemblaggi passano attraverso i portoni interni del settore I che comunicano con il Blocco 3 della Fiorini Industries.

Il terzo settore risulta creato apposta per contenere la granigliatrice, attrezzatura per la pulizia dei prodotti prima di essere verniciati; questa macchina rimane in comodato d'uso al gruppo.

Il layout finale di questo blocco è quello di figura 4.20. Si osserva che tra il reparto di collaudo di Fiorini e la verniciatura, è stato aperto un portone per consentire il passaggio dei materiali da un settore all' altro.

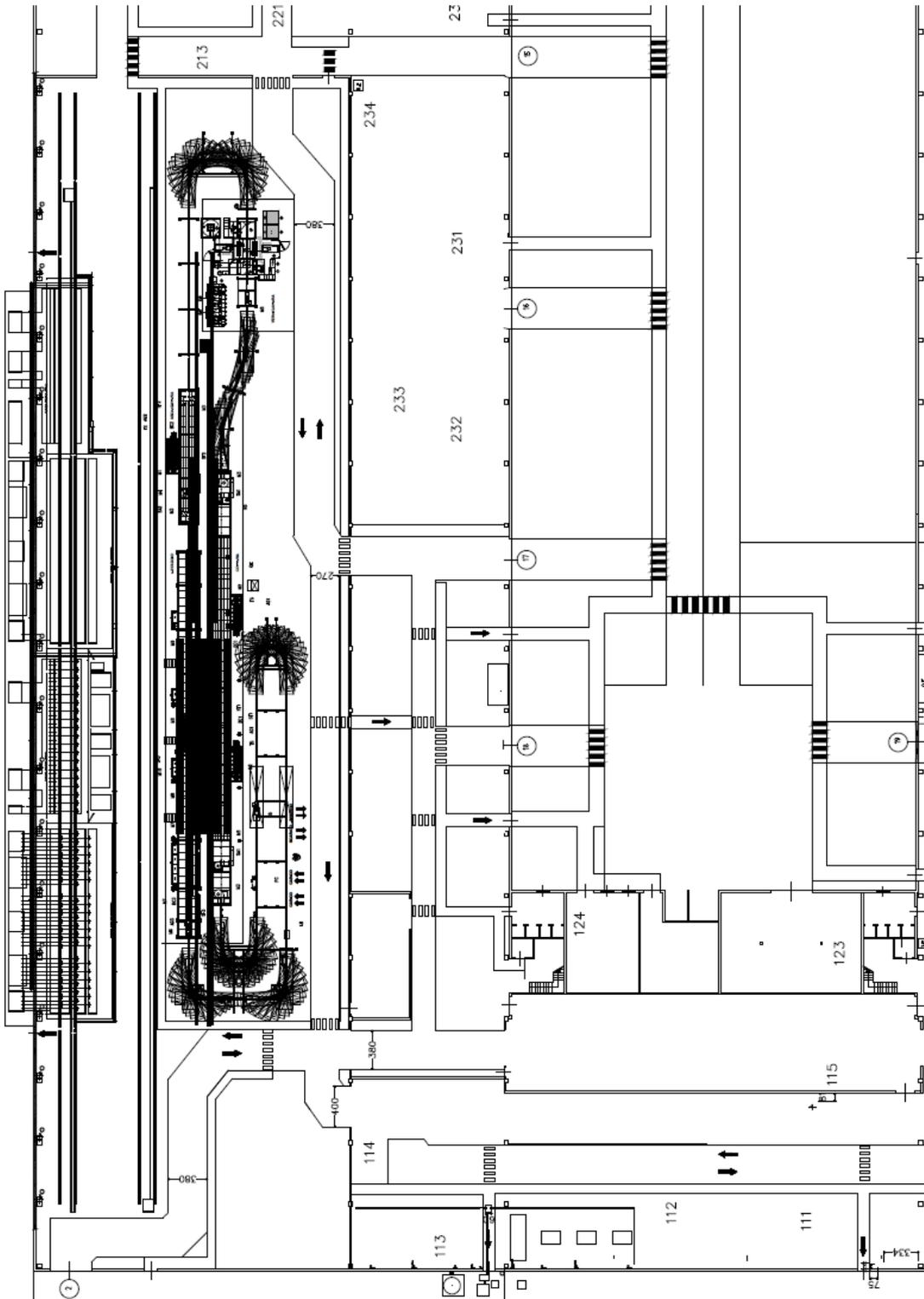


Figura 4.20

4.7 - Blocco 3

Il blocco 3 comprende i reparti di coibentazione, assemblaggio, scambiatori, magazzini, solare termico, accettazione e spedizione. La superficie interna di questa area è di circa 6600 mq (figura 4.21). E' evidente come la parte di fabbricato sia molto lunga e stretta, fattori che incidono molto sulle distanze delle movimentazioni; con questi vincoli si è costretti a sviluppare il layout dei reparti per la lunghezza.

E' importante per questioni legate alla produzione che il reparto coibentazione sia il più prossimo possibile al reparto verniciatura in modo che appena presi in consegna i materiali, come i serbatoi, questi possano essere subito coibentati senza ulteriori movimentazioni.

Il reparto Scambiatori è un'area a sé stante, possiede un suo magazzino dedicato, una sua isola ed una sua linea di assemblaggio che comunicano raramente con gli altri reparti. Dovrà essere quindi posizionato in maniera da non ostacolare le movimentazioni degli altri reparti.

Anche il reparto del Solare Termico presenta le caratteristiche sopra citate. E' necessario specificare che entrambi i reparti, assieme a quello delle coibentazioni, possiedono dei magazzini di reparto molto ingombranti a causa del materiale necessario per la lavorazione.

Le linee di assemblaggio dei prodotti sono 4. Nel reparto assemblaggi è presente anche un'isola di lavoro per codici prodotto di grandi dimensioni e volumi di produzione molto ridotti in maniera da non interferire con le linee.

Il magazzino centrale fa parte del reparto di accettazione merci, qui il materiale viene accettato, controllato, allocato. I materiali che servono alla produzione ma sono molto ingombranti o non sono ad alta rotazione vengono stoccati nel magazzino centrale mentre i prodotti di frequente utilizzo vengono disposti nei magazzini di asservimento ai vari reparti.

Il reparto spedizione solitamente si posiziona al termine delle linee di assemblaggio dove sono presenti i prodotti finiti.

