

POLITECNICO DI TORINO

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria Aerospaziale

Tesi di Laurea Magistrale

Sviluppo e applicazione di un modello atto a definire una procedura aziendale per l'imballaggio di pezzi aeronautici



Relatore

Prof. Paolo Maggiore

Candidata

Alice Pia Vernotico

Marzo 2018

“Il sogno è l’infinita
ombra del vero”
(Giovanni Pascoli)

Grazie ai miei genitori e a mia sorella,
per avermi aiutata a raggiungere
questo sogno.

Sommario

CAPITOLO I	1
1.1 Scopo della tesi	1
1.2 Storia e sviluppo dell'imballaggio in letteratura.....	2
1.3 Tecniche di imballaggio industriale	3
1.4 Principali materiali utilizzati nell'imballaggio industriale	4
CAPITOLO II	19
2.1 Cos'è la qualità'	19
2.2 Materiali da imballo utilizzati in azienda.....	20
2.3 Valutazione specifiche imballaggio e requisiti specifici del cliente.....	23
2.3.1 Specifiche imballaggio.....	23
2.3.2 Requisiti specifici del cliente	23
2.4 Condizioni di trasporto	24
2.5 Sviluppo FMECA imballaggio	27
CAPITOLO III	46
3.1 Importanza del dimensionamento	46
3.2 Workflow dimensionamento	47
3.2.1 Workflow I - Imballaggio:.....	48
3.2.2 Workflow II – Analisi tecnica:.....	49
3.2.3 Workflow III – Selezione e modellazione dell'imballo:.....	51
CAPITOLO IV	53
4.1 Politica del Just In Time	53
4.2 Politica aziendale dei costi per imballo e spedizioni	53
4.3 Processi di ottimizzazione dei costi per imballo e spedizioni	53
CAPITOLO V	55
5.1 Introduzione al modello.....	55
5.2 Struttura.....	55
5.2.1 Struttura Qualità	55
5.2.2 Struttura Logistica.....	56

5.2.3	Struttura Produzione	56
5.2.4	Struttura Tecnico	59
5.3	Struttura Tecnico	59
5.3.1	Part Number	59
5.3.2	Destinazione e denominazione	59
5.3.3	Dedicato / non dedicato	60
5.3.4	Dimensioni	60
5.3.5	Peso	61
5.3.6	Suddivisione per forma geometrica semplice.....	61
5.3.7	Suddivisione dimensionale	62
5.3.7.1	Formula Excel	64
5.3.8	Imballo esterno e imballo interno.....	65
5.3.8.1	Imballo esterno	65
5.3.8.1.1	Formula Excel	68
5.3.8.2	Imballo interno	70
5.3.8.2.1	Formula Excel	73
5.4	Sviluppi successivi.....	74
CAPITOLO VI	76
6.1	Introduzione	76
6.2	Programma C-SERIES/E2	76
6.2.1	Part number, destinazione, denominazione, dedicato/non dedicato.....	77
6.2.2	Dimensioni	79
6.2.3	Suddivisione per forma geometrica semplice, suddivisione dimensionale.....	82
6.2.4	Imballo esterno, imballo interno.....	86
6.2.5	Sviluppi modellazione imballi	90
6.3	Programma JSF	91
6.3.1	Part number, destinazione, denominazione, dedicato/non dedicato.....	91
6.3.2	Dimensioni	98
6.3.3	Suddivisione per forma geometrica semplice, suddivisione dimensionale.....	105
6.3.4	Imballo esterno, imballo interno.....	114
6.4	Modellazione dell'imballo: Un dedicato e un non dedicato.....	125
6.4.1	Modellazione pezzo DEDICATO	125

6.4.2 Modellazione pezzi NON DEDICATI	130
6.4.2.1 Modellazione cassa 1 serie	131
6.4.2.2 Modellazione cassa 2 serie	132
6.4.2.3 Modellazione cassa 4 serie	133
6.5 Conclusioni	134
Sitografia	135
Ringraziamenti	136

CAPITOLO I

1.1 Scopo della tesi

Scopo di questa tesi risulta essere la definizione di un modello generale aziendale per la definizione dell'imballo con conseguente modellazione dello stesso.

Si è partiti con una breve introduzione alle metodologie di imballaggio e ai materiali principalmente utilizzati al fine di dare una visione generale del packaging. Successivamente si è proceduto andando ad indagare sulla qualità dell'imballaggio stilando due FMECA in base alla destinazione, che hanno individuato tutti i potenziali danni dello stesso. La FMECA è stata sviluppata tenendo conto sia dei possibili problemi che si potrebbero verificare in azienda che quelli che si potrebbero verificare durante il trasporto. Questo poi si traduce anche in qualità dei materiali utilizzati e qualità del trasporto, con necessità di interfacciarsi sempre con i requisiti del cliente. Partendo dalle criticità analizzate nella FMECA, si è sviluppato un Workflow atto a definire in maniera schematica i passaggi per la definizione del modello generale dell'imballaggio. Si sono valutati poi i costi quindi è stato importante conoscere le logiche aziendali in merito alle spedizioni e il peso che ogni ente ha in merito ai suddetti. Dopo questi studi è stato possibile implementare la logica sviluppata nel Workflow in un foglio Excel, cuore del progetto che, tramite l'inserimento di input provenienti dai vari reparti aziendali, in particolare dall'ufficio Produzione e dall'ufficio Tecnico, come ingombri massimi, pesi, numero di pezzi spediti verso il cliente o verso il trattamentista, dia due output principi: definizione della tipologia dell'imballo esterno per ogni singolo pezzo (cartone o cassa) e definizione dei possibili materiali da utilizzare per l'imballo interno. Nel corso della valutazione del metodo è stato effettuato un tuning dei parametri in funzione dello storico aziendale e dei limiti dettati dai vari enti aziendali. Non è stato possibile trovare una metodologia generica per poter definire a priori una modellazione dell'imballo interno ed esterno in quanto la stessa necessita di uno step successivo: la modellazione tramite programmi dedicati. Si è poi andati ad applicare questo metodo generico ai programmi del JSF e C-SERIES / E2. Infine, dopo aver estrapolato gli output e dopo aver fatto un'analisi dei dati tramite grafici, si è arrivati allo step finale descritto dal Workflow prima dell'approvazione e accennato sopra: la modellazione dell'imballo per alcuni pezzi.

1.2 Storia e sviluppo dell'imballaggio in letteratura

Sebbene qualche forma di packaging sia sempre stata utilizzata fin dall'antichità, negli ultimi due secoli, a causa dello sviluppo industriale e della crescita economica e quindi per sopperire alla grande domanda commerciale, il packaging si è sviluppato sempre di più. Il packaging diventa quindi un anello importante della catena di produzione in quanto mezzo necessario per muovere e proteggere le merci nel passaggio dal luogo della produzione a quello di utilizzo.

Esso è sicuramente uno degli strumenti principali attraverso il quale è possibile assecondare l'esigenza di un consumatore in base alle sue specifiche richieste che conciliano minimizzazione dei costi e massimizzazione della qualità sia del trasporto che dell'imballaggio stesso.

Le origini del packaging moderno si possono far risalire alla fine del '700 quando la rivoluzione industriale introdusse massicci cambiamenti in campo economico. Prima di questo evento storico la maggior parte dei processi di produzione si basava principalmente su lavori manuali e sulla produzione limitata di merci e solo con l'introduzione della meccanizzazione su larga scala si poté garantire un aumento esponenziale della produzione. All'inizio del '900 il packaging era talmente sviluppato da consentire la realizzazione di contenitori di ogni forma, dimensione e materiale atti a garantire la massima protezione e un trasporto sempre più ottimale.

L'involucro può essere definito come "una ricerca di forme tridimensionali, capaci di contenere in maniera opportuna, funzionale ed estetica" un bene destinato alla vendita. Agli albori, infatti, anche l'involucro del prodotto ricopriva una funzione estetica ma successivamente, durante gli anni trenta, quando gli Stati Uniti cominciarono ad investire e ad ampliare esponenzialmente il settore produttivo, la confezione venne considerata per la prima volta nella sua apparenza, ossia quell'oggetto progettato appositamente solo per proteggere il prodotto da trasportare senza nessun'altra finalità.

Importante per un imballaggio anche l'aspetto economico e quindi il suo costo che non dovrebbe incidere in maniera eccessiva sul prezzo finale del prodotto, anche se esistono prodotti particolari che necessitano di un packaging altrettanto particolare e delicato che provoca un aumento del costo dello stesso.

Secondo la direttiva europea l'imballaggio viene definito come "il prodotto, composto di materiali di qualsiasi natura, adibito a contenere determinate merci, dalle materie prime ai prodotti finiti, a proteggerle, a consentire la loro manipolazione e la loro consegna dal produttore al consumatore o all'utilizzatore e

ad assicurare la loro presentazione, nonché gli articoli a perdere usati allo stesso scopo.

L'imballaggio deve rispettare una serie di obiettivi:

- Proteggere la merce, ma conservare un basso peso e poco volume per occupare il minor spazio possibile;
- Essere economico, per incidere il meno possibile sui prezzi di vendita;
- Rispettare un equilibrio tra le sue prestazioni e il suo costo, sia dal punto di vista del materiale impiegato, sia del tempo impiegato per realizzare l'operazione di imballaggio;
- Essere atossico e di facile smaltimento per non contribuire ad inquinare l'ambiente.

Esso si divide in:

- Imballaggio per la vendita o imballaggio primario: concepito in modo da essere disponibile per l'utente finale;
- Imballaggio multiplo o imballaggio secondario: concepito in modo da costituire il raggruppamento di un certo numero di unità di vendita;
- Imballaggio per il trasporto o imballaggio terziario: concepito in modo da facilitare la manipolazione ed il trasporto di merci, dalle materie prime ai prodotti finiti, di un certo numero di unità di vendita oppure di imballaggi multipli per evitare la loro manipolazione ed i danni connessi al trasporto, esclusi i containers per i trasporti stradali, ferroviari, marittimi ed aerei.

1.3 Tecniche di imballaggio industriale

Le tecniche utilizzate per il packaging risultano essere molteplici e molto differenti a seconda del pezzo da imballare. Nello specifico dell'imballaggio industriale, la possibilità è quasi infinita, questo infatti dipende da una moltitudine di fattori che variano dall'importanza del pezzo alla sua grandezza.

Qui si descrivono solo le principali tecniche di packaging industriale.

L'imballaggio può essere principalmente di due tipologie:

- In legno;
- In cartone.

L'imballaggio in legno si può presentare sottoforma di:

- Cassa: contenitore di diverse grandezze costituito da basamento in legno e rivestimenti laterali e superiore composti da tavole in legno atte a garantire un imballo completamente chiuso ed inaccessibile;
- Cassa pieghevole: contenitore di diverse grandezze che presenta fianchi ripiegabili quando stoccato. La sua peculiarità è legata alla semplicità di trasporto e montaggio;
- Cassa riutilizzabile: contenitore di diverse grandezze che presenta le stesse caratteristiche della cassa classica ma la peculiarità di tali imballaggi è data dalla possibilità di essere riutilizzati poiché assemblati attraverso la congiunzione con bulloni degli elementi costitutivi;
- Gabbia: contenitore di diverse grandezze costituito da basamento in legno e rivestimenti laterali e superiore composti da un'alternanza di tavole di legno che proteggono parzialmente il contenuto. Una gabbia risulta essere più economica ma meno robusta rispetto ad una cassa.

Quello in cartone invece è anche molto utilizzato sia per la protezione, stoccaggio e trasporto di pezzi più piccoli e maneggevoli ma non per questo meno fragili e sia su richiesta del cliente.

L'imballaggio in cartone si può presentare sotto forma di:

- Cartone classico: involucro di forma varia, per lo più parallelepipedo, generalmente fatto di cartone atto a contenere vari oggetti destinati al trasporto;
- Cartone modellabile: involucro di forma varia che presenta le stesse caratteristiche del cartone classico ma può essere piegato in modo che lo stesso assuma la forma dell'oggetto da proteggere per il trasporto.

Internamente il pezzo può essere ulteriormente protetto inserendo altri supporti, differenti per imballaggio in legno o cartone in base anche alla tipologia di pezzo da trasportare.

1.4 Principali materiali utilizzati nell'imballaggio industriale

I materiali utilizzati per l'imballaggio risultano essere molteplici e variano in base al tipo di pezzo che si vuole proteggere, quindi entrano in gioco dimensioni,

complessità geometrica, resistenze e in base al luogo e alle modalità di spedizione dello stesso con annesse condizioni climatiche.

Vengono invece qui descritti i principali materiali da protezione dei pezzi in cassa, delineando caratteristiche e proprietà fisiche:

- Polistirene espanso: o polistirolo, è chimicamente inerte rispetto a molti agenti corrosivi, è solubile nei solventi organici clorurati, in trielina, acetone e in alcuni solventi aromatici come benzene e toluene. È duro e rigido. Possiede inoltre discrete proprietà meccaniche ed è resistente a molti agenti chimici acquosi. È anche un ottimo isolante elettrico ed è praticamente anigroscopico (capacità di una sostanza o di un materiale di assorbire prontamente le molecole d'acqua presenti nell'ambiente circostante). Il polistirolo risulta essere inoltre un buon isolante, infatti possiede una conducibilità termica ridotta e un'ottima efficacia come isolante termico. È resistente all'umidità, infatti è traspirante, permeabile al vapore acqueo ma impermeabile all'acqua. La sua durata è pressoché illimitata, infatti i fattori ambientali non modificano le caratteristiche del polistirolo, che può quindi garantire per un periodo di tempo illimitato le prestazioni. È possibile fargli avere tutte le forme possibili ed è facilmente intagliabile. Per maneggiarlo non è necessario alcun tipo di abbigliamento protettivo ed il suo rapporto costi/prestazioni è elevato. Il polistirene è comunque un materiale combustibile e la combustione avviene a circa 450°, ma è possibile utilizzare il polistirene a ritardata propagazione di fiamma, ottenuto con opportuni additivi per inibire la tendenza alla combustione. È atossico e non contiene né CFC (clorofluorocarburi) e né HCFC (idroclorofluorocarburi). Gli imballi in polistirolo, smaltiti correttamente in discarica, non inquinano né il terreno e né l'atmosfera. Il polistirene è completamente riciclabile, esso infatti può essere macinato e nuovamente mescolato a polistirene espanso vergine. Esiste anche una versione del polistirolo potenziata con grafite dal caratteristico colore grigio, con una resistenza termica ancora più elevata rispetto al classico polistirolo.

Dal punto di vista delle proprietà fisiche e meccaniche, in forma non espansa, la densità del polistirolo è pari a circa 1,050 kg/m³, mentre si va da 15 kg/m³ a 100 kg/m³ nella forma espansa. Invece la relazione fra sollecitazioni e deformazioni è lineare fino al 3% di deformazione, oltre questo limite si ha una deformazione permanente della struttura cellulare senza rottura. Per convenzione si assume come caratteristica a compressione la sollecitazione corrispondente ad uno

schacciamento del 10% dello spessore del provino. Per progettare un imballo in polistirolo veramente efficace bisogna conoscere e valutare:

- Le condizioni statiche: periodo durante il quale il materiale da imballaggio è sottoposto al carico corrispondente al peso dell'oggetto imballato;
- Le proprietà specifiche: cioè peso, dimensioni e fragilità;
- Le condizioni dinamiche: urti e vibrazioni a cui l'imballaggio sarà sottoposto durante il trasporto e le manipolazioni;
- La valutazione dei costi: correlati al valore dell'oggetto, al modo di trasporto e al tipo di imballaggio progettato.

Di seguito una tabella che sintetizza le principali proprietà fisiche e meccaniche del polistirolo:

Massa volumica del lotto (min.)	Kg/mc	15	20	25	30	35	40
Resistenza a compressione con % di schiacciamento (min.)	K/Pa	60	110	150	180	220	235
Conduktività termica a + 10° C (Max)	W/m.K	0,037	0,035	0,034	0,034	0,033	0,032
a 20° C (max)	W/m.K	0,039	0,037	0,036	0,036	0,035	0,034
Resistenza a trazione (min.)	K/Pa	130	160	210	300	300	300
Deformazione sotto carico a calo (max) 48 h 80° C 20 Kpa	%		5	5	4	3	3
7 gg. 70° C 40 Kpa	%				4	3	3
REAZIONE AL FUOCO: per tipi normali	Classe	5	5	5	5	5	5
per tipi RF (AE)	Classe	1	1	1	1	1	1
TRASMISSIONE VAPORE D'ACQUA: Permeabilità	G/MQ.S	10-5	5-4	4-3	4-2	3-2	3-2
Resistenza a diffusione		20-40	30-60	40-80	500-100	60-120	60-120
ASSORBIMENTO D'ACQUA PER IMMERSIONE: su cubetti (max)	%	6	4	3	2	1,8	1,8
STABILITÀ DIMENSIONALE: a freddo 48 h 25° C	%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
a caldo 48 h 70° C	%	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5

Tabella 1

- Polietilene espanso: o chiamato comunemente spugna, è il nome che acquista il polietilene quando viene trasformato attraverso un processo di espansione chimica o fisica. Il polietilene ottenuto durante il processo di espansione chimica è solitamente "a celle aperte", cioè presenta una struttura spugnosa, morbida al tatto e porosa all'umidità. Il polietilene espanso prodotto per espansione fisica ha la proprietà di essere costituito da "microcelle chiuse" che lo rendono impermeabile all'acqua, resiliente e con una buona resistenza alla compressione inferiore al 5% con una rigidità dinamica effettiva media pari a 38 MN/m³. Il

polietilene espanso è anche un materiale che presenta ottime prestazioni in termini di resistenza alla deformazione con densità che vanno dai 25 ai 200 kg/m³, resiste a temperature che vanno dai -80° ai +100° con basso coefficiente di attrito ed eccellenti proprietà di antiaderenza. Alcuni dei vantaggi del polietilene espanso sono protezione non-abrasiva e non-corrosiva per superfici delicate; leggerezza e flessibilità per garantire velocità nell'imballaggio; pulito, senza polvere e filamenti, resistente all'umidità. Si può trovare sottoforma di quadrati già preformati o anche intagliati sul momento. Se smaltito correttamente è possibile riciclarlo quasi al 100%. Di seguito una tabella che sintetizza le principali caratteristiche di tre specifici tipi di polietilene espanso (PE 300.000, PE 500.000, PE 1.000.000):

PROPRIETÀ	UNITÀ DI MISURA	METODO	POLIETILENE 300*	POLIETILENE 500*	POLIETILENE 1.000*
MECCANICHE					
Peso specifico	g/cm ³	ISO 1183	0,95	0,95	0,94
Tensione a snervamento	Mpa	DIN EN ISO 527	22	28	22
Allungamento a rottura	%	DIN EN ISO 527	500	300	350
Allungamento a snervamento	%	DIN EN ISO 527	9	8	10
Modulo di elasticità	Mpa	DIN EN ISO 527	800	850	800
Durezza SHORE D	-	ISO 868	62	66	64
Resistenza all'urto	KJ/m ²	DIN EN ISO 179	NR	NR	NR
Resilienza	KJ/m ²	DIN EN ISO 179	13	50	NR
Coefficiente di attrito dinamico	-	ISO/DTR 7147	0,12	0,12	0,1
TERMICHE					
Punto di fusione	°C	-	130/135	130/135	130/135
Temperatura di esercizio	°C	-	-50/+80	-100/+80	-260/+80
Coefficiente di dilatazione lineare	K ⁻¹	DIN 53752	1,8X10 ⁻⁴	1,8X10 ⁻⁴	1,6X10 ⁻⁴
Conducibilità termica	W/m·K	DIN 52612	0,38	0,38	0,38
Comportamento alla combustione	-	UL 94	HB	HB	HB
DIELETRICHE					
Rigidità dielettrica	KV/mm	IEC 243-1	50	44	44
Resistenza superficiale	Ohm	DIN IEC 167	10 ¹⁴	10 ¹⁴	10 ¹⁴

NR = NESSUNA ROTTURA

Tabella 2

- Poliuretano espanso: o schiuma, si può dividere in:
 - Espanso rigido;
 - Espanso rigido strutturale;
 - Espanso a spruzzo;
 - Espanso flessibile;
 - Espanso semirigido;
 - Espanso compatto.

I più utilizzati nel campo dell'imballaggio sono il poliuretano espanso rigido e il poliuretano espanso a spruzzo.

Il poliuretano espanso rigido è un polimero reticolato termoindurente prodotto dalla reazione di due componenti principali, polioli e polisocianati, in presenza di un agente espandente (idrocarburi, CO₂ o altre miscele) e di altri additivi. Nel corso della reazione che porta le materie prime dallo stato liquido a quello solido del polimero finale, la schiuma manifesta elevate proprietà di adesione a quasi tutti i tipi di supporti, caratteristica fondamentale per lo sviluppo e l'industrializzazione di moltissimi prodotti.

Il poliuretano espanso a spruzzo risulta essere una delle poche materie plastiche che può essere prodotta, utilizzando appositi macchinari e formulazioni specifiche direttamente in situ, con notevoli vantaggi a livello prestazionale, economico e in termini di tempi di esecuzione dei lavori e di minimizzazione degli impatti ambientali dovuti al trasporto dei materiali.

Principali parametri ambientali (Range valori indicativi) POLIURETANO ESPANSO RIGIDO A CELLE CHIUSE Valori riferiti alla sola schiuma. massa volumica 32 kg/m ³	
GER - Consumo di risorse	80 - 90 MJ/kg
GWP100 - Effetto serra	
Produzione in continuo	3,8 - 4,5 kg CO ₂ eq/kg
Applicazioni a spruzzo	7,5 - 10 kg CO ₂ eq/kg

il POLIURETANO risparmia energia

energia utilizzata per produrre il poliuretano

energia risparmiata utilizzando il poliuretano

Tabella 3

Il poliuretano espanso presenta un modesto assorbimento dell'acqua, dovuto soprattutto a fenomeni di capillarità, e limitato, in condizioni di pressione normale, agli strati superficiali. Inoltre, in quanto polimeri reticolati, offrono un'ottima resistenza ai solventi ed agli agenti chimici in generale. È insolubile in tutti i solventi organici ed è modestamente attaccata soprattutto da solventi polari come alcoli e chetoni. È resistente inoltre agli attacchi biologici e non favorisce la crescita di muffe e funghi ed è inoltre non biodegradabile. Infine le radiazioni ultraviolette producono un'ossidazione della schiuma causando l'ingiallimento del prodotto ed una tendenza allo sfarinamento. Questi fenomeni interessano solo la zona superficiale esposta eventualmente alla luce e non comportano alcun deperimento delle prestazioni meccaniche. Va comunque detto che nelle normali pratiche applicative le schiume non risultano mai esposte alla luce diretta.

Il poliuretano espanso presenta una perfetta conformazione a superfici e volumi complessi, capacità di adesione a quasi tutti i supporti, rapidità di applicazione, leggerezza, durabilità e resistenza alle temperature di esercizio.

Esso ha dalla sua l'alto grado di riciclabilità che ne fa un materiale interessante dal punto di vista ecologico e può essere infatti facilmente riciclato. Bisogna però stare in guardia a causa della presenza nella sua struttura chimica di polioli e diisocianati ritenuti potenzialmente cancerogeni, motivo per cui la produzione del poliuretano è indicata dall'EPA (Environmental Protection Agency) come pericolosa per i lavoratori che la presidiano, anche se non sono ancora stati definiti i limiti di esposizione. Sono in via di sviluppo nuovi sistemi quali il riciclo fisico, ottenuto mediante l'agglomerazione da effettuarsi con l'uso di appositi leganti; il riciclo chimico, che permette di decomporre il polimero nei diversi componenti al fine di ottenere un poliolo; ed il recupero energetico, conseguito attraverso la combustione del materiale in speciali inceneritori. Tutto questo però è in fase di sviluppo e al giorno d'oggi non è ancora facile lo smaltimento soprattutto per i costi elevati.

Importanti sono anche i materiali utilizzati per avvolgere i pezzi da posizionare poi in cassa o nel cartone al fine di garantire un'ulteriore protezione degli stessi. I più efficaci ed utilizzati sono:

- **Pluriball:** risulta essere l'imballaggio ammortizzante più economico e diffuso nel mondo. È molto usato per proteggere oggetti fragili dagli urti, in commercio ve ne sono di diversi tipi e categorie: varia la grammatura e la dimensione delle bolle (piccole con diametro di 10 mm, grandi con diametro di 30 mm o microbolle). La grammatura standard è di 115 g/m². Il pluriball standard può essere fornito in fogli a misura o in rotoli pretagliati. La grammatura leggera varia dai 30 g/m² fino ai 90 g/m². I vantaggi della grammatura leggera sono un minor peso ed un minor ingombro della bobina, un costo a metro quadro più basso ed una minore immissione di materiali da imballaggio nel ciclo di recupero. Quello che funge da protezione nel pluriball è l'aria contenuta nelle bolle per assorbire le vibrazioni e gli urti e per dare massima sicurezza al contenuto. È inoltre un prodotto impermeabile e risulta essere la soluzione ideale per un imballaggio rapido e sicuro ed inoltre, essendo molto leggero, non impatta in modo determinante sul peso dell'imballaggio. È pratico e di facile utilizzo grazie alla sua flessibilità, è atossico e non trattiene la polvere e inoltre risulta essere impermeabile e protegge dall'umidità. Il pluriball può essere

accoppiato al polietilene espanso o al cartene HD e questo si fa per creare un pluriball a tre strati, con la bolla a sandwich fra due strati lisci. Il PIRA (Istituto Internazionale di Ricerca sul Polietilene) ed altri organismi internazionali hanno classificato il pluriball come un prodotto totalmente riciclabile.

- Sacchi in accoppiato barriera: risultano essere una protezione atta ad avvolgere il pezzo. Questi sacchi in accoppiato barriera proteggono dalla corrosione e proteggono dagli effetti dell'umidità e della salsedine. Garantiscono impermeabilità e resistenza alla luce, alla temperatura e agli UV, resistono a strappi, lacerazioni, alla tenuta del vuoto, ad acidi ed alcali, trasmissione di ossigeno e altri gas, trasmissione di odori, danni dovuti ad errata manipolazione e deterioramento dei colori. È ideale per il trasporto marittimo, se bisogna affrontare lunghi viaggi anche via terra o proteggere per molti mesi il contenuto della cassa. Il pezzo viene posizionato all'interno del sacco barriera e messo sottovuoto creando un ambiente asciutto. Nel dettaglio l'accoppiato barriera è una copertura costituita da triplo strato di film, esternamente in poliestere, foglio di alluminio intermedio e strato interno di polietilene ad alta densità. Può anche essere costruito su supporti di film plastici, carta o tela, questo varia in base al pezzo da proteggere, dal suo peso o dalla sua grandezza. Gli imballi con sacchi barriera vengono ermeticamente sigillati, viene creata all'interno dell'involucro una leggera depressione tramite aspirazione che riduce il volume dell'aria contenuta, al fine di eliminare il più possibile la quantità di umidità relativa. All'interno viene posta una quantità opportuna di materiale disidratante che assorbe l'umidità proveniente dal materiale stesso e l'umidità dell'aria presente al momento della chiusura. Gli imballi inoltre presentano un'elevata resistenza meccanica ed una facile saldabilità.

