

UNIVERSITA' DEGLI STUDI DI PADOVA

FACOLTA' DI SCIENZE STATISTICHE

**CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN STATISTICA,
ECONOMIA E FINANZA**



Tesi di Laurea

**LA LEAN MANUFACTURING:
IL PROGETTO "PILOTA" IN ZF PADOVA**

Relatore:

Ch. mo prof. FABRIZIO CERBIONI

Laureanda: STEFANIA SCARIN

Matricola: 541224 – SEF

Anno Accademico 2007/2008

INDICE

INTRODUZIONE	4
Capitolo 1 - L'AZIENDA	
1.1 IL GRUPPO ZF	5
1.2 ZF MARINE	5
1.3 ZF PADOVA	6
1.4 KEY FIGURES	7
1.5 I PRODOTTI	8
1.6 LE MODALITA' DI RISPOSTA AL MERCATO	10
Capitolo 2 - LA LEAN PRODUCTION	
2.1 ASPETTI GENERALI	13
2.1.1 I cinque principi	14
2.1.2 Le sette fonti di spreco	15
2.1.3 Il flusso del valore	16
2.1.4 Il miglioramento continuo – Kaizen	17
2.2 STRUMENTI DELLA LEAN MANUFACTURING.....	18
Capitolo 3 - ZF PADOVA E LA LEAN PRODUCTION	
3.1 ASPETTI GENERALI.....	26
3.2 I PRODOTTI RAPPRESENTATIVI	27
3.3 LE MAPPATURE DEI FLUSSI.....	29
3.3.1 La ' <i>Current State Map</i> '	29
3.3.2 La ' <i>Future State Map</i> '	31
3.4 LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DI PROGETTO.....	32

3.5 LE TEMPISTICHE.....	33
3.6 I ‘CANTIERI’	33

Capitolo 4 - IL PROGETTO PILOTA

4.1 ASPETTI GENERALI.....	35
4.2 L’OBIETTIVO.....	36
4.3 L’ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE.....	36
4.4 LA FASE INIZIALE.....	37
4.4.1 Definizione di flusso e analisi degli sprechi	37
4.4.2 Scelta dei prodotti	38
4.4.3 L’analisi.....	39
4.4.4 Il “Takt Time” e il dimensionamento della linea.....	39
4.4.5 I gruppi di lavoro.....	40
4.5 LA FASE FINALE	45
4.5.1 Il layout	45
4.5.2 Gli scaffali di linea.....	46
4.5.3 Le attrezzature.....	48
4.5.4 Il piano di azioni	49
4.5.5 Gli ‘standard work’	50
4.5.6 La verifica degli obiettivi.....	50

CONCLUSIONI	52
--------------------------	-----------

APPENDICE A

a1 Divisioni e <i>Business Units</i>	53
a2 ZF Worldwide	53
a3 Market position in the major products segments (2005).....	54

a4 Sales (2006).....	54
APPENDICE B	
b1 Key Figures – grafici	55
APPENDICE C	
c1 Fase di Preparazione.....	56
c2 Fase di Montaggio	56
c3 Fase di Collaudo	56
c4 Fase di Montaggio accessori	57
c5 Fase di Imballo	57
APPENDICE D	
d1 Postazioni 1 e 2	58
d2 Postazioni 3 e 4	59
d3 Postazione accessori.....	60
BIBLIOGRAFIA	61

INTRODUZIONE

Il lavoro svolto in questa tesi è la testimonianza delle attività di un gruppo di lavoro, cui ho partecipato durante il periodo di stage, e che ha avuto lo scopo di introdurre nell'azienda le logiche *Lean*.

Con il termine *Lean Manufacturing* si identifica un nuovo modello organizzativo che dal tradizionale modello fordista-taylorista conduce ad un nuovo modo di pensare che combina i vantaggi della produzione artigianale con quella di massa.

Partendo dalla centralità del cliente si sono affrontate tematiche riguardanti:

- semplificazione del sistema aziendale;
- considerazione delle sole attività che forniscono valore al prodotto e al cliente;
- scomposizione del processo produttivo per favorire la continuità del flusso di materiali.

L'intero elaborato è costituito da quattro capitoli.

Il primo fornisce una panoramica sulla realtà di ZF Padova, utile a chiarire alcuni aspetti interessanti ai fini della tesi, quali: i prodotti commercializzati e le modalità di risposta al mercato.

Il secondo capitolo illustra i concetti e i principali strumenti utilizzati dalla *Lean Manufacturing*.

Il terzo capitolo, partendo dalle motivazioni che hanno spinto l'azienda al cambiamento, descrive le fasi principali del progetto.

Il quarto capitolo riporta tutte le fasi del progetto pilota (*cantiere JiT*) a cui ho avuto modo di partecipare.

Capitolo 1

L'AZIENDA

1.1 IL GRUPPO ZF

ZF Group è il leader mondiale nella fornitura di sistemi di trasmissione del moto.

ZF sviluppa e produce prodotti utilizzati per favorire la mobilità delle persone e dei beni.

Nei sei centri di Ricerca e Sviluppo lavorano ogni giorno 660 persone impegnate nell'innovazione, ma anche nel campo della sicurezza, del comfort del prodotto, della riduzione dei costi; particolare attenzione viene rivolta alle attività di ricerca volte alla riduzione dei consumi e all'emissione di gas nell'atmosfera dei veicoli degli utilizzatori finali.

La soddisfazione delle richieste di clienti sempre più esigenti in fatto di tecnologia, di qualità e di servizio è ritenuta essere il fattore chiave per rimanere in una posizione di leadership in un contesto internazionale.

I clienti, inoltre, possono beneficiare dell'esperienza e del know-how del gruppo.

La struttura organizzativa prevede divisioni e *business units* che operano indipendentemente le une dalle altre, per garantire la massima flessibilità ai rispettivi mercati, ma sono comunque gestite dal punto strategico e finanziario dal Vorstand, che ha sede nel quartiere generale di Friedrichshafen.

Nella *Appendice A* sono riportati i dati ritenuti più significativi, relativi alle Divisioni e Business Units, alla presenza sul territorio, al posizionamento sul mercato e al fatturato.

1.2 ZF MARINE

ZF Marine è il maggiore fornitore mondiale di trasmissioni marine, in grado di coprire potenze da 10 a 10.000 hp.

Con stabilimenti in USA, in Germania, nella Repubblica Cinese, in Taiwan e in Italia – *headquarters* in ZF Padova – trasmissioni e sistemi di propulsione vengono forniti per ogni configurazione e su ogni tipo di imbarcazione, dai traghetti veloci agli yachts.

Dal 2000 il catalogo si è arricchito di nuovi prodotti, andando ad includere i *drives* di superficie, le eliche a ‘passo fisso’ e a ‘passo variabile’ e i controlli elettronici.

1.3 ZF PADOVA

Fondata nel 1929 da Davide Monteverde come piccola officina per la produzione di ingranaggi e di parti di precisione per motociclette, l’azienda cresce progressivamente negli anni, evolvendosi sino ad essere in grado di progettare e costruire ponti e trasmissioni per veicoli industriali, commerciali e su rotaia.

Gli anni settanta segnano un’importante tappa nel cammino dell’azienda con l’entrata nel settore marino e la produzione, nel 1975, del primo inversore (nella figura 1.3.1. un esempio di inversore).



Figura 1.3.1 – Inversore marino
(fonte: <http://www.zf-group.it>).

Questa realtà comincia a suscitare l’interesse del gruppo multinazionale tedesco ZF, che dapprima, nel 1984, entra nel capitale sociale, e successivamente, un paio di anni più tardi, acquisisce la totalità delle azioni.

Nel 1989, ZF Padova si trasferisce nella nuova sede di Caselle di Selvazzano, ad Ovest di Padova. L'area occupata dall'azienda misura complessivamente 75.000 metri quadrati, di cui oltre 25.000 coperti, e dispone del primo impianto, installato in Italia, di trattamento termico di cementazione e tempra a gestione computerizzata.

Nel 1996 vengono abbandonate le attività di produzioni di ponti per carrelli elevatori, per bus e metropolitane e alcuni tipi di trasmissioni per veicoli ferroviari, a favore di una concentrazione e specializzazione nel settore marino, con invertitori per potenze da 400 hp a 1400 hp, e nel settore degli ingranaggi di alta qualità.

Oggi ZF Padova è la capofila del gruppo ZF Marine che, come detto, riunisce sei stabilimenti produttivi in Europa, Stati Uniti e Cina e una rete di vendita e assistenza capillare in tutto il mondo.

1.4 KEY FIGURES

Nella figura della pagina seguente sono stati riportati i dati più significativi del piano strategico di ZF Padova.

Per motivi di riservatezza, si è deciso di prendere come riferimento l'anno 2006 e riferire ad esso, proporzionalmente, i dati relativi ai periodi successivi. Il numero degli addetti è invece quello reale.

Legenda:

- Operating profit = risultato operativo
- EBIAT = *earning before interest after tax*; (risultato gestione caratteristica + entrate da partecipazioni non cons. + aggiust + tasse)
- Capital Employed = capitale investito
- ROCE = ritorno sul capitale investito
- Investment FA = investimenti capitalizzati (solo immob. materiali).

Key Figures	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012
	Actual	Actual	BP 11/07	BP 11/07	BP 11/07	BP 11/07	BP 11/07
Sales	100	124	178	185	207	226	239
[Change to previous year in %]	-	23,8%	43,8%	4,0%	12,0%	9,1%	5,5%
Gross profit on sales	100	75	140	161	184	204	216
[% of sales]		60,2%	78,7%	87,2%	88,9%	90,3%	90,5%
Operating profit	-100	-91	45	86	131	169	190
[% of sales]		-73,5%	25,5%	46,7%	63,1%	74,7%	79,5%
Capital Employed	100	94	119	151	147	146	146
	44.388	53.124	63.860	67.790	71.338	76.072	79.356
	29.665	26.435	39.397	53.151	53.625	53.838	53.940
	-29.492	-38.837	-50.072	-53.859	-59.566	-64.832	-68.265
ROCE [%]		-96,7%	40,1%	59,2%	91,3%	118,1%	132,3%
EBIAT	-100	-91	48	89	134	172	193
EBIAT	-2.482	-1.688	1.789	3.335	5.010	6.449	7.222
	-2481,9%	-1363,5%	1004,7%	1801,9%	2416,5%	2852,2%	3026,6%
Personnel (average) [heads]	441	404	419	420	420	419	418
[Change to previous year in %]	-	-6,7%	3,5%	0,3%	0,0%	-0,2%	-0,2%
Total Personnel costs	100	97	101	104	107	110	113
[% of sales]		78,2%	56,5%	56,0%	51,5%	48,6%	47,5%
Investment FA	100	73	352	270	249	237	237
(Fixed Assets) [% of sales]		58,8%	197,6%	145,6%	120,3%	104,9%	99,4%
Inventories Ø	100	140	131	122	124	128	128
Turnover ratio inventories [factor]	1,0	0,9	1,4	1,5	1,7	1,8	1,9
Research and development cost	100	111	154	158	163	168	173
[% of sales]		89,5%	86,5%	85,2%	78,5%	74,3%	72,6%

Nell'Appendice B sono riportati i relativi grafici.

1.5 I PRODOTTI

ZF Padova, come detto, produce trasmissioni marine progettate per operare abbinate a motori con gamma di potenza compresi tra 400 hp a 1400 hp, e solitamente installate in imbarcazioni ad alte prestazioni quali cabinati di lusso e barche off-shore.

Tale tipologia di trasmissioni, comunemente chiamate “inversori”, viene montata tra il motore e l’albero dell’elica, permettendo il controllo del moto di quest’ultima e quindi la manovra del mezzo nautico. La denominazione “inversore” deriva dal fatto che tali trasmissioni offrono la possibilità di rallentare il moto dell’imbarcazione attraverso l’inversione del moto dell’elica.

La figura 1.5.1 fornisce un esempio della collocazione dell’inversore all’interno del mezzo nautico.

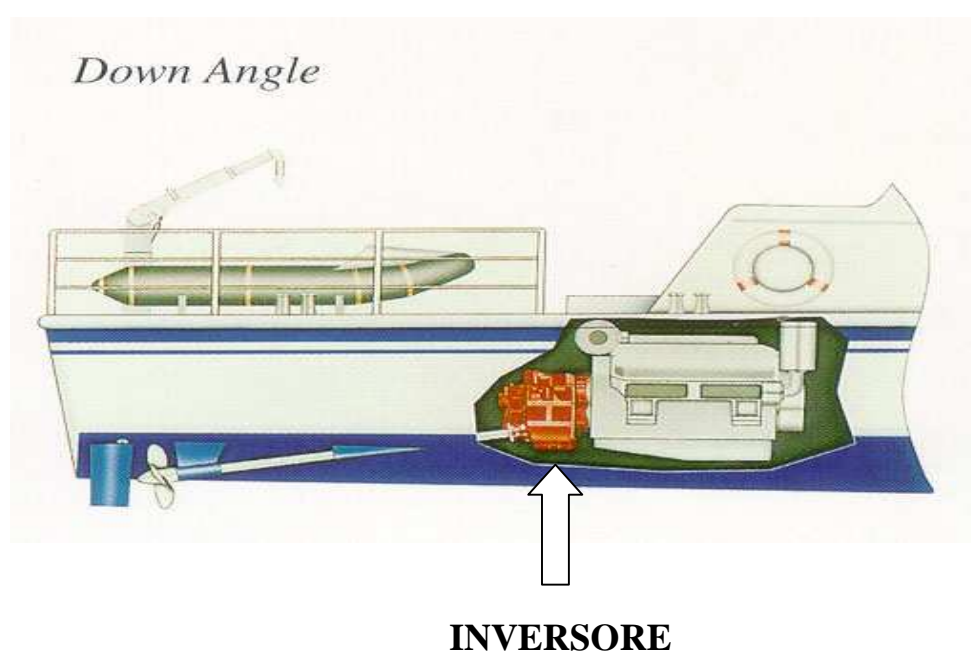


Figura 1.5.1 – Collocazione di un inversore in un mezzo nautico
(fonte: <http://www.zf-group.it>).

Il settore delle trasmissioni marine ha costituito per molto tempo e ancora oggi costituisce quasi l’85% del fatturato dell’azienda; è opportuno, peraltro, ricordare come ZF Padova si occupi anche della fabbricazione e della vendita di ingranaggi di alta qualità per applicazioni industriali e ferroviarie e, in misura minore, di ricambi.

Negli ultimi anni ZF Padova ha ampliato la gamma dei prodotti offerti, entrando nel business delle eliche e degli inversori destinati a motori con potenza superiore ai 10.000 hp, i cosiddetti “*Large Gears*”.

Per questi nuovi prodotti si è pensato di utilizzare al meglio le sinergie di gruppo; così le eliche vengono progettate da una società di engineering con sede in

Francia, ma di proprietà di ZF Padova, mentre per i “*Large Gears*”, ci si è affidati al Design Dpt di ZF Friedrichshafen.

Le due famiglie vengono prodotte in stabilimenti del gruppo in Cina, per contenere i costi, e poter aggredire il mercato locale da una posizione di privilegio.

1.6 LE MODALITA' DI RISPOSTA AL MERCATO

Le aziende si caratterizzano per differenti modalità di risposta al mercato. Le relazioni tra i tempi di consegna al cliente e i tempi di esecuzione delle attività di progettazione, acquisto, fabbricazione e assemblaggio sono evidenziate nella figura 1.6.1¹.

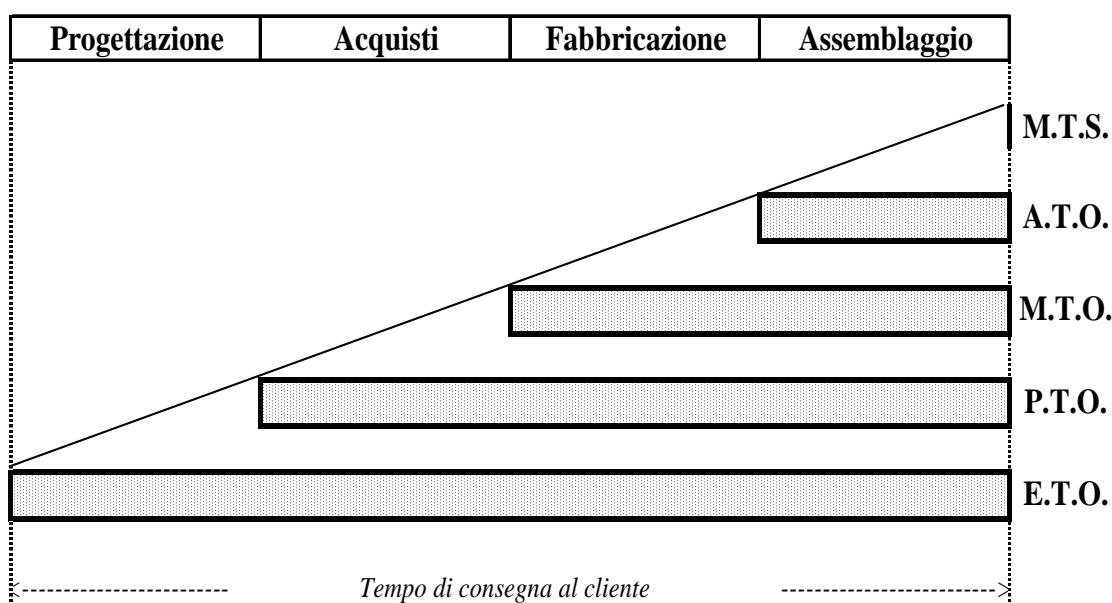


Figura 1.6.1 – Classificazione delle aziende rispetto al modo di rispondere alla domanda del mercato.