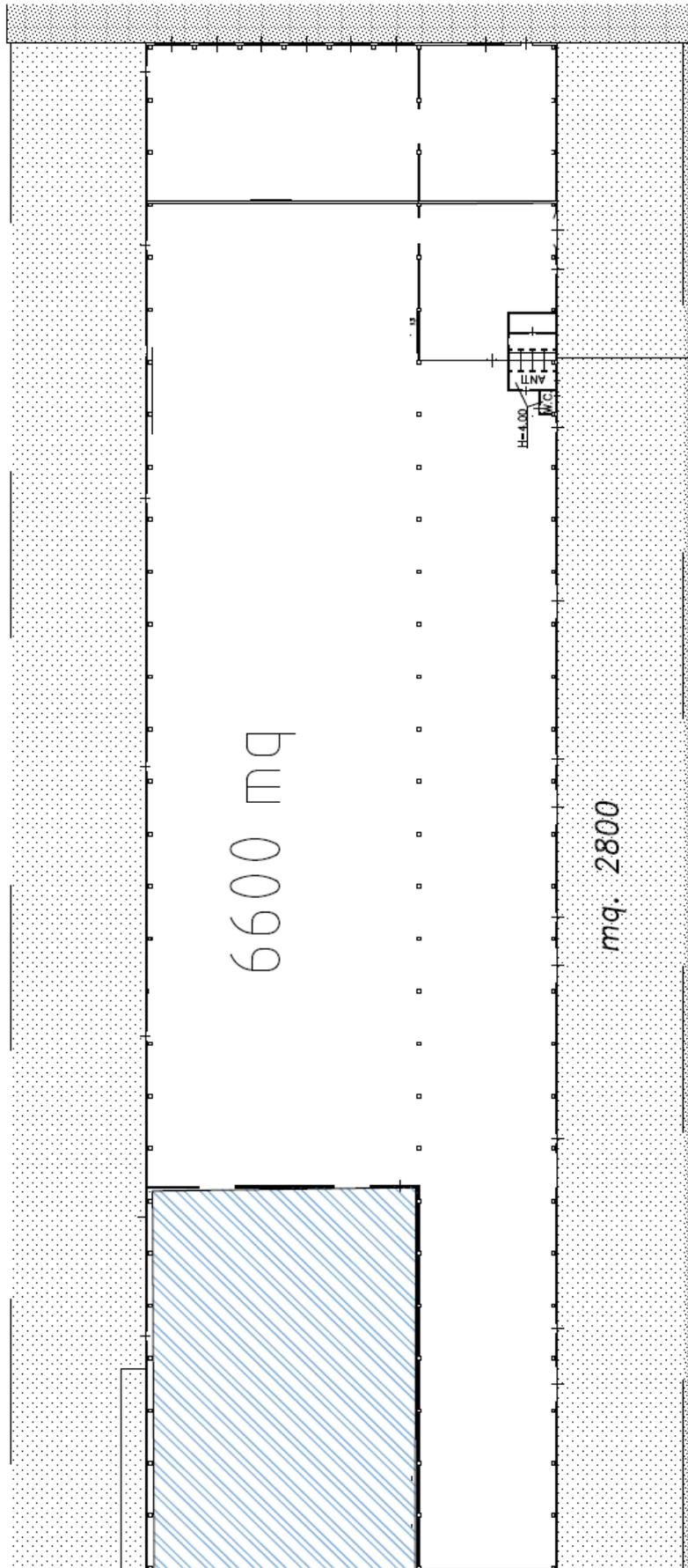


Figura 4.21

La prima proposta di layout (figura 4.22), prevede il reparto coibentazione in uscita al reparto di verniciatura con il suo magazzino molto voluminoso disposto nell'area rettangolare bianca sotto il reparto di verniciatura.

Proseguendo verso destra , in basso viene collocato il reparto scambiatori (riquadro azzurro), i magazzini centrali sono sviluppati in lunghezza con le linee di assemblaggio che corrono tra gli scaffali degli stoccaggi.

Proseguendo nella campata piccola si trova il reparto solare termico (area bianca con banchi verdi). Nel secondo blocco del solare termico, vengono costruiti i blocchi spogliatoi femminili, questa struttura viene ubicata in questa posizione per qualsiasi tentativo di layout perché la parete su cui si appoggia ospita già gli impianti di scarico dei bagni. Questo rende più semplice la creazione dell'impianto idraulico.

Nell'ultima parte del blocco vengono disposti i reparti di spedizione ed accettazione con relativi uffici.

In Tabella 4.23 si può osservare la disposizione dei flow control points.

A differenza del primo blocco, dove si è proceduto con una valutazione delle movimentazioni esclusivamente tra i flow control points di quei reparti, non si analizza il blocco 3 separatamente. L'analisi delle movimentazioni viene svolta per intero comprendendo tutti i reparti del nuovo stabilimento.

Valutazione Proposta 1				
Risultati da simulazione LRP				
	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	DISTANZE TOTALI PERCORSE AR (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	1657251,88	2900190,80	0,0230	66686,99
TRANSPALLET	626402,50	1096204,37	0,0680	74541,90
UOMO	293161,17	513032,05	0,0438	22464,65
TOT.				163693,53

INCIDENZA FAMIGLIE	0,6638
COSTI TOTALI	246601
COSTI NAVETTAGGIO	0
TOT.	246601
SAVING [€/anno]	20692

Tabella 4.23

La seconda proposta (figura 4.24), prevede il reparto di coibentazione esclusivamente entro la campata più grande, subito all'uscita del reparto verniciatura.

Il reparto solare termico si posiziona nella parte bassa della figura all'interno della campata piccola. Seguendo la campata piccola viene collocato il reparto accettazione con il magazzino centrale, mentre il reparto scambiatori viene collocato in figura sopra a quest'ultimo. Nella campata grande dello stabile, terminato il reparto coibentazione si dispone il reparto assemblaggi con il resto dei magazzini disposti a servizio delle linee. Al termine delle linee di assemblaggio viene disposto il reparto spedizione.

Il costo delle movimentazioni viene calcolato sempre allo stesso modo, considerando lo stabilimento per intero con tutti i flow control points (tabella 4.25).

Valutazione Proposta 2				
Risultati da simulazione LRP				
	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	DISTANZE TOTALI PERCORSE AR (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	1737088,02	3039904,04	0,0230	69899,55
TRANSPALLET	563791,65	986635,38	0,0680	67091,21
UOMO	293472,00	513576,00	0,0438	22488,47
TOT.				159479,23

INCIDENZA FAMIGLIE	0,6638
COSTI TOTALI	240252
COSTI NAVETTAGGIO	0
TOT.	240252
SAVING [€/anno]	27041

Tabella 4.25

La terza proposta di layout (figura 4.26) riprende la disposizione del reparto coibentazione della prima proposta disponendo il reparto solare nella campata piccola, tra le coibentazioni e il reparto accettazione.

Il reparto assemblaggio invece occupa quasi per intero l'area disponibile nella campata grande.

L'analisi dei costi di movimentazione, come per le altre proposte, viene applicata a tutti i flow control points. Dal programma LRP si ottengono i risultati elencati nella tabella 4.27 qui sotto.