I sacchi in accoppiato sono forniti in

- Bobine: rotoli in varie altezze e metrature, adatti per creare un imballo su misura;
- Cuffie: cuffie su misura adatte alla copertura o al contenimento di materiali o pezzi. Possono essere perfettamente sigillate grazie ad una saldatrice a barra calda. In alcuni casi è possibile completare l'imballo con un indicatore ad oblò che permette di controllare dall'esterno il grado di umidità interno. È inoltre possibile inserire una valvola a tenuta per creare il vuoto all'interno;
- Sacchi e sacchetti: per il contenimento di prodotti che devono essere conservati nel tempo in tutta sicurezza. Facili da riempire, bisogna sigillare solo il lato aperto. È possibile sempre creare il vuoto all'interno;

- Tubolari: rotoli di tubolari di varie altezze e metrature, anche questi adatti per creare un imballo su misura.

Nella maggior parte dei casi i sacchi in accoppiato barriera sono a norma MIL e nello specifico:

- MIL PRF131K class 1;
- NFH 00310 class 1;
- NFH 00310 class 4;
- TL8135 - 0003 – 1.

Di seguito la scheda tecnica di un accoppiato barriera triplo strato di PET + ALU + Hd PE

TRIPLICE ACCOPPIATO BARRIERA TERMOSALDABILE	
COMPOSIZIONE:	12 Micron POLIESTERE (PET) + 9 Micron ALLUMINIO (ALU) + 90 Micron POLIETILENE AD ALTA DENSITA' (Hd PE) nero
PESO	grammi 125 mq + 3%
RESA	8 mq/kg
SPESSORE	100 Micron + 3%
RESISTENZA ALLA TRAZIONE	(Metodo di test)
• Longitudinale	75 Newton TL 81350003 / DIN 55 531
• Trasversale	77 Newton TL 81350003 / DIN 55 531
RESISTENZA ALLA TRAZIONE DELLA SALDATURA	
• Longitudinale	34 Newton TL 81350003 / DIN 55 531
• Trasversale	31 Newton TL 81350003 / DIN 55 531
PERMEABILITA' AL VAPORE D'ACQUA	0,04 gr/mq in 24 ore A 38 °C e con il 90% di UR.* (Metodo ASTM E 39883)
SALDATURA	200° C - 2 SEC - 2 KG/CM2
* = Umidità relativa	

Tabella 4

- Sacchi trattati con VCI: il VCI (Vapour Corrosion Inhibitor) è un inibitore volatile di corrosione atto a preservare i manufatti metallici dai danni che possono essere causati dalla corrosione e dall'ossidazione durante le spedizioni e gli stoccaggi. Viene accoppiato a normali sacchi di film plastico coestruso attraverso uno speciale trattamento al fine di dare una protezione dalla corrosione e dall'ossidazione. Sono quasi tutti coestrusi a tre strati, infatti la

costruzione garantisce una maggiore resistenza meccanica ed una mono direzionalità delle molecole di VCI. I tre strati di film sono:

- Strato interno: garantisce la protezione immediata dei pezzi da proteggere;
- Strato intermedio: agisce da serbatoio di molecole di VCI per la protezione a lungo termine. Questo strato entra in azione solo dopo l'esaurimento dello strato interno;
- Strato esterno: ha la funzione di barriera dagli agenti atmosferici e di contenimento dell'azione protettiva. Questo strato impedisce alle molecole di VCI di disperdersi all'esterno, garantendo che il 100% dell'efficacia protettiva si sviluppi all'interno dell'imballo.

Quello che fa il VCI è creare un invisibile strato molecolare di protezione sul metallo. Il VCI viene emesso direttamente dal supporto che lo contiene (film, carta, spugnette) fino a saturare l'ambiente chiuso all'interno dell'imballaggio e origina uno strato protettivo a contatto con la superficie del metallo che evita le aggressioni di umidità ed altre impurità eventualmente presenti. Una volta rimosso il contenuto dal suo imballo, lo strato di VCI si volatilizza lasciando il pezzo asciutto e protetto da corrosione e ossidazione.

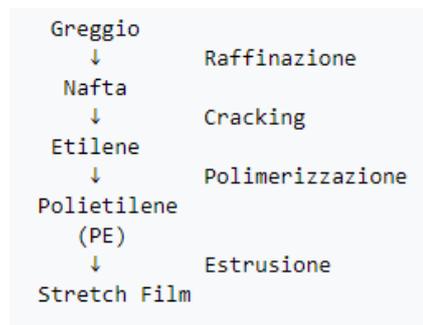
Si elencano di seguito i benefici dei sacchi trattati con VCI:

- Protezione dalla corrosione e dall'ossidazione per tutti i tipi di metalli;
- Protezione garantita per minimo due anni, infatti il VCI può essere utilizzato per lo stoccaggio e i trasporti a lungo raggio;
- Sicuro da utilizzare, riciclabile e a ridotto impatto ambientale;
- Approvato da NATO e da molte altre organizzazioni;
- Non danneggia i metalli;
- L'apertura e la chiusura dell'imballaggio non ne compromettono la performance;
- Non comporta alcuna operazione di pulizia del prodotto dopo l'uso.

È importante sottolineare come i prodotti anticorrosivi VCI non siano dannosi per la salute poiché il VCI è una sostanza fisiologicamente inerte.

- Film estensibile: o pellicola, risulta essere una protezione per imballi in materiale plastico autocollante (nello specifico polietilene lineare a bassa densità). Esso ha la fondamentale funzione di impedire che il contenuto dell'imballo cada all'esterno danneggiandosi anche in modo irreparabile. La pellicola permette un

ottimale bloccaggio del pallet consentendo una notevole economia di esercizio. Il processo per la produzione del film estensibile è schematizzato come segue:



I vantaggi generali che presenta sono:

- Maggiore stabilità del carico;
- Versatilità, si adatta ai bancali di ogni dimensione e forma;
- Il film non danneggia i prodotti imballati;
- Alta forza di serraggio sui bancali;
- Facilità di utilizzo;
- Riduzione dei costi.

Il film perciò risulta essere pratico, facile e veloce da utilizzare, idoneo anche alla protezione di prodotti sensibili alle alte temperature offrendo più vantaggi rispetto al sistema di imballaggio che veniva usato precedentemente, cioè il film termoretraibile, il quale aveva bisogno necessariamente di essere riscaldato. Avendo buone proprietà elastiche, il film estensibile viene stirato a freddo e successivamente avvolto attorno al pezzo da imballare. Le quattro proprietà fondamentali per valutare le caratteristiche e la buona qualità del prodotto sono le seguenti:

- Modulo elastico: che determina la rigidità del film;
- Punto di snervamento;
- Sforzo a rottura: esprime il potere di contenimento del carico, quindi garantire la stabilità della merce imballata quando il film viene portato al prelievo massimo;
- Elongazione di rottura: misura l'estensibilità massima del film sottoposto a trazione ed è espressa in percentuale rispetto alle dimensioni iniziali.

I film in polietilene si ottengono con processi di estrusione su cast o in bolla e possono essere estensibili o rigidi. Inoltre in base al peso del pallet si seleziona il

micronaggio del film estensibile più adatto. Di seguito si riporta una tabella che riporta alcune caratteristiche meccaniche di una pellicola di spessore 23 μm :

		Valore	Unità	Tolleranze	Metodo
Spessore		23	μm	± 1	PLT 01
Densità		0,918 – 0,920	g/cm^3	$\pm 0,003$	Rapporto stechiometrico delle resine componenti
Carico di rottura	MD	30	N/mm^2	$\pm 10 \%$	ASTM D882
	TD	18			
Carico di snervamento	MD	9	N/mm^2	$\pm 10 \%$	
	TD	8			
Allungamento a rottura	MD	380	$\%$	$\pm 10 \%$	
	TD	650			

Tabella 5

- Carta Kraft: è una carta utilizzata per l’imballaggio tecnicamente migliore rispetto alla classica carta da pacchi. Questa carta viene sottoposta ad una serie di sollecitazioni di trazione, urto, pressione e piegatura e deve anche proteggere i prodotti dall’umidità ma è comunque caratterizzata da una resistenza e tenacità notevoli, che le sono attribuiti partendo dalla cellulosa alla soda o al solfato a fibra lunga, infatti la stessa è costituita da cellulosa di conifere al solfato modestamente raffinata e quindi a fibra lunga, almeno l’80%, dove viene ammesso un 20% di altra materia fibrosa, per esaltare al massimo i valori di resistenza alla trazione e allo scoppio, senza compromettere la resistenza alla lacerazione. La grammatura va da 65 a 100 g/m^2 , ma per usi speciali si produce anche in grammature più leggere o più pesanti. La maggior parte della carta Kraft è prodotta con cellulosa greggia, ma si produce anche con cellulosa bianchita, talvolta colorata in varie tinte. Il nome Kraft deriva dal tedesco che vuol dire forza. Si tratta di uno dei prodotti cartari a più largo impiego nel settore del confezionamento e dell’imballaggio, infatti è prodotta su larga scala ed in grandi quantità. In Italia è stato messo a punto un cartone “Kraftliner” succedaneo, detto nazionale, che utilizza come materia prima refili di Kraft o carta da macero di elevata qualità, ammesso che queste siano altamente selezionate di gruppo D (qualità Kraft) ad esempio: D1=ondulato Kraft; D3=sacchi Kraft usati; D6=sacchi Kraft nuovi; D7=Kraft avana, poiché la produzione di cellulosa è inesistente. Vi è poi il “Testliner”, cartone costituito da uno strato superiore di cellulosa o di fibre recuperate di pregio e da uno strato sottostante, molto consistente, costituito da carte da macero di tipo corrente, le prestazioni di questo ultimo tipo di carta però sono inferiori rispetto al Kraftliner;

- Polietilene termoretraibile: è un film che quando sottoposto ad una fonte di calore (forno, fiamma, aria calda) si ritira di quasi il 50% della dimensione iniziale, aderendo perfettamente all'oggetto attorno al quale è stato avvolto e dopo il raffreddamento il film mantiene la sua nuova forma. Esso risulta essere un materiale da imballaggio ideale per proteggere pezzi con volumi irregolari grazie alla sua impermeabilità, protezione dalle intemperie, dalla polvere e resistenza alla perforazione ed è la soluzione più economica, al 100% riciclabile. Pur avendo una consistenza morbida, il film termoretraibile ha una buona resistenza e sopporta facilmente gli stress del trasporto e dello stoccaggio. Dopo che il pezzo viene avvolto con il film, è sufficiente riscaldarlo con una pistola a gas o con un phon elettrico e questo si incollerà sigillando l'imballo potendo procedere alla termoretrazione. Il polietilene termoretraibile trova molteplici possibilità di impiego, garantisce impermeabilità, protezione da lacerazioni, da sporco e da manomissioni, velocità di applicazione dell'imballo e stabilità del prodotto sul pallet durante il trasporto e la movimentazione. I film termoretraibili sono ottenuti per estrusione in bolla e possono essere costituiti da polietilene, PTFE, PVDF, PVC, neoprene, elastomero di silicone o Viton. Esso è estremamente trasparente, la retrazione è rapida sia ad alte che a basse temperature, ottima saldabilità anche ad alta velocità e l'elevata resistenza meccanica lo rende particolarmente adatto all'imballaggio di prodotti pesanti. Le confezionatrici termoretraibili possono essere manuali, semiautomatiche o automatiche.

Oltre a questi materiali di protezione possono essere anche utilizzati dei supporti che vadano a fissare ulteriormente i pezzi in modo particolare quelli più grandi e posizionati in cassa:

- Selle in legno: imballaggio industriale destinato a sopportare i carichi di un contenuto cilindrico che, in funzione della sua tipologia e delle sporgenze o irregolarità dei punti di appoggio, non può essere posizionato direttamente sul basamento di legno;
- Fasci e legacci: imballaggi elementari di solito in legno destinati a raggruppare parti accessorie di macchine ed impianti. Si realizzano al fine di procedere con maggiore velocità al carico di containers, occupandone per intero il volume e massimizzando l'utilizzo dello spazio disponibile;

- Tiranti: consentono all'imballaggio di ottenere una stabilità di trasporto ottimale, utile nel caso di merci voluminose e delicate che vengono preservate da eventuali movimenti oscillatori che potrebbero favorirne il danneggiamento.

All'interno dell'imballaggio inoltre è possibile inserire degli "accessori" atti a preservare maggiormente l'integrità dello stesso, al fine di rendere il trasporto ancora più sicuro. Alcuni degli accessori maggiormente utilizzati e più efficaci sono:

- Sali disidratanti: essi assorbono e neutralizzano l'umidità presente dentro un imballaggio, un contenitore o un container. Essi sono indispensabili per impedire la circolazione dell'umidità presente all'interno degli imballi e dei contenitori oppure per evitare la formazione di condensa negli ambienti chiusi, proteggendo e conservando la qualità e le caratteristiche del prodotto. All'interno dell'imballo piuttosto che all'interno di un container, l'umidità dell'aria assieme a quella creata dall'evaporazione dell'acqua presente nel carico tendono a formare negli ambienti chiusi un vero e proprio microclima tropicale e ciò ha come conseguenza la formazione del vapore acqueo all'interno del packaging. Si genera e si asciuga continuamente condensa che inumidisce e macchia le merci, danneggiandole spesso in modo definitivo. Affinchè i sali disidratanti asseriscano alla loro funzione devono essere inseriti all'interno dell'imballaggio del prodotto da proteggere. Esistono più prodotti disidratanti tra cui argilla disidratante, essiccante silica gel e setacci molecolari.
 - L'argilla è un materiale di origine naturale, chimicamente inerte, non corrosivo ed è principalmente composto da allumino silicati di calcio e magnesio. L'argilla contenuta nel sacchetto assorbe l'umidità e diminuisce il punto di rugiada all'interno del packaging;
 - Il silica gel, o gel di silice, è un polimero di diossido di silicio prodotto acidificando una soluzione di silicato di sodio. Nonostante la sua azione si chiami essiccante, in realtà il processo chimico-fisico con cui il vapore acqueo viene sottratto all'aria consiste in un'operazione di adsorbimento: le molecole del vapore acqueo si legano alla superficie del gel di silice, che va intesa non solo come superficie esterna ma anche come superficie in toto; il silica gel infatti presenta una notevole porosità e questo si traduce in una maggiore area totale disponibile allo scambio di materia, ovvero una velocità del processo di deumidificazione elevata.

La durata dei sacchetti di sali disidratanti è influenzata molto dalle condizioni ambientali a cui il packaging è sottoposto soprattutto durante il trasporto. Se infatti l'umidità dovesse essere molto elevata, il sacchetto di sale disidratante assorbirà molto ed avrà quindi una durata minore rispetto ad un packaging sottoposto ad un'umidità minore, ma generalmente essi possono essere stoccati per lungo tempo, l'importante è che l'imballo con cui vengono forniti sia integro. Il costo dei sacchi di sali disidratanti varia in base alla grandezza dei sacchi stessi e al contenuto ma generalmente lo stesso risulta essere medio-basso. Per quanto riguarda lo smaltimento, l'argilla non è in alcun modo pericolosa per l'ambiente, quindi può essere smaltita normalmente, mentre il silica gel ha un processo di smaltimento più complicato essendo un materiale non naturale.

- Shockwatch: o indicatore d'urto, è un indicatore di precisione autoadesivo che registra qualsiasi intervento incauto sulla merce. Questi prodotti possono essere utilizzati per prevenire i danni sugli imballaggi che richiedono una certa cura durante il trasporto e la movimentazione e permettono di riconoscere immediatamente se il pacco ha subito degli shock. In base alle dimensioni e al peso del packaging si sceglie l'indicatore d'urto più adatto. Alcuni funzionano così: sono dispositivi contenenti un liquido rosso in sospensione, se il dispositivo viene sottoposto ad un impatto superiore ad uno specifico livello g, l'urto provoca la fuoriuscita del liquido rosso, ben visibile. Più è alto il numero di g, maggiore è l'impatto necessario per attivare l'indicatore; mentre altri si colorano tutti di rosso in caso di impatto avvenuto oltre una certa soglia. L'indicatore d'urto migliora la qualità del trasporto e permette ai destinatari un controllo veloce per le eventuali riserve nei termini previsti dalla legge. È un dispositivo totalmente non meccanico, non magnetico e influenzato solamente dagli specifici urti per il quale è stato progettato. Questo sistema allunga la vita del prodotto, riduce i resi per merce danneggiata, individua itinerari o spedizionieri problematici, tiene sotto costante controllo l'adeguatezza degli imballaggi e l'adesivo assicura una presa definitiva anche su superfici rugose.
- Tiltwatch: chiamato anche indicatore di inclinazione, rileva e registra un'inclinazione eccessiva e potenzialmente dannosa della merce. Il dispositivo è composto da un meccanismo di segnalazione che si attiva nel momento in cui l'imballaggio al quale è applicato subisce un'inclinazione tale da compromettere l'integrità del contenuto. Per poter attivare il dispositivo è sufficiente rimuovere l'adesivo di protezione e dopo l'applicazione sull'imballaggio da spedire, il

prodotto non può essere inclinato senza che poi non ci sia una prova tangibile di errata movimentazione, inoltre uno speciale meccanismo non ne permette la riattivazione. Esistono diverse tipologie di tiltwatch: alcuni presentano un indicatore che diventa di colore rosso se l'imballo su cui è applicato viene inclinato o completamente capovolto, ma è comunque studiato in modo tale da non essere attivato dalle normali movimentazioni e dai decolli aerei. Altri invece sono più sofisticati e forniscono anche un monitoraggio a 360° indicando l'esatta angolatura di inclinazione o un capovolgimento completo ed è presente anche un'etichetta di accompagnamento sulla quale è possibile riportare i dati relativi all'inclinazione da non superare per non danneggiare l'imballo. I vantaggi del tiltwatch sono: riduzione dei danni durante il trasporto, prevenzione dell'inclinazione e del capovolgimento, ha anche un buon rapporto costo-prestazioni, l'applicazione sulla merce è diretta, presenta una garanzia di rintracciabilità ed una garanzia di qualità del prodotto. Le caratteristiche principali invece risultano essere: rilevazione dell'inclinazione per un'ampia serie di tipi e dimensioni dell'imballaggio, facile installazione e attivazione con la rimozione dell'adesivo, design antimanomissione, immunità nei confronti delle normali condizioni di movimentazione e angolatura di decollo per gli aerei. Le dimensioni contenute ne permettono l'applicazione ovunque, il sistema di fissaggio ne impedisce la manomissione e i costi contenuti rendono l'indicatore di ribaltamento uno strumento innovativo nel campo dell'imballaggio di sicurezza, infatti oscilla tra i 5 e i 6 euro a pacco, al cui interno sono presenti circa 30 pezzi dello stesso.

CAPITOLO II

2.1 Cos'è la qualità'

La gestione della qualità viene definita come l'insieme di tutte le attività realizzate all'interno di una realtà produttiva e del personale al fine di conseguire degli obiettivi della politica della qualità.

La qualità di un prodotto o di un servizio è rappresentata dalle caratteristiche che gli consentono di soddisfare le richieste di chi lo utilizza. Non è possibile perciò individuare un livello "assoluto" di qualità: sono le esigenze degli utilizzatori a definire step by step le caratteristiche che il prodotto o il servizio deve possedere per soddisfarli.

Il livello di qualità che viene richiesto dal cliente non deve essere raggiunto in modo sporadico ma in maniera costante nel tempo quindi bisogna far sì che siano coinvolte tutte le funzioni aziendali: si parla quindi di Garanzia della Qualità e Sistemi di Qualità.

La gestione della qualità deve prendere in considerazione diversi aspetti tra cui pianificare le attività di gestione del sistema qualità, monitorare la soddisfazione del cliente, qualificare i fornitori, controllare la documentazione di sistema e i prodotti, gestire un sistema di indicatori per la valutazione dei processi, monitorare tutti i processi all'interno dell'azienda con riesamina periodica.

Per la specifica gestione della qualità dell'imballaggio, al fine di avere un livello accettabile della stessa, risultano essere particolarmente importanti il tipo di materiali utilizzati e il trasporto, senza trascurare ovviamente tutti gli step intermedi. Avere infatti dei buoni materiali è fondamentale per garantire una sicurezza dei pezzi imballati ed evitare ammaccature e danneggiamenti di finitura superficiale o causati da condizioni climatiche avverse.

Risulta però sempre necessario interfacciarsi con i requisiti dei clienti e con le specifiche. Questo perché c'è la possibilità di richieste specifiche sull'imballaggio che potrebbero andare in conflitto con le strategie aziendali.

In ingegneria la specifica tecnica è un documento che correda disegno, schemi e altro relativi ad un prodotto, al fine di prescriverne una specifica funzione o un determinato impiego o livelli prestazionali determinati. La definizione di specifica da art 1.1 Dir 98/34/CEE è:

"Specificazione contenuta in un documento che definisce le caratteristiche richieste di un prodotto, quali i livelli di qualità o di proprietà di utilizzazione, la sicurezza,

le dimensioni comprese le prescrizioni applicabili ad un prodotto per quanto concerne la terminologia, i simboli, le prove e i metodi di prova, l'imballaggio, la marchiatura e l'etichettatura."

In una specifica sono di solito definite funzioni in condizioni di esercizio o altre condizioni, prestazioni, materiali, caratteristiche e dati ambientali, criteri di accettabilità, norme tecniche di riferimento per la progettazione esecutiva e/o la fornitura e/o la costruzione di un prodotto, di un impianto, di un sistema, leggi applicabili, modalità di prova e collaudo.

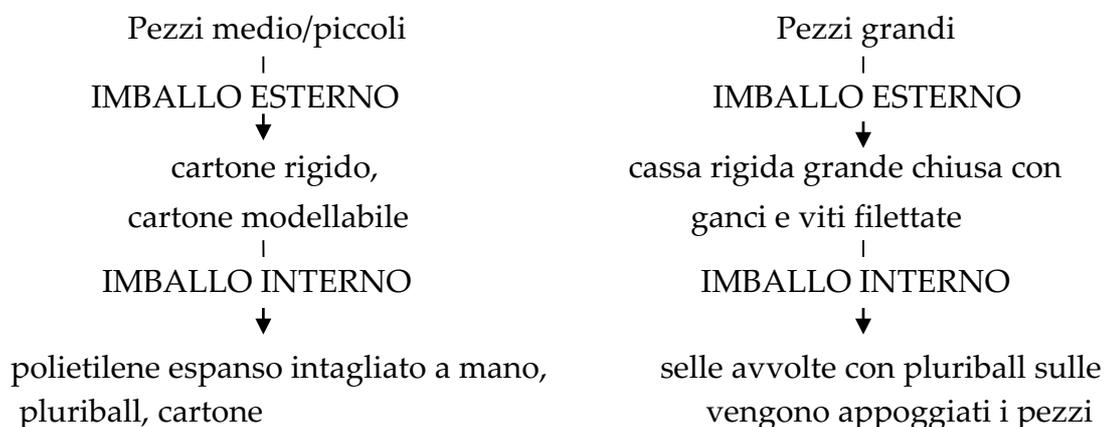
Diversi sono i requisiti del cliente, infatti oltre a valutare le specifiche bisogna capire cosa i clienti vogliono e che quello che vogliono non sia in contrasto con quello che si può fornire o con i riferimenti di legge. Bisogna perciò fare in modo che le specifiche si sposino bene con i requisiti del cliente per avere un prodotto conforme con standard di qualità accettabili.

2.2 Materiali da imballo utilizzati in azienda

L'imballaggio in azienda risulta essere l'ultimo step prima della consegna dei pezzi. Esso gioca un ruolo chiave per la preservazione dell'integrità dei pezzi evitando ammaccature o danneggiamenti superficiali che portano a non conformità, ed è per questo che risulta necessario che l'imballo sia il più performante possibile. Questa idea diventa ancora più importante da rispettare in un'azienda aeronautica come la LMA in quanto la politica dei controlli sui pezzi e sulla loro qualità è molto più rigida rispetto a qualunque altro settore industriale.

I materiali che si usano per l'imballaggio in azienda sono molti e variano in base al tipo di pezzo, alla sua grandezza, al luogo di spedizione e alla sua criticità.

Una prima distinzione si può fare tra imballaggio di pezzi medio/piccoli e pezzi grandi:



- **Cartone rigido:** il cartone rigido è una buona protezione per l'imballo di pezzi medio/piccoli. È possibile avere configurazioni di imballo "verticalizzato" con scatole più piccole inserite in un cartone più grande. Questo permette una massimizzazione degli spazi durante il trasporto e un aumento della sicurezza dell'imballo stesso in quanto viene garantita una protezione maggiore soprattutto dagli urti. Solitamente all'interno di un singolo cartone viene posizionato più di un pezzo;
- **Cartone modellabile:** il cartone modellabile viene utilizzato come protezione di pezzi che vengono imballati singolarmente. Esso non ha altissime prestazioni dal punto di vista della sicurezza ma a causa della sua economicità e per il fatto che lo stesso viene accoppiato ad un'ulteriore protezione con pluriball viene comunque largamente usato in quanto non intacca la qualità.
Si può ben capire che avere cartoni di una certa qualità evita che gli stessi possano rovinarsi come rompersi o bagnarsi in caso di clima avverso. Questo infatti aumenta in maniera esponenziale la sicurezza dell'imballaggio soprattutto durante il trasporto;
- **Cassa rigida:** la cassa rigida è l'imballo migliore per il trasporto di grandi pezzi. La scelta della tipologia di cassa viene fatta in base alle specifiche fornite, ma solitamente sono in legno e si distinguono per trasporto nazionale ed internazionale. Le casse utilizzate in LMA non presentano un doppio fondo creando problemi di cedimento del pavimento durante la movimentazione e questo comporta ritardi sulla produzione.
Questo tipo di cassa viene chiusa con ganci o con viti filettate. Nella maggior parte dei casi però queste tipologie di chiusura si danneggiano o vengono danneggiate, creando anche qui ritardi sulla produzione in quanto è necessario ripararle.
Inoltre le casse per trasporto internazionale presentano una fessura o "finestrella" lungo il loro lato lungo per poter monitorare lo stato dei pezzi.
Aumentare la qualità delle casse è necessario al fine di evitare il loro cedimento e la rottura dei componenti di chiusura ed inoltre questo permette uno stoccaggio esterno in condizioni climatiche avverse;
- **Polietilene espanso:** il polietilene espanso (o più comunemente chiamato spugnone) è il materiale più utilizzato in LMA per l'imballaggio di pezzi di media dimensione per il suo buon rapporto qualità-prezzo, infatti esso coniuga

leggerezza, flessibilità e alta protezione. Solitamente viene stoccato in fogli rettangolari di due spessori.

Uno dei problemi di questo imballo risulta essere l'intaglio: essendo infatti di misura standard è necessario che l'operatore intagli manualmente il polietilene da inserire in cassa o cartone. Inoltre oltre ad intagliare la forma relativamente semplice della cassa o del cartone, l'operatore dovrà anche intagliare manualmente il polietilene della forma del pezzo da spedire;

- Pluriball: il pluriball viene utilizzato come imballo sia per i pezzi medio – piccoli che per i pezzi grandi. Esso, come il polietilene espanso, è uno dei materiali da imballo più usati in LMA e viene stoccato in bobine che vengono tagliate a seconda dell'utilizzo, infatti presenta un'ottima qualità a parità di costi. Il pluriball viene avvolto attorno al pezzo da proteggere coprendolo integralmente, ma viene utilizzato sempre accoppiato con altri componenti per imballaggio come cartone preformato nel caso di imballaggio di pezzi medio – piccoli o selle in cassa nel caso di imballaggio di pezzi grandi;

Un problema che si potrebbe presentare con il pluriball risulta essere la scarsa qualità della plastica quindi possibilità di avere spessore sottile che può portare a strappi o tagli.