La distinzione è quindi tra:

- aziende con prodotti di catalogo su previsione, dette anche *Make To Stock* (MTS);
- aziende con prodotti di catalogo assemblati su ordine, dette anche *Assemble To Order* (ATO);

¹ *La logistica dei sistemi manifatturieri*, Da Villa, ETAS, 2000

- aziende con prodotti di catalogo costruiti su ordine, dette anche *Make To Order* (MTO);
- aziende con prodotti di catalogo costruiti su ordine, sulla base di materie prime acquisite su ordine, dette anche *Purchase To Order* (PTO);
- aziende con prodotti su commessa, dette anche *Engineer To Order* (ETO).

Ad esempio, nelle aziende MTS, caratterizzate da un tempo di consegna al cliente pari a zero, tutte le attività operative sono realizzate in base a previsioni delle vendite. All'estremo opposto, le aziende ETO operano completamente a seguito di commesse di clienti, a partire dalla progettazione. Situazioni intermedie caratterizzano le aziende ATO, PTO e MTO. Si noti come la diagonale tracciata in figura 1.6.1 separi le attività realizzate a seguito di ordini (sotto la diagonale) da quelle realizzate in base a previsioni.

La ripartizione percentuale del fatturato di ZF Padova rispetto alle diverse modalità di risposta al mercato è riportata nella figura 1.6.2.

ZF Turnover (%)					
		Series	Sales	Design	Prod.
A.T.O.	35,54%	Pleasure & Commercial Craft	ZF-Pd	ZF-Pd	ZF-Pd
E.T.O.	12,18%	Large Gears	ZF-Pd	ZF-F'n	ZF-China
E.T.O.	36,47%	CPP (Controllable Pitch Propeller)	ZF-Pd	France	ZF-China
P.T.O.	0,75%	Electronic controls	ZF-Pd	Usa	Usa
M.T.O / P.T.O.	13,44%	Non Marine	ZF-Pd	- - -	ZF-Pd
	98,38%	Total (Series)			
M.T.S.	1,62%	Total (Service)			
	100,00%	Total (Series+Service)			

Figura 1.6.2 – Ripartizione percentuale del fatturato.

In ZF Padova sono presenti tutte le differenti modalità di risposta al mercato in base alle varie tipologie di prodotto.

Peraltro il business relativo alle sole trasmissioni marine rappresenta il 70% circa del fatturato di produzione, mentre il rimanente 30% proviene dai settori del 'non marino' e dai ricambi.

Le differenze a livello logistico-produttivo sono tali da rendere, di fatto, queste tre realtà completamente indipendenti all'interno dell'azienda.

Queste considerazioni, unite alle necessità di focalizzare l'analisi su un'unica logica produttiva, porta alla decisione di finalizzare il lavoro di tesi all'analisi delle trasmissioni marine, che, tra l'altro, meglio si prestano all'introduzione della *Lean Manufacturing*.

Capitolo 2

LA LEAN PRODUCTION

2.1 ASPETTI GENERALI

L'odierna situazione, caratterizzata da trend economici negativi, da nuovi e sempre più agguerriti concorrenti, costringe le aziende a perseguire l'eccellenza industriale, in termini di flessibilità, livello di servizio ed efficienza.

L'unica soluzione per far fronte a questo scenario appare quella di rivedere pesantemente il processo logistico-produttivo, per renderlo snello, veloce e reattivo, quindi senza sprechi e assolutamente sotto controllo.

I metodi tradizionali, utilizzati sino ad oggi, hanno dato luogo ad ottimi risultati, che però non sono più sufficienti; adesso è necessario imparare a vedere (*learning to see*) gli sprechi e, soprattutto, nuove opportunità di miglioramento attraverso un nuovo modo di interpretare il flusso produttivo, da intendersi piuttosto come “*Flusso di valore*”.

Questo tipo di approccio, intrapreso in Giappone da Taiichi Ohno in Toyota, passa sotto il nome di ‘*Lean Manufacturing*’², e rappresenta la soluzione all'esigenza di efficacia e di efficienza, cui si è accennato in precedenza, e quindi di ottimizzazione dei costi e dei tempi di consegna al mercato.

La *Lean Manufacturing* (o produzione snella) identifica una filosofia industriale che mira a minimizzare gli sprechi fino ad annullarli.

Il processo produttivo viene trattato in modo globale, coinvolgendo fin dall'inizio tutte le funzioni aziendali, al fine di semplificare al massimo la complessità della produzione.

Il termine di *Lean Manufacturing* incorpora un insieme di strumenti e tecniche utilizzate nei processi aziendali per ottimizzare il tempo, le risorse umane, le attività e la produttività, e nello stesso tempo per migliorare il livello qualitativo dei prodotti e del servizio al cliente.

² In realtà si dovrebbe parlare di *Lean Thinking*; peraltro il lavoro di tesi si limita ad affrontare gli aspetti del processo produttivo e, quindi, parleremo di *Lean Manufacturing*.

Produrre in modo snello può essere definito come un sistema di riduzione continuo degli sprechi in tutta l'organizzazione.

Alla base della *Lean Manufacturing* si trova l'idea di 'fare di più con meno', cioè di utilizzare le risorse disponibili nel modo più produttivo possibile, puntando principalmente su un concetto apparentemente semplice: l'eliminazione di ogni tipo di spreco, che inevitabilmente si accompagna ad ogni fase di un processo produttivo.

2.1.1 I cinque principi

I principi alla base della organizzazione *Lean* sono cinque e vanno applicati in modo rigoroso per livellare il flusso. Qui di seguito vengono descritti³:

- *value definition* (definire il valore): ogni processo è composto da attività a valore, a non valore e da sprechi; il punto di partenza della caccia allo spreco è l'identificazione di ciò che realmente vale; il consumo di risorse è giustificato solo per produrre valore altrimenti è spreco;
- *value stream mapping* (identificare il flusso di valore mediante la mappatura dei flussi): il valore per un dato prodotto deriva dall'intera gamma di attività necessarie per trasformare le materie prime in prodotto finito; l'analisi del flusso di valore mette sempre in evidenza grandi quantità di spreco attraverso la classificazione delle attività in tre categorie:
 1. attività che creano valore: tutte quelle che trasformano il prodotto in modo che il cliente è disposto a pagare;
 2. attività che non creano valore, ma necessarie: quelle che non aggiungono valore al cliente, ma non sono al momento eliminabili;
 3. attività che non creano valore e non necessarie: sono quelle operazioni che non aggiungono valore e possono essere eliminate da subito, come ad esempio, le attese;
- *flow* (far scorrere il flusso a valore): dopo aver definito con precisione il valore (primo principio), identificato il flusso di valore, per un dato prodotto o famiglia di prodotti ed averlo ricostruito eliminando le attività inutili

³ *Lean Manufacturing – Manuale per progettare e realizzare un'azienda snella*, Claudio Donini, FrancoAngeli, 2007

attraverso la mappatura dei flussi (secondo principio), bisogna far sì che le restanti attività che generano valore formino un flusso (terzo principio); il flusso continuo in produzione si raggiunge soprattutto attraverso interventi radicali, che permettono di trasformare le attività produttive da un sistema a lotti con code ad un sistema di produzione a flusso continuo;

- *pull* (fare in modo che il flusso sia ‘tirato’ dal cliente): quando l’azienda ha definito il valore per il cliente, ha identificato il flusso di valore, ha eliminato gli sprechi, è il momento di creare le condizioni che permettano al flusso di essere innescato direttamente dall’ordine del cliente;
- *perfection* (ricercare la perfezione): questo ultimo principio va interpretato nel senso del miglioramento continuo (*kaizen*), ricercare la perfezione significa allenarsi alla continua applicazione dei primi quattro principi; l’organizzazione in essere va sistematicamente ripensata dandosi nuovi obiettivi di miglioramento.

2.1.2 Le sette fonti di spreco

Alla base del pensiero snello vi è, come detto, la continua ricerca ed eliminazione degli sprechi, identificati con il termine giapponese “muda”, con l’obiettivo di produrre di più con un minor consumo di risorse.

Esistono sette fonti di spreco, inteso come ‘qualsiasi forma di utilizzo di risorsa non finalizzato alla generazione di valore’⁴:

- *Sovraproduzione*: quantità prodotte e non necessarie causano stock e immobilizzo finanziario, richiedono aree di stoccaggio apposite, devono essere conteggiate, controllate e causano attese per via di code eccessive; sempre a causa della sovrapproduzione i codici difettosi vengono scoperti solo quando il processo a valle li utilizzerà; in definitiva, si genera un circolo vizioso che continua a creare costi;
- *Attese/Code*: con il termine attese si considerano tutti i tempi morti creati quando le persone aspettano le macchine o le macchine aspettano le persone;

⁴ *Lean Manufacturing – Come analizzare il flusso del valore per individuare ed eliminare gli sprechi*, Giovanni Graziadei, Hoepli, 2006

è necessario minimizzare le attese per set-up, guasti, disorganizzazioni e facilitare le piccole produzioni (*one-piece flow*) riducendo code e scorte;

- *Trasporti e Movimentazioni*: riguarda principalmente il materiale che deve fluire con continuità in lotti minimi tra una macchina e l'altra;
- *Lavorazioni non appropriate/superflue*: sono tutte quelle operazioni che non aggiungono valore al prodotto;
- *Scorte e spazio disponibile*: le scorte consentono di garantire la continuità del processo produttivo, in quanto non è mai possibile farne completamente a meno; tuttavia, in un'ottica *lean*, le scorte rappresentano uno spreco e in quanto tali, vanno opportunamente contenute;
- *Movimenti errati/superflui*: materiali e componenti devono essere reintegrati in modo rapido, attraverso un'organizzazione razionale del posto di lavoro che permetta di evitare sforzi inutili;
- *Difetti e riparazioni*: il controllo della qualità rappresenta il prezzo che si paga per la paura di non avere lavorato correttamente il pezzo nelle fasi precedenti; il processo deve garantire la qualità dall'origine e la produzione buona al primo colpo in modo da evitare attese e rilavorazioni dovute a difetti.

2.1.2 Il flusso del valore

Il flusso di valore, o *value stream*, è l'insieme delle azioni, a valore aggiunto o meno, necessarie a creare valore nel prodotto oggetto di scambio con il cliente⁵.

Lo strumento fondamentale per tracciare, condividere e diffondere il flusso di valore è la *value stream map* (VSM).

Tramite la VSM è possibile identificare:

1. il **flusso dei materiali**, ossia la sequenza dei passi di processo che si svolge dalla materia prima fino al prodotto finito, verso il cliente (analizzato in fase di miglioramento globale);

⁵ *Learning to see* – Mike Rother e John Shook, The Lean Enterprise Institute, 1999

2. il **flusso delle informazioni**, ossia la sequenza dei passaggi di informazioni (cosa, quanto, quando produrre) dal cliente ai singoli reparti, per giungere sino ai fornitori, e poi ritornare nuovamente al cliente (analizzato in fase di miglioramento globale);
3. il **flusso delle persone e delle attività**, ossia il flusso delle persone e delle sottofasi e attività di dettaglio, lungo parti di processo (analizzate in fase di miglioramento locale).

Il *value stream map*, sulla cui applicazione in Zf Padova ci si soffermerà in dettaglio nel capitolo successivo, è quindi uno strumento fondamentale che comporta i seguenti benefici:

- integra i singoli processi (assemblaggio, lavorazione macchina, collaudo ecc.) quali elementi di un macro flusso, la cui ottimizzazione richiede una visione chiara e soprattutto globale;
- evidenzia le criticità e la priorità di importanza delle stesse, facilitando l'analisi delle cause di spreco, attraverso un nuovo modo di vedere le attività;
- integra e rende coerente l'applicazione di tecniche e strumenti *lean* rispetto a un flusso futuro ideale di materiali e informazioni (*future state map*), da raggiungere partendo dal flusso attuale (*current state map*).

2.1.3 Il miglioramento continuo – *Kaizen*

“*Kaizen*” è un termine giapponese che sta ad indicare un miglioramento progressivo.

Si tratta di un processo lento e graduale, che permette di creare valore a piccoli passi, ma in modo costante. E' anche un processo che, se fatto correttamente, rende il posto di lavoro più umano, elimina il lavoro troppo pesante e insegna alle persone a notare ed eliminare lo spreco in un processo di lavoro.

Esistono due tipologie di *kaizen*, entrambe necessarie, che si integrano e completano nella *Lean Manufacturing*⁶:

⁶ *Lean Manufacturing – Come analizzare il flusso del valore per individuare ed eliminare gli sprechi*, Giovanni Graziadei, Hoepli, 2006

- il *flow kaizen*;
- il *process kaizen*.

La differenza risiede nel fatto che, mentre la prima riguarda l'attività di miglioramento globale del flusso del valore ed è una prerogativa del management, spesso sotto la guida di un consulente, la seconda si focalizza, invece, sui singoli processi e viene condotto direttamente in linea dai team di reparto.

Le mappe del flusso di valore (VSM) sono un ottimo strumento per identificare, all'interno del flusso, i punti in cui sono necessari i *kaizen* di miglioramento, del primo e secondo tipo.

2.2 STRUMENTI DELLA LEAN MANUFACTURING⁷

La *Lean Manufacturing* mette a disposizione una serie di strumenti utilizzabili da una qualsiasi azienda che abbia come obiettivo l'eliminazione o la riduzione degli sprechi.

La maggior parte di questi strumenti e dei metodi alla base di un sistema *Lean* sono stati ereditati dalle esperienze degli anni ottanta effettuate dalle aziende eccellenti giapponesi, e in particolare dalla Toyota.

In questo paragrafo ci si limita a fornire un elenco dei principali, accompagnato da una sintetica descrizione.

- **Just In Time** è una metodologia di gestione della produzione che consiste nel produrre esattamente le quantità richieste nel breve periodo, a fronte di ordini del cliente e non già secondo previsione.

Parlare di *Lean Manufacturing* significa oggi parlare di *JiT*; più che uno strumento può essere considerato un sistema di gestione, il cui principale vantaggio consiste nel servire il cliente con assoluta rapidità e precisione.

⁷ Gli strumenti illustrati nel paragrafo sono stati presi dai testi e dai siti internet citati nella bibliografia, e da materiale raccolto durante lo stage.

Il *JiT* è di fatto un meccanismo che non tollera errori ed inefficienze, e che quindi, presenta anche dei rischi: un breve ritardo di un fornitore o di una lavorazione possono comportare la paralisi dei reparti a valle.

Le aziende sono sollecitate a ricercare e creare al proprio interno un ambiente di elevata qualità:

- nella progettazione e lavorazione: principi di razionalità e standardizzazione consentono grandi risparmi in termini di scorte di semilavorati, in quanto i componenti modulari possono essere montati su più prodotti finiti;
- negli impianti: l'affidabilità permette di ridurre al minimo i tempi di fermo per guasto;
- nei sistemi informativi di produzione: l'avanzamento della lavorazione e la giacenza dei magazzini vengono rilevati e comunicati in tempo reale.

Nell'implementazione della filosofia *JiT* è fondamentale coinvolgere tutti i collaboratori ad ogni livello; in particolare gli operatori devono adattarsi ai ritmi variabili imposti dal sistema: la flessibilità della produzione si ottiene principalmente attraverso la flessibilità della manodopera.

- **Gestione di tipo "Pull"** è una tecnica di gestione utilizzata dalle aziende *JiT*, in cui il flusso dei materiali si sposta da monte verso valle, tirato dalla domanda.

Con l'ottica di produzione "*Pull*" si riescono ad eliminare, o almeno contenere:

- sprechi di materiali;
- scorte di prodotti finiti;
- magazzini intermedi tra le varie fasi di un processo;
- scorte di materie prime;
- sprechi di spazio.