Valutazione Proposta 3				
Risultati da simulazione LRP				
	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	DISTANZE TOTALI PERCORSE AR (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	1683854,36	2946745,14	0,0230	67757,46
TRANSPALLET	599740,25	1049545,43	0,0680	71369,09
UOMO	300303,00	525530,25	0,0438	23011,92
TOT.				162138,47

INCIDENZA FAMIGLIE	0,6638
COSTI TOTALI	244258
COSTI NAVETTAGGIO	0
TOT.	244258

Tabella 4.27

Il layout prevede il reparto coibentazione in uscita dalla verniciatura, seguito dagli assemblaggi. A destra della figura, nella campata piccola, saranno disposte l'area solare, il magazzino centrale con l'accettazione ed infine il reparto scambiatori. In testa allo stabile sarà prevista la zona spedizioni.

All'esterno dello stabile, nella zona a sinistra dell'immagine, vengono collocati gli stoccaggi pallets e l'area di pulizia dei serbatoi zincati.

L'analisi LRP di questa proposta restituisce i dati presentati nella tabella seguente (tabella 4.29).

Valutazione Proposta 4				
Risultati da simulazione LRP				
	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	DISTANZE TOTALI PERCORSE AR (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	1698440,17	2972270,30	0,0230	68344,38
TRANSPALLET	572884,22	1002547,38	0,0680	68173,22
UOMO	299107,00	523437,25	0,0438	22920,27
TOT.				159437,88

INCIDENZA FAMIGLIE	0,6638
COSTI TOTALI	240190
COSTI NAVETTAGGIO	0
TOT.	240190

Tabella 4.29

4.7.5 Comparazione economica Proposte Layout Blocco 3

Dal programma LRP per ogni proposta di layout sono stati ricavati dei dati riguardanti le distanze annuali percorse con ogni tipologia di mezzo.

Con queste distanze si ottiene il costo totale di movimentazione annuo.

La tabella 4.30 confronta i costi totali annui delle varie proposte.

	CONFRONTO PROPOSTE LAYOUT BLOCCO 3											
	PROPOSTA 1			PROPOSTA 2			PROPOSTA 3			PROPOSTA 4		
	carrello elevatore	transpallet	uomo	carrello elevatore	transpallet	uomo	carrello elevatore	transpallet	uomo	carrello elevatore	transpallet	uomo
DISTANZE TOTALI PERCORSE A/R (m/anno)	29000191	1096204,4	513032,05	3039904,04	986635,38	513576	2946745	1049545,43	525530,25	2972270,3	1002547,38	523437,3
COSTI TOTALI PER MEZZO (€/anno)	66686,99	74541,9	22464,65	69899,55	67091,21	22488,47	67757,46	71369,09	23011,92	68344,38	68173,22	22920,27
COSTI TOTALI FAMIGLIE ANALIZZATE (€/anno)	163693,53			159479,23			162138,47			159437,88		
COSTI TOTALI (€/anno)	246601			240252			244258			240190		

Tabella 4.30

Come si evince dai dati la soluzione migliore dal punto di vista dei costi di movimentazioni è la proposta numero 4.

La proposta 4 sarà la soluzione finale implementata nel nuovo stabilimento.

Il layout finale del terzo Blocco è quello mostrato in figura 4.31.

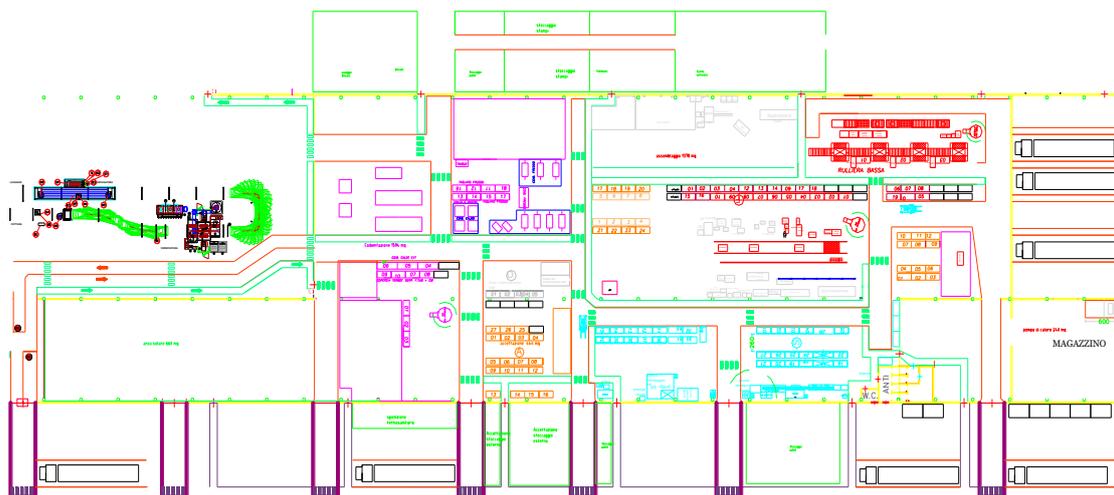


Figura 4.31

4.8 - Layout Finale Produzione

Si è arrivati ad un layout finale in tutte le sezioni dello stabilimento produttivo (figura.32).