Se si volesse aumentare la qualità del pluriball è possibile utilizzarne del tipo a bolle più piccole e di spessore maggiore;

- Selle: le selle vengono posizionate in cassa ed hanno la funzione di separare i pezzi al suo interno. Più selle ci sono e più ci sarà massimizzazione dello spazio in cassa comportando però un aumento del peso complessivo dell'imballo e la possibilità che i pezzi urtino tra di loro. Sarà quindi necessario che tutti questi fattori vengano valutati in base a richieste cliente oppure carichi strutturali.

Tutte le selle vengono avvolte con pluriball per evitare o attutire colpi che possano danneggiare il pezzo. In LMA utilizzando queste selle nelle casse alcune tipologie di pezzi che vengono spediti toccano sul fondo cassa potendo danneggiare il pezzo stesso anche se avvolto in pluriball.

Se si volesse aumentare la qualità delle selle se ne dovrebbero utilizzare di più resistenti con legno particolare e/o posizionate in modo tale che i pezzi non tocchino il fondo della cassa per far sì che non si danneggino.

2.3 Valutazione specifiche imballaggio e requisiti specifici del cliente

2.3.1 Specifiche imballaggio

Qualunque processo nell'ambito dell'industria aeronautica ha un iter controllato quindi deve essere descritto, sottoposto a controlli e validato.

Risulta necessario però seguire delle linee guida dettate dal cliente che diano direttive sul modus operandi: le specifiche.

Come infatti già illustrato nel primo paragrafo, in una specifica sono di solito definite funzioni in condizioni di esercizio o altre condizioni, prestazioni, materiali, norme e tecniche di riferimento. Esse vengono sviluppate per ogni processo ed è necessario che vengano seguite pedissequamente per far sì che il pezzo finale sia conforme con gli standard.

L'imballo però al contrario non presenta quasi mai specifiche dedicate in quanto viene lasciato a discrezione degli operatori del reparto dedicato. Questo però può essere una limitazione in quanto non si vanno a minimizzare i tempi e non si garantisce la massima protezione quindi sicurezza.

Uno dei pochi programmi seguiti in LMA che fornisce una specifica dedicata per l'imballo risulta essere JSF. In questa specifica in modo particolare vengono descritti il tipo di imballo, che sia ad esempio cassa o cartone, nonché i materiali degli stessi e quelli utilizzati internamente. Dopodiché si illustrano le modalità di spedizione soprattutto in base al pezzo da spedire e al luogo di spedizione.

Anche altri programmi forniscono alcune specifiche ma soltanto da accompagnamento all'imballo, come AgustaWestland che descrive i documenti da accompagnamento al trasporto oppure dà istruzioni in base a stress ambientali.

Infatti, come già anticipato, nessuno fornisce direttive dettagliate sulle modalità di imballo.

2.3.2 Requisiti specifici del cliente

Accanto alle specifiche sono importanti da rispettare anche i requisiti del cliente che deve ricevere il prodotto.

In ogni tipologia di progetto, i progettisti devono creare o migliorare un prodotto incorporando nella loro analisi i requisiti dei clienti e le caratteristiche tipiche della progettazione riconosciute come necessarie per quel prodotto.

I tecnici devono spesso fare dei compromessi selezionando e dando una priorità ai requisiti del cliente e alle caratteristiche della progettazione per assicurare una

soddisfazione totale del cliente senza, però, allungare le tempistiche previste per il progetto, sfiorare il budget o tralasciare altri importanti vincoli.

I requisiti del cliente per l'imballaggio sono necessari per garantire facilità di ricezione dell'imballo e facilità di apertura dello stesso. Questi sono solo due esempi delle svariate richieste cliente le quali possono variare. Non è infatti possibile fare un elenco dettagliato dei requisiti poiché gli stessi risultano essere i più svariati e possono cambiare anche da spedizione a spedizione. Risulta però fondamentale che quello che i clienti chiedono non vada in contrasto sia con le specifiche e sia con i riferimenti di legge.



Un dialogo tra tecnici e cliente non è affatto facile: i primi possono avere difficoltà a comprendere il linguaggio e il contesto culturale del cliente, e viceversa; inoltre lo stesso cliente potrebbe aver difficoltà a mettere a fuoco i propri reali bisogni e di conseguenza le richieste o le proposte da mettere sul tavolo della discussione.

Risulta quindi importante definire i requisiti step by step avendo confronti periodici non escludendo ovviamente cambiamenti e migliorie in iter.

2.4 Condizioni di trasporto

Dopo che i pezzi sono stati imballati è necessario che gli stessi siano spediti ai committenti.

Anche questa fase risulta essere molto delicata in quanto è possibile che i pezzi si danneggino durante il posizionamento su camion o durante il trasporto.

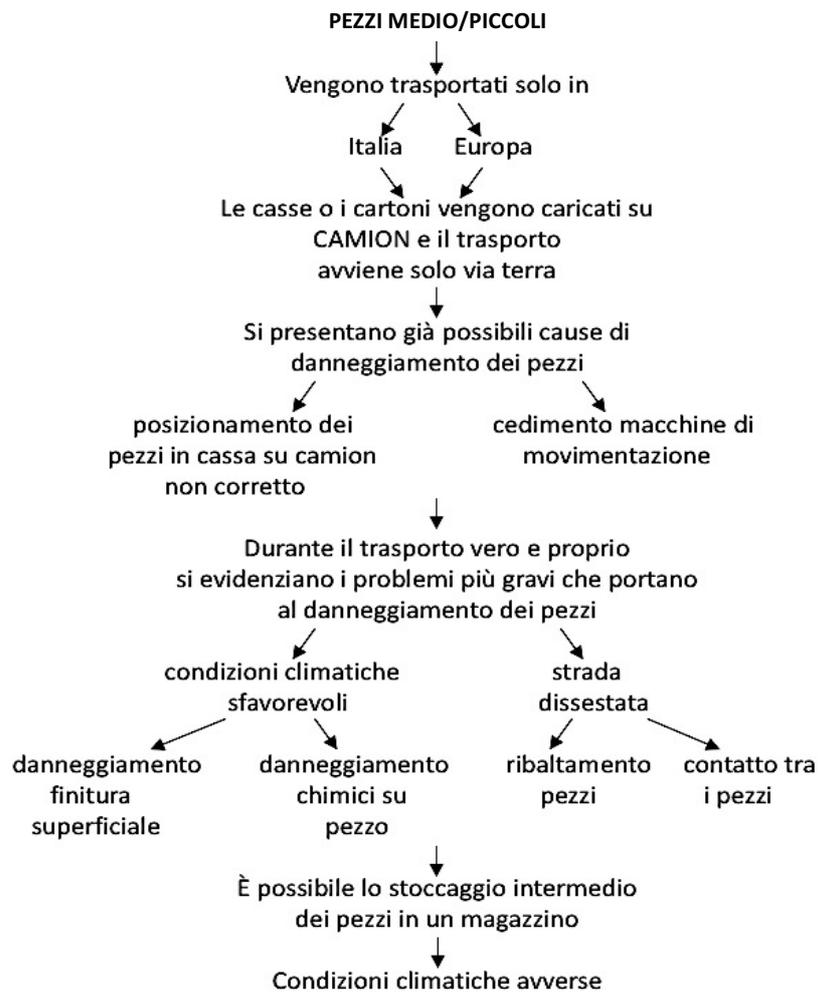
Sempre in base al tipo di pezzo ci sono diverse metodologie di trasporto:

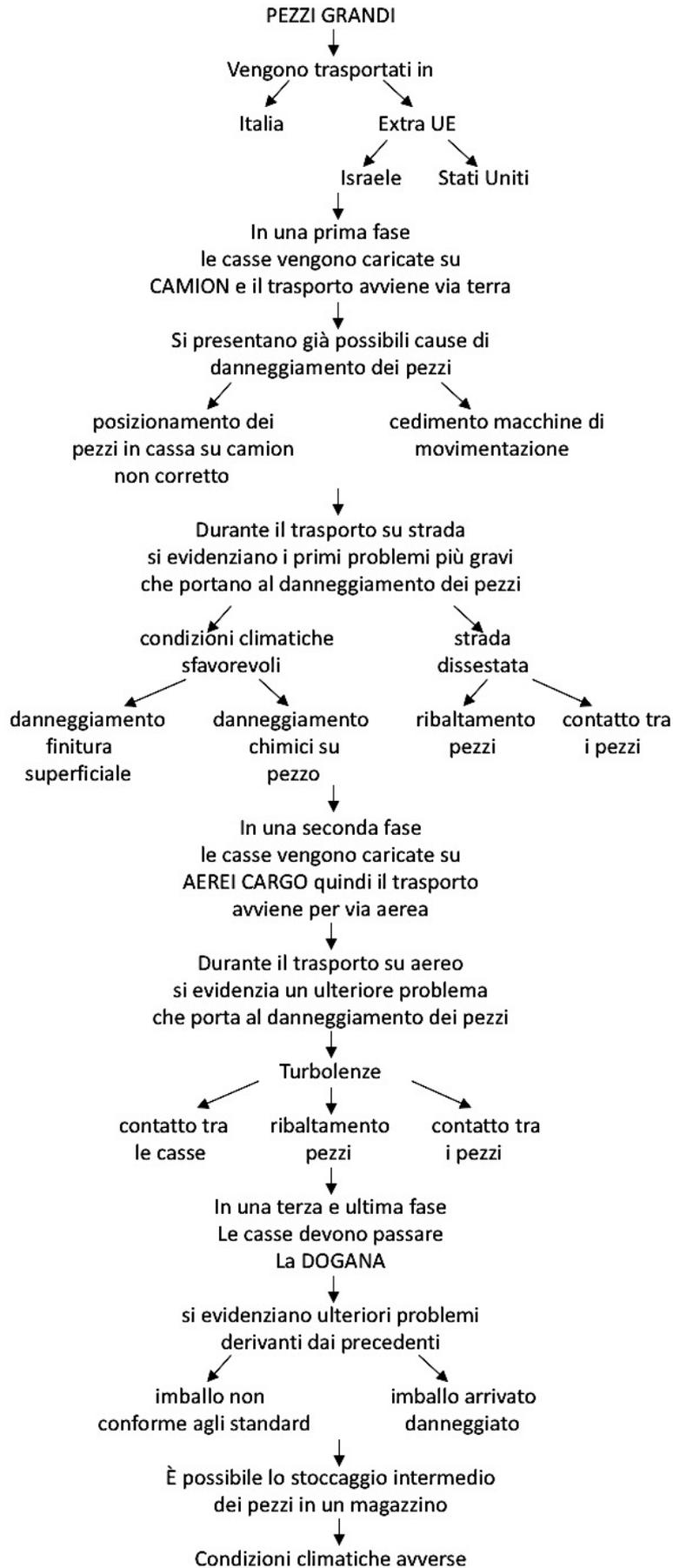
- Via terra;
- Via aerea;

- Nazionale;
- Internazionale.

È bene quindi individuare e capire le condizioni di trasporto dei pezzi e cosa potrebbe danneggiarli.

A tal proposito si sono sviluppati due diagrammi che schematizzano un possibile trasporto dei pezzi ed eventuali problemi che si potrebbero presentare:





Come si può notare dagli schemi, in entrambi i casi, il danneggiamento maggiore dei pezzi avviene a causa di:

- Condizioni climatiche avverse che portano al danneggiamento dei chimici e al danneggiamento della finitura superficiale. Queste situazioni sono molto gravi perché viene meno la conformità del pezzo e il suo corretto funzionamento. Il pezzo inoltre potrebbe essere rimandato indietro con impatto sulla produzione. Questa possibile causa di danneggiamento è stata maturata con il tempo in quanto inizialmente non era mai stata messa in conto.
- Strada dissestata o turbolenze, entrambe cause che portano al contatto tra le casse e i pezzi, e anche al ribaltamento degli stessi. Anche in questo caso può venire meno la conformità dei pezzi.
A differenza di prima, questa causa di danneggiamento sopracitata è immediatamente individuabile.

Importante, alla fine, sottolineare come la responsabilità dei danni del trasporto non sia mai del vettore. Quindi si devono definire termini di resa compratore/venditore.

2.5 Sviluppo FMECA imballaggio

Dopo le precedenti analisi si è quindi ritenuto opportuno raccogliere tutte le possibili failure durante l'imballaggio e il suo relativo trasporto per capire nel dettaglio cosa potrebbe andare ad intaccare la qualità: si è perciò stilata una FMECA.

Cos'è la FMECA?

LA FMECA (acronimo dell'inglese *Failure Mode, Effects, and Criticality Analysis* - Analisi dei modi, degli effetti e della criticità dei guasti) è una estensione della FMEA (*Failure Mode and Effects Analysis*), la quale è una metodologia utilizzata per analizzare le modalità di guasto o di difetto di un processo, prodotto o sistema. Generalmente (ma non necessariamente) l'analisi è eseguita preventivamente e quindi si basa su considerazioni teoriche e non sperimentali. In aggiunta però la FMECA include un'analisi di criticità usata per valutare, mediante opportuni diagrammi, la gravità delle conseguenze di un guasto correlata con la probabilità del suo verificarsi.

L'analisi, che viene utilizzata nei settori più diversi, mette in evidenza le modalità di guasto che hanno nello stesso tempo una probabilità di accadere relativamente

alta unita ad un'alta gravità di conseguenze, mettendo in evidenza i punti di debolezza di un progetto, sui quali occorre intervenire con adeguate modifiche.

Si è ritenuto opportuno sviluppare due FMECA:

- Una per l'imballaggio e relativo trasporto in ITALIA e EUROPA;
- Una per l'imballaggio e relativo trasporto FUORI EUROPA.

FMECA - FAILURE MODES, EFFECTS AND CRITICALITY ANALYSIS

IMBALLAGGIO TRASPORTO ITALIA – EUROPA

N.	Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s) / Mechanism(s) of Failure	Current Design or Process Controls	Current status				Actions Taken	Criticality			
						Severity	Occurrence	Detection	RPN		Severity	Occurrence	Detection	RPN
I	Requisiti tecnici	Documenti errati	rallentamento produzione, errori nel processo	errore umano, caricamenti errati	controlli multipli, check periodici	3	2	2	12					
II	Requisiti tecnici	Mancanza di documentazione	rallentamento produzione, errori nel processo	errore umano, caricamenti errati	controlli multipli, check periodici	3	3	2	18					
III	Prelievo materiale da imballo	Materiale ricevuto sbagliato	rallentamento produzione	errore del venditore, errore di prelievo magazzino	controlli al venditore, controlli al prelievo	3	1	2	6					
IV	Prelievo materiale da imballo	Materiale ricevuto danneggiato	rallentamento produzione, imballo non sicuro	errore del venditore, rottura accidentale nel trasporto in azienda	controlli al venditore, fase di ispezione	4	1	3	12					

V	Prelievo materiale da imballo	Materiale mancante	rallentamento produzione	errore del venditore, errore acquisto materiale	ordini periodici e programmati	7	7	1	49	controllo degli ordini, controlli al prelievo	3	4	1	12
VI	Prelievo pezzo	pezzo danneggiato	pezzo non più conforme	errore umano	controlli periodici, fase di ispezione	9	1	2	18					
VII	Prelievo pezzo	Danneggiamento o pezzo durante movimentazioni	rallentamento produzione, pezzo non più conforme	errore umano, macchine di movimentazione poco sicure	sicurezza mezzi di trasporto aziendali, più personale per la movimentazione	9	1	2	18					
VII I	Controllo visivo del pezzo	danneggiamento strutturale	rallentamento produzione, pezzo non più conforme	errore umano	fase di ispezione	9	1	3	27					
IX	Controllo visivo del pezzo	danneggiamento o finitura superficiale	pezzo non più conforme	errore umano	fase di ispezione	2	9	3	54	maggiore protezione imballo e miglioramento mezzi di stoccaggio temporanei	2	4	2	16
X	Marcatura a pezzo	marcatura errata evidente	rallentamento produzione	errore umano, errore macchina	fase di ispezione	3	3	2	18					
XI	Marcatura a pezzo	marcatura errata non evidente	rallentamento produzione, non conformità, pezzo	errore umano, errore macchina	fase di ispezione	8	2	2	32	doppio controllo della marcatura	3	2	2	12

			rimandato indietro											
XII	Foto pezzo	foto sfocata	rallentamento produzione	errore umano	fase di ispezione	2	2	1	4					
XII I	Avvolgimento pezzo in pellicola	pellicola poco salda sul pezzo	possibilità di danneggiamento pezzo, pezzo poco protetto	errore umano, bassa qualità del materiale	fase di ispezione, controlli sul materiale	4	2	3	24					
XI V	Avvolgimento pezzo in pellicola	pellicola non copre tutto il pezzo	possibilità di danneggiamento pezzo, pezzo poco protetto	errore umano	fase di ispezione	4	2	3	24					
XV	Materiale da protezione del pezzo in cassa	materiale danneggiato	imballo non sicuro, danneggiamento del pezzo	errore umano, errore fornitore	fase di ispezione	7	2	3	42	controlli al prelievo, cambio fornitore	3	2	2	12
XV I	Materiale da protezione del pezzo in cassa	materiale intagliato erroneamente	imballo non sicuro, danneggiamento del pezzo	errore umano	fase di ispezione	8	2	3	48	imballo con materiale preintagliato	3	2	2	12

XV II	Materiale da protezione del pezzo in cassa	posizionamento materiale errato	imballo non sicuro, danneggiamento del pezzo	errore umano	fase di ispezione	7	2	3	42	imballo con materiale più resistente e preintagliato	2	2	2	8
XV III	Materiale da protezione del pezzo in cassa	posizionamento pezzo errato	danneggiamento del pezzo	errore umano	fase di ispezione	7	2	3	42	imballo con materiale più resistente e preintagliato	3	2	2	12
XI X	Targhetta adesiva identificativa pezzo	targhetta adesiva errata - evidente	rallentamento produzione	errore umano, dati errati	fase di ispezione, check periodici	2	4	2	16					
XX	Targhetta adesiva identificativa pezzo	targhetta adesiva errata - non evidente	rallentamento produzione, pezzo rimandato indietro	errore umano, dati errati	fase di ispezione, check periodici	5	3	2	30	maggiore controllo durante la scrittura e il posizionamento	2	2	2	8
XX I	Targhetta adesiva identificativa pezzo	targhetta adesiva danneggiata - evidente	rallentamento produzione	errore umano, errore macchina	fase di ispezione, manutenzione periodica	2	3	2	12					

XX II	Targhetta adesiva identificativa pezzo	targhetta adesiva danneggiata - non evidente	rallentamento produzione, non conformità, pezzo rimandato indietro	errore umano, errore macchina	fase di ispezione, manutenzione periodica	5	3	2	30	materiale targhette migliore	2	2	2	8
XX III	Targhetta adesiva identificativa pezzo	codice a barre non coincide con il codice sulla bolla e/o con il codice sulla targhetta - evidente	rallentamento produzione	errore umano	fase di ispezione	2	2	2	8					
XX IV	Targhetta adesiva identificativa pezzo	codice a barre non coincide con il codice sulla bolla e/o con il codice sulla targhetta - non evidente	rallentamento produzione, non conformità, pezzo rimandato indietro	errore umano	fase di ispezione	9	1	2	18					
XX V	Posizionamento pezzo in cassa/scaola	posizionamento pezzo errato	danneggiamento del pezzo	errore umano, errore macchine di movimentazione	fase di ispezione	9	2	3	54	imballo con materiale più resistente, materiale più modellabile sul pezzo	3	2	2	12
XX VI	Posizionamento pezzo in	contatto tra i pezzi durante	danneggiamento del pezzo	errore umano	fase di ispezione	9	2	2	32	imballo con materiale più resistente, materiale più	4	2	2	16

	cassa/sca tola	movimentazioni								modellabile sul pezzo				
XX VII	Posizion amento pezzo in cassa/sca tola	contatto tra i pezzi durante trasporto in cassa	danneggiamento del pezzo	errore umano	fase di ispezione	9	2	2	32	imballo con materiale più resistente, materiale più modellabile sul pezzo	4	2	2	16
XX VII I	Posizion amento pezzo in cassa/sca tola	posizionamento pezzo errato	danneggiamento finitura superficiale	errore umano, errore macchine di movimentazione	fase di ispezione	9	2	3	54	imballo con materiale più resistente, materiale più modellabile sul pezzo	3	2	2	12
XX IX	Posizion amento pezzo in cassa/sca tola	contatto tra i pezzi	danneggiamento finitura superficiale	errore umano	fase di ispezione	9	2	3	54	migliorament o suddivisione cassa, imballo con materiale più resistente, materiale più modellabile sul pezzo	4	2	2	16
XX X	Chiusura cassa	ganci di chiusura danneggiati	imballo non sicuro	errore fornitore cassa	manutenzione periodica, fase di ispezione	3	8	2	48	potenziament o qualità dei ganci	2	3	2	12
XX XI	Chiusura cassa	viti mancanti	imballo non sicuro,	errore umano, errore magazzino	fase di ispezione	8	1	2	16					

			rallentamento spedizione											
XX XII	Chiusura cassa	cassa danneggiata	imballo non sicuro, rallentamento spedizione	errore fornitore cassa	fase di ispezione	6	4	2	48	potenziament o qualità della cassa	3	3	2	18
XX XII I	Posizion amento cassa su veicolo	cedimento pavimento cassa	imballo non sicuro, rallentamento spedizione	errore fornitore cassa	manutenzione periodica, fase di ispezione	8	3	2	48	potenziament o qualità e sicurezza della cassa	3	2	2	12
XX XI V	Posizion amento cassa su veicolo	posizionamento non corretto	rallentamento spedizione, danneggiamento pezzo, danneggiamento cassa	errore umano	fase di ispezione	8	1	2	16					
XX XV	Posizion amento cassa su veicolo	cedimento macchina di movimentazion e	danneggiamento cassa, danneggiamento pezzo, rallentamento spedizione	errore umano, manutenzione macchine di movimentazione	fase di ispezione, manutenzione periodica	9	2	1	18					
XX XV I	Trasport o pacco su veicolo	incidente mezzo di trasporto	danneggiamento veicolo, perdita dei pezzi,	errore umano, mezzo di trasporto non sicuro	manutenzione periodica	9	2	1	18					

			rallentamento spedizione											
XX XV II	Trasporto pacco su veicolo	blocco mezzo di trasporto	rallentamento spedizione	errore umano	manutenzione periodica	4	3	1	12					
XX XV III	Trasporto pacco su veicolo	strada dissestata	danneggiamento pezzo, danneggiamento cassa	errore umano	manutenzione periodica	7	3	2	42	imballo con materiale più resistente, materiale più modellabile sul pezzo	3	2	2	12
XX XI X	Trasporto pacco su veicolo	condizioni climatiche avverse	danneggiamento pezzo	errore umano	fase di ispezione	8	2	2	32	introduzione coperture pezzo dedicate e/o materiali accessori da posizionare in cassa	3	2	2	12
XL	Trasporto pacco su veicolo	pacco smarrito	rallentamento spedizione, perdita pezzi	errore umano	fase di ispezione	9	2	2	36	tracciatura del pacco	3	2	2	12
XL I	Stoccaggio in magazzino	condizioni climatiche avverse	danneggiamento pezzo	errore umano	fase di ispezione	8	2	3	48	protezione pezzo con vernici o coperture dedicate,	3	2	2	12

	temporaneo									sistemi di rilevamento anomalie				
XL II	Stoccaggio in magazzino temporaneo	movimentazione e errata pezzo	danneggiamento pezzo in imballo	errore umano	fase di ispezione	8	2	2	32	imballo con materiale più resistente	3	1	2	6
XL III	Consegna a pacco	pacco non conforme agli standard	rallentamento spedizione, rallentamento produzione	errore umano	fase di ispezione	8	2	2	32	corretta valutazione delle specifiche e corretta valutazione richieste cliente	3	2	2	12
XL IV	Consegna a pacco	codici di identificazione errati	rallentamento produzione, rallentamento spedizione	errore umano, errore di macchina	fase di ispezione	8	1	2	16					
XL V	Consegna a pacco	codici di identificazione non leggibili	rallentamento produzione, rallentamento spedizione	errore umano	fase di ispezione	8	1	2	16					

FMECA - FAILURE MODE, EFFECTS AND CRITICALITY ANALYSIS

IMBALLAGGIO TRASPORTO EXTRA-UE

N.	Function	Potential Failure Mode	Potential Effect(s) of Failure	Potential Cause(s) / Mechanism(s) of Failure	Current Design or Process Controls	Current status				Actions Taken	Criticality			
						Severity	Occurrence	Detection	RPN		Severity	Occurrence	Detection	RPN
I	Requisiti tecnici	Documenti sbagliati	rallentamento produzione, errori nel processo	errore umano, caricamenti errati	controlli multipli, check periodici	3	2	2	12					
II	Requisiti tecnici	Mancanza di documentazione	rallentamento produzione, errori nel processo	errore umano, caricamenti errati	controlli multipli, check periodici	3	3	2	18					
III	Prelievo materiale da imballo	Materiale ricevuto sbagliato	rallentamento produzione	errore del venditore, errore di prelievo magazzino	controlli al venditore, controlli al prelievo	3	1	2	6					
IV	Prelievo materiale da imballo	Materiale ricevuto danneggiato	rallentamento produzione, imballo potenzialmente non sicuro	errore del venditore, rottura accidentale nel trasporto in azienda	controlli al venditore, aumento sicurezza mezzi di trasporto aziendali	4	1	3	12					
V	Prelievo materiale da imballo	Materiale mancante	rallentamento produzione	errore umano	ordini periodici e programmati	7	7	1	49	controllo degli ordini,	4	3	1	12

										controlli al prelievo					
VI	Prelievo pezzo	pezzo danneggiato	pezzo non più conforme	errore umano	controlli periodici, fase di ispezione	9	1	2	18						
VII	Prelievo pezzo	Danneggiamento pezzo durante movimentazione	rallentamento produzione, pezzo non più conforme	errore umano, macchine di movimentazione poco sicure	sicurezza mezzi di trasporto aziendali, più personale per la movimentazione	9	1	2	18						
VIII	Controllo visivo del pezzo	danneggiamento strutturale	rallentamento produzione, pezzo non più conforme	errore umano	fase di ispezione	9	1	3	27						
IX	Controllo visivo del pezzo	danneggiamento finitura superficiale	pezzo non più conforme	errore umano	fase di ispezione	2	9	3	54	maggiore protezione nell'imballo	2	4	2	16	
X	Marcatura pezzo	marcatura errata evidente	rallentamento produzione	errore umano, errore macchina	fase di ispezione	3	3	2	18						
XI	Marcatura pezzo	marcatura errata non evidente	rallentamento produzione, non conformità, pezzo rimandato indietro	errore umano, errore macchina	fase di ispezione	8	2	2	32	doppio controllo della marcatura	3	2	2	12	
XII	Foto pezzo	foto sfocata	rallentamento produzione	errore umano	fase di ispezione	2	2	1	4						
XIII	Avvolgimento pezzo in pellicola	pellicola poco salda sul pezzo	possibilità di danneggiamento pezzo, pezzo poco protetto	errore umano, bassa qualità del materiale	fase di ispezione, controlli sul materiale	4	2	3	24						