La produzione è "tirata" dal cliente, inteso non solo come consumatore finale, ma come qualsiasi sottofase a valle di un processo; queste, a loro volta, inviano l'informazione alle sottofasi a monte, con l'indicazione del materiale nella quantità necessaria e al momento opportuno; si genera quindi un flusso informativo (spesso

costituito da cartoline, chiamate *kanban*) che si muove in senso inverso al flusso di materiale.

La produzione è così subordinata all'informazione: nulla è prodotto se non è richiesto a valle (figura 2.2.1).

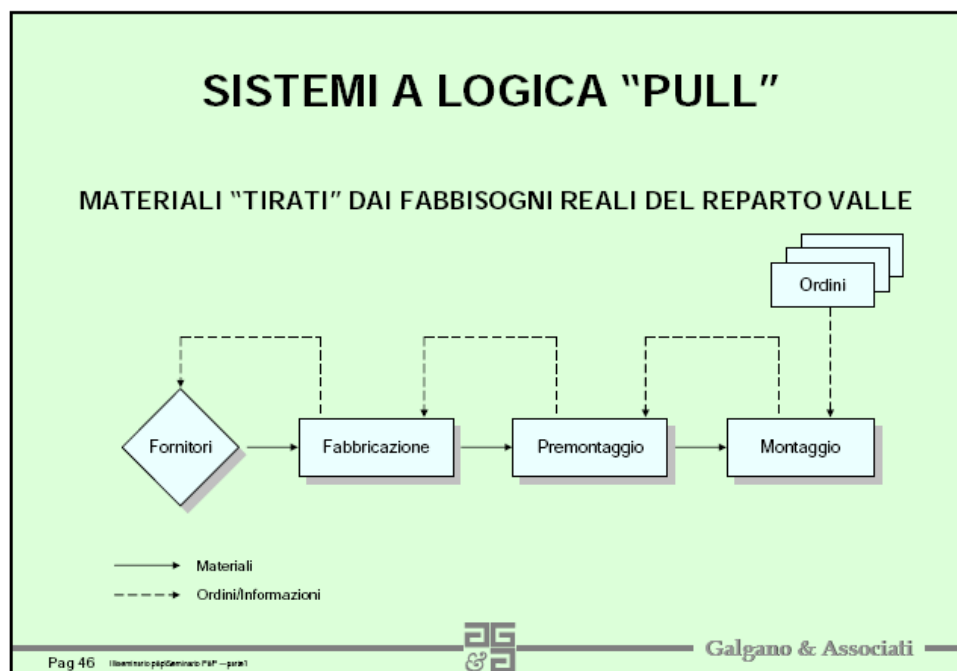


Figura 2.2.1 – Schema di un sistema a logica "Pull".

Nella gestione di tipo *Push*, invece, il flusso produttivo si muove dai reparti a monte verso valle, spinto dalla previsione della domanda del mercato e non dal consumo reale; questo può comportare sprechi e dispendio di risorse.

Il materiale ha una gestione a stock, che comporta l'utilizzo di magazzini in ogni fase del processo produttivo e un accumulo di scorte (figura 2.2.2 della pagina successiva).

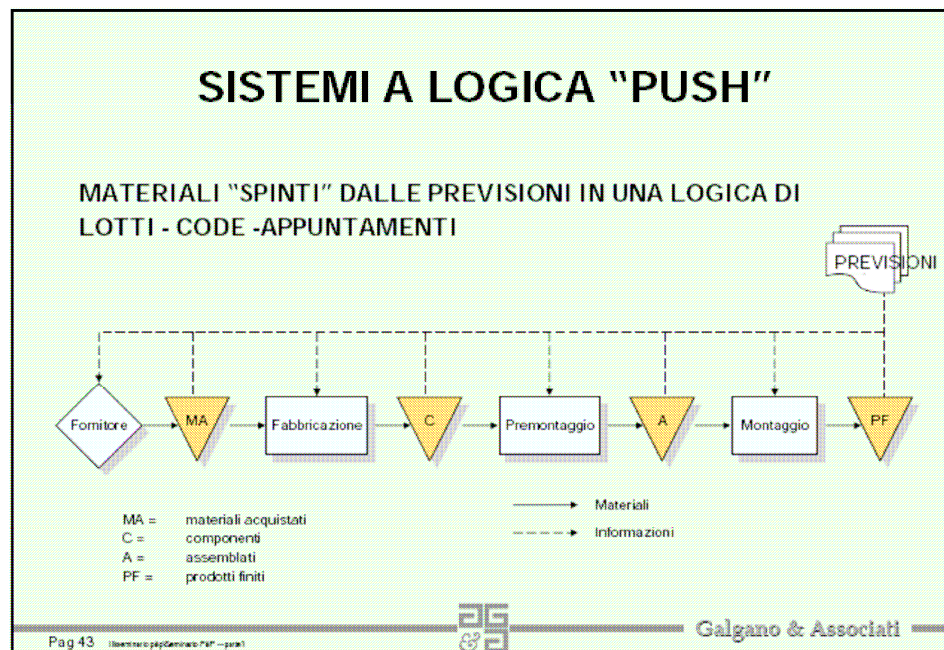


Figura 2.2.2 – Schema di un sistema a logica “Push”.

- **Kanban**: si tratta di un segnale che dà l’autorizzazione e fornisce le istruzioni per la produzione o la movimentazione di materiali in un sistema *Pull*. In giapponese *kanban* vuol dire appunto “segnale”.

I cartellini *kanban*, di varie forme e diversi colori, riportano informazioni sulla provenienza, sul materiale, sulla quantità, sulla destinazione, ecc.

Esistono due tipologie di *kanban*:

- **Kanban di produzione**: fornisce le informazioni al reparto a monte per la produzione di materiale utilizzato dal reparto a valle; normalmente un *kanban* di produzione corrisponde ad un contenitore del codice di riferimento e ne specifica tipo e quantità da rifornire al processo a valle;
- **Kanban di prelievo**: autorizza il trasporto di materiale verso un processo a valle; spesso questo *kanban* ha due forme: *kanban interno*, se il prelievo avviene da un processo interno all’azienda, *kanban fornitore*, se il prelievo avviene presso un fornitore esterno; non di rado, considerando la distanza che lega un’azienda ai suoi fornitori, si utilizzano *kanban* di tipo elettronico.

L’utilizzo di questi “segnali”, fondamentali in un sistema *Pull*, comporta numerosi vantaggi, ma impone alcune regole:

- il fornitore deve produrre il materiale nella quantità precisa e nella sequenza specificata dal *kanban*, e quindi in accordo con l'ordine del cliente;
- nessun materiale può essere prodotto o movimentato senza il suo corrispondente *kanban*;
- prodotti difettosi o quantità scorrette non sono mai inviate ai processi a valle;
- gradualmente il numero di *kanban* può essere ridotto per abbassare i livelli di inventario.

- **Poka-Yoke**: l'approccio *poka-yoke* o *foolproof* ("a prova di sciocco") è volto alla prevenzione degli errori.

I difetti del prodotto sono causati dagli errori dei lavoratori e quindi tali mancanze devono essere attentamente individuate ed analizzate per poter progettare condizioni operative che impediscano di eseguire operazioni non corrette, ovvero di rendere immediatamente visibile l'errore.

I principi del miglioramento di base per il *poka-yoke* si possono riassumere in poche raccomandazioni:

- incorporare la qualità nella progettazione e nei processi; fare in modo, cioè, che sia impossibile produrre prodotti difettosi, ricorrendo alle "protezioni" *poka-yoke*;
- credere che tutti gli errori e i difetti possono essere eliminati;
- non lavorare più in modo sbagliato, iniziando ad agire in modo corretto da subito, a costo di fermare il flusso di produzione;
- lavorare tutti assieme per eliminare gli errori e i difetti; il raggiungimento di *Zero Difetti* è un lavoro di squadra;
- prendere idee da tutti; gli esperti sono gli "operatori";
- ricercare le cause di fondo; si deve capire la causa effettiva del problema e applicare le contromisure.

- **Heijunka** è il livellamento di produzione che permette di equilibrare il carico di lavoro all'interno della cella produttiva, minimizzando altresì le fluttuazioni causate dagli ordini di produzione (figura 2.2.3).

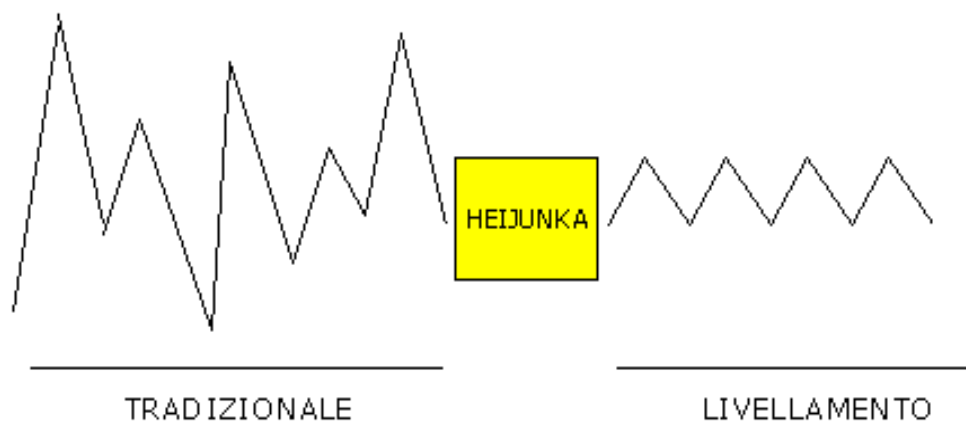


Figura 2.2.3 – Livellamento della produzione Heijunka.

Gli elementi principali della produzione *Heijunka* sono:

- livellamento del volume di produzione in un dato intervallo temporale;
- livellamento del mix di produzione, all'interno dello stesso intervallo temporale.

Il controllo produzione *Heijunka* assicura la distribuzione uniforme di manodopera, materiali e movimenti.

- **Takt analysis:** il *takt time* è il ritmo con il quale il prodotto finito viene richiesto dal mercato.

In un sistema snello la produzione deve avvenire al ritmo del mercato per evitare, da un lato, la sovrapproduzione, con la conseguente creazione di scorte e dall'altro lato, la sottoproduzione, che ha come conseguenza l'impossibilità di soddisfare le richieste del cliente.

Per calcolare il *takt time* (Tt) è necessario:

- a) definire l'orizzonte temporale per la valutazione del Tt;
- b) determinare il volume di vendita previsto nel periodo;
- c) determinare il tempo lavorativo a disposizione;

d) calcolare il Tt come rapporto tra il valore determinato al punto c) e quello determinato al punto b).

- “**5S**” è una procedura per la gestione dell’ordine e pulizia delle postazioni di lavoro; il nome deriva da cinque termini giapponesi che iniziano con la “s” e rappresentano le fasi principali della metodologia:

- *Seiri*: scegliere e separare, eliminando tutto ciò che non viene usato;
- *Seiton*: ordinare e organizzare, disponendo in modo efficiente ed ordinato ogni cosa;
- *Seison*: pulire e controllare le apparecchiature e gli attrezzi di lavoro;
- *Seiketsu*: standardizzare e migliorare, ossia mantenere l’ordine e la pulizia creati e cercare di migliorare ripetendo continuamente le fasi: *Seiri*, *Seiton*, *Seison*;
- *Shitsuke*: imporsi la disciplina per mantenere e migliorare gli standard ed i risultati raggiunti.

Le indicazioni delle “5S” trovano applicazione generalmente sulle linee di produzione, con gli utensili conservati in posti precisi, il materiale inutile, come gli scarti, tenuti al di fuori della cella e le apparecchiature e il luogo di lavoro puliti periodicamente seguendo le procedure prestabilite.

- “**Cellular Manufacturing**” è parte integrante di un progetto di *Lean Manufacturing* e consiste in una nuova organizzazione della produzione; l’officina viene riorganizzata in aree ben definite (*Cell*) destinate alla fabbricazione di tutti quei prodotti che richiedono operazioni simili.

A differenza della produzione tradizionale, organizzata per reparto, con macchine raggruppate per lavorazioni omogenee (ad esempio il reparto dentatura, il reparto tornitura, ...), *cellular manufacturing* opera come una serie di "stabilimenti nello stabilimento"; in ogni cella, come detto, è possibile effettuare tutte le operazioni necessarie per trasformare la materia prima in prodotto finito.

- **TPM** è una metodologia che rappresenta l'evoluzione della cosiddetta Manutenzione Preventiva, introdotta negli anni '50 dalle aziende eccellenti giapponesi e successivamente da quelle occidentali.

I vantaggi del TPM si possono così riassumere:

- porta ad un uso più efficiente degli impianti ed attrezzature (*Overall Equipment Effectiveness*);
- introduce una metodologia di manutenzione diffusa in tutta l'organizzazione (*Companywide*) basata sulla manutenzione preventiva - predittiva (manutenzione basata su dati statistici);
- richiede la partecipazione della Progettazione e Sviluppo, della Produzione e Manutenzione;
- coinvolge il management e gli operatori;
- promuove e migliora le attività di manutenzione basandosi su team autonomi specifici.

- **SMED (Single Minute Exchange of Dies)** è uno strumento che si integra totalmente all'interno della *Lean Manufacturing*; nasce dall'esigenza di contenere i tempi di attrezzaggio di una macchina.

Una produzione diversificata, con lotti di dimensioni ridotte, presenta lo svantaggio che, non appena un'operazione inizia a prendere slancio, la produzione deve passare ad un nuovo diverso lotto ed ad un nuovo set-up.

Di qui la necessità di utilizzare tecniche che permettano di poter passare in modo veloce, da una produzione ad un'altra nello stesso impianto; i tempi di attrezzaggio di una macchina, infatti, costituiscono uno spreco.

Il sistema SMED è universalmente riconosciuto come il metodo più efficace per raggiungere il *JIT*.

Capitolo 3

ZF PADOVA E LA LEAN PRODUCTION

3.1 ASPETTI GENERALI

L'attuale evoluzione del mercato verso una complessità sempre crescente, in un contesto economico di difficile interpretazione, caratterizzato da un cambio euro-dollaro sempre più sfavorevole nei confronti della valuta europea, costringe le imprese a rivedere il proprio modello organizzativo.

Sotto questo tipo di pressione ZF Padova ha deciso di intraprendere un processo di conversione aziendale, e di ripensare i propri processi, iniziando con la rivisitazione del proprio flusso produttivo per renderlo più snello, veloce ed efficiente secondo i principi della *Lean Manufacturing*, ritenuta la più efficace ed evoluta modalità di gestione della produzione industriale.

Non meno importanti sono le motivazioni che hanno spinto l'azienda ad agire sul fronte dei costi:

- una quota di mercato stabile, comunque da consolidare migliorando il livello di servizio al cliente;
- un “ciclo degli affari”, legato a fattori macroeconomici e non alla particolare tipologia del prodotto, al momento sfavorevole;
- l'impossibilità di trasferire la produzione in un paese caratterizzato da un basso costo della manodopera (*Low Cost Country*), vicino agli Stati Uniti, che, ad esempio, costituiscono da soli il 30% circa del fatturato di ZF Padova.

I cambiamenti necessari per passare da un'organizzazione convenzionale ad un'azienda snella richiedono, peraltro, la massima consapevolezza da parte di chi avrà il compito di comandare e di gestire poi il cambiamento; così la Direzione Aziendale ha ritenuto opportuno affidare il progetto ad una società di consulenza specializzata, appartenente al gruppo ZF, e per il quale ha già operato con successo in altri stabilimenti.

Il progetto prevede che le cinque fasi fondamentali del percorso *lean* (*value definition, value stream mapping, flow, pull, perfection*) debbano dapprima essere implementate su un progetto pilota, andando ad individuare una famiglia di prodotti rappresentativa, su cui studiare, testare, adattare l'approccio che poi, una volta validato, potrà essere esteso anche alle altre famiglie (figura 3.1.1)⁸.

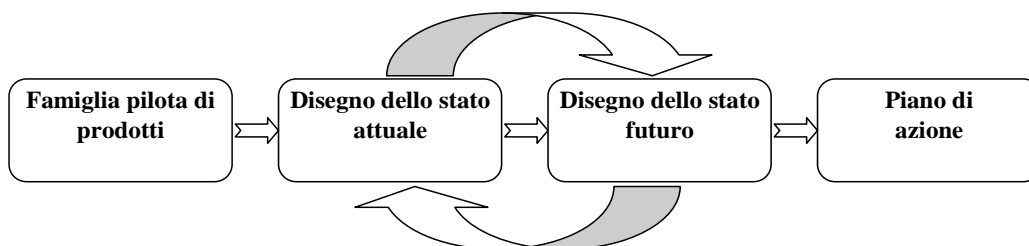


Figura 3.1.1 - Il progetto

Ancora, il progetto è strutturato in tre macro-fasi logiche:

1. eliminazione degli sprechi
2. consolidamento
3. miglioramento continuo (*continuous improvement*).