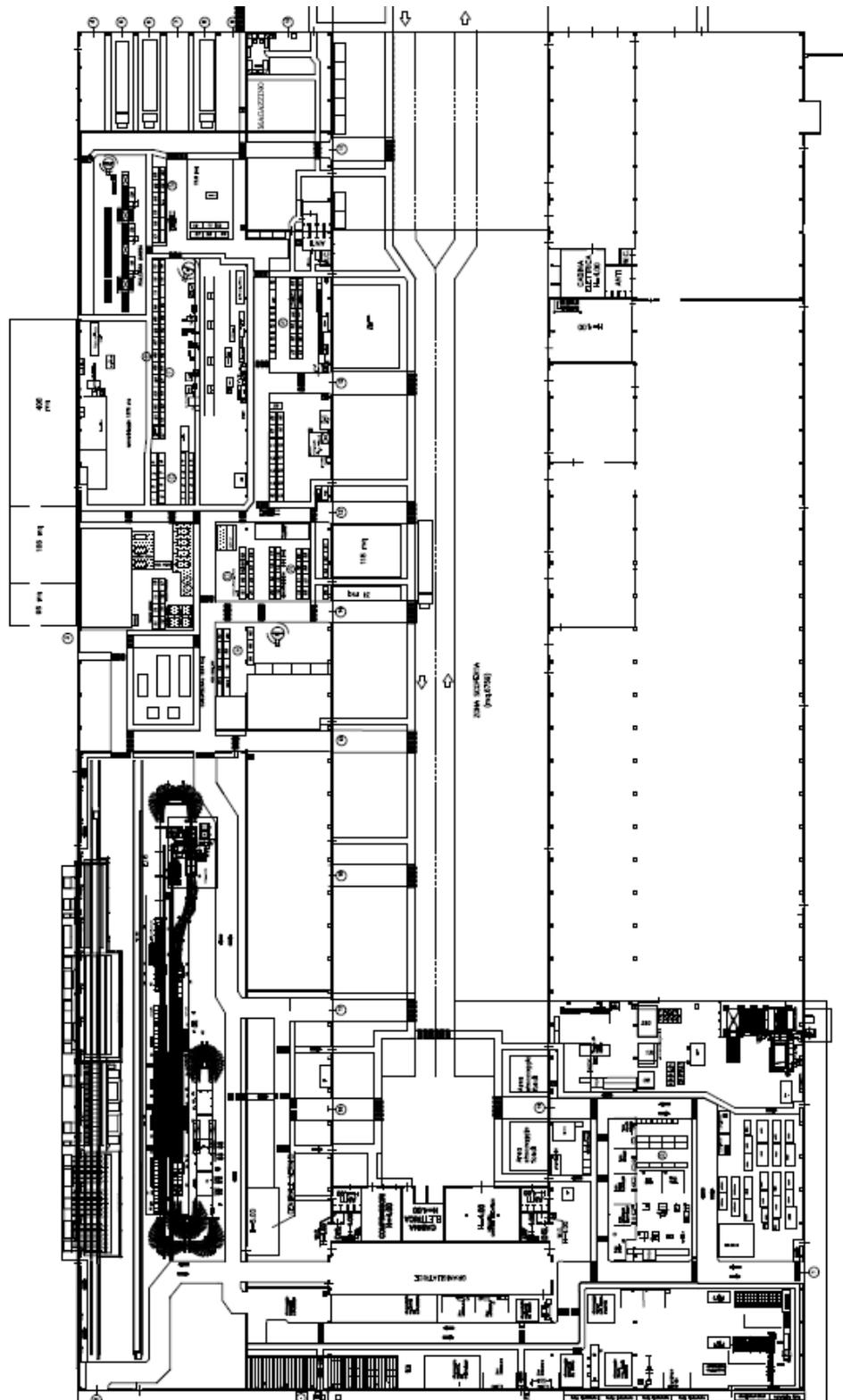


Figura 4.32

4.8.1 - Calcolo delle aree disponibili

La determinazione dello spazio disponibile per l'intero impianto industriale è una fase necessaria in un progetto di nuovo layout. Si tratta di misurare lo spazio che attualmente viene assegnato ad ogni attività.

Partendo dalla pianta del layout e dopo aver verificato sul campo la disposizione delle aree di interesse attraverso l'utilizzo dello strumento CAD, si è potuto calcolare lo spazio effettivamente disponibile nei vari reparti di lavorazione e nelle aree dedicate allo stoccaggio dei materiali, sia sulle scaffalature sia per l'accumulo a terra.

Nella tabella 4.33 si mostra il confronto delle aree disponibili nella situazione attuale e quelle nella soluzione di layout nel nuovo impianto industriale. Questi dati mostrano la crescita, la diminuzione o la stazionarietà delle aree per ogni reparto magazzino o stoccaggio. Ciò stabilisce una priorità alle esigenze della produzione con lo scopo di migliorare certe condizioni non ottimali in passato o semplicemente al cambio di mix produttivi che richiedono specifiche aziendali differenti.

Reparti	Superficie NEW (m ²)	Superficie OLD (m ²)	Δ%
Coibentazione	933	763	22%
Scambiatori	488	537	-9%
Assemblaggio Pinto	517	326	59%
Assemblaggio Bova	436	341	28%
Linea elettrico	278	300	-7%
Linea coibentazione			
Montaggio box	45	72	-37%
Coibentazione tubi	43	43	0%
Accettazione (interno)	105	82	27%
Accettazione (esterno)	149	130	14%
Stoccaggi			
Stoccaggio bancali	261	214	22%
Stoccaggio teflonati	135	186	-27%
Stoccaggio scorte (verniciato, inox, porcellanati)	239	193	24%
Stoccaggio termosanitario	63	115	-45%
Stoccaggio Industria	Da definire	241	
Magazzini	Campate New	Campate Old	Possibile aumento/diminuzione
Magazzino A	19	19	
Magazzino F	10	10	
Magazzino E	24	19	
Magazzino S	36	33	
Magazzino H	19	18	
Magazzino O	5	8	
Magazzino G	8	8	
Magazzino N	12	12	
Magazzino verniciati	8	8	
Magazzino T (stoccaggio PF)	14	17	Da definire
TOT.	155	152	
Nuove aree		Superficie (m²)	
Area solare (interno)	700	-	
Area solare (esterno)	100	-	
Area pompe di calore	550	-	
Coibentazione (schiumatura)	162	-	

Tabella 4.33

4.9 - Confronto Costi di Movimentazione OLD/NEW Layout

Nei paragrafi precedenti si sono valutati i costi di movimentazione delle varie proposte di layout; alla fine dell'analisi si è valutato il migliore dal punto di vista economico ed organizzativo.

Ora si valuta effettivamente se in questo progetto di layout nel nuovo impianto di produzione i costi di movimentazione sono effettivamente inferiori alla soluzione attuale. Nel nuovo Layout si considereranno nuove soluzioni di movimentazione al fine di ridurre queste spese rendendo ancora più efficiente questa voce aziendale.

Il costo delle movimentazioni nel layout attuale viene calcolato grazie ai dati ricavati nel capitolo tre; nella tabella 4.34 si mostrano le spese sostenute per le movimentazioni interne e i navettaggi verso gli altri stabilimenti.

Analisi AS IS				
Risultati da simulazione LRP				
	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	DISTANZE TOTALI PERCORSE AR (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	1816908,66	3179590,16	0,0230	73111,50
TRANSPALLET	517714,04	905999,57	0,0680	61607,97
UOMO	197636,00	345863,00	0,0438	15144,65
TOT.				149864,12

INCIDENZA FAMIGLIE	0,6638
COSTI TOTALI	225767
COSTI NAVETTAGGIO	41526
TOT.	267293

Tabella 4.34

Il costo delle movimentazioni nel nuovo layout ed il relativo saving annuo sarà quello riportato nella seguente tabella (tabella 4.35).

Valutazione layout implementato				
Risultati da simulazione LRP				
	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	DISTANZE TOTALI PERCORSE AR (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	1698440,17	2972270,30	0,0230	68344,38
TRANSPALLET	572884,22	1002547,38	0,0680	68173,22
UOMO	299107,00	523437,25	0,0438	22920,27
TOT.				159437,88

INCIDENZA FAMIGLIE	0,6638
COSTI TOTALI	240190
COSTI NAVETTAGGIO	0
TOT.	240190
SAVING [€/anno]	27103

Tabella 4.35

Dai dati nelle tabelle si osserva che i costi di movimentazioni interne nel progetto di nuovo layout sono aumentati, infatti dai 149864,00 euro/anno spesi nel layout attuale si passa a 159437,88 euro/anno nel nuovo layout.