XIV	Avvolgimento pezzo in pellicola	pellicola non copre tutto il pezzo	possibilità di danneggiamento pezzo, pezzo poco protetto	errore umano	fase di ispezione	4	2	3	24						
XV	Materiale da protezione del pezzo in cassa	materiale danneggiato	imballo non sicuro, danneggiamento del pezzo	errore umano, errore fornitore	fase di ispezione, controlli al prelievo	7	2	3	42	controlli al prelievo, cambio fornitore	3	2	2	12	
XVI	Materiale da protezione del pezzo in cassa	materiale intagliato erroneamente	imballo non sicuro, danneggiamento del pezzo	errore umano	fase di ispezione	8	2	2	32	imballo con materiale preintagliato	3	2	2	12	
XVII	Materiale da protezione del pezzo in cassa	posizionamento materiale errato	imballo non sicuro, danneggiamento del pezzo	errore umano	fase di ispezione	7	2	3	42	imballo con materiale più resistente e preintagliato	2	2	2	8	
XVIII	Materiale da protezione del pezzo in cassa	posizionamento pezzo errato	danneggiamento del pezzo	errore umano	fase di ispezione	7	2	3	42	imballo con materiale più resistente e preintagliato	3	2	2	12	
XIX	Targhetta adesiva identificativa a pezzo	targhetta adesiva errata - evidente	rallentamento produzione	errore umano, dati errati	fase di ispezione, check periodici	2	4	2	16						
XX	Targhetta adesiva identificativa a pezzo	targhetta adesiva errata - non evidente	rallentamento produzione, pezzo rimandato indietro	errore umano, dati errati	fase di ispezione, check periodici	5	3	2	30						

XXI	Targhetta adesiva identificativa a pezzo	targhetta adesiva danneggiata - evidente	rallentamento produzione	errore umano, errore macchina	fase di ispezione, manutenzione periodica	2	3	2	12					
XXII	Targhetta adesiva identificativa a pezzo	targhetta adesiva danneggiata - non evidente	rallentamento produzione, non conformità, pezzo rimandato indietro	errore umano, errore macchina	fase di ispezione, manutenzione periodica	5	3	2	30	miglioramento materiale targhette	2	2	2	8
XXIII	Targhetta adesiva identificativa a pezzo	codice a barre non coincide con il codice sulla bolla e/o con il codice sulla targhetta - evidente	rallentamento produzione	errore umano	fase di ispezione	2	2	2	8					
XXIV	Targhetta adesiva identificativa a pezzo	codice a barre non coincide con il codice sulla bolla e/o con il codice sulla targhetta - non evidente	rallentamento produzione, non conformità, pezzo rimandato indietro	errore umano	fase di ispezione	9	1	2	18					
XXV	Posizionamento pezzo in cassa/scatola	posizionamento pezzo errato	danneggiamento del pezzo	errore umano, errore macchine di movimentazione	fase di ispezione	9	2	3	54	imballo con materiale più resistente, materiale più modellabile sul pezzo	3	2	2	12
XXVI	Posizionamento pezzo in cassa/scatola	contatto tra i pezzi durante movimentazione	danneggiamento del pezzo	errore umano	fase di ispezione	9	2	2	32	imballo con materiale più resistente, materiale più modellabile sul pezzo	4	2	2	16

XXVI I	Posizionamento pezzo in cassa/scatola	contatto tra i pezzi durante trasporto in cassa	danneggiamento del pezzo	errore umano	fase di ispezione	9	2	2	32	imballo con materiale più resistente, materiale più modellabile sul pezzo	4	2	2	16
XXVI II	Posizionamento pezzo in cassa/scatola	posizionamento pezzo errato	danneggiamento finitura superficiale	errore umano, errore macchine di movimentazione	fase di ispezione	9	2	3	54	imballo con materiale più resistente, materiale più modellabile sul pezzo	3	2	2	12
XXIX	Posizionamento pezzo in cassa/scatola	contatto tra i pezzi	danneggiamento finitura superficiale	errore umano	fase di ispezione	9	2	3	54	miglioramento o suddivisione cassa, imballo con materiale più resistente, materiale più modellabile sul pezzo	4	2	2	16
XXX	Chiusura cassa	ganci di chiusura danneggiati	imballo non sicuro	errore fornitore cassa	manutenzione periodica, fase di ispezione	3	8	2	48	potenziamento qualità dei ganci	2	3	2	12
XXXI	Chiusura cassa	viti mancanti	imballo non sicuro, rallentamento spedizione	errore umano, errore magazzino	fase di ispezione	8	1	2	16					
XXXI I	Chiusura cassa	cassa danneggiata	imballo non sicuro, rallentamento spedizione	errore fornitore cassa	fase di ispezione	6	4	2	48	potenziamento qualità della cassa	3	3	2	18
XXXI II	Posizionamento cassa su veicolo	cedimento pavimento cassa	imballo non sicuro, rallentamento spedizione	errore fornitore cassa	manutenzione periodica, fase di ispezione	8	3	2	48	potenziamento qualità e sicurezza della cassa	3	2	2	12

XXXI V	Posizionamento cassa su veicolo	posizionamento non corretto	rallentamento spedizione, danneggiamento pezzo, danneggiamento cassa	errore umano	fase di ispezione	8	1	2	16					
XXX V	Posizionamento cassa su veicolo	cedimento macchina di movimentazione	danneggiamento cassa, danneggiamento pezzo, rallentamento spedizione	errore umano, manutenzione macchine di movimentazione	fase di ispezione, manutenzione periodica	9	2	1	18					
XXX VI	Trasporto pacco su veicolo	incidente mezzo di trasporto	danneggiamento veicolo, perdita dei pezzi, rallentamento spedizione	errore umano, mezzo di trasporto non sicuro	manutenzione periodica	9	2	1	18					
XXX VII	Trasporto pacco su veicolo	blocco mezzo di trasporto	rallentamento spedizione	errore umano	manutenzione periodica	4	3	1	12					
XXX VIII	Trasporto pacco su veicolo	strada dissestata	danneggiamento pezzo, danneggiamento cassa	errore umano	manutenzione periodica	7	3	2	42	imballo con materiale più resistente e preintagliato	3	2	2	12
XXXI X	Trasporto pacco su veicolo	condizioni climatiche avverse	danneggiamento pezzo	errore umano	protezione pezzo con vernici o coperture	8	2	2	32	introduzione coperture pezzo dedicate e/o materiali accessori da posizionare in cassa	3	2	2	12
XL	Trasporto pacco su veicolo	pacco smarrito	rallentamento spedizione, perdita pezzi	errore umano	fase di ispezione	9	2	2	36	tracciabilità del pacco	3	2	2	12

XLII	Stoccaggio in magazzino temporaneo	condizioni climatiche avverse	danneggiamento pezzi	errore umano	fase di ispezione	8	2	3	48	protezione pezzo con vernici o coperture dedicate, sistemi di rilevamento anomalie	3	2	2	12
XLIII	Stoccaggio in magazzino temporaneo	movimentazione errata pezzo	danneggiamento pezzo in imballo	errore umano	fase di ispezione	8	2	2	32	imballo con materiale più resistente	3	1	2	6
XLIV	Controlli doganali aeroporto	imballo non conforme con la normativa	blocco o rallentamento spedizione	errore umano	fase di ispezione, check prima della spedizione	9	2	1	18					
XLV	Controlli doganali aeroporto	imballo arrivato danneggiato	blocco o rallentamento spedizione	errore umano	fase di ispezione	9	2	3	54	imballo con materiale più resistente, materiale più modellabile sul pezzo	3	2	3	18
XLVI	Consegna pacco aeroporto	codici di identificazione errati	blocco spedizione, pacco non conforme	errore umano, errore di macchina	fase di ispezione, controlli periodici	9	1	2	18					
XLVII	Consegna pacco aeroporto	codici di identificazione non leggibili	blocco spedizione, pacco non conforme	errore umano	fase di ispezione	9	1	2	18					
XLVIII	Consegna pacco aeroporto	movimentazione errata cassa	blocco spedizione, pezzi danneggiati	errore umano, errore macchine di movimentazione	fase di ispezione	9	2	2	36	miglioramento o suddivisione cassa, imballo con materiale più resistente, materiale più	3	2	2	12

										modellabile sul pezzo				
XLVI II	Posizionamento imballo su aereo cargo	posizione imballo errata	danneggiamento pezzi, danneggiamento cassa	errore umano, errore macchine di movimentazione	fase di ispezione, manutenzione periodica	8	2	3	48	materiale preintagliato, materiale più modellabile sul pezzo, materiale più resistente	2	2	2	8
XLVI X	Posizionamento imballo su aereo cargo	urto tra casse	danneggiamento pezzo, danneggiamento cassa	errore umano	fase di ispezione	9	2	2	36	aumentare qualità e sicurezza della cassa, materiale più modellabile sul pezzo, materiale più resistente	3	2	2	12
L	Trasporto cassa su aereo cargo	turbolenze	ribaltamento cassa, danneggiamento pezzi, danneggiamento cassa	errore umano	fase di ispezione	9	2	2	36	aumentare qualità della cassa, imballo con materiale più resistente, più modellabile sul pezzo	2	2	2	8
LI	Trasporto cassa su aereo cargo	incidente aereo	perdita dei pezzi	errore umano	fase di ispezione	9	1	2	18					

CAPITOLO III

3.1 Importanza del dimensionamento

Dopo aver individuato, attraverso la FMECA, le principali cause di failure del processo dell'imballaggio risulta necessario trovare soluzioni che vadano a sopperire alle stesse.

Per fare ciò si è pensato di andare a definire, attraverso il dimensionamento, una metodologia di imballaggio generale che debba essere applicata ad ogni nuovo pezzo al fine di ridurre al minimo gli errori.

Cos'è il dimensionamento?

Il processo di dimensionamento consiste nell'individuazione dei parametri di natura geometrica, fisica, ecc che caratterizzano il progetto da realizzare e che ne garantiscono al tempo stesso la piena funzionalità/prestazioni secondo le specifiche tecniche nonché la sua affidabilità e sicurezza durante tutta la vita di esercizio.

Un buon dimensionamento rende molto più agevoli le fasi successive del progetto e ne riduce i tempi. Un cattivo dimensionamento infatti richiederà maggiori sforzi ed una nutrita serie di variazioni per raggiungere l'optimum.

Perciò, nel nostro caso specifico, il dimensionamento risulta essere uno degli step essenziali da affrontare per avere una metodologia di imballo ottimale, rapida e sicura.

L'obiettivo principale quindi risulta essere quello di definire una regola generale per standardizzare il processo e arrivare a:

- Dimensionare l'imballo esterno, andando a sceglierlo in modo ottimale in base alla grandezza, al peso, e al numero di pezzi da imballare;
- Dimensionare l'imballo interno, andando a scegliere il materiale più adatto per il pezzo in base alla sua forma e dimensione.

Attraverso questo approccio è possibile ridurre gli errori dovuti principalmente a:

- Intaglio del materiale errato;
- Posizionamento errato del pezzo e/o del materiale;
- Contatto tra i pezzi;
- Possibile danneggiamento della finitura superficiale;

- Danneggiamento del pezzo durante le movimentazioni e/o il trasporto.

E oltre a questo tende a ridurre i tempi di imballo con conseguente riduzione degli errori umani.

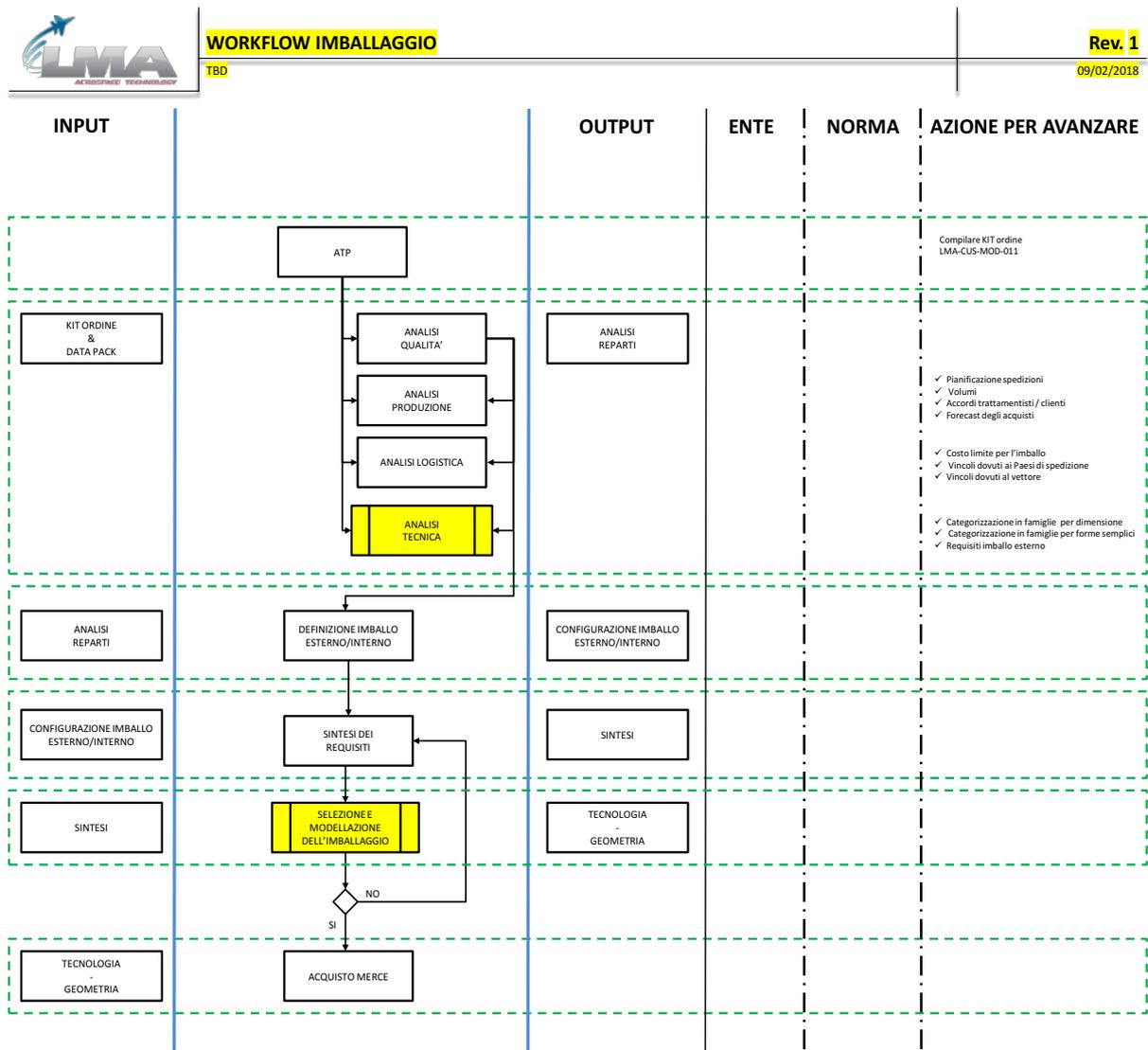
Si parte con la dimensionalizzazione dell'imballaggio: il primo passaggio risulta essere la definizione di un workflow che vada a sintetizzare in maniera chiara i vari passaggi da seguire per arrivare alla definizione dell'imballo interno ed esterno.

3.2 Workflow dimensionamento

Nell'ottica del dimensionamento risulta necessario sviluppare un workflow che vada a dettare in maniera generica una serie di regole da seguire al fine di avere la possibilità di standardizzare il processo andando a migliorarlo come tempi, qualità dei materiali e geometrie interne.

Si è sviluppato un primo workflow "madre" contenente altri due workflow "figli".

3.2.1 Workflow I - Imballaggio:



Per definire un modello per l'imballaggio si parte dalla lista di vendita contenente tutti i PN ed eventuali necessità di trattamenti superficiali.

Successivamente si passa all'analisi della stessa da parte dei vari enti aziendali, nello specifico:

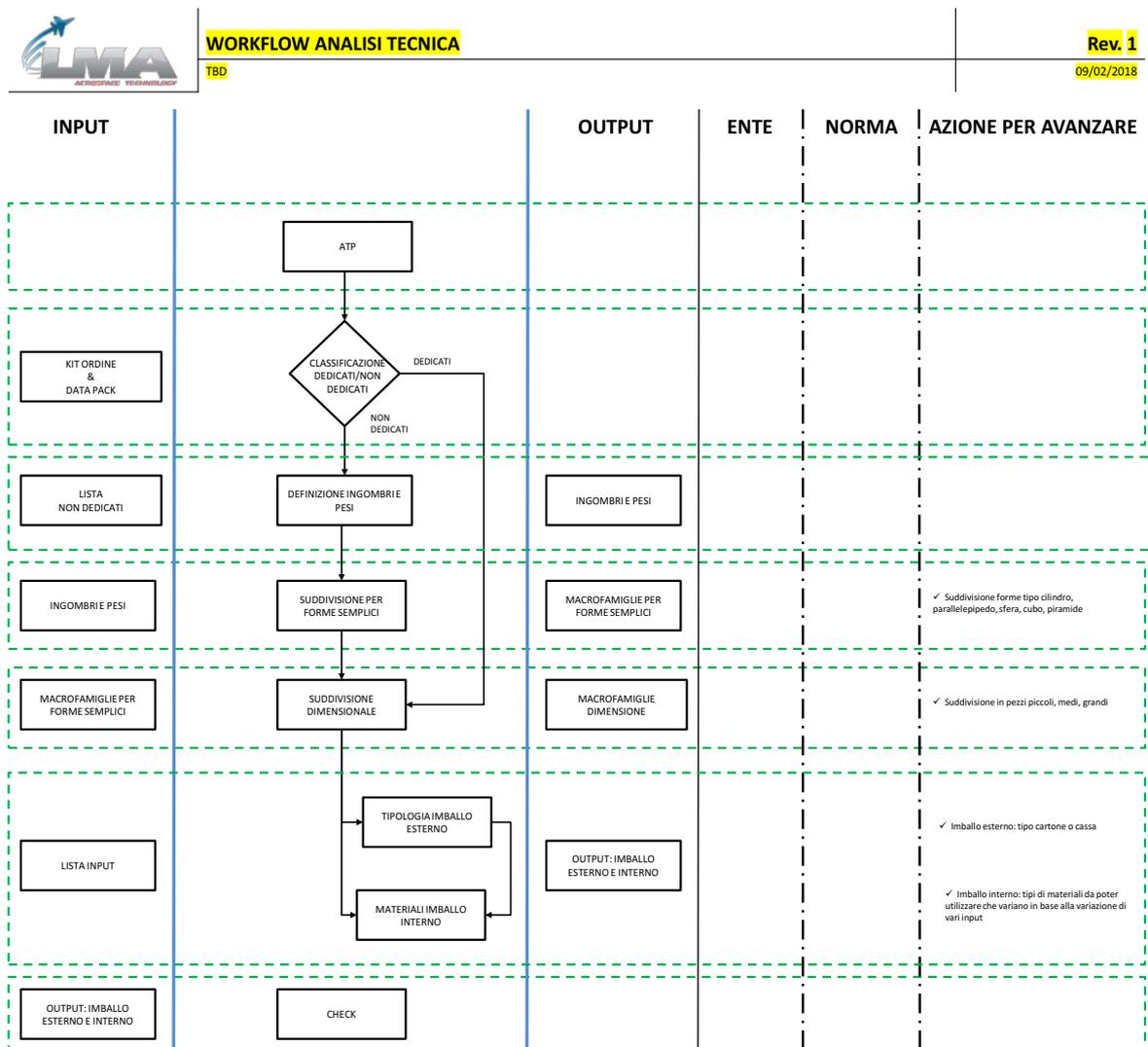
- Analisi qualità che detta eventuali requisiti specifici;
- Analisi produzione la quale pianifica le spedizioni, i volumi, gli accordi con i trattamentisti e i clienti e fornisce inoltre il forecast degli acquisti;
- Analisi logistica che dà linee guida sul costo limite per l'imballo, eventuali vincoli dovuti ai Paesi di spedizione piuttosto che vincoli dovuti al vettore;

- Analisi tecnica: questa analisi, svolta dall'ufficio tecnico, deve portare ad avere una categorizzazione dei pezzi in macrofamiglie prima per dimensione e poi per forme semplici.

Dopo aver raccolto i dati dai vari enti aziendali si ha la definizione dell'imballo esterno ed interno. Si procede dunque con una sintesi dei requisiti ottenuti e si passa alla modellazione dell'imballo attraverso programmi dedicati.

Se alla fine si dovesse arrivare ad una configurazione dell'imballo valida ed approvata si passa all'acquisto della merce. Se così non fosse si ritorna indietro ripartendo dalla valutazione dei requisiti.

3.2.2 Workflow II – Analisi tecnica:



Il secondo workflow che si sviluppa dal primo è quello che descrive l'analisi tecnica.

Dopo aver ricevuto la lista di vendita ed eventuali trattamenti superficiali, il primo step risulta essere la suddivisione dei pezzi in dedicati e non dedicati. Questo vuol dire che bisogna valutare se un pezzo, in base alle sue dimensioni, forma e delicatezza debba avere un imballo scelto con un metodo generale o specifico. Se ci dovessero essere pezzi dedicati tutti i passaggi intermedi non vengono considerati passando direttamente al check finale in quanto è necessario fare un imballo speciale che non deve seguire regole generali.

Se i pezzi dovessero essere non dedicati si procede in questo modo:

- Definizione di ingombri e pesi;
- Suddivisione per forme semplici: si associa ogni pezzo ad una forma semplice;
- Suddivisione dimensionale: successivamente i pezzi vengono divisi in tre macrofamiglie in base alla loro dimensione in particolare in base alla loro lunghezza: pezzi piccoli, pezzi medi, pezzi grandi.

Le forme scelte sono:

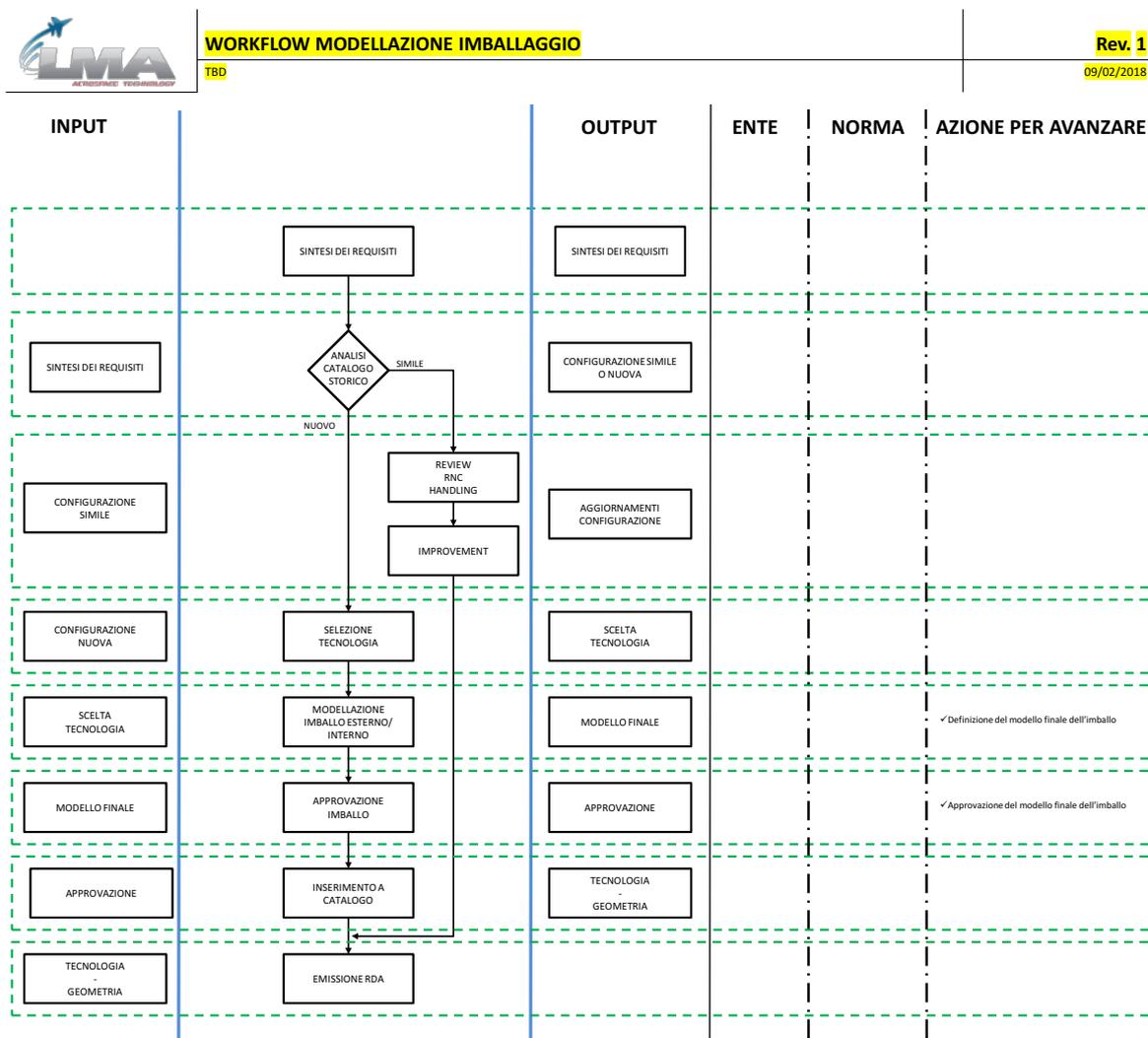
- Cubo;
- Sfera;
- Parallelepipedo;
- Cilindro;
- Piramide

Alla fine, dopo aver inserito questi input, e altri forniti dagli altri enti aziendali, si definiscono i due output principe:

- La tipologia di imballo esterno;
- I materiali da poter utilizzare per l'imballo interno.

Alla fine si effettua un check di verifica riagganciandosi al workflow iniziale.

3.2.3 Workflow III – Selezione e modellazione dell'imballo:



Con il terzo workflow si arriva a selezionare e modellare la geometria dell'imballaggio esterno ed interno.

Dopo aver effettuato la sintesi dei requisiti si procede con l'analisi dello storico aziendale:

se questa analisi dovesse dare un esito positivo si procederebbe soltanto effettuando una review con analisi delle eventuali non conformità ed handling, con possibilità di improvement del processo.

Se invece il pezzo non risultasse essere presente nello storico dell'imballo aziendale, si procederebbe in questo modo:

si seleziona la tecnologia da utilizzare e si procede con la modellazione dell'imballo interno ed esterno. Si arriva al modello finale e se tutti gli step dovessero dare un feedback positivo, è possibile procedere alla RDA.

Tramite questo approccio dunque, si creerebbe un processo standard per la definizione dell'imballo, ancora non presente in azienda, con anche la possibile creazione di uno storico aziendale che andrebbe a minimizzare ulteriormente il processo e facendo crescere la sicurezza attraverso continui improvements.