Nella prima fase, di sgrossatura, si fa ricorso agli strumenti (*core disciplines*) illustrati nel capitolo 2 e agli *eventi Kaizen* (i cosiddetti *cantieri*); i risultati sono immediati ed evidenti, e consentono, generalmente, di raggiungere almeno il 60% dei benefici “*lean*”.

Nella seconda fase vengono lanciati progetti mirati di medio periodo, quali il TPM; si agisce principalmente sulla formazione, per rendere affidabili i processi.

La terza fase è caratterizzata da numerosi micro-progetti di ottimizzazione: il miglioramento non finisce mai.

3.2 I PRODOTTI RAPPRESENTATIVI

Per poter separare le attività a valore aggiunto, riconosciuto come tale dal cliente, dagli sprechi (i Muda), si è partiti andando ad individuare una famiglia di

⁸ *Lean Manufacturing – Come analizzare il flusso del valore per individuare ed eliminare gli sprechi*, Giovanni Graziadei, Hoepli, 2006

prodotti rappresentativi, seguendone il percorso a ritroso, partendo dal Reparto Spedizioni.

In considerazione del tipo di modalità di risposta al mercato di ZF Padova, per la parte ‘spedizione-montaggio’, si è fatto riferimento ad un gruppo assemblato, mentre, per la parte ‘magazzino intermedio-lavorazioni-magazzino in accettazione’, la scelta è caduta su un singolo componente.

Nel primo caso la famiglia dello ZF 325, assemblata nel reparto 2, è apparsa come la più rappresentativa in termini di quantità e fatturato (figura 3.2.1).

Pleasure craft (q.tà - fatturato per reparto - anno 2007)				
Assemblaggio	Famiglie di prodotti (n°)	Sottofamiglie (n°)	Volume (q.tà)	Fatturato (%)
Reparto 0	1	3	4.009	3,18%
Reparto 1	2	5	2.940	16,82%
Reparto 2	8	15	3.908	37,48%
Reparto 3	4	12	1.251	19,46%
Reparto 4	3	7	1.075	23,06%
<u>Totale</u>	<u>18</u>	<u>42</u>	<u>13.183</u>	<u>100,00%</u>

Figura 3.2.1 – Quantità e fatturato (%) per reparto di assemblaggio.

Nel secondo caso si è scelto *l'albero uscita* (la terminologia è quella utilizzata in ZF). I componenti lavorati nei reparti di Officina vengono generalmente raggruppati, per similitudine di geometria, in cinque famiglie:

- *albero*,
- *campana*,
- *ruota*,
- *ingranaggio intermedio*,
- *albero uscita*.

3.3 LE MAPPATURE DEI FLUSSI

La mappatura dei flussi (*value stream mapping*) è uno strumento “carta e penna”, che aiuta a vedere e a capire quali sono i processi che determinano il valore per il cliente e consente di individuare gli sprechi lungo tutta la catena. Si tratta in pratica di descrivere unitariamente i flussi di materiale e informazioni relativi al particolare sotto esame, per fotografare la situazione di partenza e individuare i potenziali di miglioramento⁹.

3.3.1 La “*Current State Map*”

La definizione dello stato futuro ideale (*Future State Map*) inizia dalla precisa definizione dello stato attuale, disegnando il flusso interno allo stabilimento, a livello di macro processi.

Solo in un secondo momento, quando il quadro generale appare chiaro, si è in grado di aumentare il livello di dettaglio, andando ad analizzare le singole attività di ciascun processo; naturalmente vengono presi in considerazione anche i flussi che coinvolgono i fornitori.

Ogni singola attività viene identificata sul foglio di lavoro con un simbolo (figura 3.3.1)¹⁰.






<u>Categoria</u>	<u>Simbolo</u>		
Lavoro		valore	costo
Trasporto			costo
Controllo			costo
Attesa			costo
Stock			costo

Figura 3.3.1 – Rappresentazioni delle attività utilizzate nel diagramma di flusso.

⁹ *Learning to see* – Mike Rother e John Shook, The Lean Enterprise Institute, 1999

¹⁰ *Lean Manufacturing – Come analizzare il flusso del valore per individuare ed eliminare gli sprechi*, Giovanni Graziadei, Hoepli, 2006

Tutte le attività di miglioramento devono andare nella direzione di minimizzare l'indice di flusso, mediante la riduzione o eliminazione delle fasi passive del *lead time*.

$$\text{Indice di flusso} = \frac{\bigcirc + \Rightarrow + \square + \cup + \nabla}{\bigcirc}$$

Nella figura 3.3.2 è riportata la *current state map*.

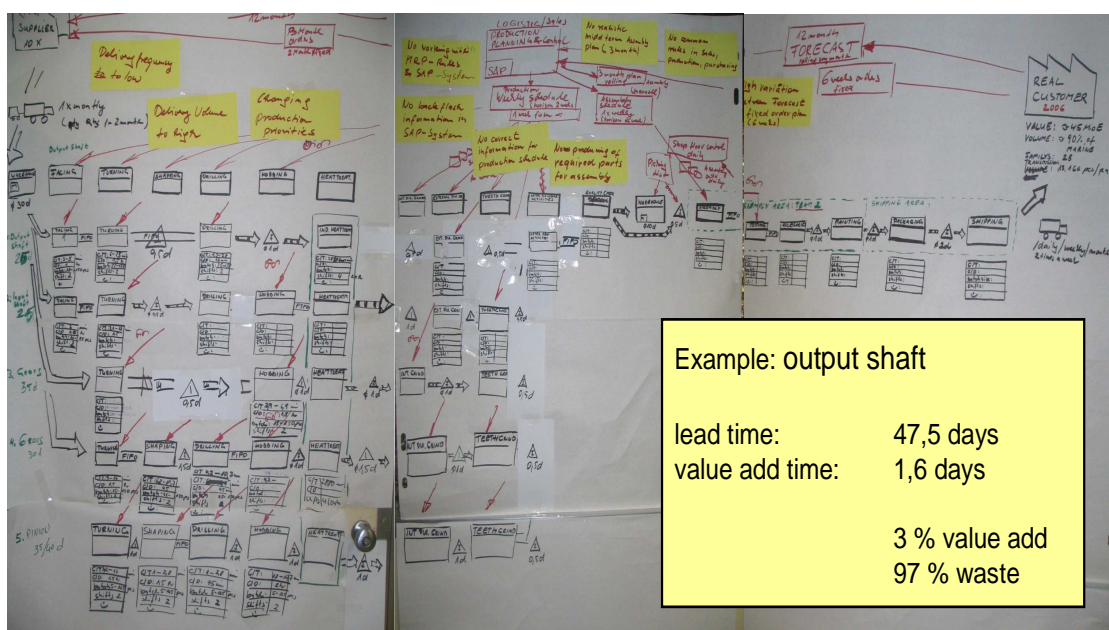


Figura 3.3.2 – La “Current State Map”.

Nella parte alta del tabellone è stato tracciato il flusso relativo all'informazione; nella parte bassa, in corrispondenza di ogni singolo processo è stato inserito un riquadro denominato “*data box*” su cui sono state riportate tutte le informazioni (tempo ciclo, tempo di *set up*, dimensione media del lotto,...) attinenti al processo stesso, che saranno utilizzate, in un secondo momento, per l'ottimizzazione.

Sulla destra del foglio, nel riquadro in basso, viene evidenziato come solo il 3% del tempo totale di attraversamento (*throughput-time*) sia dedicato ad attività a valore.

Altri cartellini gialli, incollati sul tabellone, evidenziano le maggiori criticità che dovranno essere riprese ed affrontate al momento della definizione della *future state map*.

3.3.2 La 'Future State Map'

La definizione dello **stato futuro** è conseguente alla mappatura dello **stato attuale**.

Gli obiettivi principali da perseguire nella tracciatura della *future state map* sono sostanzialmente tre:

1. massimizzare la produttività
2. minimizzare il *lead time*
3. abbattere le scorte.

In pratica ogni processo deve produrre una quantità sempre più vicina a quanto richiesto dal processo successivo e solo quando è necessario, procedendo a valle, fino al cliente finale.

I processi dal consumatore alla materia prima, devono essere collegati in un flusso regolare e, al tempo stesso, lineare, attivato dall'ordine del cliente e caratterizzato da *lead time* corti, qualità elevata e costi contenuti (figura 3.3.3).

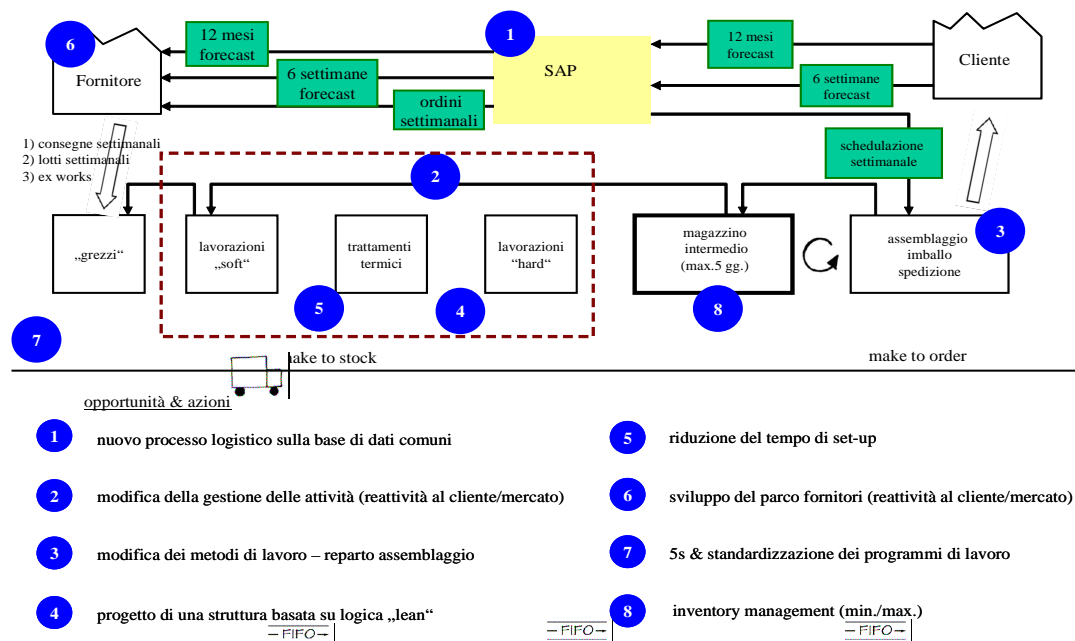


Figura 3.3.3 – La "Future State Map".

Le criticità, che saranno oggetto di successive attività di miglioramento, sono state evidenziate nella figura.

3.4 LA STRUTTURA ORGANIZZATIVA DI PROGETTO

Prima di dar corso al progetto, bisogna valutare attentamente l'impatto inevitabile sugli uomini e sull'organizzazione a sostegno del cambiamento.

L'organizzazione *lean* deve essere reattiva e flessibile, quindi piatta, eliminando i livelli gerarchici, che ritardano la velocità decisionale ma, soprattutto, deve adattarsi al flusso di valore, abbandonando l'orientamento tradizionale alle funzioni e ai reparti.

Nella figura 3.4.1 vengono indicate le responsabilità e viene tracciato il profilo delle funzioni e delle persone chiamate a gestire in prima persona il progetto¹¹.

<u>Funzioni</u>	<u>Responsabilità</u>	<u>Profilo</u>
<u>Management Team</u>	<ul style="list-style-type: none"> definire e comunicare la "vision" e gli obiettivi assicurarsi che la "vision" e gli obiettivi siano capiti e accettati favorire il coinvolgimento del personale interessato al progetto 	<ul style="list-style-type: none"> capacità di guidare il processo di cambiamento, assumendosene la "ownership" essere visionari e ambiziosi coraggio di assumersi rischi e responsabilità ("willing to take risk") preparazione a condurre a termine il cambiamento anche in assenza del consenso
<u>Project Leader</u>	<ul style="list-style-type: none"> definire le attività necessarie al raggiungimento degli obiettivi scegliere i "key-users", cioè le persone che debbono portare a compimento le attività utilizzare al meglio le risorse dell'azienda, dedicando il tempo necessario e le energie al compimento delle attività 	<ul style="list-style-type: none"> aderenza ("loyalty") alle decisioni e agli obiettivi definiti dal Management capacità di infondere ottimismo, calma e una buona dose di fiducia ("confidence") preparazione a risolvere conflitti e rimuovere ostacoli
<u>Team di supporto (2 persone per la Produzione)</u>	<ul style="list-style-type: none"> consulente del Management e delle persone comunque coinvolte nel progetto formazione capacità di assumere l'iniziativa di evidenziare problemi e conflitti 	<ul style="list-style-type: none"> agente del cambiamento eccellente capacità di comunicazione e ottime doti di moderatore preparazione a rimuovere ostacoli

Figura 3.4.1 – Responsabilità e Profilo delle Funzioni coinvolte nel progetto.

¹¹ *Lean Manufacturing – Come analizzare il flusso del valore per individuare ed eliminare gli sprechi*, Giovanni Graziadei, Hoepli, 2007

3.5 LE TEMPISTICHE

La parte propositiva si esaurisce con la definizione dell'orizzonte temporale dell'intero progetto, riportato nella figura 3.5.1, in cui vengono evidenziate le fasi ritenute più significative.

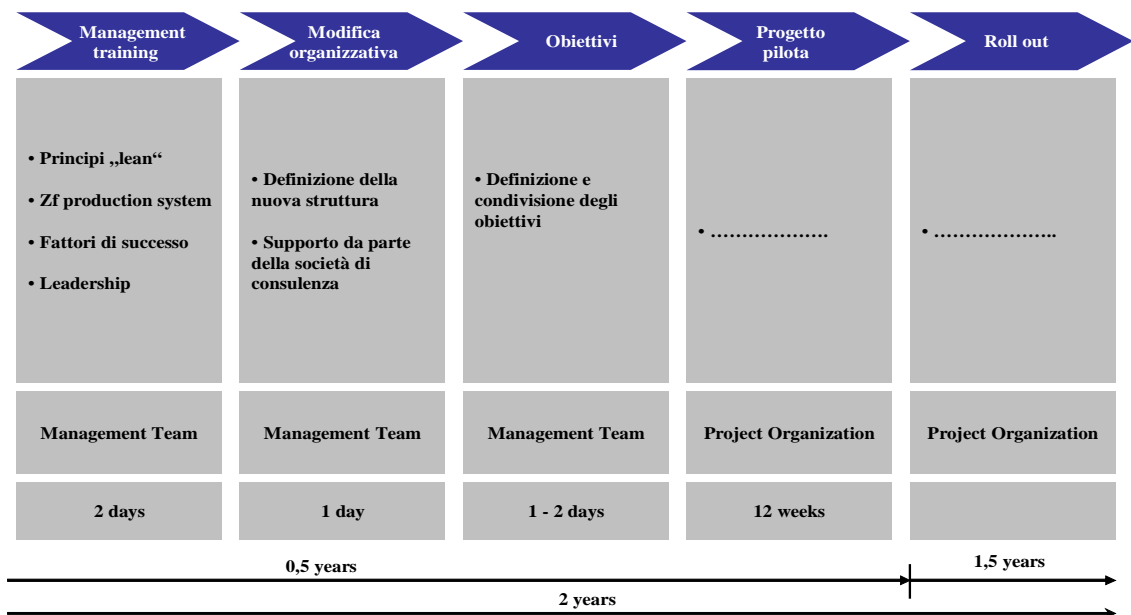


Figura 3.5.1 – Orizzonte temporale del progetto.

3.6 I “CANTIERI”

Il “cantiere” è uno strumento semplice ed efficace che favorisce il raggiungimento di risultati concreti.

Le caratteristiche fondamentali sono¹²:

- un progetto di breve termine, generalmente da 2 a 10 giorni, *full time*, ben preparati e organizzati in termini di argomento, obiettivi, risorse e competenze da coinvolgere, dati ed informazioni necessarie;
- un *team interfunzionale e multilivello*, gestito, soprattutto nella fase di avvio, da un consulente esterno;
- la risoluzione, dati i tempi ristretti, è grezza ma concreta, “*quick and dirty*”, ... meglio l’80% oggi che il 100% mai;

¹² *Lean Manufacturing – Manuale per progettare e realizzare un’azienda snella*, Claudio Donini, FrancoAngeli, 2007

- *altissima focalizzazione, ad elevato coinvolgimento, e di grande efficacia.*

L'intensità e l'urgenza del "cantiere" prevalgono e sconfiggono la resistenza al cambiamento, dimostrandone la validità; inoltre generano soddisfazione e fiducia verso l'intero progetto *lean manufacturing*.