Questo aumento dei costi di movimentazione è spiegato da vari fattori:

- In precedenza parte delle lavorazioni della produzione erano svolte in altri stabilimenti produttivi che non sono stati considerati durante l'analisi delle movimentazione nella situazione AS-IS;
- Passando da una superficie di layout occupato di circa 8000 mq coperti ad una nuova area industriale che ne occupa circa 16000 mq, l'aumento dei costi di movimentazioni è fisiologico, considerando che il nuovo stabilimento è molto sviluppato nel senso della lunghezza, fattore che implica una disposizione delle aree produttive per il lungo, aumentando le distanze tra i vari reparti.

Nonostante un maggiore costo di movimentazione interno, i costi totali sono inferiori rispetto al layout AS-IS perché sono stati azzerati i costi di navettaggio su gomma tra uno stabilimento produttivo e l'altro.

Questi costi di trasporto passano da 41526,00 Euro/anno a 0 euro/anno.

I costi totali allora passano da 267293,00 euro/anno a 240190,00 euro/anno.

Il risparmio ottenuto è di 27103 euro/anno pari ad una percentuale del 10.14%.

4.9.1 - Valutazione altri mezzi di movimentazione

Un mezzo che potrebbe essere impiegato per le movimentazioni interne sulle lunghe distanze (come per esempio tra i reparti di officina e assemblaggi) al posto del carrello elevatore è il trattore elettrico con i carrelli. Risulta conveniente per il semplice fatto che il carrello elevatore può trasportare un pallet alla volta mentre il "trenino" molti di più, a seconda del numero di carrelli utilizzati.

Il costo euro/metro per questo mezzo di movimentazione varia a seconda del numero di carrelli applicati al trattore.

Si calcola ora il costo di movimentazione di un trattore elettrico dove vengono applicati due o tre carrelli (tabella 4.36).

Calcolo costo trenino - 2 carrelli					
Costi	Costo acquisto (€)	Costo Annuo (€/a)	Costo manutenzione (€/a)	C.tot annuo (€/a)	Costo trattore + carrelli (€/a)
Trattore elettrico per traino carrelli	16672	3334,4	1249	4583,4	
Carrelli	2800	560	84	644	5227,4
Distanze percorse [m/anno]	793491	1190236,154			
Costo unitario [€/m]	0,0044				
Costo Mdo	0,0181				
Costo unitario tot [€/m]	0,0225				

Calcolo costo trenino - 3 carrelli					
Costi	Costo acquisto (€)	Costo Annuo(€/a)	Costo manutenzione (€/a)	C.tot annuo (€/a)	Costo trattore + carrelli (€/a)
Trattore elettrico per traino carrelli	16672	3334,4	1249	4583,4	
Carrelli	4200	840	126	966	5549,4
Distanze percorse [m/anno]	793491	1190236,154			
Costo unitario [€/m]	0,0047				
Costo Mdo	0,0181				
Costo unitario tot [€/m]	0,0228				

Tabella 4.36

Andando ad inserire il trattore elettrico all'interno dei mezzi di movimentazione della nuova area otteniamo i seguenti casi (tabella 4.37):

	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	Correzione distanze	DISTANZE TOTALI PERCORSE AR (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	1490358,72	1002235,77	1753912,60	0,0230	40329,47
TRANSPALLET	780965,67	520016,54	910028,94	0,0680	61881,97
UOMO	299107,00	283033,33	495308,32	0,0438	21688,56
TRENINO (3 carrelli)	255048,58	255048,58	446335,02	0,0228	10176,44
TOT.					134076,43

INCIDENZA FAMIGLIE	0,6638
COSTI TOTALI	201983
COSTI NAVETTAGGIO	0
TOT.	201983
SAVING [€/anno]	65310

	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	Correzione distanze	DISTANZE TOTALI PERCORSE AR (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	1490358,72	1002235,77	1753912,60	0,0230	40329,47
TRANSPALLET	780965,67	520016,54	910028,94	0,0680	61881,97
UOMO	299107,00	283033,33	495308,32	0,0438	21688,56
TRENINO (2 carrelli)	382572,88	382572,88	669502,53	0,0228	15264,66
TOT.					139164,65

INCIDENZA FAMIGLIE	0,6638
COSTI TOTALI	209648
COSTI NAVETTAGGIO	0
TOT.	209648
SAVING [€/anno]	57645

Tabella 4.37

Da un costo di movimentazione attuale di 267293 euro/anno si può passare grazie al trattore elettrico nel layout TO-BE ad un costo annuale compreso tra 201983.00 euro e 209648 euro, con un saving da 65310 euro a 57645 euro. In percentuale il margine di risparmio è del 24.4% per il trattore con i tre carrelli e del 21.6% per quello con due carrelli.

Nel nuovo stabilimento produttivo sono presenti diversi carroponti, essi fino ad ora non sono stati valutati perché si è proceduto all'analisi dei costi considerando i medesimi mezzi di trasporto per entrambi i layout.

Il carroponte potrebbe essere utilizzato nel nuovo layout al posto del transpallet elettrico o del carrello elevatore in alcune movimentazioni.

Prima di tutto bisogna valutare se economicamente il costo euro/metro del carroponte sia vantaggioso rispetto al transpallet (tabella 4.38).

Calcolo costo Carroponte				
Costi	Costo acquisto (€)	Costo Annuo (€/a)	Costo manutenzione (€/a)	C.tot annuo (€/a)
Carroponte	8700	1305	410	1715
Distanze percorse [m/anno]	130488	195732		
Costo unitario [€/m]	0,0088			
Costo Mdo	0,0181			
Costo unitario tot [€/m]	0,0269			

Tabella 4.38

Il costo per metro di movimentazione è molto simile al costo del carrello elevatore e molto inferiore al transpallet elettrico, quindi risulta conveniente impiegarlo nelle movimentazioni per cui si presta questo mezzo.

Se andiamo ad unire ai costi totali di movimentazione anche l'utilizzo del carroponte otteniamo i risultati di tabella 4.39.