CAPITOLO IV

4.1 Politica del Just In Time

Il Just in time è una filosofia industriale che ha invertito il vecchio metodo di produrre prodotti finiti per il magazzino in attesa di essere venduti passando alla logica secondo cui occorre produrre solo quello che è stato già venduto o che deve essere consegnato in tempi brevi.

Questa politica rappresenta la situazione di optimum per il cliente poiché in questo modo lo stesso riesce ad avere i pezzi ogni qualvolta gli sono necessari. Si parla infatti di ordini frammentati che però non ottimizzano i costi di imballaggio e spedizione per l'azienda.

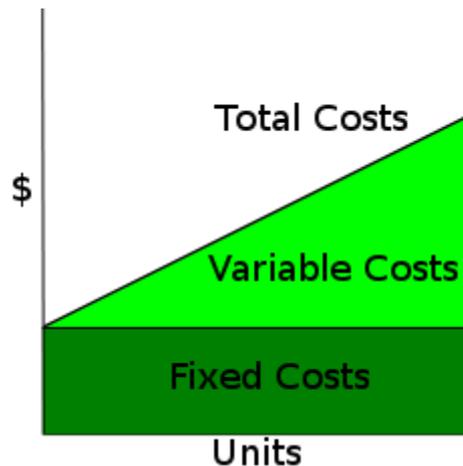
4.2 Politica aziendale dei costi per imballo e spedizioni

Ad ora la politica aziendale dei costi relativi all'imballo e alle spedizioni non risulta essere ben sviluppata o meglio non ha una struttura ben definita, questo perché per il momento:

- Non è definito un budget per gli imballi;
- Non sono presenti deleghe;
- Per la scelta finale si passa solamente attraverso la direzione;
- Le spedizioni e il relativo imballo non risultano essere il core business dell'azienda in quanto factory.

4.3 Processi di ottimizzazione dei costi per imballo e spedizioni

Risulta quindi necessario, a livello aziendale, ottimizzare i costi di spedizione. Questo è realizzabile riducendo il numero di spedizioni, quindi non spedire Just In Time o comunque farlo solo quando è strettamente necessario. Ridurre il numero di spedizioni implica anche un'ulteriore ottimizzazione in quanto si riducono gli attrezzaggi in macchina che risultano essere quindi classificabili come costi variabili. Per costo variabile si intende quel costo che dipende strettamente dalla quantità prodotta infatti, per questo caso specifico, più si aumentano le unità da imballare e da spedire e più aumenta il costo.



La prima ricerca di ottimizzazione della frammentazione delle spedizioni è effettuata dall'ente commerciale.

Per questo motivo, nella fase di trattativa tra il cliente e l'ufficio commerciale, è necessario definire dei lotti di spedizione: questo lo si fa andando a quotare i pezzi dell'offerta. In questo modo viene stipulato un contratto tra l'azienda e il cliente che definisce formalmente i lotti, le spedizioni e di conseguenza i costi.

Se non si dovesse riuscire a farlo il "problema" va in mano ai Project Manager i quali devono definire, per il loro programma, un piano di consegne che ottimizzi i medesimi parametri di cui sopra. È necessario quindi sempre interfacciarsi con le esigenze del cliente ma non è possibile farlo in modo formale come lo si potrebbe fare nel caso precedente.

Infine, se il piano di consegne previsto dai PM dovesse sfiorare di molto il budget previsto dall'azienda per l'imballo, in modo particolare per i pezzi grandi e quindi più costosi, a comandare è l'ufficio Logistica che dà un limite di costi e quindi in cascata tutti gli altri enti devono cercare di adattarsi.

Si comprende quindi come l'ottimizzazione sia frutto di vari parametri che però dipendono in modo particolare dal cliente.

È comunque in programma, per l'azienda, una valutazione dello schema dei costi, tema che non verrà affrontato in questo lavoro di tesi.

CAPITOLO V

5.1 Introduzione al modello

Dopo la definizione del Workflow, dove sono stati descritti tutti gli step da affrontare per arrivare a definire in modo generico l'imballo di un pezzo, si è implementata questa logica in un foglio Excel che, dati vari input, restituisce tre output:

- Una suddivisione del pezzo in macrofamiglie per dimensione;
- La definizione della tipologia di imballo esterno;
- La definizione della tipologia di materiale da usare nell'imballo interno.

Gli input che vengono forniti sono sia dati tecnici del pezzo, come dimensioni o pesi, sia dati di produzione quali il numero di spedizioni effettuate negli anni precedenti piuttosto quelle che devono essere effettuate nell'anno corrente, o il numero di pezzi da spedire.

Inoltre, per avere una visione di insieme dei pezzi e delle problematiche che possono avere, si implementano anche eventuali dati derivanti dalla logistica come possibili vincoli sull'imballo, dovuti al Paese di spedizione o a richieste del cliente, oppure derivanti dalla qualità.

5.2 Struttura

Il foglio Excel presenta la seguente struttura:

5.2.1 Struttura Qualità

Un primo foglio è dedicato al reparto Qualità:

P/N	Requisiti specifici o CoC
-----	---------------------------

Al suo interno si inseriscono i Part Number (P/N) del pacchetto di pezzi da analizzare e ad ognuno si associano eventuali requisiti specifici o il CoC (Dichiarazione di conformità) che risulta essere un documento, o un insieme di

documenti, con cui si dichiara che un bene rispetta gli standard imposti dalle norme tecniche e/o dalla legge.

5.2.2 Struttura Logistica

Il secondo foglio è dedicato al reparto Logistica:

P/N	Q.tà	Destinazione	Vincoli imballaggio	Costo imballaggio
-----	------	--------------	---------------------	-------------------

Anche qui ad ogni Part Number del pacchetto di pezzi da analizzare vengono associati:

- La quantità di pezzi che devono essere spediti;
- La destinazione dei pezzi: questo è necessario per facilitare la logistica nella compilazione del foglio, infatti nella cella successiva sono presenti:
- Eventuali vincoli dettati dal Paese di spedizione o dal cliente stesso. Uno dei vincoli più importanti da inserire risulta essere l'eventualità di avere un imballo a perdere o non a perdere. Questo vuol dire che l'imballo non viene più rispedito indietro, c'è quindi la necessità di avere un imballo esterno che costi poco e perciò in cartone anche se l'analisi dovesse dare un output diverso. Questo ci fa capire come la minimizzazione dei costi sia uno dei fattori più importanti da valutare, rimanendo ovviamente nei limiti della sicurezza;
- Costo finale dell'imballo valutato a fine analisi complessiva (come dettato dal Workflow).

5.2.3 Struttura Produzione

Il terzo foglio comprende i dati forniti dall'ufficio Produzione:

Qui sono presenti i primi dati che vanno ad impattare in modo significativo sulla definizione dell'imballo, in modo particolare sulla definizione dell'imballo esterno.

P/N	Dimensione tecnica	Nr Spedizioni Annue (Anno corrente -2)	Nr Spedizioni Annue (Anno corrente -1)
Nr Spedizioni Annue (Anno corrente)	Nr Spedizioni Annue (Anno corrente +1)	Nr Spedizioni Annue (Anno corrente +2)	Collettame/Non collettame
Destinazione	Qtà/Serie	Serie (Anno corrente)	Serie (Anno corrente +1)
Serie (Anno corrente +2)	Qtà max per imballo	Qtà media per imballo	Qtà minima per imballo

Si descrivono ora i vari dati associati sempre ad ogni Part Number del pacchetto:

- La dimensione tecnica: questa viene fornita dall'ufficio Tecnico ed è necessaria per definire le famiglie di collettame nelle celle successive;
- Il numero di spedizioni annue per l'anno corrente: esse si conoscono già a priori e sono dettate dal cliente;
- È anche possibile definire il numero di spedizioni annue per i due anni successivi grazie al forecast. Attraverso il forecast si prevede di quanto possa aumentare (o diminuire) la richiesta di un determinato prodotto andando quindi ad impattare sulla produzione dello stesso, sui tempi e sui costi;
- La possibilità che quel determinato Part Number faccia collettame o meno con altri, cioè se vari pezzi (magari simili tra loro) possano essere spediti insieme. Questo dato è molto importante in quanto va ad impattare sulla tipologia di imballo da utilizzare poiché in questo modo il numero di pezzi da imballare di più Part Number risulta essere maggiore rispetto al numero di pezzi di un singolo Part Number.

Il collettame o meno viene spesso dettato dal cliente ma molte volte può essere deciso autonomamente dall'azienda. Per questo motivo sono stati sviluppati dei possibili gruppi di collettame dei pezzi:

- GRUPPO 1: se i pezzi potenzialmente collettabili sono pochi si considera la frequenza di spedizione simile indipendentemente dalla suddivisione

dimensionale;

- GRUPPO 2: se i pezzi potenzialmente collettibili raggiungono un certo numero si considerano sia la frequenza di spedizione simile sia la suddivisione dimensionale;

- GRUPPO 3: in questo caso si considerano sia la frequenza di spedizioni simili e sia i Part Number che presentano una denominazione simile;

- GRUPPO "Destinazione": fanno collettame tutti i pezzi che devono essere spediti verso una determinata destinazione. Molto spesso questo collettame viene deciso dal cliente.

Questo possibile raggruppamento di pezzi può potenzialmente modificare la tipologia di imballo esterno. Questo aspetto però non è stato ancora sviluppato appieno per questo progetto ma sarà fatto come prospettiva futura.

- Si inserisce anche la destinazione del pezzo che può essere di tre tipi:
 - Verso il cliente: il pezzo è finito, completo dei trattamenti superficiali e può essere montato;
 - Verso il trattamentista: il pezzo, chiamato macchinato, deve essere trattato superficialmente;
 - Sia verso trattamentista che cliente: il pezzo viene spedito al trattamentista, rimandato indietro in azienda e sottoposto al controllo qualità, collaudo e spedito infine al cliente;

- Quantità per serie: risulta essere il numero di pezzi di quel determinato Part Number che montano su quel velivolo;

- Serie: è il numero di pezzi richiesti dal cliente nell'arco di un anno. Anche qui, come per il numero di spedizioni, è possibile definire la serie fino a due anni successivi dall'anno corrente;

Si arriva quindi a definire la quantità di pezzi per imballo. In modo particolare si è deciso di definire tre quantità per imballo: massima, media e minima.

Ovviamente per il nostro studio viene preso come dato utile la quantità massima in modo da risultare conservativi.

5.2.4 Struttura Tecnico

I dati forniti dall'ufficio tecnico risultano essere i più rilevanti ed è grazie alla struttura data al suddetto foglio Excel che si ha infine la definizione dell'imballo esterno e dell'imballo interno. Proprio per questo motivo viene dedicato un paragrafo a parte.

5.3 Struttura Tecnico

Questo foglio Excel risulta essere il cuore di tutto il lavoro.

Esso presenta la seguente struttura:

P/N	Destinazione	Denominazione	Dedicato / Non dedicato	Peso [kg]
Lunghezza [mm]	Altezza [mm]	Profondità [mm]	Volume [mm ³]	
Forma geometrica semplice	Suddivisione dimensionale	IMBALLO ESTERNO	IMBALLO INTERNO	

5.3.1 Part Number

P/N

Sotto questa cella sono inseriti i Part Number del pacchetto dei pezzi da analizzare, come fatto precedentemente. Essi, come anche per i casi precedenti, sono forniti dall'ufficio Tecnico-Commerciale;

5.3.2 Destinazione e denominazione

Destinazione	Denominazione
--------------	---------------

Sotto questa cella vengono inserite la destinazione (dato già presente nel foglio PRODUZIONE) e la denominazione associata ad ogni Part Number. Questo dato è reperibile dai drawing del pezzo.

5.3.3 Dedicato / non dedicato

Dedicato / non dedicato

Sotto questa cella si definisce, per ogni Part Number, se l'imballo possa essere dedicato o non dedicato.

Se l'imballo non è dedicato si inseriscono le lettere ND e l'analisi può andare avanti, mentre se è dedicato, si inserisce la lettera D e l'analisi non può svolgersi come di routine ma deve essere, appunto, dedicata. Come capire se l'imballo debba essere dedicato?

L'imballo può essere dedicato per vari motivi:

- Grandezza del pezzo;
- Presenza di parti molto delicate (come zone appuntite piuttosto che molto sottili);
- Richiesta del cliente.

5.3.4 Dimensioni

DIMENSIONI			
Lunghezza [mm]	Altezza [mm]	Profondità [mm]	Volume [mm ³]

Per ogni Part Number si inseriscono le tre dimensioni di lunghezza, altezza e profondità, tutte in millimetri, aggiungendo anche il volume (in mm³).

Le dimensioni e i volumi sono stati trovati in due modi:

- Attraverso la messa in tavola del modello CAD;

- Direttamente dal modello CAD usando il programma WorkXplore.
Esso è un potente visualizzatore e analizzatore di files CAD 3D e 2D e legge tutti i principali formati CAD 3D: IGES, STEP, PARASOLID, PRO/E, CATIA, NX, SOLIDWORKS, INVENTOR, ACIS/SAT, VISI e i formati 2D: UNIGRAPHICS, CATIA, PRO/E, DXF, DWG.
L'importazione mantiene la struttura ad albero del file originale, i livelli, i colori e gli attributi delle entità. Questo programma permette di valutare angoli di sforno, sottosquadri, spessore medio e puntuale, ingombro, superficie e molto altro. E' possibile aggiungere quote in 2D o in 3D, etichette, informazioni e passare l'assemblato a successivi passi di lavorazione.

5.3.5 Peso

Peso [kg]

Sotto questa cella, sempre per ogni Part Number, viene inserito il peso in kg. Anche questo è stato ricavato in due modi:

- Attraverso i documenti tecnici dei singoli pezzi;
- Attraverso il modello CAD usando sempre il programma WorkXplore.
Per calcolare il peso si è dovuta inserire la densità del materiale del pezzo da analizzare. È stato però necessario seguire degli accorgimenti, uno dei quali è stato quello di controllare se il pezzo fosse un macchinato o assemblato con altri elementi come ad esempio boccole o cuscinetti, questo perché il materiale dei vari componenti risulta essere diverso. Nel nostro caso il macchinato è sempre in lega di Alluminio, pochi casi in Titanio e Acciaio, mentre gli altri elementi sempre in Acciaio speciale tipo maraging, comportando perciò una differenza nella densità dello stesso con impatto ovviamente sul peso. In modo particolare si è usata come densità per l'Alluminio 2800 kg/m^3 mentre per l'Acciaio 7800 kg/m^3 .

5.3.6 Suddivisione per forma geometrica semplice

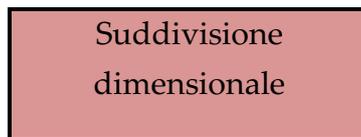
Forma geometrica
semplice

In questa cella il disegno di ogni Part Number è stato studiato ed associato ad una forma geometrica semplice. Si sono quindi definite diverse famiglie ognuna rappresentante una forma geometrica:

- Famiglia 1: Cubo;
- Famiglia 2: Parallelepipedo;
- Famiglia 3: Piramide;
- Famiglia 4: Cilindro;
- Famiglia 5: Sfera.

Questo dato viene inserito a mano in quanto è stata ritenuta opportuna la necessità di visionare il pezzo e non generalizzare il processo di scelta implementando una formula.

5.3.7 Suddivisione dimensionale



Questa risulta essere la prima cella nella quale è stata implementata una formula.

Questa formula restituisce una lettera che indica la suddivisione dimensionale del pezzo in base alle sue dimensioni. In modo particolare può restituire tre lettere:

- "P": il pezzo è stato classificato come piccolo;
- "M": il pezzo è stato classificato come medio;
- "G": il pezzo è stato classificato come grande.

L'appartenenza di un pezzo ad una di queste tre macrofamiglie andrà poi ad influenzare la scelta sia dell'imballo esterno che di quello interno.

È stata quindi necessaria un'analisi dimensionale partendo dalla valutazione dei pezzi che vengono già prodotti, iterando poi per arrivare all'ottimo.

Si è sviluppata un'analisi empirica partendo dai pezzi presenti in azienda.

- I iterazione:

Il pezzo prodotto in azienda che presenta la lunghezza maggiore risulta essere una trave di circa 3700 mm (il quale è stato ovviamente classificato come pezzo grande). Si è pensato quindi di scendere di poco più di 1000 mm come soglia per la suddivisione tra pezzo medio e pezzo grande, dividere per 3 ottenendo 800 mm e scendere a 700 mm come invece soglia tra pezzo piccolo e pezzo medio. Riassumendo:

Classe dimensionale	Fino a mm
P (piccolo)	700
M (medio)	2400
G (grande)	oltre

- II iterazione:

Andando a completare il foglio Excel si è però notato come questa suddivisione non fosse corretta in quanto classificava come simili sia pezzi piccolissimi, dell'ordine di qualche millimetro, sia pezzi che arrivano ad una lunghezza molto maggiore. Per questo motivo si è andato a reiterare arrivando ad una seconda suddivisione dimensionale migliore:

Classe dimensionale	Fino a mm
P (piccolo)	400
M (medio)	1500
G (grande)	oltre

- III iterazione:

Si è cercato di giustificare questa scelta andando a calcolare la variazione percentuale della lunghezza tra un pezzo e un altro. Quando la variazione percentuale è alta il pezzo che stiamo guardando è significativamente più grande di quello precedente e questo risulta essere il campanello d'allarme che dovrebbe definire il passaggio da una macrofamiglia ad un'altra. La prima

variazione percentuale significativa si è avuta nel passaggio da 250 mm a 295 mm in modo particolare del 23%. Si è però deciso di prendere come soglia per il passaggio da pezzi piccoli a medi un valore più alto in quanto la variazione effettiva risulta essere bassa poiché sono piccole le dimensioni che si stanno considerando. La successiva variazione percentuale significativa si ha a circa 400 mm (10%) ed è qui che ci si è fermati per la categorizzazione dei pezzi piccoli. Lo stesso discorso si è fatto per il passaggio da pezzi medi a grandi: la variazione percentuale significativa è del 34% e si ha a circa 1350 mm. Si è infatti preso infine questo valore come soglia tra pezzo medio e grande.

Classe dimensionale	Fino a mm
P (piccolo)	400
M (medio)	1350
G (grande)	oltre

Con questa seconda suddivisione si è notato un miglioramento nella classificazione decidendo quindi di adottare questo approccio.

5.3.7.1 Formula Excel

La formula implementata presenta la seguente struttura:

```
=SE(D4="";"";SE(D4<='Classi-Dimensionali'!$B$2;'Classi-Dimensionali'!$A$2;SE(E(D4>'Classi-Dimensionali'!$B$2;D4<='Classi-Dimensionali'!$B$3);'Classi-Dimensionali'!$A$3;SE(D4>'Classi-Dimensionali'!$B$3;'Classi-Dimensionali'!$A$4;"Necessario immettere dati"))))
```

Questo vuol dire che:

se la cella in cui è presente la dimensione della lunghezza risulta essere vuota, viene restituita anche la cella della suddivisione dimensionale vuota. Se così non fosse e se nella cella in cui è presente la dimensione della lunghezza risulta esserci un valore \leq al valore contenuto nella cella del foglio denominato "Classi Dimensionali" (cioè 400), allora viene restituito il contenuto della cella selezionata sempre nel foglio denominato "Classi Dimensionali" (cioè P).

Se invece nella cella in cui è presente la dimensione della lunghezza risulta esserci un valore $>$ al valore contenuto nella cella selezionata del foglio

denominato "Classi Dimensionali" (cioè 450) e contemporaneamente \leq al valore contenuto nella cella selezionata del foglio denominato "Classi Dimensionali" (cioè 1350), allora viene restituito il contenuto della cella selezionata sempre nel foglio denominato "Classi Dimensionali" (cioè M).

Se infine nella cella in cui è presente la dimensione della lunghezza risulta esserci un valore $>$ al valore contenuto nella cella del foglio denominato "Classi Dimensionali" (cioè 1350), allora viene restituito il contenuto della cella selezionata sempre nel foglio denominato "Classi Dimensionali" (cioè G), altrimenti viene restituita la frase "Necessario immettere i dati".

N.B. Il foglio "Classi-Dimensionali" contiene solamente la lettera e le dimensioni della suddivisione. Questo è stato fatto in modo da poter standardizzare le formule per possibili correzioni o cambiamenti rapidi e veloci in futuro.

Classe dimensionale	Fino a mm
P	400
M	1350
G	oltre

5.3.8 Imballo esterno e imballo interno

Le successive, e ultime, due celle risultano fornire i due output principe cioè la definizione della tipologia dell'imballo esterno e la definizione dei possibili materiali da utilizzare nell'imballo interno.

5.3.8.1 Imballo esterno

IMBALLO ESTERNO

Per la definizione di questo primo output principe è stata implementata una formula che restituisce, per ogni Part Number, in base ad un determinato incrocio di dati, la tipologia di imballaggio esterno. Ce ne possono essere di due tipi:

- Imballaggio in cartone;
- Imballaggio in cassa di legno.

La logica dietro questa suddivisione risulta essere la seguente:

PEZZO PICCOLO		
PESO [kg]	Q.TA' PER IMBALLO	IMBALLO ESTERNO
≤ 3,5	< 15	IMBALLO IN CARTONE
	≥ 15	IMBALLO IN CARTONE
> 3,5 & ≤ 6	< 15	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO
	≥ 15	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO
> 6	< 15	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO
	≥ 15	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO

PEZZO MEDIO		
PESO [kg]	Q.Tà PER IMBALLO	IMBALLO ESTERNO
≤ 4,5	< 10	IMBALLO IN CARTONE
	≥ 10	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO
> 4,5 & ≤ 10	< 10	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO
	≥ 10	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO
> 10	< 10	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO
	≥ 10	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO

PEZZO GRANDE		
PESO [kg]	Q.Tà PER IMBALLO	IMBALLO ESTERNO
≤ 10	< 5	IMBALLO IN CARTONE
	≥ 5	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO

> 10 & ≤ 20	< 5	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO
	≥ 5	IMBALLO IN CASSA NAVETTA
> 20	< 5	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO
	≥ 5	IMBALLO IN CASSA NAVETTA

Gli input necessari risultano essere:

- La suddivisione dimensionale (vedi par. 3.7);
- Il peso: i range di peso sono stati valutati prendendo come linea guida quelli dei pezzi già prodotti in LMA. In modo particolare se il pezzo è piccolo i range risultano essere:
 - Minore o uguale di 3,5 kg;
 - Compreso tra 3,5 kg e 6 kg dove 6 è compreso;
 - Maggiore di 6 kg.

Se il pezzo invece è classificato come medio:

- Minore o uguale di 4,5 kg;
- Compreso tra 4,5 kg e 10 kg dove 10 è compreso;
- Maggiore di 10 kg.

Se invece come grande:

- Minore o uguale di 10 kg;
- Compreso tra 10 kg e 20 kg dove 20 è compreso;
- Maggiore di 20 kg.

- La quantità massima per imballo (fornita dai dati Produzione): anche in questo caso i range sono stati definiti in base alla quantità di pezzi spediti durante l'arco dell'anno valutando, come per il caso precedente, lo storico aziendale. In modo particolare:
 - se il pezzo è piccolo, la soglia è stata presa di 15 pezzi;
 - se il pezzo è medio, la soglia è stata presa di 10 pezzi;

- se il pezzo è grande, la soglia è stata presa di 5 pezzi.
Ovviamente le dimensioni del cartone o della cassa di legno variano.

È importante però sottolineare una cosa, implementata anche nella formula Excel: se un vincolo della logistica dovesse essere l'imballo a perdere, automaticamente l'imballo esterno dovrà essere necessariamente in cartone. Questo per minimizzare i costi, rimanendo però sempre nei limiti della sicurezza.

Non è detto che in futuro non sarà possibile superare questo vincolo trovando prezzi vantaggiosi sul legno.

5.3.8.1.1 Formula Excel

La formula implementata presenta la seguente struttura:

```
=SE(O(K4="";I4="";PRODUZIONE!N3="");"Necessario immettere
dati";SE(LOGISTICA!D2="Imballo a perdere";"IMBALLO IN
CARTONE";(SE(LOGISTICA!D2="IMBALLO NON A
PERDERE";(SE(E(K4='Classi-Dimensionali'!$A$2;I4<='Tipi
Imballo'!$B$5;PRODUZIONE!N3<15);"Tipi Imballo'!$D$5;SE(E(K4='Classi-
Dimensionali'!$A$2;I4<='Tipi Imballo'!$B$6;PRODUZIONE!N3>=15);"Tipi
Imballo'!$D$6;SE(E(K4='Classi-Dimensionali'!$A$2;E(I4>='Tipi
Imballo'!$B$5;I4<='Tipi Imballo'!$B$7);PRODUZIONE!N3<15);"Tipi
Imballo'!$D$7;SE(E(K4='Classi-Dimensionali'!$A$2;E(I4>='Tipi
Imballo'!$B$6;I4<='Tipi Imballo'!$B$8);PRODUZIONE!N3>=15);"Tipi
Imballo'!$D$8;SE(E(K4='Classi-Dimensionali'!$A$2;I4>='Tipi
Imballo'!$B$9;PRODUZIONE!N3<15);"Tipi Imballo'!$D$9;SE(E(K4='Classi-
Dimensionali'!$A$2;I4>='Tipi Imballo'!$B$10;PRODUZIONE!N3>=15);"Tipi
Imballo'!$D$10;SE(E(K4='Classi-Dimensionali'!$A$3;I4<='Tipi
Imballo'!$F$5;PRODUZIONE!N3<10);"Tipi Imballo'!$H$5;SE(E(K4='Classi-
Dimensionali'!$A$3;I4<='Tipi Imballo'!$F$6;PRODUZIONE!N3>=10);"Tipi
Imballo'!$H$6;SE(E(K4='Classi-Dimensionali'!$A$3;E(I4>='Tipi
Imballo'!$F$5;I4<='Tipi Imballo'!$F$7);PRODUZIONE!N3<10);"Tipi
Imballo'!$H$7;SE(E(K4='Classi-Dimensionali'!$A$3;E(I4>='Tipi
Imballo'!$F$6;I4<='Tipi Imballo'!$F$8);PRODUZIONE!N3>=10);"Tipi
Imballo'!$H$8;SE(E(K4='Classi-Dimensionali'!$A$3;I4>='Tipi
Imballo'!$F$9;PRODUZIONE!N3<10);"Tipi Imballo'!$H$9;SE(E(K4='Classi-
```

Dimensionali'!\$A\$3;I4>='Tipi Imballo'!\$F\$10;PRODUZIONE!N3>=10);'Tipi
 Imballo'!\$H\$10;SE(E(K4='Classi-Dimensionali'!\$A\$4;I4<='Tipi
 Imballo'!\$J\$5;PRODUZIONE!N3<5);'Tipi Imballo'!\$L\$5;SE(E(K4='Classi-
 Dimensionali'!\$A\$4;I4<='Tipi Imballo'!\$J\$6;PRODUZIONE!N3>=5);'Tipi
 Imballo'!\$L\$6;SE(E(K4='Classi-Dimensionali'!\$A\$4;E(I4>='Tipi
 Imballo'!\$J\$5;I4<='Tipi Imballo'!\$J\$7);PRODUZIONE!N3<5);'Tipi
 Imballo'!\$L\$7;SE(E(K4='Classi-Dimensionali'!\$A\$4;E(I4>='Tipi
 Imballo'!\$J\$6;I4<='Tipi Imballo'!\$J\$8);PRODUZIONE!N3>=5);'Tipi
 Imballo'!\$L\$8;SE(E(K4='Classi-Dimensionali'!\$A\$4;I4>='Tipi
 Imballo'!\$J\$9;PRODUZIONE!N3<5);'Tipi Imballo'!\$L\$9;SE(E(K4='Classi-
 Dimensionali'!\$A\$4;I4>='Tipi Imballo'!\$J\$10;PRODUZIONE!N3>=5);'Tipi
 Imballo'!\$L\$10;"Ricontrollare i dati""))))))))))))))))))))))))))))

Dove **K4** è la cella della Forma geometrica semplice; **I4** è la cella contenente il peso mentre PRODUZIONE!N3 è la cella del foglio Produzione contenente la quantità massima per imballo.