Durante il mio periodo di stage ho avuto modo di essere inserita all'interno del team di lavoro impegnato nel primo cantiere messo in piedi dalla ZF; il lavoro di tesi, illustrato nel quarto capitolo, ha per oggetto l'analisi del processo di assemblaggio e le proposte di miglioramento in ottica lean.

Il lavoro del team è stato preceduto da corsi di formazione, aperti anche ai dirigenti e ai quadri aziendali, sui principi e soprattutto sugli strumenti e le vie per la loro corretta utilizzazione e per il raggiungimento dell'obiettivo di una fabbrica snella.

Capitolo 4

IL PROGETTO PILOTA

4.1 ASPETTI GENERALI

Il “progetto pilota” è la parte più importante dell’intero progetto per tre ordini di motivi.

Innanzitutto perché deve porsi, di per se stesso, obiettivi ambiziosi.

In secondo luogo perché deve contribuire alla formazione di persone (*tutor*) in grado di gestire in prima persona i cantieri messi in piedi successivamente al primo.

Infine deve fungere da catalizzatore del cambiamento.

E' normale, infatti, per la natura umana, mostrarsi scettici, se non opporsi apertamente nei confronti di azioni, che, in qualche modo, finiscono per mettere in discussione le “certezze” (figura 4.1.1).

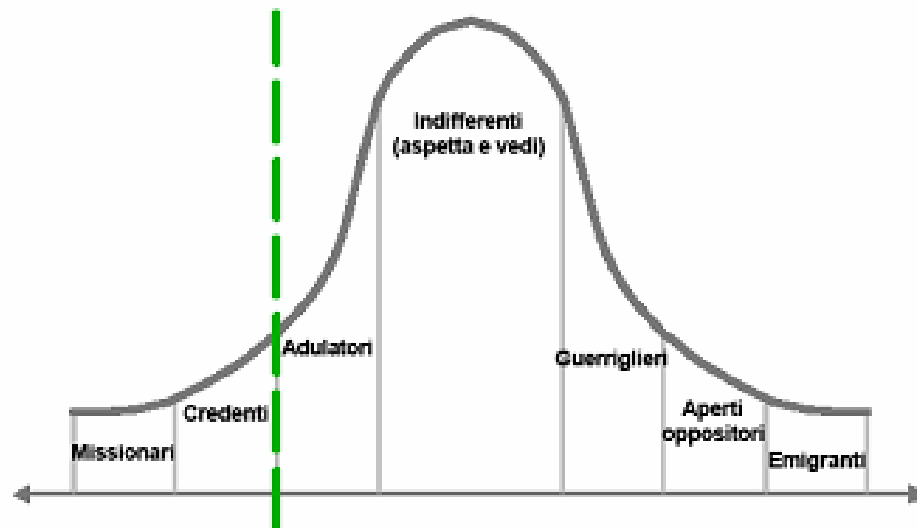


Figura 4.1.1 – Atteggiamento tipico delle persone coinvolte nel cambiamento.

Per questi motivi è fondamentale che la visibilità del primo “cantiere”, e in particolare modo, il raggiungimento dell’obiettivo, permettano di spostare almeno gli “indifferenti” dalla parte dei fautori del cambiamento.

Il successo dell'intero progetto è spesso, se non sempre, legato al risultato del progetto pilota.

4.2 L'OBIETTIVO

La scelta della Direzione Aziendale, soprattutto per i motivi illustrati in precedenza, è caduta sull'ottimizzazione delle attività svolte nei Reparti di Montaggio, di Collaudo del gruppo assemblato e di Imballo.

Definiti in modo chiaro i confini dell'analisi, l'obiettivo posto è stato:

- la riduzione del *throughput time* del 50%, dalle 80 ore odierne
- la riduzione dello spazio occupato del 30%
- il miglioramento dell'efficienza del 20%.

4.3 L'ORGANIZZAZIONE DEL CANTIERE

La schedulazione delle attività previste per la settimana del cantiere è stata affidata alla società di consulenza ed è riportata nella figura 4.3.1.

Giorno	Ora in.	Ora fine	Attività
05-mag	9.30	10.00	Introduzione
05-mag	10.00	12.00	Analisi dei tempi per modello. Scelta del numero di linee
05-mag	13.00	14.00	Analisi dei tempi per modello. Scelta del numero di linee. Calcolo del Tack Time
05-mag	14.00	16.30	Analisi del processo, calcolo dei tempi: Osservazione 3MU
06-mag	8.30	12.00	Analisi del processo, calcolo dei tempi: Osservazione 3MU. Calcolo delle risorse
06-mag	13.00	16.30	Gruppo Produzione A: costruzione del nuovo layout
06-mag	13.00	16.30	Gruppo Produzione B: bilanciamento della linea
06-mag	13.00	16.30	Gruppo Logistica: scelta dei componenti comuni/specifici
07-mag	8.30	12.00	Gruppo Produzione A: costruzione del nuovo layout
07-mag	8.30	12.00	Gruppo Produzione B: bilanciamento della linea
07-mag	8.30	12.00	Gruppo Logistica: studio approvvigionamento
07-mag	13.00	16.30	Studio/prove realizzazione nuova linea
08-mag	8.30	12.00	Studio/prove realizzazione nuova linea
08-mag	13.00	15.30	Redazione degli standard
08-mag	15.30	16.30	Piano d'azioni
09-mag	8.30	9.30	Piano d'azioni
09-mag	9.30	10.30	Preparazione Debriefing
09-mag	10.30	12.00	Debriefing

Figura 4.3.1 – Schedulazione delle attività.

Nel gruppo di lavoro interfunzionale, di 13 persone, sono stati inseriti rappresentanti di tutte le aree direttamente coinvolte nel progetto, creando le basi per una stretta collaborazione tra le funzioni di *staff* e di *line*.

4.4 LA FASE INIZIALE

Da subito si è deciso di restringere il campo di analisi. Il Team 2 è stato scelto come rappresentativo dell'intero Montaggio, e ad esso è stato rivolto il lavoro di analisi.

A “cantiere” ultimato, le stesse modalità dovranno essere replicate sulle altre linee di assemblaggio, secondo la logica banale del “copia e incolla”.

Tenendo ben presente la visione globale del progetto, si passa alla parte operativa, che prevede l'ottimizzazione dei flussi del Reparto.

Le criticità che si andranno a generare ai confini del campo dell'analisi, saranno oggetto di un successivo “cantiere”.

4.4.1 Definizione di flusso e analisi degli sprechi

Le attività svolte attualmente nel Montaggio sono state ricostruite su un tabellone mediante l'utilizzo di “post-it” colorati, in modo da separare, anche visivamente, le fasi a valore (verde) dalle altre: la movimentazione (giallo), lo stock (arancio) e il collaudo (rosa).



Figura 4.4.1 – Il Montaggio: lo stato attuale.

Il processo è stato rivisitato, riducendo per quanto possibile gli sprechi e riportando all'interno del flusso le fasi del collaudo e dell'imballo.

Lo studio del "supermarket", da cui rifornire i magazzini in linea, è stato rimandato ad un successivo "cantiere".

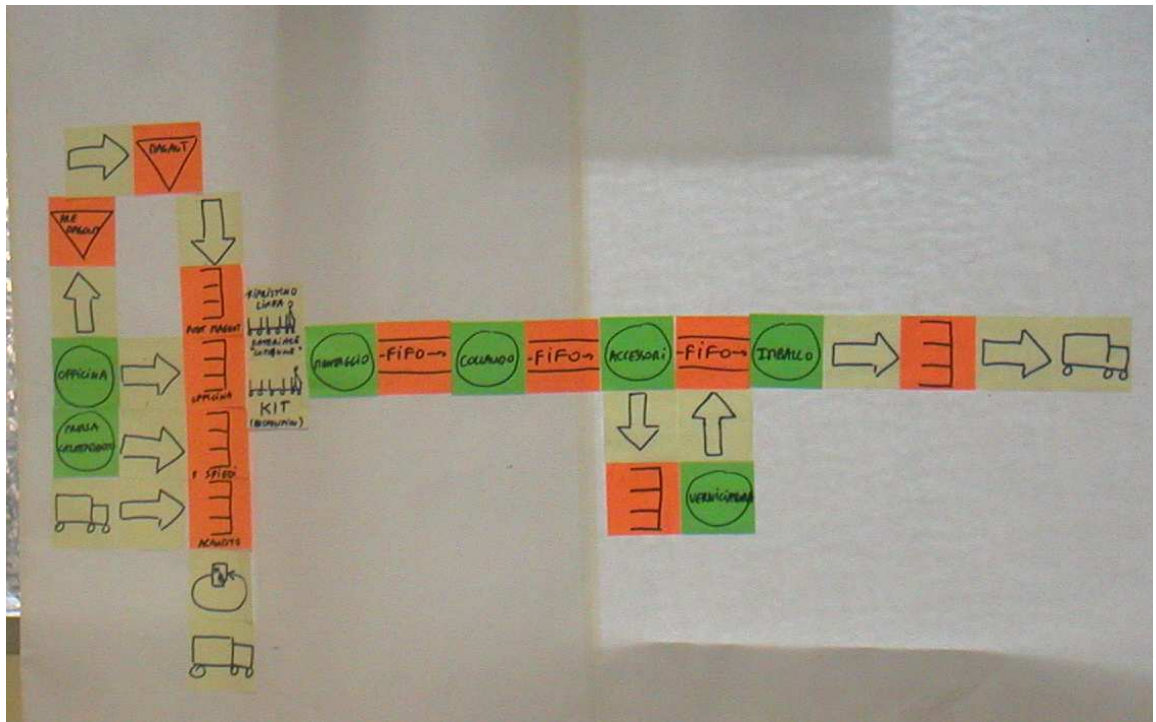


Figura 4.4.2 – Il Montaggio: lo stato futuro.

4.4.2 Scelta dei prodotti

Nel reparto 2 vengono assemblati otto diverse famiglie di inversori, raggruppabili per similitudine.

Per il progetto pilota si è deciso di prendere in considerazione, inizialmente, le famiglie del ZF 325 A (1.770 gruppi/anno) e del ZF 325 (180 gruppi/anno), che presentano alcune caratteristiche comuni:

- tempi di assemblaggio
- modalità di collaudo
- comunanza di componenti
- comunanza di attrezzature.

4.4.3 L'analisi

Si sono studiati i cicli di Preparazione, di Assemblaggio, di Collaudo, di Montaggio degli Accessori e di Imballo, separando le attività caratteristiche di un processo a flusso, da quelle che possono, anzi devono, essere portate al di fuori della linea.

L'analisi è proseguita sul campo ("gemba")¹³ per verificare la correttezza delle ipotesi e per un eventuale aggiornamento dei tempi standard.

La sintesi è riportata in *Appendice C*.

4.4.4 Il "Takt Time" e il dimensionamento della linea

Il "Takt Time" è il ritmo al quale il prodotto è richiesto dal cliente, cioè la frequenza con cui deve uscire l'inversore dalla linea.

Nel caso in esame i dati di partenza sono:

- 225 giorni lavorativi annui;
- 7 ore giornaliere di produzione; il dato tiene conto dell'efficienza e della disponibilità della linea (O.E.E);
- 1.950 gruppi da assemblare sulla linea.

Il "Takt Time" del processo è $= (225 \times 7) / 1.950 = 0,8077$ ore = 48,46 minuti per gruppo.

Stimato in 12 minuti il tempo richiesto per l'imballo del singolo inversore, si è in grado di effettuare un primo dimensionamento della linea (tabella 4.4.3).

Fase	Minuti x Takt Time	n° persone
Preparazione	16 x 48,46	= 0,33
Montaggio	121,5 x 48,46	= 2,51
Collaudo	41 x 48,46	= 0,85
Accessori	16,5 x 48,46	= 0,34
Imballo	12 x 48,46	= 0,25
Fabbisogno totale sulla linea		4,27

Tabella 4.4.3 – Dimensionamento della linea.

¹³ *Gemba* è il termine utilizzato in *Lean Manufacturing* per indicare il luogo dove si crea valore per il cliente, ove si realizza la trasformazione.

4.4.5 I gruppi di lavoro

Il progetto è stato diviso in tre parti:

- costruzione del nuovo Layout a *flusso*
- bilanciamento del carico di lavoro di ogni singola postazione
- dimensionamento del magazzino di linea.

Ognuna di queste fasi è stata affidata ad un gruppo di lavoro, in grado di operare in modo autonomo, anche se non sono mancati momenti di verifica comune.

Il lavoro del **primo gruppo** (costruzione del nuovo Layout), a partire dal Tack Time calcolato nel paragrafo precedente, ha consentito di disegnare lo schema della linea, base di partenza per lo studio successivo (figura 4.4.4).

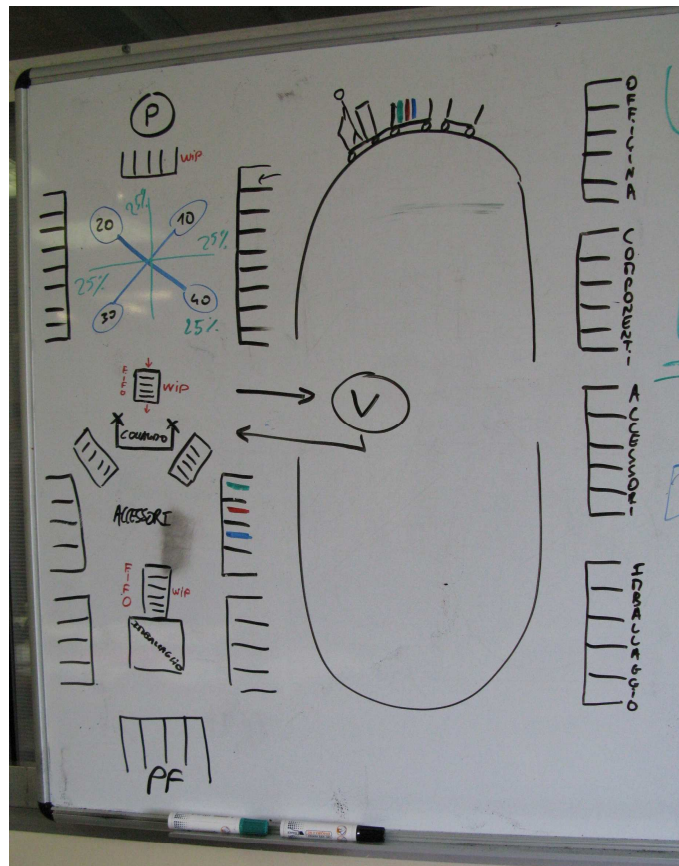


Figura 4.4.4 - Schema di riferimento per il nuovo Layout.

Nella parte sinistra è rappresentata la nuova linea. Nella “giostra”, dove vengono effettuate le attività di Preparazione e Assemblaggio, sono previste 3 persone (Tack

Time $(0,33+2,51)<3$)), 1 al Collaudo (Tack Time $0,85<1$), e 1 al Montaggio Accessori ed Imballo (Tack Time $(0,34+0,25)<1$)).

Il **secondo gruppo** ha riverificato sul campo le singole attività; una di esse è stata frazionata in tre parti (figura 4.4.5, in verde).

n°	Descrizione attività - Fase di "Montaggio"	T (min.)	T (min.)
m1	Staffaggio Carcasse in "Giostra"	4,5	0,0
m2	Preparazione Carcasse Anteriore e Posteriore	11,0	0,0
m3a	Calettamento Ralle -> Montaggio attrezzatura Albero Uscita	7,0	0,0
m3b	Calettamento Asse Uscita completo	15,0	0,0
m3c	Montaggio Carter + Tubo Aspirazione	4,0	0,0
m4	Registrazione Asse Uscita	14,0	0,0
m5	Inserimento Assi Entrata/Uscita su gruppo + controllo ammaccature	7,5	0,0
m6	Chiusura Carcassa con Loctite + taratura Viti	15,5	0,0
m7	Registrazione Asse Entrata	15,0	0,0
m8	Registrazione Asse Rinvio	9,0	0,0
m9	Applicazione Pompa	5,0	0,0
m10	Applicazione Targhette Identificazione	1,5	0,0
m11	Applicazione Distributore preassemblato (portare il tempo di preassemblaggio in linea)	6,5	0,0
m12	Applicazione Paraolio + Campana Accoppiamento + deposito	6,0	0,0
Totale tempi - Fase di "Montaggio" (I colonna Tempo uomo, II colonna Tempo macchina)		121,5	0,0

Figura 4.4.5 – Attività delle postazioni nella “giostra”.