	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	Correzione distanze	DISTANZE TOTALI PERCORSE AR (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	1490358,72	785078,85	1373887,98	0,0230	31591,18
TRANSPALLET	780965,67	481057,08	841849,88	0,0680	57245,79
UOMO	299107,00	226297,33	396020,32	0,0438	17340,94
TRENINO (3 carrelli)	255048,58	255048,58	446335,02	0,0228	10176,44
CARROPONTE	312852,39	312852,39	625704,77	0,0320	20022,55
TOT.					136376,90
INCIDENZA FAMIGLIE	0,6638				
COSTI TOTALI	205449				
COSTI NAVETTAGGIO	0				
TOT.	205449				
SAVING [€/anno]	61844				

	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	Correzione distanze	DISTANZE TOTALI PERCORSE AR (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	1490358,72	785078,85	1373887,98	0,0230	31591,18
TRANSPALLET	780965,67	481057,08	841849,88	0,0680	57245,79
UOMO	299107,00	226297,33	396020,32	0,0438	17340,94
TRENINO (2 carrelli)	382572,88	382572,88	669502,53	0,0228	15264,66
CARROPONTE	312852,39	312852,39	625704,77	0,0320	20022,55
TOT.					141465,12
INCIDENZA FAMIGLIE	0,6638				
COSTI TOTALI	213114				
COSTI NAVETTAGGIO	0				
TOT.	213114				
SAVING [€/anno]	54179				

Tabella 4.39

Utilizzando il carroponte unito al trenino con tre carrelli il margine di risparmio in percentuale è del 23%.

Quest'ultima soluzione presentata sarà quella adottata nel nuovo stabilimento produttivo.

CAPITOLO 5:

ANALISI AMBIENTALE: EMISSIONI

CO₂

Aspetto molto importante di un progetto di re-layout in un nuovo polo industriale è determinare le emissioni di CO₂ dovute dalle movimentazioni interne dei materiali.

In questo capitolo si determinano le emissioni di anidride carbonica dovute ad ogni mezzo di movimentazione interno e il totale delle emissioni sarà confrontato con quello del layout odierno, valutando la riduzione dell'impatto ambientale sotto il punto di vista delle movimentazioni.

Viene anche calcolato il valore di emissioni di CO₂ dovute al servizio di camion che trasportano i materiali da uno stabilimento all'altro, individuando in questo modo la riduzione totale di CO₂ dal layout AS-IS a quello TO-BE.

5.1 - Calcolo emissioni CO2 per ogni mezzo di movimentazione interno.

5.1.1 - Calcolo emissioni CO2 per ogni KWh di energia elettrica acquistata

Per determinare la quantità di emissioni dei mezzi di movimentazione interna bisogna fare una premessa dicendo che le emissioni di CO2 non sono locali perché mezzi alimentati ad energia elettrica. L'emissione di CO2 dovuta ai mezzi è da trovarsi nelle emissioni prodotte dalle centrali elettriche per la produzione dell'energia.

Se si vuole conoscere la quantità di anidride carbonica KWh prodotta è necessario analizzare il mix produttivo con cui viene prodotta.

La fattura dei consumi elettrici dell'azienda riporta le informazioni relative al mix energetico (tabella 5.1).

Composizione del mix energetico utilizzato per la produzione dell'energia elettrica venduta dall'impresa nei due anni precedenti

	Anno 2012
Fonti primarie utilizzate	%
Altre fonti	6,37
Carbone	20,06
Fonti rinnovabili	23,82
Gas naturale	43,96
Nucleare	4,39
Prodotti petroliferi	1,41

Tabella 4.1

Le emissioni di CO2 per ogni fonte primaria utilizzata per KWh prodotto sono riportate nella seguente tabella (tabella 5.2).

FATTORE DI EMISSIONI DELLA CO2 PER FONTE

FONTE	gCO2/kWh lorda
Carbone	857,3
Gas Naturale	379,7
Gas derivati	1.613
Prodotti petroliferi	649,2
Altri combustibili	435,7

Tabella 5.2

L'emissione di CO₂ media per ogni kWh di energia elettrica prodotta deve considerare tutte le fonti di energia elettrica usate per produrre l'energia acquistata dall'azienda.

Il 71,8% dell'energia acquistata produce emissioni di CO₂ in fase operativa mentre il restante 28,2% non emette CO₂ in atmosfera durante la produzione di energia elettrica.

La media di anidride carbonica (CO₂) emessa ogni kWh di energia elettrica prodotta risulta essere di **375 gCO₂/kWh**

5.1.2 - Valutazione energetica dei mezzi di movimentazione

Ogni mezzo disponibile per le operazioni di manutenzioni dispone di certe caratteristiche come velocità e consumo specifico; queste sono le informazioni necessarie per ricavare attraverso le distanze percorse il consumo elettrico totale annuale. Attraverso i kWh/annui si ricava l'emissione annua di CO₂ imputabile ai costi di movimentazione interna.

Carrello Elevatore	
Velocità Media	5 m/s
Consumo Medio	9 kWh/h

Tabella 5.3

Transpallet elettrico	
Velocità Media	1.3 m/s
Consumo Medio	0.8 kWh/h

Tabella 5.4

Trattore elettrico	
Velocità Media	5 m/s
Consumo Medio	9 KWh/h

Tabella 5.5

Carroponte	
Velocità Media	0.7 m/s
Consumo Medio	0.2 KWh/h

Tabella 5.6

5.2 - Valutazione emissioni CO2

5.2.1 - Emissioni Layout AS-IS

La valutazione delle emissioni di CO2 parte dal calcolo delle emissioni dovute alle movimentazioni interne del layout attuale.

In tabella vengono riportati valori per ogni mezzo di movimentazione ed il totale (tabella 5.7).

CARBON FOOTPRINT AS-IS				
	DISTANZE TOTALI	ORE MOVIMENTAZIONE ANNO	CONSUMO MEDIO (kWh/anno)	EMISSIONI CO2 (Kg CO2/anno)
CARRELLO ELEVATORE	4789982,16	266,11	2394,99	900,52
TRANSPALLET	1364868,29	291,64	233,31	87,72
UOMO	521034,95			
TOT.				988

Tabella 5.7

5.2.2 Emissioni Layout To-Be

Le emissioni di CO2 del nuovo layout considerando gli stessi mezzi utilizzati nella disposizione attuale, sono inferiori per il carrello elevatore ma superiori per le movimentazioni con il transpallet (tabella 5.8).

CARBON FOOTPRINT TO-BE					
	DISTANZE TOTALI	ORE MOVIMENTAZIONE ANNO	CONSUMO MEDIO (kWh/anno)	EMISSIONI CO2 (Kg CO2/anno)	ΔCO2 [kg/anno]
CARRELLO ELEVATORE	4477659,39	248,76	2238,83	841,80	59
TRANSPALLET	1510315,42	322,72	258,17	97,07	-9
UOMO	788546,63				
TOT.				TOT.	49

Tabella 5.8

La CO₂ prodotta con questo layout usando i mezzi di movimentazione odierni è pari a **938.87 KgCO₂/anno**, inferiore di 49 Kg pari al **5%** in meno annuo.

Se si considera l'inserimento del trattore elettrico con due o tre carrelli nel nuovo layout i risultati saranno quelli mostrati nella tabella 5.9.