Essa descrive attraverso connessioni logiche e formule tutto quello descritto precedentemente a parole. Si può notare inoltre come questa formula sia stata affinata in due modi:

- Se o la cella della suddivisione dimensionale o quella in cui è presente il peso oppure la cella contenente l'informazione sulla quantità massima per imballo in Produzione risulta essere vuota, la cella dell'imballo esterno restituisce come output la frase "Necessario immettere dati";
- Se invece i dati inseriti non corrispondono a quelli preventivati, la cella dell'imballo esterno restituisce come output "Ricontrollare i dati";
- Inoltre se la cella dell'imballo esterno restituisce uno degli output preventivati, la stessa si evidenzia in verde.

N.B. Il foglio "Classi-Dimensionali" contiene solamente la lettera e le dimensioni della suddivisione, mentre il foglio "Tipi Imballo" contiene il peso, la quantità per imballo, la tipologia di imballo esterno e i possibili materiali da poter utilizzare per l'imballo interno. Questo è stato fatto in modo da poter standardizzare le formule per possibili correzioni o cambiamenti rapidi e veloci in futuro.

5.3.8.2 Imballo interno

IMBALLO INTERNO

Per la definizione di questo secondo output principe è stata implementata una formula che, per ogni Part Number, restituisce, in base ad un determinato incrocio di dati, i materiali da poter utilizzare per l'imballo interno. Ci si è fermati solamente a questo primo livello in quanto non è possibile definire, attraverso formule, per ogni Part Number una geometria dettagliata dell'imballaggio interno. Questa considerazione verrà poi fatta successivamente quando si arriverà alla fase di modellazione dell'imballo (vedi Workflow).

L'imballo interno viene definito in base a due dati:

- La suddivisione dimensionale;
- La suddivisione per forma geometrica semplice.

La logica è la seguente:

PEZZO PICCOLO	
CUBO	PLURIBALL - CHIPS
PARALLELEPIPEDO	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
PIRAMIDE	PLURIBALL - CARTONE MODELLABILE - FILM ESTENSIBILE
CILINDRO	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
SFERA	PLURIBALL - CHIPS

Se il pezzo è piccolo:

- Ed è assimilabile ad un cubo i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;

- Chips.
- Ed è assimilabile ad un parallelepipedo i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;
 - Polietilene espanso.
- Ed è assimilabile ad una piramide i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;
 - Cartone modellabile;
 - Film estensibile.
- Ed è assimilabile ad un cilindro i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;
 - Polietilene espanso.
- Ed è assimilabile ad una sfera i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;
 - Chips.

PEZZO MEDIO	
CUBO	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
PARALLELEPIPEDO	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
PIRAMIDE	PLURIBALL - CARTONE MODELLABILE - FILM ESTENSIBILE - POLIETILENE ESPANSO
CILINDRO	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
SFERA	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO

Se il pezzo è medio:

- Ed è assimilabile ad un cubo i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;
 - Polietilene espanso.
- Ed è assimilabile ad un parallelepipedo i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;

- Film estensibile;
- Polietilene espanso.
- Ed è assimilabile ad una piramide i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;
 - Cartone modellabile;
 - Film estensibile;
 - Polietilene espanso.
- Ed è assimilabile ad un cilindro i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;
 - Film estensibile;
 - Polietilene espanso.
- Ed è assimilabile ad una sfera i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;
 - Polietilene espanso.

PEZZO GRANDE	
CUBO	PLURIBALL – SELLE IN LEGNO
PARALLELEPIPEDO	FILM ESTENSIBILE – PLURIBALL – SELLE IN LEGNO
PIRAMIDE	PLURIBALL - CARTONE MODELLABILE – FILM ESTENSIBILE – SELLE IN LEGNO
CILINDRO	FILM ESTENSIBILE - PLURIBALL - SELLE IN LEGNO
SFERA	PLURIBALL – SELLE IN LEGNO

Se il pezzo è grande:

- Ed è assimilabile ad un cubo i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;
 - Selle in legno.
- Ed è assimilabile ad un parallelepipedo i materiali che possono essere usati sono:

- Pluriball;
- Film estensibile;
- Selle in legno.
- Ed è assimilabile ad una piramide i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;
 - Cartone modellabile;
 - Film estensibile;
 - Selle in legno.
- Ed è assimilabile ad un cilindro i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;
 - Film estensibile;
 - Selle in legno.
- Ed è assimilabile ad una sfera i materiali che possono essere usati sono:
 - Pluriball;
 - Selle in legno.

È possibile fare alcune considerazioni:

in tutti i casi è possibile utilizzare il pluriball, questo perché risulta essere uno dei materiali universalmente utilizzati per la protezione di pezzi di ogni genere. Per i pezzi invece che possono presentare parti appuntite (quindi quelli assimilati ad una piramide) è stato ritenuto opportuno inserire tra i materiali anche il cartone modellabile, mentre, per tutti i pezzi grandi, è necessaria la presenza di supporti robusti come le selle in legno.

Inoltre per tutte le combinazioni sarebbe possibile utilizzare il poliuretano espanso (schiuma) che risulterebbe essere molto comodo in quanto facile da utilizzare e molto protettivo poiché si adatta perfettamente alla forma del pezzo. Questo però per il momento non è possibile farlo poiché sia costoso e sia dannoso per l'ambiente, difficile da riciclare e non accettato in molti Paesi.

5.3.8.2.1 Formula Excel

La formula implementata presenta la seguente struttura:

```
=SE(O(I4="";J4="");"Necessario immettere dati";SE(E(J4='Classi-  
Dimensionali'!$A$2;I4='Forme semplici-lista materiali'!$B$3);'Tipi
```

Imballo'!\$C\$17;SE(E(J4='Classi-Dimensionali'!\$A\$3;I4='Forme semplici-lista
 materiali'!\$B\$3);'Tipi Imballo'!\$G\$17;SE(E(J4='Classi-
 Dimensionali'!\$A\$4;I4='Forme semplici-lista materiali'!\$B\$3);'Tipi
 Imballo'!\$K\$17;SE(E(J4='Classi-Dimensionali'!\$A\$2;I4='Forme semplici-lista
 materiali'!\$B\$4);'Tipi Imballo'!\$C\$18;SE(E(J4='Classi-
 Dimensionali'!\$A\$3;I4='Forme semplici-lista materiali'!\$B\$4);'Tipi
 Imballo'!\$G\$18;SE(E(J4='Classi-Dimensionali'!\$A\$4;I4='Forme semplici-lista
 materiali'!\$B\$4);'Tipi Imballo'!\$K\$18;SE(E(J4='Classi-
 Dimensionali'!\$A\$2;I4='Forme semplici-lista materiali'!\$B\$5);'Tipi
 Imballo'!\$C\$19;SE(E(J4='Classi-Dimensionali'!\$A\$3;I4='Forme semplici-lista
 materiali'!\$B\$5);'Tipi Imballo'!\$G\$19;SE(E(J4='Classi-
 Dimensionali'!\$A\$4;I4='Forme semplici-lista materiali'!\$B\$5);'Tipi
 Imballo'!\$K\$19;SE(E(J4='Classi-Dimensionali'!\$A\$2;I4='Forme semplici-lista
 materiali'!\$B\$6);'Tipi Imballo'!\$C\$20;SE(E(J4='Classi-
 Dimensionali'!\$A\$3;I4='Forme semplici-lista materiali'!\$B\$6);'Tipi
 Imballo'!\$G\$20;SE(E(J4='Classi-Dimensionali'!\$A\$4;I4='Forme semplici-lista
 materiali'!\$B\$6);'Tipi Imballo'!\$K\$20;SE(E(J4='Classi-
 Dimensionali'!\$A\$2;I4='Forme semplici-lista materiali'!\$B\$7);'Tipi
 Imballo'!\$C\$21;SE(E(J4='Classi-Dimensionali'!\$A\$3;I4='Forme semplici-lista
 materiali'!\$B\$7);'Tipi Imballo'!\$G\$21;SE(E(J4='Classi-
 Dimensionali'!\$A\$4;I4='Forme semplici-lista materiali'!\$B\$7);'Tipi
 Imballo'!\$K\$21;"Ricontrollare dati")))))))))))))))

Con I4 che rappresenta la cella contenente il peso e J4 contenente la Forma geometrica semplice.

N.B. Il foglio "Classi-Dimensionali" contiene solamente la lettera e le dimensioni della suddivisione, mentre il foglio "Tipi Imballo" contiene la tipologia del materiale da poter utilizzare (descritto sopra). Questo è stato fatto in modo da poter standardizzare le formule per possibili correzioni o cambiamenti rapidi e veloci in futuro.

5.4 Sviluppi successivi

In questo paragrafo si è quindi andato a descrivere il metodo generale sviluppato per andare a definire per ogni Part Number la tipologia di imballaggio esterno e

quella dell'imballaggio interno con anche una suddivisione degli stessi in macrofamiglie per dimensioni. Nel paragrafo successivo perciò lo si andrà ad applicare per i pacchetti dei Part Number del programma C-SERIES/E2 e del programma JSF andando inoltre allo step successivo descritto nel Workflow, si andrà cioè a modellare l'imballo per alcuni pezzi del programma JSF.

CAPITOLO VI

6.1 Introduzione

In questo ultimo capitolo si andrà ad applicare al particolare la metodologia di imballaggio generica descritta in quello precedente. In modo particolare si sono voluti analizzare i pacchetti di due programmi acquistati dall'azienda:

- Il programma C-SERIES/E2;
- Il programma JSF (Joint Strike Fighter).

Il programma C-SERIES verte sulla fabbricazione di pezzi per l'aeronautica civile, in modo particolare fu annunciato nel luglio 2004 da Bombardier Aerospace per rimpiazzare il fallito BRJX. Questo piano prevede aeromobili di capienza tra 100 e 150 passeggeri, mentre il programma E2 fu annunciato da Embraer.

Il secondo programma invece è finalizzato alla realizzazione di un caccia multiruolo, denominato F-35 Lighting II, risultato di una cooperazione internazionale tra più Paesi.

Sono stati scelti questi programmi in quanto, per l'azienda, risultano essere quelli che necessitano di un miglioramento dell'imballaggio.

6.2 Programma C-SERIES/E2

Quello che è stato fatto è stato compilare il foglio Excel descritto nel capitolo precedente con tutti i dati relativi ai vari Part Number di questo programma.

Essendo un programma di aviazione civile è possibile riportare tutti i dati utili analizzati.

Si analizzano solamente i risultati ottenuti nel foglio "Tecnico" in quanto risultano essere i più significativi per la definizione dell'imballo.

6.2.1 Part number, destinazione, denominazione, dedicato/non dedicato

P/N	Destinazione	Denominazione	Dedicato / Non dedicato
196-38805-401	CLIENTE	LINK, SWING	ND
196-38806-401	CLIENTE	LINK, SWING	ND
196-38833-405	CLIENTE	LINK, SWING	ND
196-38835-401	CLIENTE	LINK, SWING	ND
196-38835-402	CLIENTE	LINK, SWING	ND
196-38972-001	CLIENTE	SHIM, SERRATED-STEEL	ND
196-39011-001	CLIENTE/TRATT	TRACK 2-3-4 STEEL	ND
196-39011-002	CLIENTE/TRATT	TRACK 2-3-4 STEEL	ND
C01607007007	CLIENTE	LINK ASSY. REAR. STN 1	ND
C01607007008	CLIENTE	LINK ASSY. REAR. STN 1	ND
C01607302003	CLIENTE/TRATT	PLATE, SUPPORT, HARD STOP	ND
C01607302004	CLIENTE/TRATT	PLATE, SUPPORT, HARD STOP	ND
C01607320005	CLIENTE/TRATT	LEVER, ACTUATOR	ND
C01607320006	CLIENTE/TRATT	LEVER, ACTUATOR	ND
C01607322005	CLIENTE	HOUSING BEARING ACTUATOR	ND

C01607322006	CLIENTE	HOUSING BEARING ACTUATOR	ND
C01607327003-S	CLIENTE	STOP, HARD, BRACKET	ND
C01607327004-S	CLIENTE	STOP, HARD, BRACKET	ND
C01607341005	CLIENTE	BUSHING, ECCENTRIC, SLIDING	ND
C01607342005	CLIENTE	BUSHING, ECCENTRIC, SHOULDER	ND
C01607344001	CLIENTE	BUSHING, SLIDING	ND
C01607345003	CLIENTE	BUSHING, SHOULDER	ND
C01607366001	CLIENTE	PIN, FS	ND
C01607371003	CLIENTE	PIN, MAIN	ND
C0160770405-AP5	CLIENTE/TRATT	SWING LINK	ND
C01617052003	CLIENTE	LINK ASSY. REAR. FLAP TRACK STN 2	ND
C01617052004	CLIENTE	LINK ASSY. REAR. FLAP TRACK STN 2	ND
C01617053003	CLIENTE	LINK ASSY, REAR. FLAP TRACK STN 3	ND
C01617053004	CLIENTE	LINK ASSY. REAR. FLAP TRACK STN 3	ND
C01617054003	CLIENTE	LINK ASSY. REAR. FLAP TRACK STN 4	ND
C01617054004	CLIENTE	LINK ASSY. REAR. FLAP TRACK STN 4	ND

C01617400001-S2	CLIENTE/TRATT	TRACK	ND
C01617410007-S2	CLIENTE/TRATT	FRAME, FWD	ND
C01617500001-S2	CLIENTE/TRATT	TRACK	ND
C01617510005-S2	CLIENTE/TRATT	FRAME, FWD	ND
C01617600003-S	CLIENTE/TRATT	TRACK4	ND

La prima colonna definisce i Part Number del pacchetto C-SERIES/E2 acquistato dalla LMA, la seconda dà la destinazione di invio dei pezzi (dato proveniente dalla Produzione), la terza colonna risulta essere la denominazione tecnica di ogni particolare (ottenuta tramite i drawing) mentre la quarta definisce se un Part Number è dedicato o non dedicato. Nel caso di questo programma è stato ritenuto opportuno classificare tutti i Part Number come NON DEDICATI in quanto non è né presente nessuna richiesta del cliente e né nessuno dei pezzi presenta criticità evidenti tali da definire il contrario.

6.2.2 Dimensioni

DIMENSIONI					
P/N	Lunghezza [mm]	Altezza [mm]	Profondità [mm]	Volume [mm ³]	Peso [kg]
196-38805-401	97,0	66,08	83	47883,126	0,899
196-38806-401	97,0	67,30	90,187	47883,126	0,983
196-38833-405	358,5	44,00	87	364400,000	1,487
196-38835-401	225,0	57,00	195	314860,146	1,93

196-38835-402	215	60,00	193,93	314860,68	1,93
196-38972-001	107,0	1,20	83	10350,416	0,081
196-39011-001	510,2	10,00	132	495874,090	3,9
196-39011-002	510,2	10,00	132	495874,090	3,9
C01607007007	65,2	38,61	38,7	97447,133	4,4
C01607007008	65,2	38,61	38,7	97381,391	4,4
C01607302003	231,7	12,95	167,61	146241,583	1,14
C01607302004	231,7	12,95	167,61	146241,583	0,185
C01607320005	315,5	97,92	97,6	247192,764	1,92
C01607320006	315,5	97,92	97,6	247192,764	1,92
C01607322005	123,43	18	119,25	42436,595	0,191
C01607322006	123,43	18	119,25	42436,595	0,191
C01607327003-S	122,7	67,3	94,7	119982,388	0,336
C01607327004-S	122,7	67,3	94,7	119982,388	0,336
C01607341005	38,1	18,26	38,1	5285,488	0,042
C01607342005	33,02	13,54	33,02	4220,250	0,033

C01607344001	25,4	17,27	25,4	2642,248	0,007
C01607345003	25,4	12,15	25,4	2007,254	0,006
C01607366001	17,78	76,4	17,78	5378,556	0,043
C01607371003	25,4	63,04	22,35	8264,435	0,023
C0160770405-AP5	170,05	94,51	47,41	214600,000	0,951
C01617052003	392,7	62,51	64,52	1583,752	1,4
C01617052004	392,7	62,51	64,52	1583,752	1,4
C01617053003	389,6	62,51	64,52	1571,459	1,4
C01617053004	389,6	62,51	64,52	1571,459	1,4
C01617054003	379,2	62,51	60,85	1442,376	1,4
C01617054004	379,2	62,51	60,85	1442,459	1,4
C01617400001-S2	830	45,47	136,1	787324,690	6,141
C01617410007-S2	111,6	71,78	54,03	91346,306	0,256
C01617500001-S2	830	45,47	136,1	771239,981	6,016
C01617510005-S2	109,49	71,78	54,03	97481,150	0,273
C01617600003-S	764,03	37,6	103,38	626396,400	4,886

Nella prima colonna viene richiamato il Part Number, mentre nelle successive sono definiti gli ingombri massimi di ogni Part Number:

- Lunghezza;
- Altezza;
- Profondità.

Le misure sono state ricavate sia dai drawing e sia utilizzando il programma WorkXplore.

Esse sono state valutate in base alla posizione in cui potrebbero potenzialmente essere posizionati i pezzi in cassa o nel cartone. Infatti, per esempio, sono presenti dei pezzi che potrebbero essere posizionati come una Z e di conseguenza le misure sono state prese in modo da rispettare questa forma.

Nella quinta colonna è stato poi calcolato il volume sempre attraverso il programma WorXplore.

Anche per il peso, presente nella sesta colonna, è stato usato il programma WorkXplore per il calcolo. Il materiale è per la maggior parte Alluminio anche se alcuni pezzi sono in Acciaio e altri in Titanio.

6.2.3 Suddivisione per forma geometrica semplice, suddivisione dimensionale

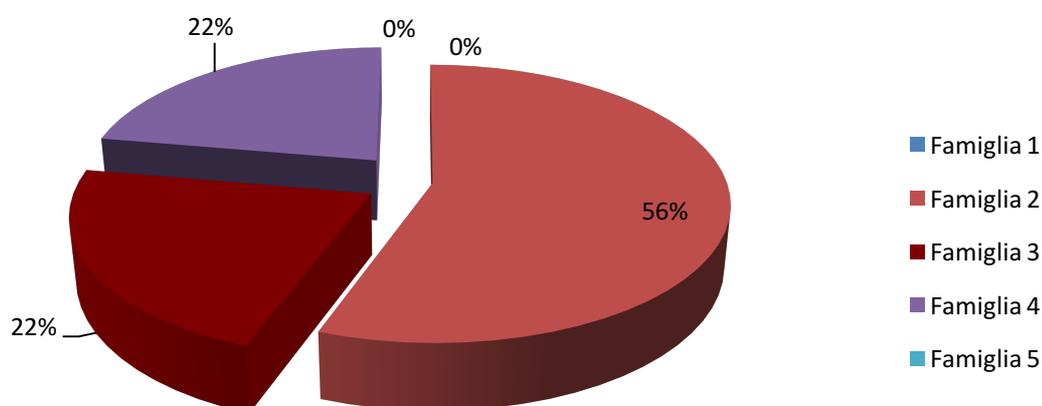
P/N	Forma geometrica semplice	Suddivisione dimensionale
196-38805-401	Famiglia 3	P
196-38806-401	Famiglia 3	P
196-38833-405	Famiglia 2	P
196-38835-401	Famiglia 3	P
196-38835-402	Famiglia 3	P

196-38972-001	Famiglia 2	P
196-39011-001	Famiglia 2	M
196-39011-002	Famiglia 2	M
C01607007007	Famiglia 3	P
C01607007008	Famiglia 3	P
C01607302003	Famiglia 3	P
C01607302004	Famiglia 3	P
C01607320005	Famiglia 2	P
C01607320006	Famiglia 2	P
C01607322005	Famiglia 4	P
C01607322006	Famiglia 4	P
C01607327003-S	Famiglia 2	P
C01607327004-S	Famiglia 2	P
C01607341005	Famiglia 4	P
C01607342005	Famiglia 4	P
C01607344001	Famiglia 4	P
C01607345003	Famiglia 4	P
C01607366001	Famiglia 4	P
C01607371003	Famiglia 4	P
C0160770405-AP5	Famiglia 2	P

C01617052003	Famiglia 2	P
C01617052004	Famiglia 2	P
C01617053003	Famiglia 2	P
C01617053004	Famiglia 2	P
C01617054003	Famiglia 2	P
C01617054004	Famiglia 2	P
C01617400001-S2	Famiglia 2	M
C01617410007-S2	Famiglia 2	P
C01617500001-S2	Famiglia 2	M
C01617510005-S2	Famiglia 2	P
C01617600003-S	Famiglia 2	M

È sempre richiamato il Part Number nella prima colonna e a seguire è presente la suddivisione per forma geometrica semplice valutata in base alla forma del pezzo, mentre nell'ultima colonna è stata derivata la suddivisione dimensionale (pezzo piccolo, medio o grande).

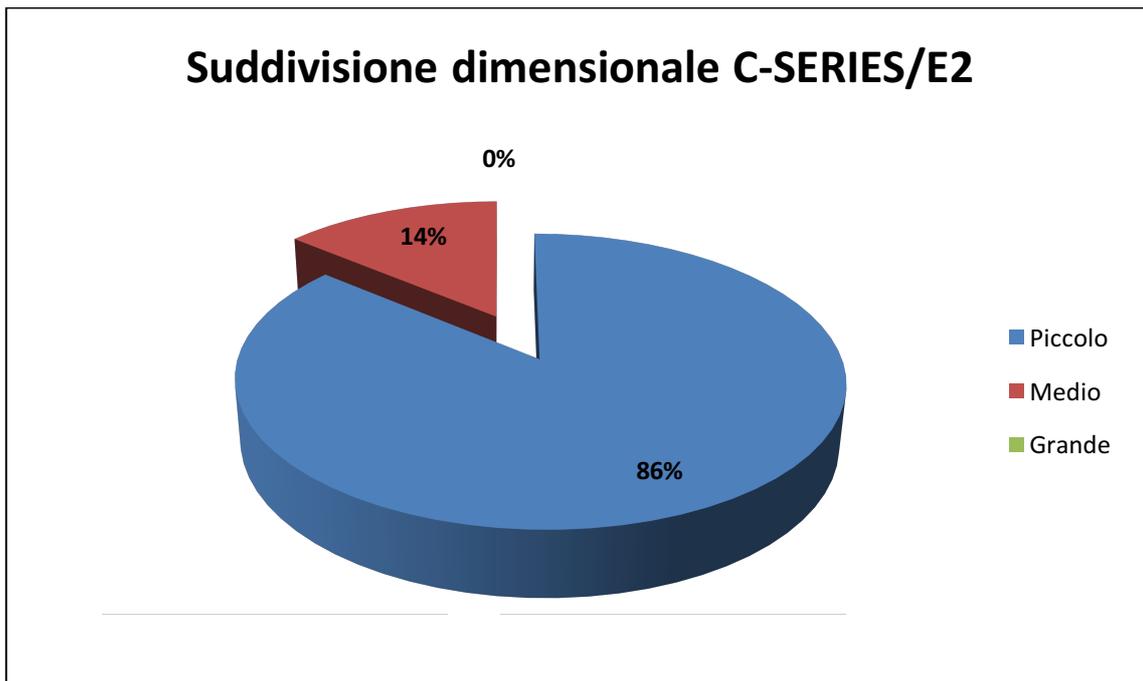
Suddivisione in macrofamiglie C-SERIES/E2



Dal grafico si può notare che:

- Famiglia 1: 0 %;
- Famiglia 2: 56 %;
- Famiglia 3: 22 %;
- Famiglia 4: 22 %;
- Famiglia 5: 0 %.

La famiglia predominante risulta quindi essere la numero 2 (associazione del pezzo ad un parallelepipedo) con una percentuale poco oltre la metà; seguita dalla famiglia numero 3 (associazione del pezzo ad una piramide) a pari merito con la famiglia numero 4 (associazione del pezzo ad un cilindro). Le famiglie 1 e 5 invece non sono state associate a nessuno dei Part Number del pacchetto attraverso la formula descritta nel capitolo precedente.



Dal grafico si può notare che:

- Piccolo: 86%;
- Medio: 14%;
- Grande: 0%.

È quindi evidente come la dimensione predominante dei pezzi sia la piccola con una percentuale dell'86%, seguita dalla media con una percentuale del 14%. Non sono invece presenti pezzi classificati come grandi.