In questa fase si è fatto ricorso al “foglio di lavoro standard combinato”, che si è rilevato uno strumento particolarmente utile al lavoro di gruppo; su di esso sono stati riportati tutti i dati necessari:

- il numero della operazione, la sua descrizione e il relativo tempo standard (asse delle ordinate)
- il Tack Time delle postazioni (asse delle ascisse)
- adesivi, di colore rosso, di lunghezza proporzionale alla durata della singola operazione.

In tal modo è stato possibile bilanciare, anche visivamente, il carico di lavoro sulle postazioni della “giostra”, attribuendo ad ogni operatore mansioni con tempi congruenti con la capacità.

Il procedimento è illustrato nelle figure della pagina seguente.



Figura 4.4.6 – “Foglio di lavoro standard combinato”.



Figura 4.4.7 – Bilanciamento del carico di lavoro per postazione.

L'obiettivo del **terzo gruppo** di lavoro è stato la progettazione e il dimensionamento del magazzino di linea.

I componenti degli inversori, infatti, devono essere alimentati dall'esterno della linea di assemblaggio, su appositi contenitori e posizionati su scaffali, in modo da permettere l'arrivo del materiale direttamente al punto di utilizzo. Tutto ciò deve essere studiato al fine di minimizzare i movimenti degli operatori, che devono concentrarsi esclusivamente sul loro compito.

I dati necessari all'analisi sono stati riassunti nella tabella 4.4.8:

Postazione / n° operazione		Codice	Descrizione	ZF325	ZF325A	Peso (Kg)
Post 1	M01	0631315523	SPINA CIL. 12X32A ISO8735-ST	2		0,413
Post 1	M01	0631610114	GRANO M8X8 DIN913-45H	2	2	0,800
Post 1	M01	0634309305	ANELLO TEN.AS52X72X8 DIN3760-72NBR/902	1	1	0,142
Post 1	M01	3214201011	ASS.LAVORAZ.CARCASSE ZF325-1 A/ATS		1	45,000
Post 1	M01	3214301037	CARCASSA ANTERIORE ZF325-1	1		0,000
Post 1	M01	3214301038	CARCASSA POSTERIORE ZF325-1	1		0,000
Post 1	M02	3214301023	DISTANZIALE X CUSCINETTO	1	1	0,500
Post 1	M03	0636101680	VITE TCEI M8X16 ISO4762-8.8 A3C	5	4	0,010
Post 1	M14	0636015386	VITE TE M10X30 ISO4017-8.8 A3C	12	12	0,020
Post 1	M14	3214304018	ANELLO DI TENUTA DIS.C01020 CORCOS	1	1	0,200
Post 1	M14	3215301071	CAMPANA ACCOPP.SAE1 ZF350/350A	1	1	14,100
Post 2	M06	0635376036	CUSCIN.A RULLI CON. 33114	1	1	0,143
Post 2	M06	3214302049	CUSCIN.A RULLI CON. EC-41216 SNR	2	2	1,500
Post 2	M06	3214304043	CUSCIN.A RULLI CON. EC-41217 SNR	1	1	3,000
Post 3	M08	0630300504	ROSETTA CON.ELAST. D.10,5X20X2,3	18	18	0,010
Post 3	M08	0634306194	ANELLO TEN. O-RING 16X3 NBR70-10	1		0,050
Post 3	M08	0634801038	ANELLO DI TENUTA A14X18 DIN7603-CU	1	1	0,005
Post 3	M08	0634801074	ANELLO DI TENUTA A22X27 DIN7603-CU	4	4	0,001
Post 3	M08	0634801250	ANELLO DI TENUTA A38X44 DIN7603-CU	1	1	0,002
Post 3	M08	0636015227	VITE TE M10X35 DIN933-8.8 A3C	18	18	0,017
Post 3	M08	0636301011	TAPPO A VITE M22X1,5 DIN906-5.8	1	1	0,000
....
....
Post 3	M13	0636101774	VITE TCEI M8X95 ISO4762-8.8 A3C	4	4	0,000
Post 3	M13	3217208036	DISTRIBUTORE OLIO EB31 TAR.23+1 BAR	1	1	7,800
Post 3	M13	3217308051	ROSETTA D.17X45X6	1	1	0,010
Post 3	M13	3217308112	SUPPORTO FILTRO	1	1	0,010
Post 3	M13	3217308113	VITE CAVA	1	1	0,110

Tabella 4.4.8 – Dati per il dimensionamento.

Il coefficiente di utilizzo e il peso dei componenti hanno permesso di individuare il contenitore più opportuno; la postazione, a sua volta, il dimensionamento dello scaffale e l'area occupata; il numero dell'attività, infine, la sequenza dei contenitori.

La figura 4.4.9 riporta i contenitori, reperibili in commercio, che saranno utilizzati.



Figura 4.4.9 – Contenitori standard.

Nel caso di materiali più voluminosi si è dovuto ricorrere alla progettazione di carrelli specifici (figura 4.4.10).

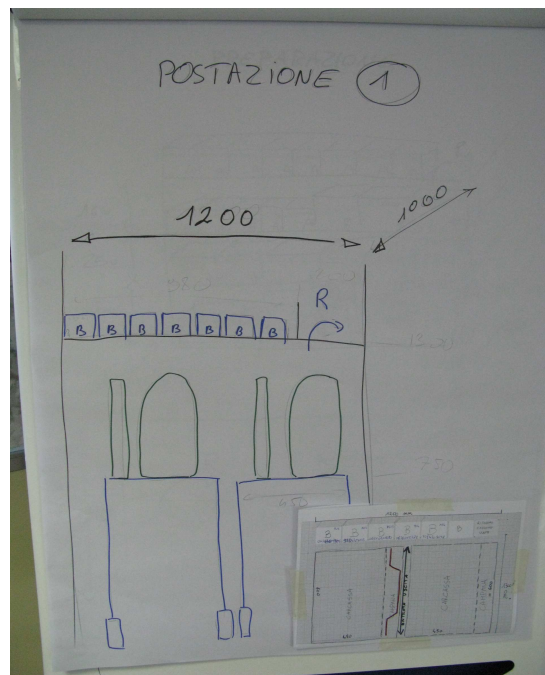


Figura 4.4.10 – Carrelli specifici da progettare.

4.5 LA FASE FINALE

L'ultima giornata è stata dedicata alla verifica globale del progetto e alla stesura del piano di azioni per le settimane a venire.

Inoltre è stato concordato un ulteriore momento di verifica, prima del *Kick Off*, previsto a distanza di un mese.

4.5.1 Il layout

Il layout è stato *costruito* dapprima, in forma grezza per verificare il dimensionamento di massima.



Figura 4.5.1 – Layout grezzo.

Post-it colorati individuano le varie zone:

- i corridoi riservati alla alimentazione della linea (rosso)
- lo spazio riservato alla scaffalatura (viola)
- i banchi di lavoro (arancio)
- la zona dedicata al montaggio degli accessori e all'imballo (giallo).

La figura 4.5.2. riporta il progetto definitivo.

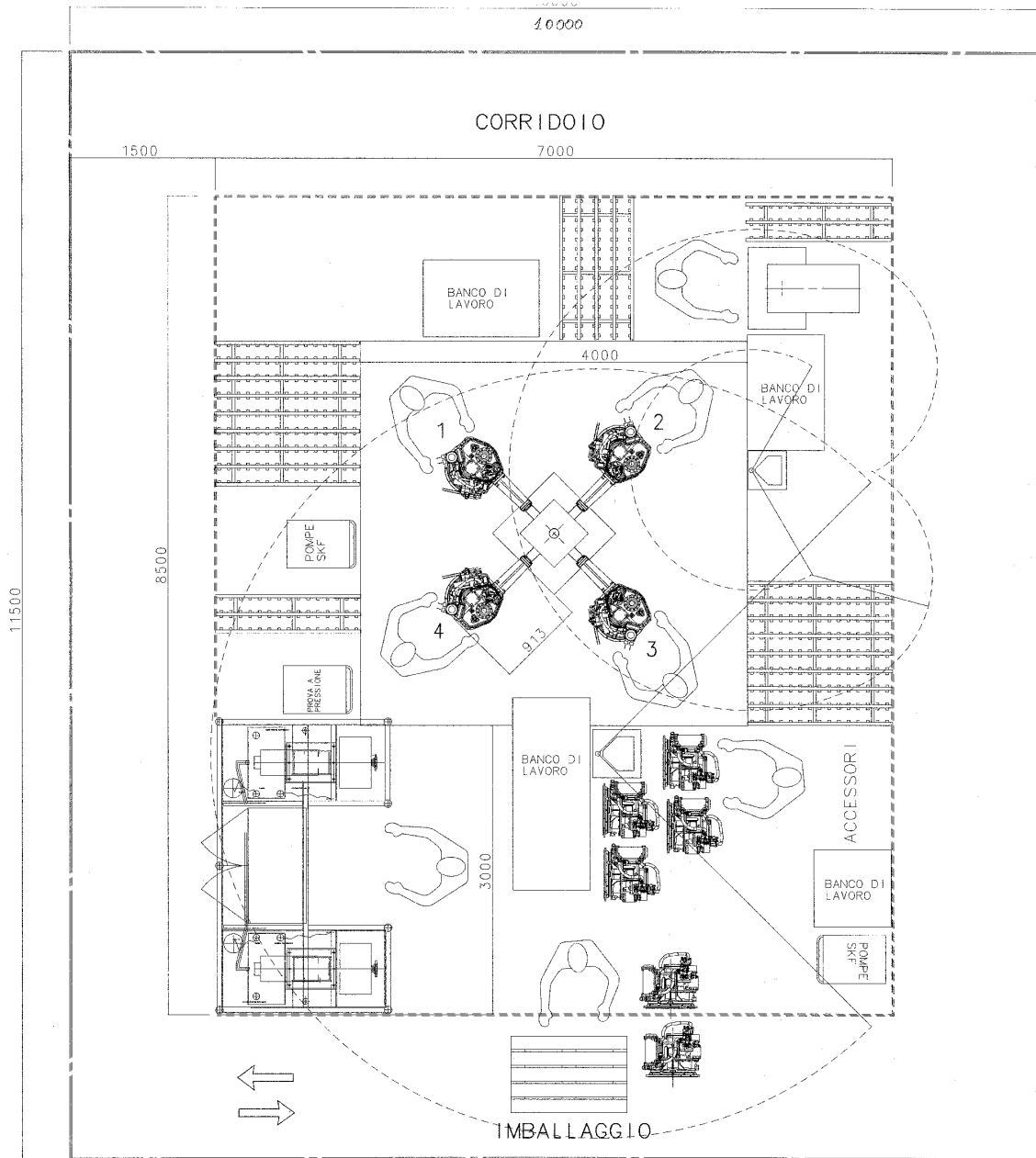


Figura 4.5.2 – Layout definitivo.

4.5.2 Gli scaffali di linea

Per la scaffalatura di bordo linea si è proceduto in modo analogo.

Si è partiti da un dimensionamento di massima su foglio excel, riportato in appendice D, per arrivare al progetto definitivo (figura 4.5.3).

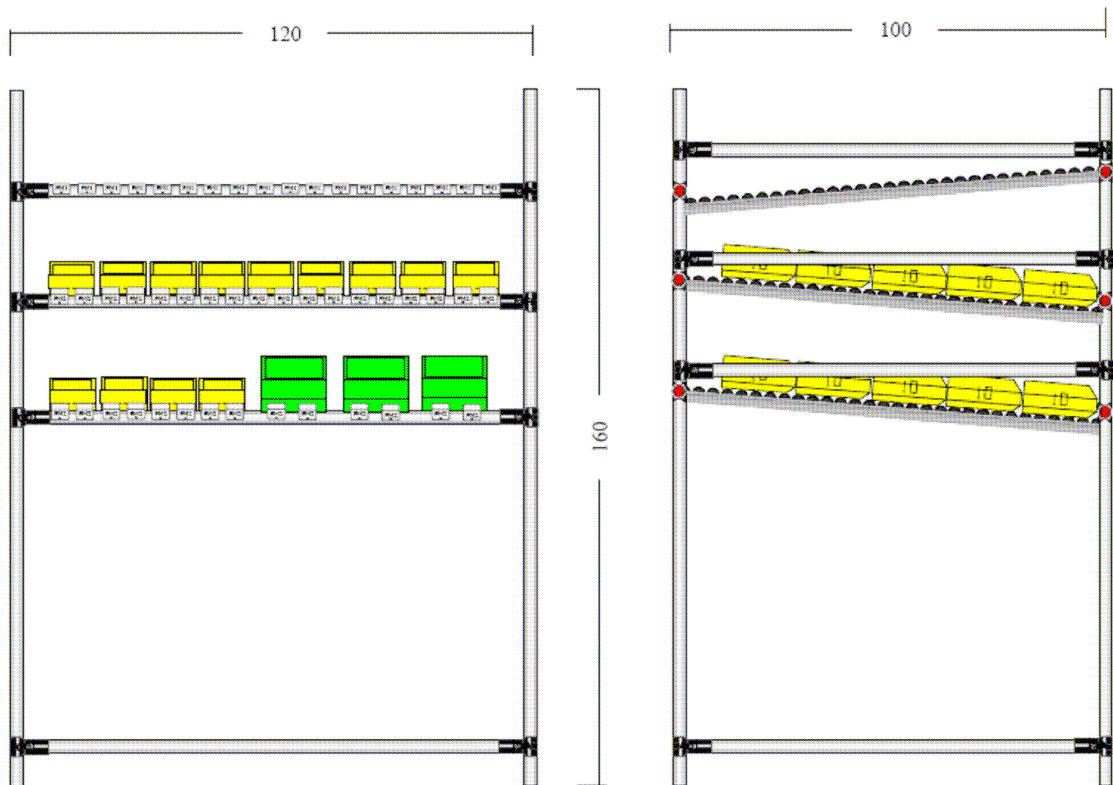


Figura 4.5.3 – Scaffale di bordo linea.

La figura a sinistra mostra lo scaffale così come si presenta agli occhi dell'operatore di linea.

I materiali contenuti nel contenitore sono facilmente raggiungibili rispetto al luogo del loro utilizzo; le movimentazioni inutili sono state completamente eliminate.

I contenitori inoltre, sono posizionati su rulliere a gravità che facilitano lo scorrimento.

Infine (parte alta della figura di destra), per il ritorno dei contenitori vuoti, sono previsti dei corridoi che hanno lo scopo di fungere da segnalatore (*kanban*) per la persona incaricata del rifornimento della linea, dal supermarket, il cosiddetto *mizusumashi*.

4.5.3 Le attrezzature

Le movimentazioni di parti pesanti o voluminose richiedono l'utilizzo di mezzi particolari.

In certi casi è necessario ricorrere alla progettazione di carrelli specifici; si è già accennato in precedenza a quello richiesto per portare in linea le "carcasse" o gli ingranaggi per la trasmissione del moto.

La figura 4.5.4 riporta a titolo di esempio il carrello costruito per il montaggio degli accessori.

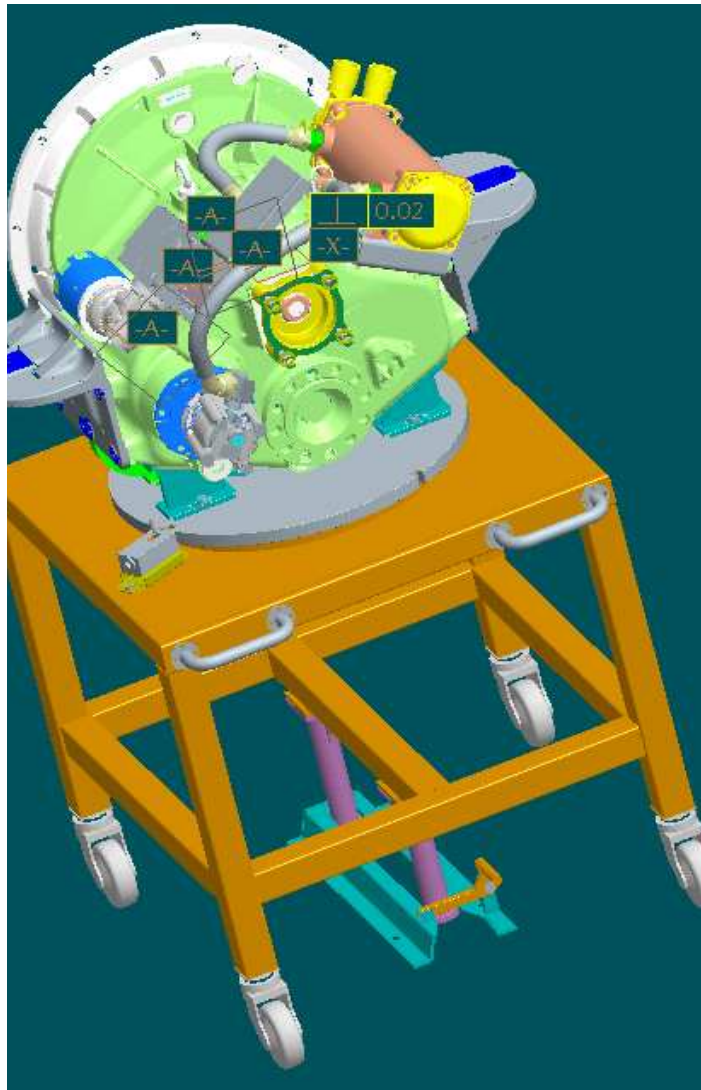


Figura 4.5.4 – Carrello per il montaggio degli accessori.