CARBON FOOTPRINT					
	DISTANZE TOTALI	ORE MOVIMENTAZIONE ANNO	CONSUMO MEDIO (kWh/anno)	EMISSIONI CO2 (Kg CO2/anno)	ΔCO2
CARRELLO ELEVATORE	2642230,50	146,79	1321,12	496,74	404
TRANSPALLET	1370938,44	292,94	234,35	88,12	0
UOMO					
TRENINO (3 carrelli)	672393,83	37,36	336,20	126,41	
TOT.			TOT.	711,26	277

CARBON FOOTPRINT					
	DISTANZE TOTALI	ORE MOVIMENTAZIONE ANNO	CONSUMO MEDIO (kWh/anno)	EMISSIONI CO2 (Kg CO2/anno)	ΔCO2
CARRELLO ELEVATORE	2642230,50	146,79	1321,12	496,74	404
TRANSPALLET	1370938,44	292,94	234,35	88,12	0
UOMO					
TRENINO (2 carrelli)	1008590,74	56,03	504,30	189,62	
TOT.			TOT.	774,47	214

Tabella 5.9

Si nota che con il trattore elettrico il risparmio sulle emissioni di CO₂ cresce notevolmente rispetto alla soluzione precedente, rispettivamente del **28%** per il trattore a tre carrelli e del **21.7%** per quello a due.

Il nuovo mix di mezzi di movimentazione prevede anche l'implementazione dei carriponte presenti (tabella 5.10),

CARBON FOOTPRINT					
	DISTANZE TOTALI	ORE MOVIMENTAZIONE ANNO	CONSUMO MEDIO (kWh/anno)	EMISSIONI CO2 (Kg CO2/anno)	ΔCO2
CARRELLO ELEVATORE	2069731,82	114,99	1034,87	389,11	511
TRANSPALLET	1268228,21	270,99	216,79	81,51	6
UOMO	596595,84				
TRENINO (3 carrelli)	672393,83	37,36	336,20	126,41	
CARROPONTE	942610,39	374,05	74,81	28,13	
TOT.			TOT.	625,16	363

CARBON FOOTPRINT					
	DISTANZE TOTALI	ORE MOVIMENTAZIONE ANNO	CONSUMO MEDIO (kWh/anno)	EMISSIONI CO2 (Kg CO2/anno)	ΔCO2
CARRELLO ELEVATORE	2069731,82	114,99	1034,87	389,11	511
TRANSPALLET	1268228,21	270,99	216,79	81,51	6
UOMO					
TRENINO (2 carrelli)	1008590,74	56,03	504,30	189,62	
CARROPONTE	942610,39	374,05	74,81	28,13	
TOT.			TOT.	688,37	300

Tabella 5.10

La diminuzione della CO₂ in percentuale per queste due soluzioni è pari al **36.7%** per quella a tre carrelli e del **30.4%** per quella a due carrelli.

5.2.3 - Valutazione finale emissioni AS-IS VS TO-BE

Le emissioni di CO₂ relative alle movimentazioni interne del layout attuale sono pari a 988 KgCO₂/anno, le emissioni delle movimentazioni nel nuovo layout con il nuovo mix di mezzi sono pari a 625 KgCO₂/anno.

Il risparmio è pari al 36.7%, ma questa analisi non è sufficiente perché si limita alle emissioni relative ai mezzi di movimentazioni interne.

Nel layout attuale però parte delle lavorazioni sono eseguite come già detto in precedenza in altri poli produttivi, ragion per cui è necessario uno spostamento su strada delle merci da lavorare.

Questo fattore non può essere trascurato nell'analisi delle emissioni di CO₂, infatti nel nuovo stabilimento questi navettaggi saranno azzerati, azzerando anche le relative emissioni di CO₂ dovute ai camion.

I camion che collegano i vari stabilimenti percorrono ogni anno circa 9000 Km e producono un'emissione di CO₂ pari a 175 gCO₂/Km; annualmente le emissioni di CO₂ dovute ai collegamenti via gomma sono pari a 1575 KgCO₂/anno.

Le emissioni totali per le movimentazioni nel ciclo produttivo del layout attuale sono pari 2563 KgCO₂/anno, mentre il nuovo ciclo produttivo prevede circa 625 KgCO₂/anno.

Il risparmio totale sulle emissioni attuali è pari al 75.6%.

Questo dato mostra l'importanza che un progetto di re-layout di una realtà industriale può avere nei confronti dell'ambiente.

CONCLUSIONI

Lo Studio della disposizione planimetrica all'interno di uno stabilimento industriale, in particolare del gruppo Fiorini Industries S.r.l., seguito dalla riprogettazione del layout in un nuovo polo produttivo al fine di migliorare i flussi di materiali e di ridurre il costo legato alla movimentazione interna, ha rappresentato l'obiettivo del progetto svolto e descritto in questa trattazione.

Per raggiungere tale scopo è stato analizzato il ciclo produttivo attuale delle principali famiglie di prodotti con il programma LRP individuando le distanze percorse dai mezzi di movimentazione interni e i relativi costi.

Si è passati alla pianificazione delle alternative di layout nel nuovo stabilimento produttivo e successivamente allo sviluppo dettagliato su CAD delle nuove configurazioni.

La valutazione di queste alternative viene effettuata sempre tramite il programma LRP individuando il risparmio annuale sui costi di movimentazione. La prima valutazione economica viene fatta considerando per il nuovo layout la medesima soluzione di mezzi di trasporto della configurazione odierna. Dalle tabelle si evince che il risparmio annuo è dato dall'azzeramento dei costi di trasporto su camion dei materiali tra un polo produttivo e l'altro, dato dall'accorpamento di tutte le fasi della produzione in un unico polo. Infatti i costi strettamente legati alle movimentazioni interne sono superiori.

Analisi AS IS				
<i>Risultati da simulazione LRP</i>				
	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	DISTANZE TOTALI PERCORSE AR (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	1816908,66	3179590,16	0,0230	73111,50
TRANSPALLET	517714,04	905999,57	0,0680	61607,97
UOMO	197636,00	345863,00	0,0438	15144,65
TOT.				149864,12

INCIDENZA FAMIGLIE	0,6638
COSTI TOTALI	225767
COSTI NAVETTAGGIO	41526
TOT.	267293

Valutazione Proposta 4

<i>Risultati da simulazione LRP</i>				
	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	DISTANZE TOTALI PERCORSE AR (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	1698440,17	2972270,30	0,0230	68344,38
TRANSPALLET	572884,22	1002547,38	0,0680	68173,22
UOMO	299107,00	523437,25	0,0438	22920,27
TOT.				159437,88

INCIDENZA FAMIGLIE	0,6638
COSTI TOTALI	240190
COSTI NAVETTAGGIO	0
TOT.	240190
SAVING [€/anno]	27103

Il secondo step per la valutazione economica considera di implementare il parco mezzi di movimentazione con un trattore elettrico dotato di tre carrelli e coi carriponte presenti nel nuovo polo. Usando questa nuova soluzione il saving annuo cresce fino a circa il 23% .