6.2.4 Imballo esterno, imballo interno

P/N	IMBALLO ESTERNO	IMBALLO INTERNO
196-38805-401	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - CARTONE MODELLABILE
196-38806-401	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - CARTONE MODELLABILE

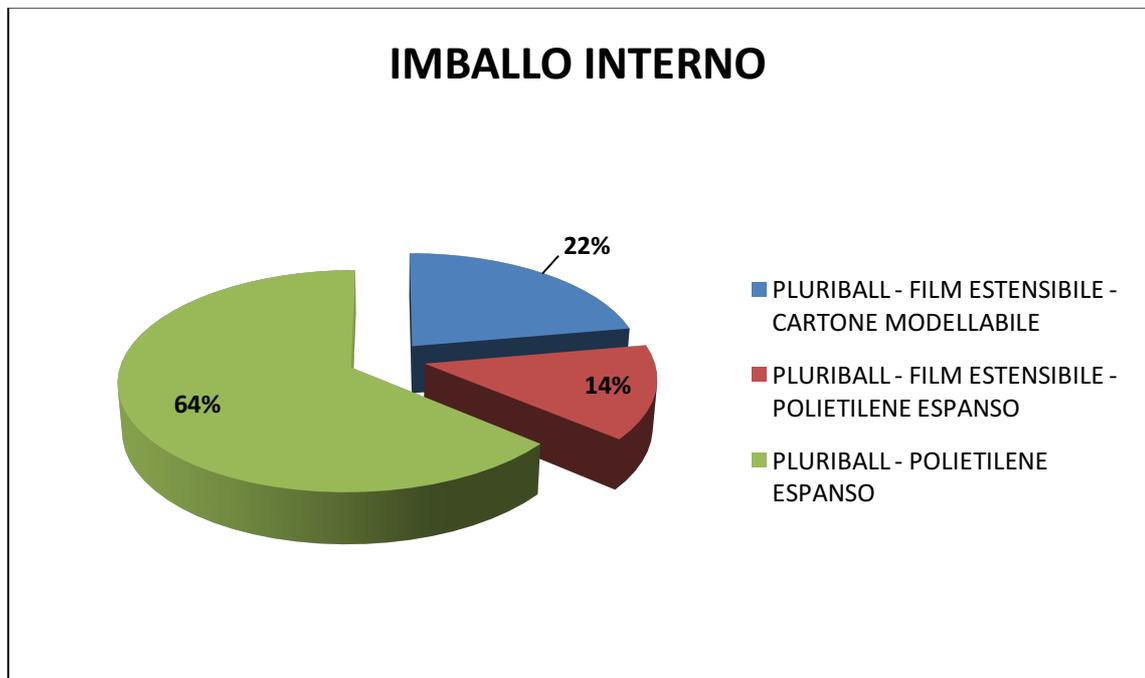
196-38833-405	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
196-38835-401	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - CARTONE MODELLABILE
196-38835-402	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - CARTONE MODELLABILE
196-38972-001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
196-39011-001	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - POLIETILENE ESPANSO
196-39011-002	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - POLIETILENE ESPANSO
C01607007007	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - CARTONE MODELLABILE
C01607007008	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - CARTONE MODELLABILE
C01607302003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - CARTONE MODELLABILE
C01607302004	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - CARTONE MODELLABILE
C01607320005	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01607320006	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01607322005	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01607322006	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01607327003-S	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO

C01607327004-S	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01607341005	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01607342005	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01607344001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01607345003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01607366001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01607371003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C0160770405-AP5	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01617052003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01617052004	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01617053003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01617053004	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01617054003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01617054004	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01617400001-S2	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - POLIETILENE ESPANSO
C01617410007-S2	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO

C01617500001-S2	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - POLIETILENE ESPANSO
C01617510005-S2	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
C01617600003-S	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - POLIETILENE ESPANSO

Nelle due colonne di destra sono presenti gli output principe descritti nel capitolo precedente:

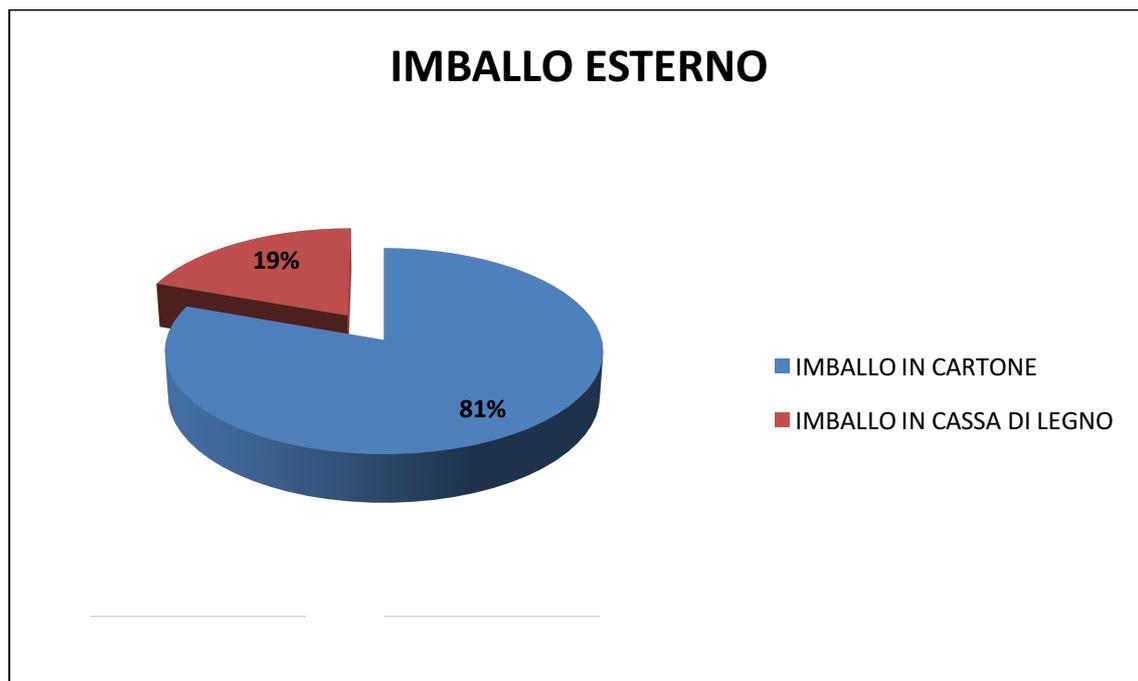
- TIPOLOGIA DI IMBALLO ESTERNO;
- MATERIALI DA POTER UTILIZZARE NELL'IMBALLO INTERNO.



Dal grafico si può notare che:

- Pluriball-Film estensibile-Cartone modellabile: 22%;
- Pluriball-Film estensibile-Polietilene espanso: 14 %;
- Pluriball-Polietilene espanso: 64 %;
- Altre combinazioni: 0 %.

La combinazione di materiali più utilizzata risulta essere la terza. Questo risulta anche essere giustificato dal fatto che la maggior parte dei pezzi è classificato come piccolo.



Da questo ultimo grafico si può notare che:

- Imballo in cartone: 81%;
- Imballo in cassa di legno: 19%.

Questi risultati sposano perfettamente la logica presente negli altri. La percentuale dell'imballo esterno in cartone è infatti molto alta in quanto la maggior parte dei pezzi di questo programma è stata classificata come piccola.

6.2.5 Sviluppi modellazione imballi

Dopo la definizione della tipologia di imballo interno e di quello esterno, lo step successivo risulterà essere la modellazione dello stesso con programmi dedicati.

Questo perché, come già detto in precedenza, non è possibile a monte definire in modo analitico una geometria dell'imballaggio ma andrà ad essere sviluppata a valle di questa analisi.

Si è già pensato infatti a possibili soluzioni per l'imballo di alcuni pezzi. Questa proposta è stata condivisa con l'ufficio tecnico, successivamente ci si confronterà con l'ufficio logistica che contatterà i possibili fornitori i quali verranno a visionare i/il pezzi/o da dover trasportare, si modellerà su CAD il progetto concordato e si procederà infine alla richiesta preventivo.

6.3 Programma JSF

Come per il programma C-SERIES/E2, quello che è stato fatto è stato compilare il foglio Excel descritto nel capitolo precedente con tutti i dati relativi ai vari Part Number di questo programma.

Essendo un programma di aviazione militare non è stato possibile riportare tutti i dati analizzati.

Si analizzano solamente i risultati ottenuti nel foglio "Tecnico" in quanto risultano essere i più significativi per la definizione dell'imballo.

6.3.1 Part number, destinazione, denominazione, dedicato/non dedicato

P/N	Destinazione	Denominazione	Dedicato / non dedicato
2WBH00701-0001	██████████		ND
2WBH00702-0005	██████████		ND
2WBH00703-0003	██████████		ND
2WBH00704-0003	██████████		ND
2WBH00705-0003	██████████		ND
2WBH00711-0001	██████████		ND
2WBH00712-0005	██████████		ND
2WBH00713-0003	██████████		ND
2WBH00714-0003	██████████		ND
2WBH00715-0003	██████████		ND
2WBH01200-0001	██████████		ND

2WBH01201-0001	██████████		ND
2WBH01206-0002	██████████		ND
2WBH01211-0001	██████████		ND
2WBH01212-0001	██████████		ND
2WBH01253-0001	██████████		ND
2WBH02218-0001	██████████		ND
2WBH02431-0001	██████████		ND
2WBH03277-0001	██████████		ND
2WBH03283-0001	██████████		ND
2WBH03393-0002	██████████		ND
2WBH03403-0002	██████████		ND
2WBH03404-0002	██████████		ND
2WBH04301-0003	██████████		ND
2WBH04302-0003	██████████		ND
2WBH04406-0001	██████████		ND
2WBH04407-0001	██████████		ND
2WBH04466-0001	██████████		ND
2WBH04467-0001	██████████		ND
2WBH04631-0001	██████████		ND
2WBH04632-0001	██████████		ND

2WBH04639-0001	██████████		ND
2WBH04640-0001	██████████		ND
2WBH04641-0001	██████████		ND
2WBH04642-0001	██████████		ND
2WBH04643-0001	██████████		ND
2WBH04644-0001	██████████		ND
2WBH04645-0001	██████████		ND
2WBH04646-0001	██████████		ND
2WBH04647-0001	██████████		ND
2WBH04648-0001	██████████		ND
2WBH05066-0003	██████████		ND
2WBH05320-0002	██████████		ND
2WBH05322-0001	██████████		ND
2WFH00719-0005	██████████		ND
2WSH23450-0015	██████████		D
2WSH53101-0007	██████████		ND
2WSH53102-0007	██████████		ND
2WSH53103-0002	██████████		ND
2WSH53104-0002	██████████		ND
2WSH53105-0006	██████████		ND

2WSH53106-0006	██████████		ND
2WSH53107-0002	██████████		ND
2WSH53108-0002	██████████		ND
2WSH53111-0002	██████████		ND
2WSH53112-0002	██████████		ND
2WSH53121-0001	██████████		ND
2WSH53122-0001	██████████		ND
2WSH53125-0002	██████████		ND
2WSH53126-0002	██████████		ND
2WSH53127-0014	██████████		D
2WSH53128-0014	██████████		D
2WSH53129-0006	██████████		ND
2WSH53130-0006	██████████		ND
2WSH53131-0001	██████████		ND
2WSH53132-0001	██████████		ND
2WSH53133-0015	██████████		ND
2WSH53134-0015	██████████		ND
2WSH53135-0002	██████████		ND
2WSH53136-0002	██████████		ND
2WSH53137-0002	██████████		ND

2WSH53138-0002	██████████		ND
2WSH53143-0010	██████████		ND
2WSH53144-0010	██████████		ND
2WSH53201-0015	██████████		ND
2WSH53202-0015	██████████		ND
2WSH53213-0001	██████████		ND
2WSH53214-0001	██████████		ND
2WSH53215-0003	██████████		ND
2WSH53216-0003	██████████		ND
2WSH53219-0001	██████████		ND
2WSH53220-0001	██████████		ND
2WSH53223-0002	██████████		ND
2WSH53224-0002	██████████		ND
2WSH53235-0002	██████████		ND
2WSH53236-0002	██████████		ND
2WSH53243-0011	██████████		ND
2WSH53244-0011	██████████		ND
2WSH53247-0003	██████████		ND
2WSH53248-0003	██████████		ND
2WSH53321-0002	██████████		ND

2WSH53322-0002	██████████		ND
2WSH53323-0002	██████████		ND
2WSH53324-0002	██████████		ND
2WSH53519-0001	██████████		ND
2WSH53527-0002	██████████		ND
2WSH53528-0002	██████████		ND
2WSH53529-0002	██████████		ND
2WSH53530-0002	██████████		ND
2WSH53555-0002	██████████		ND
2WSH53556-0002	██████████		ND
2WSH53557-0002	██████████		ND
2WSH53558-0002	██████████		ND
2WSH63003-0007	██████████		D
2WSH63004-0007	██████████		D
2WSH63171-0002	██████████		ND
2WSH63172-0002	██████████		ND
2WSH63181-0004	██████████		D
2WSH63182-0004	██████████		D
2WSH63239-0006	██████████		ND
2WSH63240-0006	██████████		ND

2WFH00719-0005	██████████		ND
2WSH53103-0002	██████████		ND
2WSH53104-0002	██████████		ND
2WSH53105-0006	██████████		ND
2WSH53106-0006	██████████		ND
2WSH53127-0014	██████████		ND
2WSH53128-0014	██████████		ND
2WSH53129-0006	██████████		ND
2WSH53130-0006	██████████		ND
2WSH53133-0015	██████████		ND
2WSH53134-0015	██████████		ND
2WSH53201-0015	██████████		ND
2WSH53202-0015	██████████		ND
2WSH63003-0007	██████████		D
2WSH63004-0007	██████████		D
2WSH63239-0006	██████████		ND
2WSH63240-0006	██████████		ND

La prima colonna definisce i Part Number del pacchetto JSF acquistato dalla LMA, la seconda dà la destinazione di invio dei pezzi (dato proveniente dalla Produzione) in questo caso due: Italia e Extra-Ue, la terza colonna risulta essere la denominazione tecnica di ogni particolare. È stata oscurata la destinazione e non è stato possibile inserire la denominazione in quanto, come detto prima, sono presenti

restrizioni per programmi militari, la quarta colonna infine definisce se un Part Number è dedicato o non dedicato. Nel caso di questo programma è stato ritenuto opportuno classificare alcuni Part Number come DEDICATI in quanto presentano criticità nel trasporto soprattutto a causa della presenza di parti molto delicate. Questi pezzi, come descritto nel Workflow, verranno analizzati e studiati separatamente dai pezzi che invece risultano essere classificati come NON DEDICATI.

6.3.2 Dimensioni

DIMENSIONI					
P/N	Lunghezza [mm]	Altezza [mm]	Profondità [mm]	Volume [mm ³]	Peso [kg]
2WBH00701-0001	47,07	14,48	42,82	5919,300	0,02
2WBH00702-0005	46,43	18,25	42,68	8089,730	0,02
2WBH00703-0003	61,01	18,48	44,6	8189,530	0,02
2WBH00704-0003	64,03	20,37	56,59	8635,160	0,02
2WBH00705-0003	64,09	20,94	57,27	9368,660	0,07
2WBH00711-0001	47,29	14,46	42,77	5691,910	0,02
2WBH00712-0005	46,84	18,22	43,18	8263,920	0,02
2WBH00713-0003	61,02	18,22	44,61	7549,420	0,02
2WBH00714-0003	64,03	20,27	56,63	8518,400	0,02
2WBH00715-0003	64,1	20,99	57,17	9315,680	0,03
2WBH01200-0001	106,27	31,06	68,87	16306,520	0,05
2WBH01201-0001	106,32	43,04	20,6	13353,880	0,04

2WBH01206-0002	95,25	79,25	20,95	14598,630	0,04
2WBH01211-0001	107,95	37,44	101,45	20826,300	0,06
2WBH01212-0001	107,95	36,51	82,95	17509,430	0,05
2WBH01253-0001	125,42	26,92	73,36	19324,530	0,05
2WBH02218-0001	147,95	11,22	45,27	15792,700	0,05
2WBH02431-0001	39,1	25,65	25,07	1591,910	0,004
2WBH03277-0001	81,28	43,7	40,06	5605,630	0,02
2WBH03283-0001	65,29	41,55	49,7	5749,060	0,02
2WBH03393-0002	91,34	26,8	66,29	16822,270	0,05
2WBH03403-0002	91,37	28,92	66,27	16388,060	0,05
2WBH03404-0002	91,37	28,92	66,27	16388,060	0,05
2WBH04301-0003	73,61	28,64	28,88	9819,270	0,03
2WBH04302-0003	74,17	29,23	27,52	9293,430	0,03
2WBH04406-0001	80,87	21,88	56,49	9755,580	0,03
2WBH04407-0001	80,87	21,88	56,49	9755,580	0,03
2WBH04466-0001	92,84	12,17	83,34	11889,050	0,02
2WBH04467-0001	92,84	12,17	83,34	11889,050	0,02
2WBH04631-0001	51,82	27,3	35	4980,910	0,03
2WBH04632-0001	51,82	27,3	35	4980,910	0,03
2WBH04639-0001	95,91	21,2	63,19	13243,630	0,01

2WBH04640-0001	95,91	21,2	63,19	13243,630	0,01
2WBH04641-0001	94,89	43,68	53,53	19116,440	0,05
2WBH04642-0001	45,72	25,9	20,06	5554,850	0,04
2WBH04643-0001	95,91	68,63	21,03	11981,560	0,02
2WBH04644-0001	45,72	25,91	20,06	5416,850	0,02
2WBH04645-0001	96	33,38	25,21	10384,600	0,03
2WBH04646-0001	96	33,38	25,21	10384,600	0,03
2WBH04647-0001	95,91	38,61	14,32	7817,560	0,02
2WBH04648-0001	48,61	18,74	37,72	2477,100	0,02
2WBH05066-0003	47	28,54	25,55	5296,260	0,01
2WBH05320-0002	40,93	31,04	32,16	5526,090	0,02
2WBH05322-0001	31,75	25,47	25,47	2279,120	0,01
2WFH00719-0005	380,85	87,2	146,27	76265,450	0,46
2WSH23450-0015					
2WSH53101-0007	1860,32	122,36	269,85	2650514,350	7,42
2WSH53102-0007	1860,32	122,36	269,85	2650514,350	7,29
2WSH53103-0002	239,98	208,2	236,38	739487,980	2,65
2WSH53104-0002	239,98	208,2	236,38	739487,980	2,65
2WSH53105-0006	655,4	198,1	239,39	1913436,930	6,06
2WSH53106-0006	655,4	198,1	239,39	1913436,930	6,06

2WSH53107-0002	203,69	159,87	198,41	409311,380	1,21
2WSH53108-0002	203,69	159,87	198,41	409311,380	1,21
2WSH53111-0002	211,91	197,09	27,22	119832,160	0,034
2WSH53112-0002	211,91	197,09	27,22	119832,160	0,034
2WSH53121-0001	157,85	33,42	129,19	61925,520	0,17
2WSH53122-0001	157,85	33,42	129,19	61925,520	0,17
2WSH53125-0002	233,87	120,59	214,7	597339,180	2,5
2WSH53126-0002	233,87	120,59	214,7	597339,180	2,5
2WSH53127-0014	435,08	104	284,61	1237580,050	4,45
2WSH53128-0014	435,08	104	284,61	1237580,050	4,45
2WSH53129-0006	508,32	93,28	178,4	640549,890	2,16
2WSH53130-0006	508,32	93,28	178,4	640549,890	2,16
2WSH53131-0001	109,85	49,37	83,13	33602,810	0,1
2WSH53132-0001	109,85	49,37	83,13	33602,810	0,1
2WSH53133-0015	1021	118	534	20000000	7,01
2WSH53134-0015	1021	118	534	20000000	7,01
2WSH53135-0002	975	83,85	74,084	530019,110	1,5
2WSH53136-0002	975	83,85	74,084	530019,110	1,5
2WSH53137-0002	302,41	77,93	146,03	235612,370	0,66
2WSH53138-0002	302,41	77,93	146,03	235612,370	0,66

2WSH53143-0010	1524	66,38	241,01	1702626,100	4,77
2WSH53144-0010	1524	66,38	241,01	1702626,100	4,77
2WSH53201-0015	3647	149,23	200,84	8108174,280	22
2WSH53202-0015	3647	149,23	200,84	8108174,280	22
2WSH53213-0001	296,18	63,61	261,45	318872,510	0,89
2WSH53214-0001	296,18	63,61	261,45	318872,510	0,89
2WSH53215-0003	555,17	70,65	210,12	497670,310	1,4
2WSH53216-0003	555,17	70,65	210,12	497670,310	1,4
2WSH53219-0001	470,6	67,1	232,92	409069,440	1,15
2WSH53220-0001	470,6	67,1	232,92	409069,440	1,15
2WSH53223-0002	502,07	53,65	236,55	400613,160	1,12
2WSH53224-0002	502,07	53,65	236,55	400613,160	1,12
2WSH53235-0002	473,18	28,55	89,55	101130,080	0,28
2WSH53236-0002	473,18	28,55	89,55	101130,080	0,28
2WSH53243-0011	3441,87	167,23	773,31	7683307,560	21,58
2WSH53244-0011	3441,87	167,23	773,31	7683307,560	21,58
2WSH53247-0003	486,75	63,39	41	189439,450	0,53
2WSH53248-0003	486,75	63,39	41	189439,450	0,53
2WSH53321-0002	229,62	116	153,47	545165,110	1,53
2WSH53322-0002	229,62	116	153,47	545165,110	1,53

2WSH53323-0002	190,04	88,47	129,66	327306,550	0,92
2WSH53324-0002	190,04	88,47	129,66	327306,550	0,92
2WSH53519-0001	57,6	14,69	49,52	6578,270	0,02
2WSH53527-0002	91,87	29,46	42,78	23542,180	0,08
2WSH53528-0002	91,87	29,46	42,78	23542,180	0,08
2WSH53529-0002	91,93	32,26	55,91	25454,440	0,08
2WSH53530-0002	91,93	32,26	55,91	25454,440	0,08
2WSH53555-0002	91,5	32,74	42,67	21195,100	0,06
2WSH53556-0002	91,5	32,74	42,67	21195,100	0,06
2WSH53557-0002	91,54	32,26	55,83	23466,280	0,07
2WSH53558-0002	91,54	32,26	55,83	23466,280	0,07
2WSH63003-0007					
2WSH63004-0007					
2WSH63171-0002	575,92	94,46	32,4	90790,960	0,31
2WSH63172-0002	575,92	94,46	32,4	90790,960	0,31
2WSH63181-0004					
2WSH63182-0004					
2WSH63239-0006	1370,32	201,8	115,74	1036210,110	3
2WSH63240-0006	1370,32	201,8	115,74	1036210,110	3
2WFFH00719-0005	380,85	87,2	146,27	76265,450	0,46

2WSH53103-0002	239,98	208,2	236,38	739487,980	2,67
2WSH53104-0002	239,98	208,2	236,38	739487,980	2,67
2WSH53105-0006	655,4	198,1	239,39	1913436,930	6,06
2WSH53106-0006	655,4	198,1	239,39	1913436,930	6,06
2WSH53127-0014	435,08	104	284,61	1237580,050	4,45
2WSH53128-0014	435,08	104	284,61	1237580,050	4,45
2WSH53129-0006	508,32	93,28	178,4	640549,890	2,16
2WSH53130-0006	508,32	93,28	178,4	640549,890	2,16
2WSH53133-0015	1021	118	534	20000000	7,01
2WSH53134-0015	1021	118	534	20000000	7,01
2WSH53201-0015	3647	149,23	200,84	8108174,280	25
2WSH53202-0015	3647	149,23	200,84	8108174,280	25
2WSH63003-0007					
2WSH63004-0007					
2WSH63239-0006	1377,55	201,8	115,74	1036210,110	3
2WSH63240-0006	1377,55	201,8	115,74	1036210,110	3

Nella prima colonna viene richiamato il Part Number mentre nelle successive tre colonne sono definiti gli ingombri massimi di ogni Part Number:

- Lunghezza;
- Altezza;
- Profondità.

Le misure sono state ricavate sia dai drawing e sia utilizzando i programmi WorkXplore e Catia.

Esse sono state valutate in base alla posizione in cui potrebbero potenzialmente essere posizionati i pezzi in cassa o nel cartone.

Nella quinta colonna è stato poi calcolato il volume sempre attraverso il programma WorXplore.

Per il calcolo del peso, presente nella sesta colonna, è stato usato il programma WorkXplore ma anche Catia. Tutti i pezzi sono in Alluminio salvo per le boccole le quali sono in Acciaio speciale.

6.3.3 Suddivisione per forma geometrica semplice, suddivisione dimensionale

P/N	Forma geometrica semplice	Suddivisione dimensionale
2WBH00701-0001	Famiglia 2	P
2WBH00702-0005	Famiglia 2	P
2WBH00703-0003	Famiglia 2	P
2WBH00704-0003	Famiglia 2	P
2WBH00705-0003	Famiglia 2	P
2WBH00711-0001	Famiglia 2	P
2WBH00712-0005	Famiglia 2	P
2WBH00713-0003	Famiglia 2	P
2WBH00714-0003	Famiglia 2	P
2WBH00715-0003	Famiglia 2	P
2WBH01200-0001	Famiglia 2	P

2WBH01201-0001	Famiglia 2	P
2WBH01206-0002	Famiglia 2	P
2WBH01211-0001	Famiglia 2	P
2WBH01212-0001	Famiglia 2	P
2WBH01253-0001	Famiglia 3	P
2WBH02218-0001	Famiglia 2	P
2WBH02431-0001	Famiglia 3	P
2WBH03277-0001	Famiglia 3	P
2WBH03283-0001	Famiglia 3	P
2WBH03393-0002	Famiglia 2	P
2WBH03403-0002	Famiglia 2	P
2WBH03404-0002	Famiglia 2	P
2WBH04301-0003	Famiglia 2	P
2WBH04302-0003	Famiglia 2	P
2WBH04406-0001	Famiglia 3	P
2WBH04407-0001	Famiglia 3	P
2WBH04466-0001	Famiglia 2	P
2WBH04467-0001	Famiglia 2	P
2WBH04631-0001	Famiglia 3	P
2WBH04632-0001	Famiglia 3	P

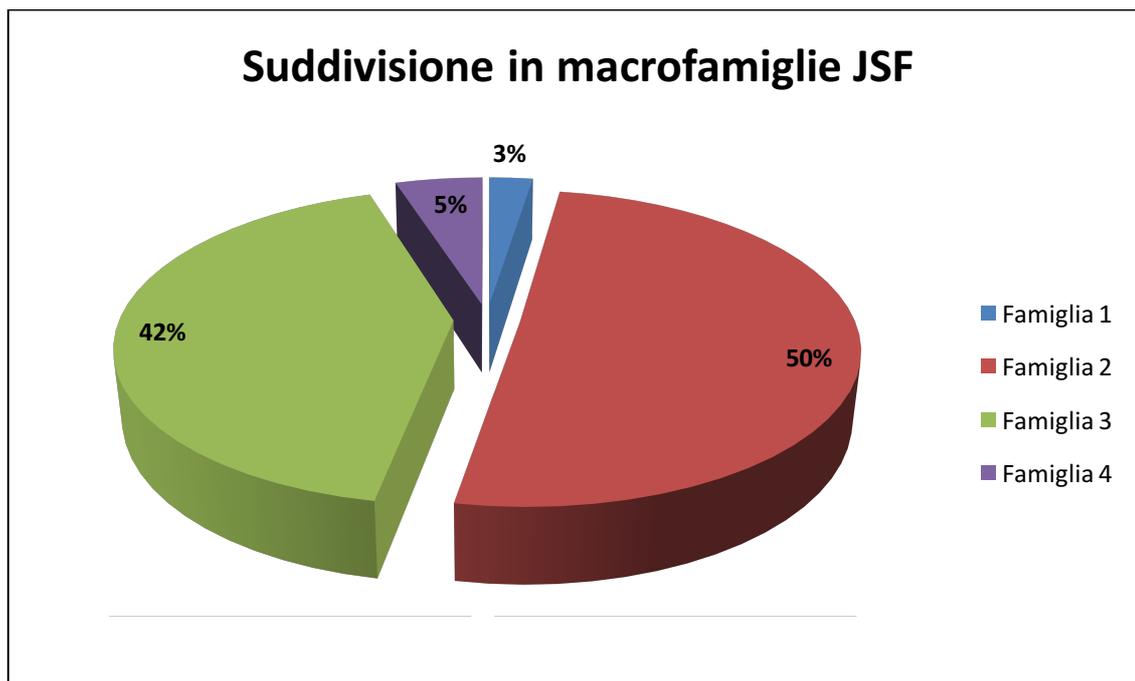
2WBH04639-0001	Famiglia 3	P
2WBH04640-0001	Famiglia 3	P
2WBH04641-0001	Famiglia 3	P
2WBH04642-0001	Famiglia 3	P
2WBH04643-0001	Famiglia 3	P
2WBH04644-0001	Famiglia 3	P
2WBH04645-0001	Famiglia 3	P
2WBH04646-0001	Famiglia 3	P
2WBH04647-0001	Famiglia 3	P
2WBH04648-0001	Famiglia 3	P
2WBH05066-0003	Famiglia 4	P
2WBH05320-0002	Famiglia 4	P
2WBH05322-0001	Famiglia 1	P
2WFH00719-0005	Famiglia 4	P
2WSH23450-0015		
2WSH53101-0007	Famiglia 2	G
2WSH53102-0007	Famiglia 2	G
2WSH53103-0002	Famiglia 2	P
2WSH53104-0002	Famiglia 2	P
2WSH53105-0006	Famiglia 2	M