4.5.4 Il piano di azioni

La figura 4.5.5. illustra il Piano delle Azioni concordate, che sarà affidato al responsabile dell'avanzamento delle attività decise nel cantiere (*lean master*).

MACRO PLANNING																
N°	AZIONE	ENTE	CHI	GIUGNO				LUGLIO				AGOSTO				
				23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35
1	Definire l'area d'impianto della linea	Manufacturing	.....												
2	Valutare le modifiche della giostra e le attrezzature necessarie	Stream Technology	.....												
3	Definire posizioni attrezzature e utensili per ogni postazione	Manufacturing	.....												
4	Valutare gli spazi per movimentazione carrelli	Stream Technology	.....												
5	Valutare gli spazi, l'ergonomia e la sicurezza delle postazioni di lavoro	Stream Technology	.....												
6	Valutare posizionamento pressa	Manufacturing	.....												
7	Spostare la linea	Manufacturing	.....												
8	Definire il nuovo carello per la movimentazione delle "carcasce"	Stream Technology	.....												
9	Definire il nuovo carello per la movimentazione degli "spiedi"	Stream Technology	.....												
10	Definire il nuovo carello per la movimentazione della "ruota uscita" e del relativo "albero"	Stream Technology	.....												
11	Dimensionare gli scaffali per ogni postazione	Stream Technology	.....												
12	Contattare fornitore materiale scaffalatura bordo linea	Stream Technology	.....												
13	Ordinare materiale scaffalatura bordo linea	Stream Technology	.....												
14	Realizzare scaffalatura bordo linea	Stream Technology	.....												
15	Calcolare il fabbisogno dei contenitori sufficiente a garantire le movimentazioni dei materiali secondo logiche Kanban	Logistic	.....												
16	Scegliere cassette componenti	Logistic	.....												
17	Definire zona "supermarket" per il rifornimento della linea	Logistic	.....												
18	Definire le modalità relative al flusso informativo per garantire l'approvvigionamento dei componenti specifici	Cantiere	.....												
19	Scegliere le risorse per la linea	Manufacturing	.....												
20	Definire i nuovi "standard work "	Manufacturing	.....												
21	Organizzare corsi di addestramento	Manufacturing	.....												
22	Reallizzare indicatori	.....	.....											

Figura 4.5.5 – PDCA¹⁴

¹⁴ PDCA noto anche come ciclo di Deming è un metodo per la risoluzione dei problemi strutturato in quattro fasi: Plan (pianificazione) Do (fare) Check (verificare) e Act (standardizzare).

Per ognuna di esse è stata indicata la data d'inizio e quella di fine, e si è utilizzato il P.E.R.T¹⁵ per tenere sotto controllo l'avanzamento del progetto.

Inoltre sono stati indicati gli Enti di riferimento e, per ciascuno di essi, la persona responsabile dell'attività.

4.5.5 Gli 'standard work'

Un breve cenno merita il "lavoro standard" (punto 20 del Piano delle Azioni), che consiste nel redigere procedure precise per ogni operatore che lavora nel processo produttivo.

Lo "standard work" dipende principalmente da tre fattori:

- il Takt time che, come detto, è la frequenza con cui il prodotto finito deve essere realizzato;
- la sequenza di lavoro, in accordo alla quale l'operatore svolge le proprie mansioni all'interno del Takt time;
- le apparecchiature standard, cioè l'insieme delle macchine e delle attrezzature richieste per portare a compimento agevolmente, cioè nel rispetto del Takt time, il lavoro standard.

Lo standard work stabilisce la migliore interazione delle persone con il proprio ambiente lavorativo al fine di migliorare l'efficienza, eliminare gli errori e la variabilità delle operazioni, facilitare il training a nuovi operatori e porre le basi per successivi miglioramenti (*kaizen*).

4.5.6 La verifica degli obiettivi

A conclusione della settimana, le ultime due ore sono state dedicate al *debriefing*, cioè alla valutazione finale del lavoro da parte dei componenti del gruppo. I risultati del progetto sono stati confrontati con gli obiettivi previsti, in modo da poter essere presentati alla Direzione Aziendale, per l'autorizzazione a procedere.

¹⁵ Project Evaluation Review Technique è una rappresentazione grafica sinottica della mappa di attività che fanno parte di un progetto.

In particolare:

- il **tempo di attraversamento** è stato ridotto a 12 ore, comprensive del Tack Time e del tempo necessario al raffreddamento dell'inversore dopo la fase di collaudo;
- lo **spazio** occupato dalla linea è del 30% inferiore a quello utilizzato attualmente dalle stesse famiglie di inversori.

L'obiettivo per questi due punti è stato raggiunto.

Per la verifica del **recupero di efficienza** del 20%, bisognerà attendere la ristrutturazione dell'intero Reparto di Montaggio, anche se è ragionevole ritenere che, con l'eliminazione delle attività inutili ("Muda"), la strada intrapresa sia quella corretta.

A quel punto sarà possibile calcolare con precisione il fabbisogno di risorse necessarie all'alimentazione delle linee e al loro funzionamento.

CONCLUSIONI

L'argomento trattato nella tesi è solo la parte iniziale di un progetto molto ambizioso, che accompagnerà l'azienda nei prossimi due anni.

Il ricorso ad una gestione secondo logiche di *Lean Manufacturing* consentirà di ottenere i seguenti vantaggi:

- riduzione dei tempi di attraversamento, dapprima al Montaggio e successivamente anche in Fabbricazione con conseguente passaggio da modalità A.T.O a M.T.O;
- semplificazione delle attività;
- incremento dell'efficienza complessiva della linea grazie alla maggiore responsabilizzazione dei singoli operatori.

D'altra parte, flessibilità, velocità, precisione e controllo sono condizioni strategiche per una gestione ottimale ed efficiente dei processi aziendali, necessarie per rispondere in modo reattivo alle richieste del mercato.

L'azienda, per continuare il cammino intrapreso ed abbracciare totalmente la *Lean* deve sviluppare ed implementare ulteriori attività; in particolare devono essere aperti ulteriori "cantieri", alcuni dei quali, peraltro, già previsti:

- il cantiere PULL, che ha come obiettivo la progettazione del *supermarket* cioè del magazzino da cui rifornire gli scaffali di linea e nel corso del quale dovranno essere studiati i flussi e progettati i carrelli per l'alimentazione (*milk run*);
- il cantiere SMED, per la riduzione dei set-up e, di conseguenza, dei lotti di produzione;
-

Tutti questi, naturalmente, integrati nel processo *flow Kaizen*, cioè nell'insieme delle attività di miglioramento globale del flusso del valore, di taglio strategico, guidato dal Management.

Appendice a1 - DIVISIONI E BUSINESS UNITS

ZF Friedrichshafen AG	
Shareholders: 93.8 % Zeppelin Foundation, Friedrichshafen / 6.2 % Dr.-Jürgen-Ulдерup Foundation, Lemförde Corporate Headquarters and Corporate Research & Development, Friedrichshafen	
Divisions	Business Units
Car Driveline Technology	Rubber-Metal Technology
Car Chassis Technology	Marine Propulsion Systems
Commercial Vehicle and Special Driveline Technology	Aviation Technology
	Aftermarket Trading
Off-Road Driveline Technology and Axle Systems	Sales and Service Organization
Powertrain and Suspension Components	Regional Areas
Steering Technology – ZF Lenksysteme GmbH A joint venture with Robert Bosch GmbH	North America
	South America
	Asia-Pacific

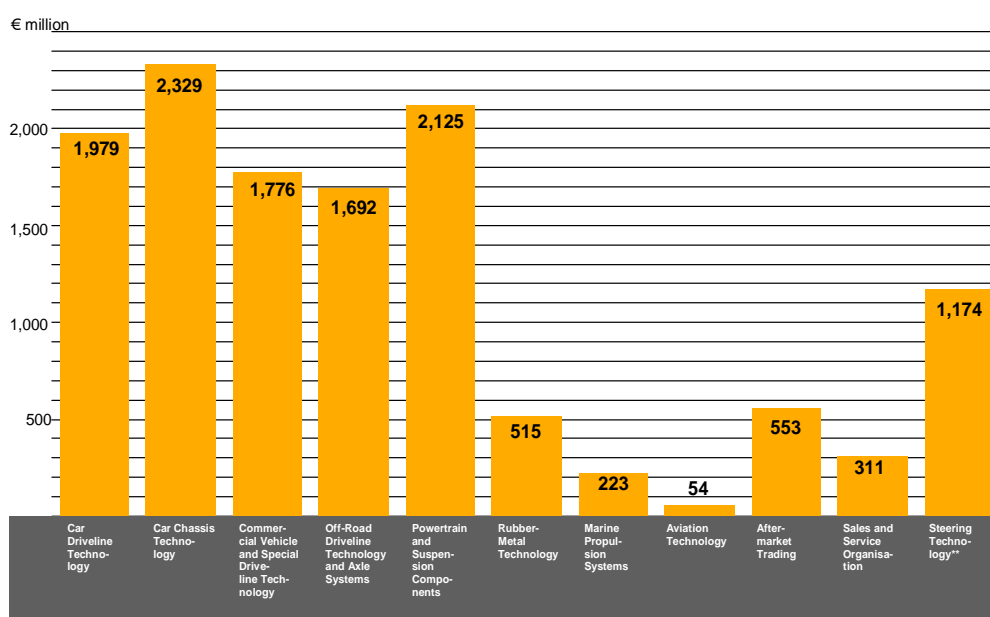
Appendice a2 - ZF WORLDWIDE

Production, Development, Sales	
120 Production Companies	
6 Main Development Locations	
27 Sales and Service Centers	
17 Aftermarket Trading Companies	
1 Representative and 12 Marketing Offices	
More than 700 After Sales Service Points worldwide	

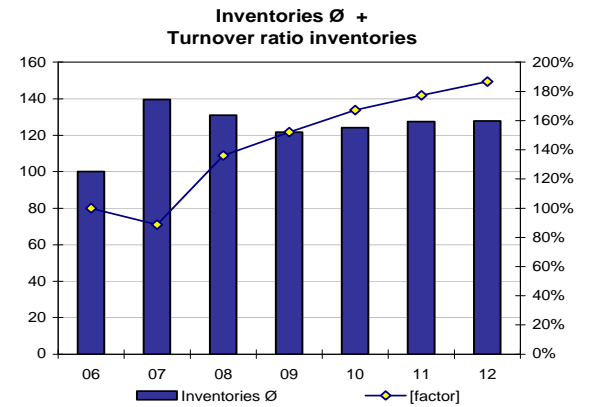
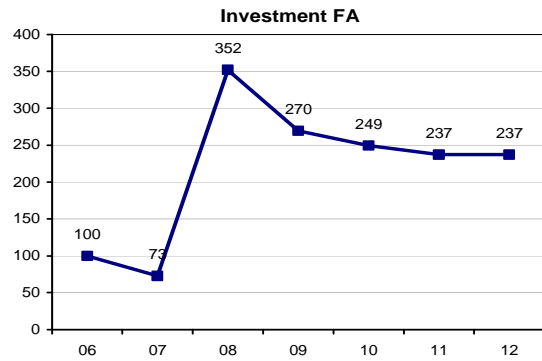
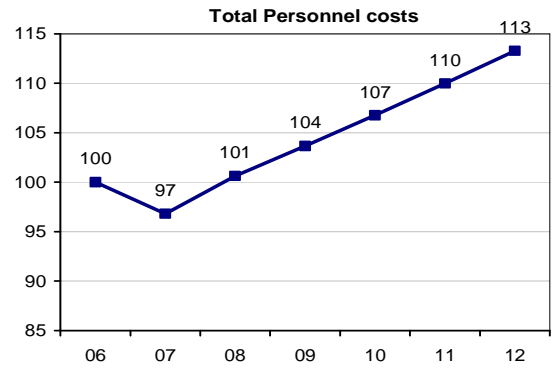
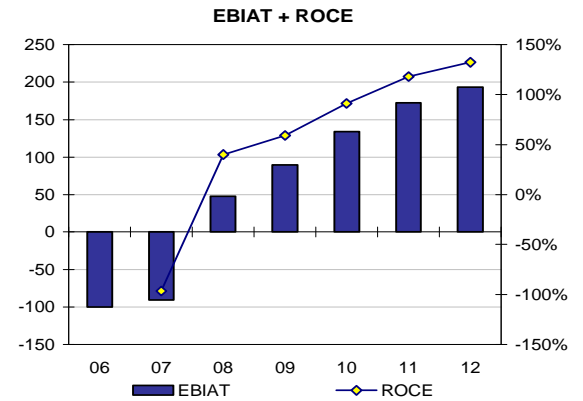
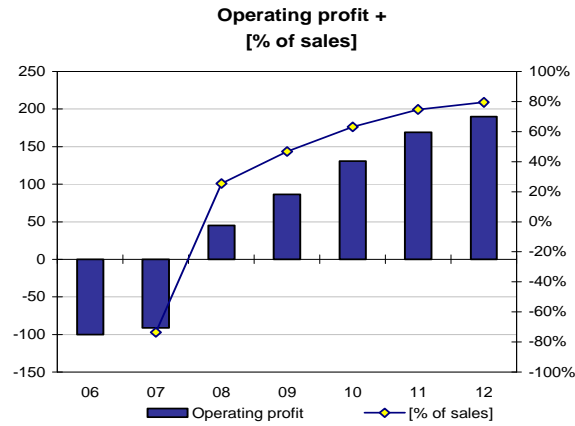
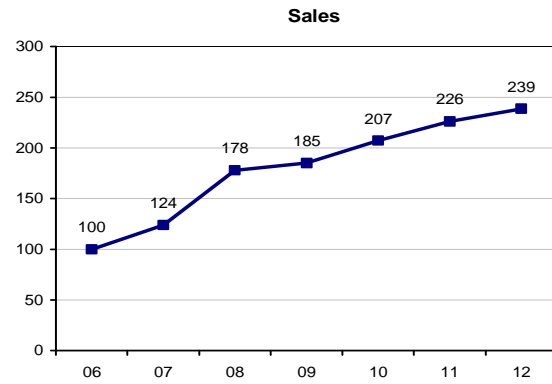
Appendice a3 – MARKET POSITION IN THE MAJOR PRODUCT SEGMENTS

Products	Western Europe *	World *
Automatic transmissions for cars and CVs < 6 t	1.	3.
Manual transmissions for cars and CVs < 6 t	3.	4.
Manual transmissions for CVs > 6 t	1.	2.
Automated transmissions for CVs > 6 t	1.	1.
Automatic transmissions for CVs > 6 t	1.	2.
Hydraulic power steering systems for cars and CVs < 6 t	3.	5.
Electric power steering systems for cars and CVs < 6 t	3.	3.
Hydraulic power steering systems for CVs > 6 t	1.	1.
Clutches for cars and CVs < 6 t	3.	3.
Clutches for CVs > 6 t	1.	2.
Shock absorbers for cars and CVs < 6 t	1.	2.
Shock absorbers for CVs > 6 t	1.	1.
Chassis components for cars and CVs < 6 t	1.	1.