	DISTANZE TOTALI PERCORSE (m/anno)	Correzione distanze	DISTANZE TOTALI PERCORSE AR (m/anno)	COSTO MEZZO (€/m)	COSTI TOTALI (€/anno)
CARRELLO ELEVATORE	1490358,72	785078,85	1373887,98	0,0230	31591,18
TRANSPALLET	780965,67	481057,08	841849,88	0,0680	57245,79
UOMO	299107,00	226297,33	396020,32	0,0438	17340,94
TRENINO (3 carrelli)	255048,58	255048,58	446335,02	0,0228	10176,44
CARROPONTE	312852,39	312852,39	625704,77	0,0320	20022,55
TOT.					136376,90

INCIDENZA FAMIGLIE	0,6638
COSTI TOTALI	205449
COSTI NAVETTAGGIO	0
TOT.	205449
SAVING [€/anno]	61844

Sotto l'aspetto tecnico il re-layout ha permesso la diminuzione delle distanze percorse dai mezzi di movimentazione del 17% (da 6.675.885 metri/anno a 5.549.560 metri/anno).

Il progetto, oltre che dal punto di vista dei costi di movimentazione, è stato studiato sotto il punto di vista della riduzione delle emissioni di CO₂ dovute sempre alle movimentazioni interne.

Se nella configurazione iniziale le emissioni di CO₂ sono pari a 988 KgCO₂/anno esclusivamente per le movimentazioni interne dello stabilimento principale del gruppo Fiorini Industries s.r.l., le emissioni nel nuovo layout con i nuovi mezzi di movimentazione interna sono circa 625 KgCO₂/anno con una riduzione delle emissioni del 36.7%.

Se si considerano però le emissioni che provengono dai navettaggi da una sede produttiva all'altra della situazione odierna, pari a 2563 KGCO₂/anno, allora le emissioni di anidride carbonica sono ridotte del 75.6%.

Una razionalizzazione del Layout aziendale può portare vantaggi in termini di costo, di sfruttamento dello spazio disponibile, di sicurezza e benessere nel luogo di lavoro, nonché favorire una maggiore compatibilità tra industria e ambiente.

BIBLIOGRAFIA

[1] A.Pareschi, E.Ferrari, A.Persona, A.Regattieri: " *Logistica integrata e flessibile* " - Progetto Leonardo, Società Editrice Esculapio - Bologna - 2002.

[2] A.Pareschi: "Impianti Industriali" - Progetto Leonardo, Società Editrice Esculapio - Bologna - 1° edizione - 1994.

[3] C.Mora: "Progettazione del Lay-out di impianti industriali: il software LRP (Logistic and Re-layout program) - Dispensa del corso di Sistemi di Produzione Avanzati LS - a.a. 2008-2009.

[4] M.Fustini "Riprogettazione di un Lay-out di un impianto industriale: il caso Fiorini S.p.A." - Tesi di Laurea in Logistica Industriale L-B - a.a. 2008-2009 - Sessione II

Le immagini riprodotte in questo elaborato sono di proprietà Aziendale.

RINGRAZIAMENTI

Un sincero ringraziamento al Prof. Alberto Regattieri che mi ha permesso di realizzare il mio elaborato di laurea.

Ringrazio la Prof.ssa Rita Gamberini per la sua disponibilità, cortesia e assistenza durante la realizzazione di questo progetto ed anche durante il mio periodo lavorativo in Fiorini, dove mi ha guidato ed insegnato su certi argomenti a me ancora sconosciuti.

Ringrazio l'azienda Fiorini Industries che mi ha permesso di lavorare su un progetto così importante dove ho conosciuto in prima persona il termine lavoro di squadra e soprattutto l'importanza di questo concetto.

Ringrazio il signor Davide Faggi per avermi guidato durante il mio periodo di lavoro in azienda insegnandomi cose che l'università ne oggi ne mai potrà mai insegnare.

Ringrazio la Dott.ssa Ing. Elena Bicchierini che mi ha introdotto nelle logiche dell'ingegneria gestionale e con pazienza mi ha permesso di capire quanto ancora c'è da imparare.

Se sono arrivato fino a qui però, lo devo solamente alle persone importanti della mia Vita, più e più volte sono stato sul punto di cambiare strada durante il mio percorso, ma queste incoraggiandomi, ognuna a modo suo, mi hanno permesso di continuare e di tenere duro anche quando erano più le fatiche delle soddisfazioni.

Ringrazio mia Mamma che mi è sempre rimasta vicino nei bei momenti ed in quelli brutti senza mai farmi mancare l'affetto di cui avevo bisogno anche se in quel momento sarebbe stato più facile darmi due calci!!!

Ringrazio mio Padre che mi ha insegnato l'importanza di ascoltare le opinioni e le esperienze altrui per poi farle diventare parte del proprio "bagaglio".

Ringrazio mia sorella Virginia che cerca sempre di farmi uscire dai miei schemi mentali troppo quadrati e pragmatici, per mostrarmi il lato artistico della vita.

A mia Nonna Viviana che mi ha sempre viziato ed è sempre stata dalla mia parte anche quando ero in torto.

Ringrazio Giulia, a cui devo tantissimo, perché ha fatto in modo che io capissi quanto conto e non sottovalutarmi mai e che senza di lei sicuramente non sarei arrivato qui.

Ringrazio Fabrizio, Marina e Chiara che mi sono stati vicini in questi anni, sempre pronti ad avere una parola di incoraggiamento nei miei confronti.

Ci sono troppe persone che dovrei ringraziare come si deve, ma occuperei altre venti pagine. Mi limiterò ringraziare tutto il resto della mia famiglia e quindi dico a Voi:

Maurizio, Marzia, Edoardo, Eleonora, Irene, Ilaria Maurizio, Lorena, Rosa, Giampaolo, Angela, Roberta, Vittorio, Davide, Luisa, Pierluigi, Claudio, Dante, Mirto, Teresina, Maria.

Grazie Di Tutto!!!

Ora si passa a ringraziare gli amici che non sono in fondo per ordine di importanza perché senza di loro i miei momenti di piacere e svago sarebbero stati molto pochi e la mia vita sarebbe stata infinitamente più solitaria e triste.

Quindi Grazie "Ano", Grazie "Tiso", Grazie Ivan, Grazie Soglia, Grazie "Bombarolo", Grazie "Zio", Grazie a chiunque mi abbia regalato un po' del suo tempo in questi anni, Grazie mille, Grazie e ancora Grazie!!!!