Appendice a4 - Sales (2006)



Appendice b1 – GRAFICI



Appendice c1 – Fase di Preparazione

n°	Descrizione attività (da fare in linea) - Fase di "Preparazione"	T (min.)	T (min.)
p1	Inserimento Grani + Spina	6,0	0,0
p2	Preparazione + inserimento Pistoni + Dischi Frizione + montaggio alla Pressa	10,0	0,0
Totale tempi - Fase di "Preparazione" (I colonna Tempo uomo, II colonna Tempo macchina)		16,0	0,0

Appendice c2 - Fase di Montaggio

n°	Descrizione attività - Fase di "Montaggio"	T (min.)	T (min.)
m1	Preparazione Carcasce in "Giostra"	4,5	0,0
m2	Preparazione Carcasce Anteriore e Posteriore	11,0	0,0
m3	Calettamento Ralle + Calettamento Asse Uscita completo + Montaggio Carter + Tubo Aspirazione	26,0	0,0
m4	Registrazione Asse Uscita	14,0	0,0
m5	Inserimento Assi Entrata/Uscita su gruppo + controllo ammaccature	7,5	0,0
m6	Chiusura Carcassa con Loctite + taratura Viti	15,5	0,0
m7	Registrazione Asse Entrata	15,0	0,0
m8	Registrazione Asse Rinvio	9,0	0,0
m9	Applicazione Pompa	5,0	0,0
m10	Applicazione Targhette Identificazione	1,5	0,0
m11	Applicazione Distributore preassemblato (portare il tempo di preassemblaggio in linea)	6,5	0,0
m12	Applicazione Paraolio + Campana Accoppiamento + deposito	6,0	0,0
Totale tempi - Fase di "Montaggio" (I colonna Tempo uomo, II colonna Tempo macchina)		121,5	0,0

Appendice c3 - Fase di Collaudo

n°	Descrizione attività - Fase di "Collaudo"	T (min.)	T (min.)
c1	Prova pressione gruppo + controllo Elicoidi (problemi sulla pressione -> recupero fuori linea)	3,0	2,0
c2	Sollevamento gruppo + calettamento Giunto + applicazione su Banco Prova	8,0	0,0
c3	Applicazione Kit Monitoraggio + carico Olio + verifica	15,0	0,0
c4	Avvio Banco e riscaldamento	0,0	16,5
c5	Compilazione cartella con dati di fase di controllo	5,0	0,0
c6	Smontaggio gruppo da Banco	10,0	0,0
c7	Collaudo delle "Options"	- - -	0,0
Totale tempi - Fase di "Collaudo" (I colonna Tempo uomo, II colonna Tempo macchina)		41,0	18,5

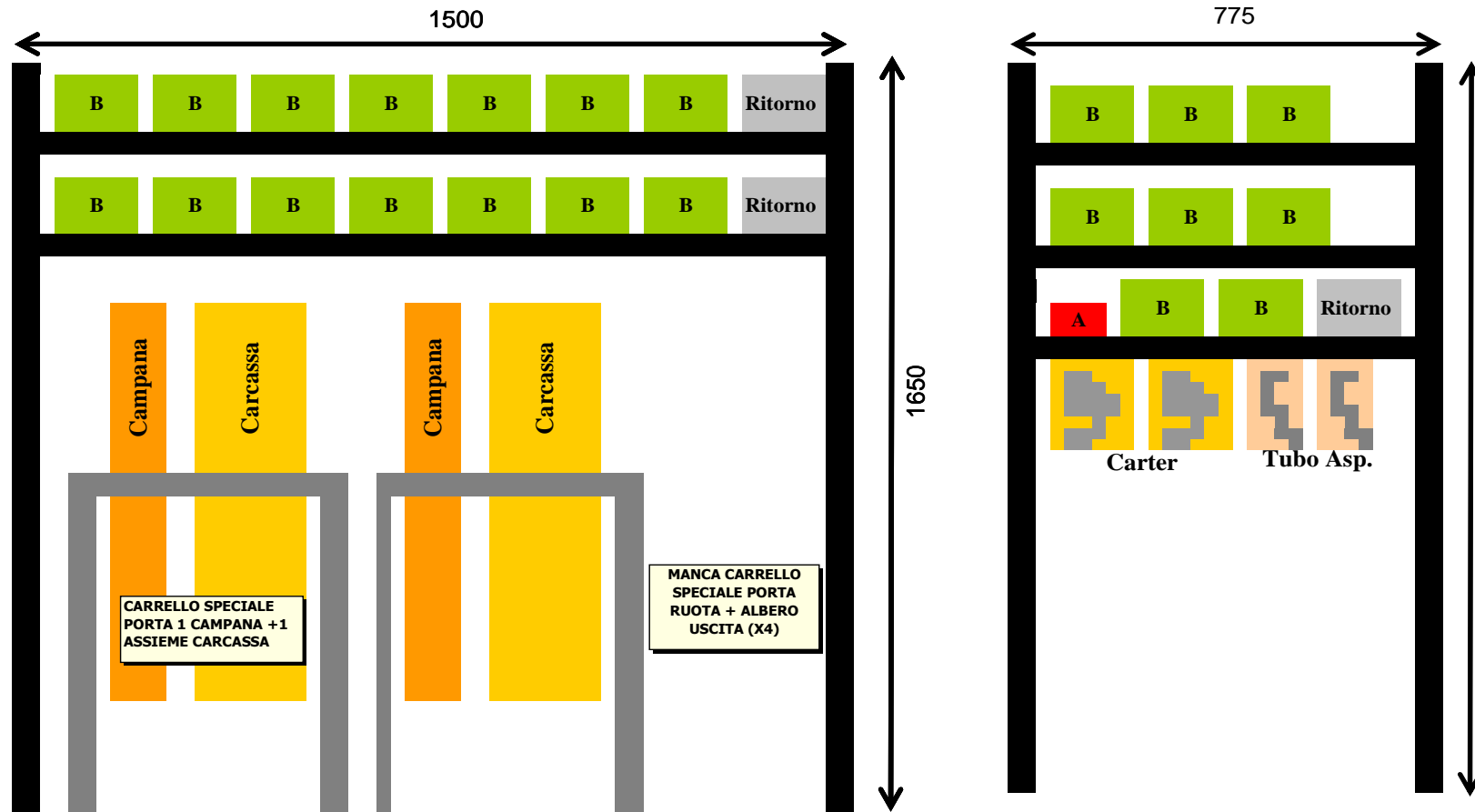
Appendice c4 – Fase di Montaggio Accessori

n°	Descrizione attività - Fase di "Montaggio Accessori"	T (min.)	T (min.)
a1	Applicazione Giunto	3,0	0,0
a2	Montaggio Staffe	5,0	0,0
a3	Montaggio Adattatori	2,0	0,0
a4	Deposito gruppo su pallet	3,0	0,0
a5	Preparazione Kit Mancione	3,5	0,0
Totale tempi - Fase di "Montaggio Accessori" (I colonna Tempo uomo, II colonna Tempo macchina)		16,5	0,0

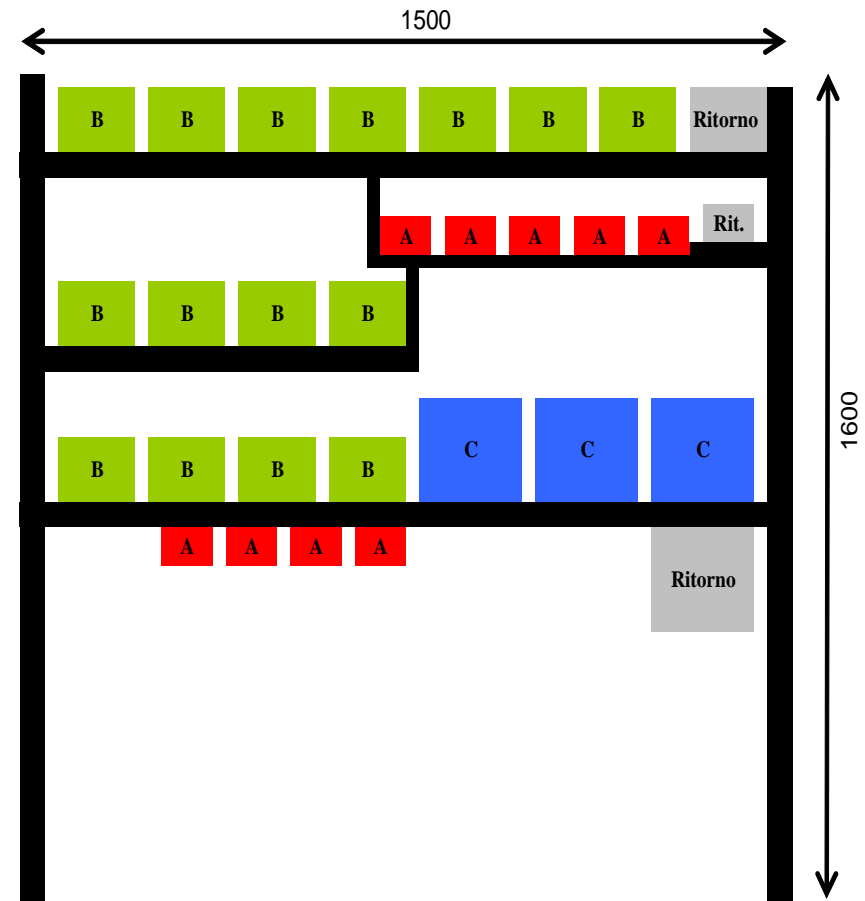
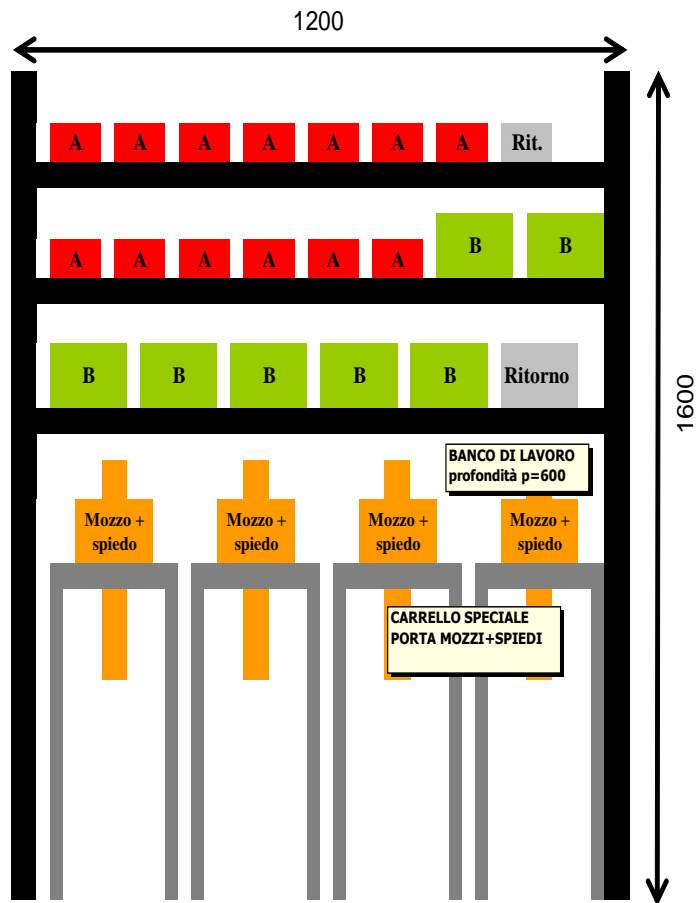
Appendice c5 - Fase di Imballo

n°	Descrizione attività - Fase di "Imballo - riferito a 2 gruppi"	T (min.)	T (min.)
i1	Staffaggio gruppo (nylon + Manuali + Filtro + sollevamento)	11,0	0,0
i2	Fissaggio cartone su base + fissaggio supporti laterali + chiusura con coperchio	5,0	0,0
i3	Regettatura + compilazione documento inserito nell'imballo	3,0	0,0
Totale tempi - Fase di "Imballo" (I colonna Tempo uomo, II colonna Tempo macchina)		19,0	0,0

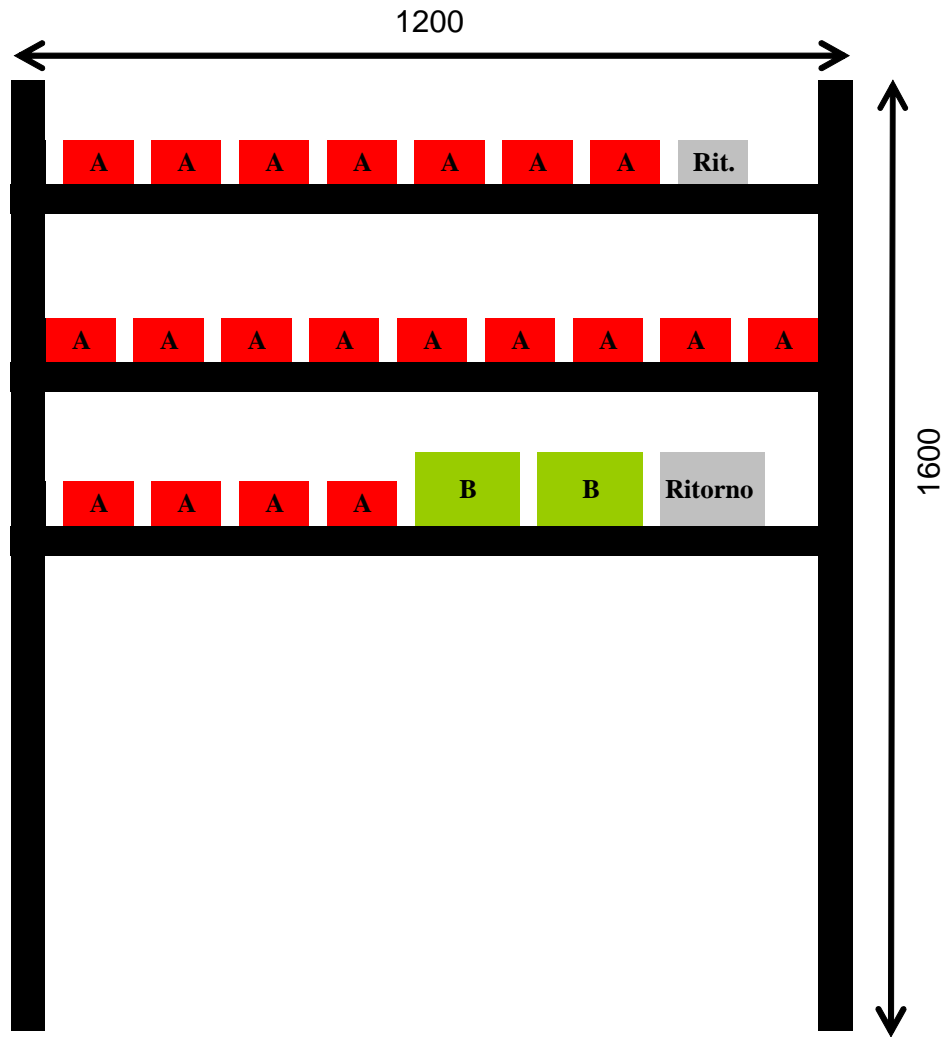
Appendice d1 – Postazioni 1 e 2



Appendice d2 – Postazioni 3 e 4



Appendice d3 – Postazione accessori



BIBLIOGRAFIA

La logistica dei sistemi manifatturieri, Francesco Da Villa, ETAS, 2000

Formel ZF, Das Produktionssystem fur N-FN

Lean Manufacturing - Come analizzare il flusso del valore per individuare ed eliminare gli sprechi, Giovanni Graziadei, Hoepli, 2006

Lean Manufacturing – Manuale per progettare e realizzare un’azienda snella, Claudio Donini, FrancoAngeli, 2007

Learning to See, Mike Rother e John Shook, The Lean Enterprise Institute, 1999

Lean Thinking, James P. Womack e Daniel T. Jones, Guerini e Associati, 1997

L’obiettivo (The Goal), Eliyahu M. Goldratt, Il Sole 24 Ore Libri, 1993

Corso di organizzazione della produzione e dei sistemi logistici – Mass Production vs Lean Production, Roberto Panizzolo

Siti internet consultati:

www.leanmanufacturing.it

www.lean.org

www.qualityi.it

www.valessentia.it

www.zf-group.it

RINGRAZIAMENTI

Ringrazio tutti coloro che mi hanno dato l'opportunità di svolgere questo lavoro di tesi all'interno della Zf-Padova S.p.a; in particolar modo ringrazio l'Ing. Giovanni Spagna per l'aiuto, la disponibilità e la costante attenzione che ha saputo dimostrare nei miei confronti durante lo svolgimento della tesi.

Un speciale ringraziamento va alle mie compagne di università con le quale ho trascorso momenti indimenticabili durante questi tre anni e in particolare Athos per essermi sempre stato vicino.

Un grazie di cuore va a mia sorella Michela per la sua bontà e generosità e per avermi sopportato e ascoltato in ogni momento; e alla mia carissima nonna per le sue preghiere prima di sostenere ogni esame.

Infine, il grazie più profondo e importante, va ai miei genitori che in tutti i momenti della mia vita mi hanno accompagnato sempre con amore e comprensione, per l'educazione e i preziosi consigli che mi hanno sempre dato, ma soprattutto per aver permesso di realizzare uno dei sogni della mia vita.