2WSH53106-0006	Famiglia 2	M
2WSH53107-0002	Famiglia 1	P
2WSH53108-0002	Famiglia 1	P
2WSH53111-0002	Famiglia 2	P
2WSH53112-0002	Famiglia 2	P
2WSH53121-0001	Famiglia 2	P
2WSH53122-0001	Famiglia 2	P
2WSH53125-0002	Famiglia 2	P
2WSH53126-0002	Famiglia 2	P
2WSH53127-0014	Famiglia 2	M
2WSH53128-0014	Famiglia 2	M
2WSH53129-0006	Famiglia 2	M
2WSH53130-0006	Famiglia 2	M
2WSH53131-0001	Famiglia 2	P
2WSH53132-0001	Famiglia 2	P
2WSH53133-0015	Famiglia 3	M
2WSH53134-0015	Famiglia 3	M
2WSH53135-0002	Famiglia 2	M
2WSH53136-0002	Famiglia 2	M
2WSH53137-0002	Famiglia 3	P

2WSH53138-0002	Famiglia 3	P
2WSH53143-0010	Famiglia 2	G
2WSH53144-0010	Famiglia 2	G
2WSH53201-0015	Famiglia 2	G
2WSH53202-0015	Famiglia 2	G
2WSH53213-0001	Famiglia 2	P
2WSH53214-0001	Famiglia 2	P
2WSH53215-0003	Famiglia 3	M
2WSH53216-0003	Famiglia 3	M
2WSH53219-0001	Famiglia 3	M
2WSH53220-0001	Famiglia 3	M
2WSH53223-0002	Famiglia 3	M
2WSH53224-0002	Famiglia 3	M
2WSH53235-0002	Famiglia 2	M
2WSH53236-0002	Famiglia 2	M
2WSH53243-0011	Famiglia 3	G
2WSH53244-0011	Famiglia 3	G
2WSH53247-0003	Famiglia 4	M
2WSH53248-0003	Famiglia 4	M
2WSH53321-0002	Famiglia 3	P

2WSH53322-0002	Famiglia 3	P
2WSH53323-0002	Famiglia 3	P
2WSH53324-0002	Famiglia 3	P
2WSH53519-0001	Famiglia 3	P
2WSH53527-0002	Famiglia 3	P
2WSH53528-0002	Famiglia 3	P
2WSH53529-0002	Famiglia 3	P
2WSH53530-0002	Famiglia 3	P
2WSH53555-0002	Famiglia 3	P
2WSH53556-0002	Famiglia 3	P
2WSH53557-0002	Famiglia 3	P
2WSH53558-0002	Famiglia 3	P
2WSH63003-0007		
2WSH63004-0007		
2WSH63171-0002	Famiglia 3	M
2WSH63172-0002	Famiglia 3	M
2WSH63181-0004		
2WSH63182-0004		
2WSH63239-0006	Famiglia 3	G
2WSH63240-0006	Famiglia 3	G

2WFH00719-0005	Famiglia 4	P
2WSH53103-0002	Famiglia 2	P
2WSH53104-0002	Famiglia 2	P
2WSH53105-0006	Famiglia 2	M
2WSH53106-0006	Famiglia 2	M
2WSH53127-0014	Famiglia 2	M
2WSH53128-0014	Famiglia 2	M
2WSH53129-0006	Famiglia 2	M
2WSH53130-0006	Famiglia 2	M
2WSH53133-0015	Famiglia 3	M
2WSH53134-0015	Famiglia 3	M
2WSH53201-0015	Famiglia 2	G
2WSH53202-0015	Famiglia 2	G
2WSH63003-0007		
2WSH63004-0007		
2WSH63239-0006	Famiglia 3	G
2WSH63240-0006	Famiglia 3	G

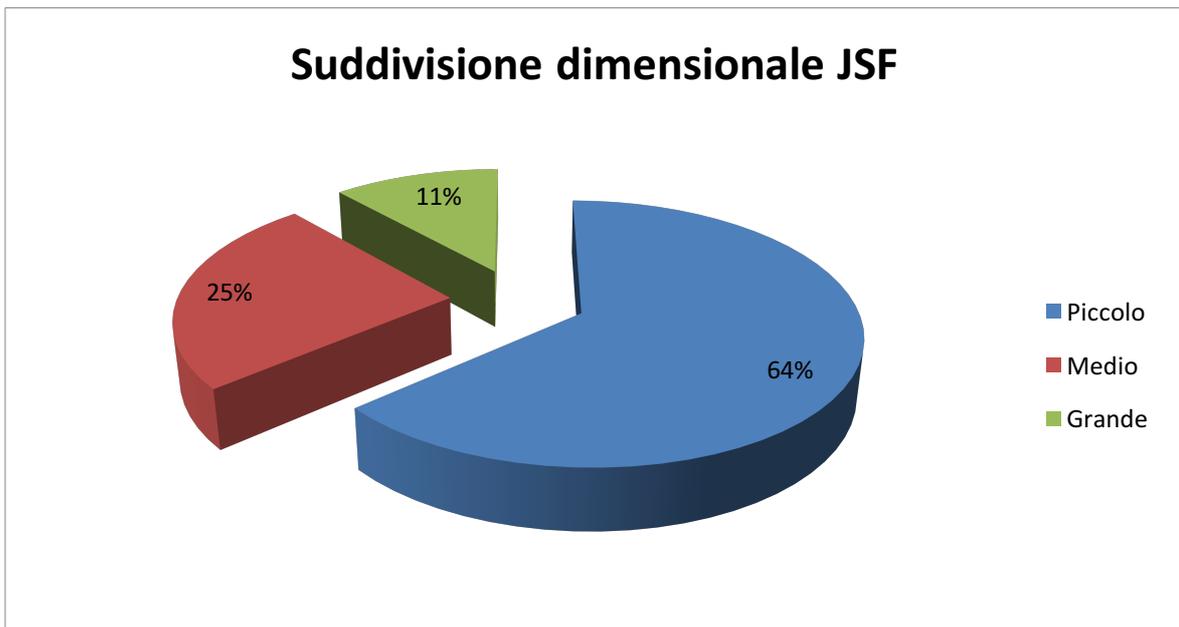


Dal grafico si può notare che:

- Famiglia 1: 3 %;
- Famiglia 2: 50 %;
- Famiglia 3: 42 %;
- Famiglia 4: 5 %;
- Famiglia 5: 0 %.

La famiglia predominante risulta quindi essere la numero 2 (associazione del pezzo ad un parallelepipedo) con una percentuale del 50%; seguita dalla famiglia numero 3 (associazione del pezzo ad una piramide) con una percentuale del 42% e successivamente dalla famiglia numero 4 (associazione del pezzo ad un cilindro), però con una percentuale molto inferiore, il 5 %. La famiglia 1 chiude con una percentuale del 2%, mentre la famiglia 5 invece non è stata associata a nessuno dei Part Number del pacchetto.

La suddivisione delle famiglie risulta essere simile a quella del pacchetto di C-SERIES/E2.



Dal grafico si può notare che:

- Piccolo: 64%;
- Medio: 25%;
- Grande: 11%.

È quindi evidente come la dimensione predominante dei pezzi sia la piccola con una percentuale del 64%, seguita dalla media con una percentuale del 25%. Rispetto al programma precedente invece sono presenti pezzi classificati come grandi con una percentuale dell'11%.

Si capisce, osservando il programma C-SERIES/E2 e il programma JSF, come i pezzi maggiormente prodotti siano pezzi piccoli e come invece siano pochi i pezzi grandi (non presenti affatto nel pacchetto C-SERIES/E2).

Perciò questo studio, oltre a definire la tipologia di imballo, porta anche a valutare le tipologie di pezzi presenti in azienda.

6.3.4 Imballo esterno, imballo interno

P/N	IMBALLO ESTERNO	IMBALLO INTERNO
2WBH00701-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH00702-0005	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH00703-0003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH00704-0003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH00705-0003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH00711-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH00712-0005	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH00713-0003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH00714-0003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH00715-0003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH01200-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH01201-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH01206-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO

2WBH01211-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH01212-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH01253-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH02218-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH02431-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH03277-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH03283-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH03393-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH03403-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH03404-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH04301-0003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH04302-0003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH04406-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH04407-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH04466-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO

2WBH04467-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH04631-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH04632-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH04639-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH04640-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH04641-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH04642-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH04643-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH04644-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH04645-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH04646-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH04647-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH04648-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WBH05066-0003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WBH05320-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO

2WBH05322-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – CHIPS
2WFH00719-0005	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WSH23450-0015		
2WSH53101-0007	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO – SELLE
2WSH53102-0007	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO – SELLE
2WSH53103-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53104-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53105-0006	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53106-0006	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53107-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – CHIPS
2WSH53108-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – CHIPS
2WSH53111-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53112-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53121-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53122-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO

2WSH53125-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53126-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53127-0014	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53128-0014	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53129-0006	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53130-0006	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53131-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53132-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53133-0015	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO
2WSH53134-0015	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO
2WSH53135-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53136-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53137-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53138-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE

2WSH53143-0010	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - POLIETILENE ESPANSO - SELLE
2WSH53144-0010	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - POLIETILENE ESPANSO - SELLE
2WSH53201-0015	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - POLIETILENE ESPANSO - SELLE
2WSH53202-0015	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - POLIETILENE ESPANSO - SELLE
2WSH53213-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
2WSH53214-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - POLIETILENE ESPANSO
2WSH53215-0003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO
2WSH53216-0003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO
2WSH53219-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO
2WSH53220-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO
2WSH53223-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE - CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO

2WSH53224-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO
2WSH53235-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53236-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53243-0011	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO – SELLE
2WSH53244-0011	IMBALLO IN CASSA DI LEGNO	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO – SELLE
2WSH53247-0003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53248-0003	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53321-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53322-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53323-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53324-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53519-0001	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53527-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53528-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE

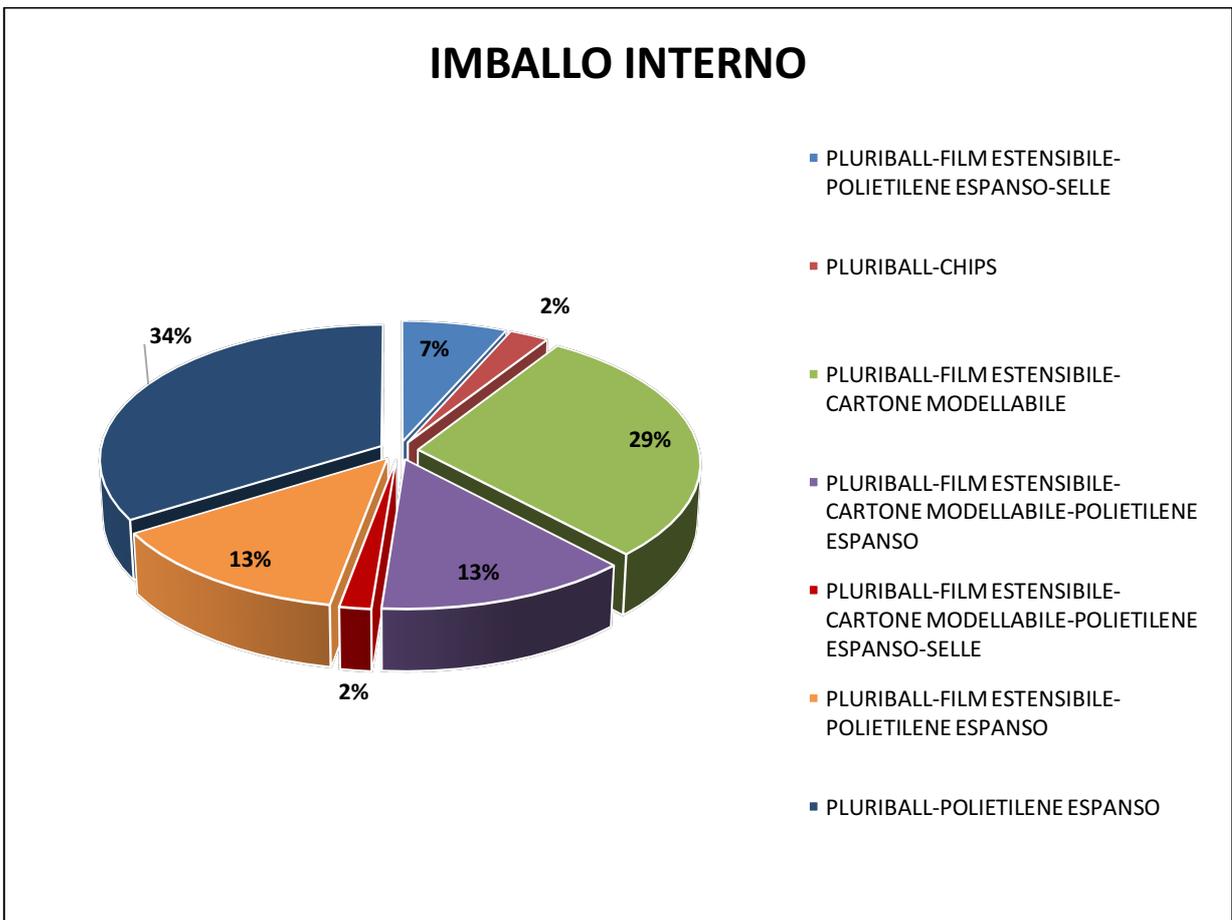
2WSH53529-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53530-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53555-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53556-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53557-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH53558-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE
2WSH63003-0007		
2WSH63004-0007		
2WSH63171-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO
2WSH63172-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO
2WSH63181-0004		
2WSH63182-0004		
2WSH63239-0006	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO
2WSH63240-0006	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO

2WFH00719-0005	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53103-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53104-0002	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53105-0006	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53106-0006	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53127-0014	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53128-0014	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53129-0006	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53130-0006	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO
2WSH53133-0015	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO
2WSH53134-0015	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO
2WSH53201-0015	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO – SELLE
2WSH53202-0015	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL - FILM ESTENSIBILE – POLIETILENE ESPANSO – SELLE
2WSH63003-0007		

2WSH63004-0007		
2WSH63239-0006	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO
2WSH63240-0006	IMBALLO IN CARTONE	PLURIBALL – FILM ESTENSIBILE – CARTONE MODELLABILE - POLIETILENE ESPANSO

Nelle due colonne di destra sono presenti gli output principe descritti nel capitolo precedente:

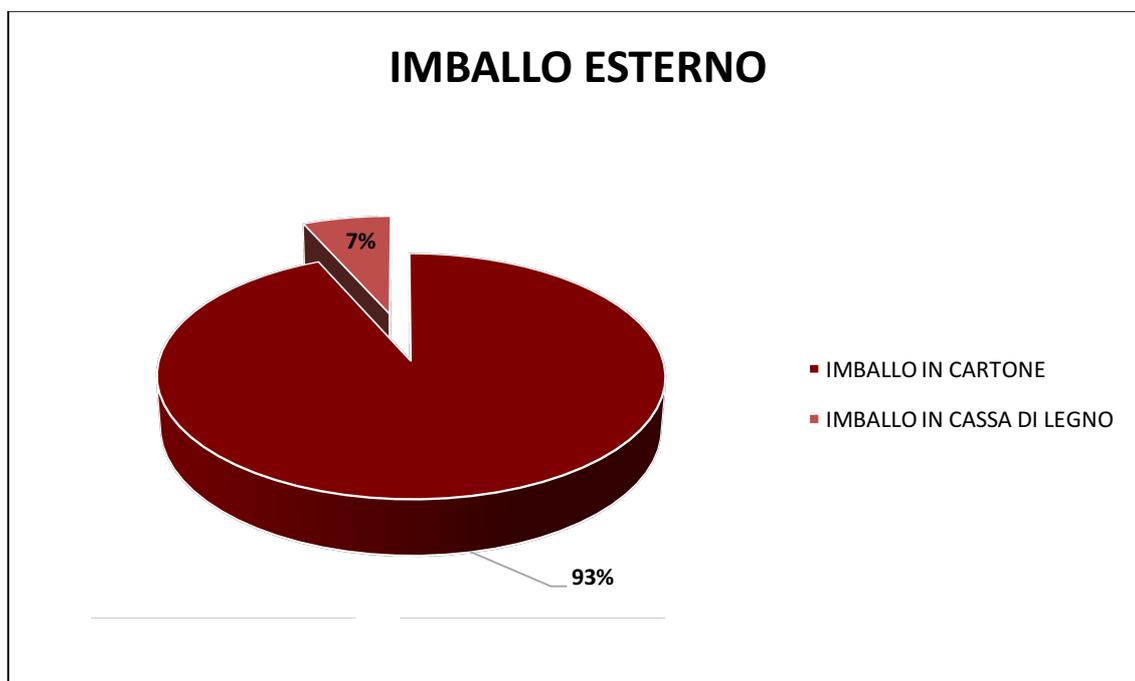
- TIPOLOGIA DI IMBALLO ESTERNO;
- MATERIALI DA POTER UTILIZZARE NELL'IMBALLO INTERNO.



Dal grafico si può notare che:

- Pluriball-Film estensibile-Polietilene espanso-Selle: 7%;
- Pluriball-Chips: 2%;
- Pluriball-Film estensibile-Cartone modellabile: 29%;
- Pluriball-Film estensibile-Cartone modellabile-Polietilene espanso: 13%;
- Pluriball-Film estensibile-Cartone modellabile-Polietilene espanso-Selle: 2%;
- Pluriball-Film estensibile-Polietilene espanso: 13%;
- Pluriball-Polietilene espanso: 34%;
- Altre combinazioni: 0 %.

La combinazione di materiali più utilizzata risulta essere la settima, seguita dalla terza. Rispetto ai programmi precedenti, la varietà di materiali risulta essere maggiore. Questo è giustificato dal fatto che la classificazione dei pezzi risulta essere diversa e più varia, con presenza di pezzi grandi. Prevale però sempre la classe di materiali che può essere potenzialmente utilizzata per pezzi piccoli.



Da questo ultimo grafico si può notare che:

- Imballo in cartone: 93%;
- Imballo in cassa di legno: 7%.

Questi risultati sposano perfettamente la logica presente negli altri. La percentuale dell'imballo esterno in cartone è infatti molto alta, 93%, sia perchè la maggior parte dei pezzi di questo programma è stata classificata come piccola e sia per alcuni vincoli dati dalla logistica.

Infatti, come spiegato nel capitolo precedente, alcuni pezzi, sebbene dall'analisi dovesse risultare che debbano essere trasportati in cassa, presentano come imballo esterno quello in cartone poiché lo stesso va a perdere. I pezzi classificati come tali sono quelli che hanno destinazione Extra-UE.

6.4 Modellazione dell'imballo: Un dedicato e un non dedicato

Dopo aver definito la tipologia di imballo esterno e di imballo interno attraverso il metodo generale sviluppato e spiegato sopra, lo step successivo descritto dal Workflow risulta essere la modellazione dell'imballo. Esso viene fatto con programmi dedicati e nello specifico per la LMA, con il programma Catia.

Il progetto, in modo particolare per il programma JSF, risulta essere quello di modificare tutti gli imballi avendo come linea guida il metodo generale sviluppato. Questo però richiede tempo perché per ogni pezzo, o famiglie di pezzi, è necessario:

- Confrontarsi con gli altri membri dell'ufficio;
- Contattare più fornitori;
- Modellare l'imballo;
- Far approvare l'imballo.

Finora si è riuscito a fare questo solo per alcuni pezzi del programma JSF, in modo particolare un pezzo classificato come DEDICATO e pezzi classificati come NON DEDICATI.

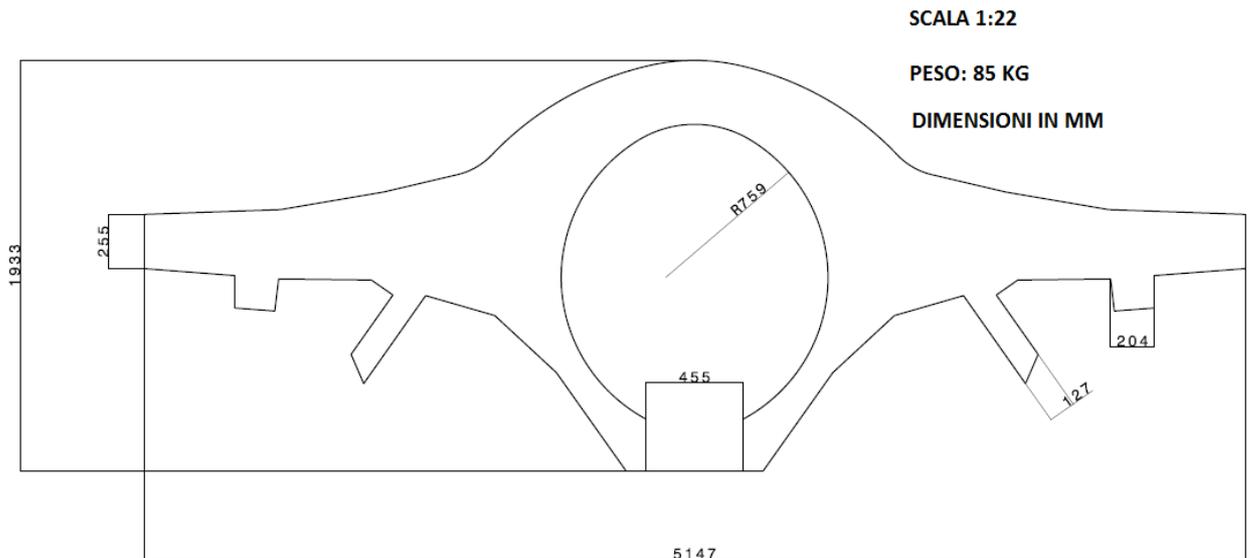
6.4.1 Modellazione pezzo DEDICATO

Il pezzo dedicato è quello che presenta il Part Number 2WSH23450-0015 denominato BLK. Purtroppo non è possibile dare più informazioni a riguardo in quanto trattasi di un programma militare come spiegato all'inizio del capitolo.

Questo pezzo è stato classificato come dedicato per tre motivi principali:

- Peso elevato;
- Delicatezza estrema;
- Grandi dimensioni.

Si riporta una messa in tavola oscurata con gli ingombri massimi:



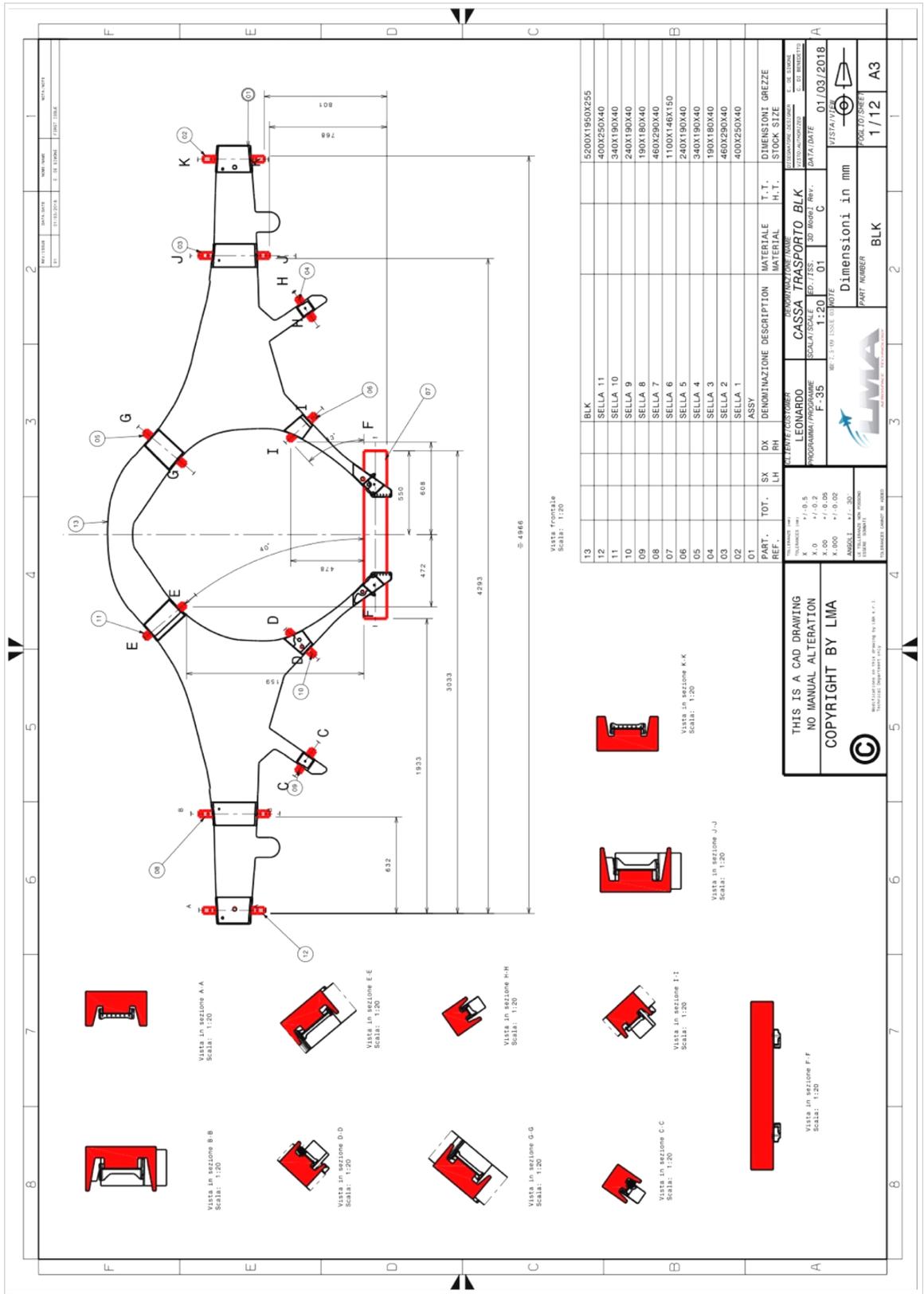
Si è proceduto in questo modo:

- È avvenuto un confronto con tutti i membri dell'ufficio tecnico coinvolti in questo progetto: si è deciso di trasportare questo pezzo in una cassa singola posizionato orizzontalmente. Per vincolarlo ed evitare svergolamento si è pensato di collocare dei tasselli+selle sul fondo della cassa in modo tale che il pezzo vada ad appoggiare sugli stessi, valutando la loro posizione per poter far sì che il peso si distribuisca nella maniera più omogenea possibile. Successivamente si è pensato di andarne a collocare altri in modo simmetrico rispetto a quelli precedenti, sul coperchio della cassa. In questo modo il pezzo risulterà essere ben vincolato;
- Si sono contattati più fornitori: essi sono venuti a visionare il pezzo e hanno condiviso con noi la loro idea di imballo che si è sposata con la nostra. Ovviamente loro valuteranno il tipo di materiale della cassa, delle selle e la loro

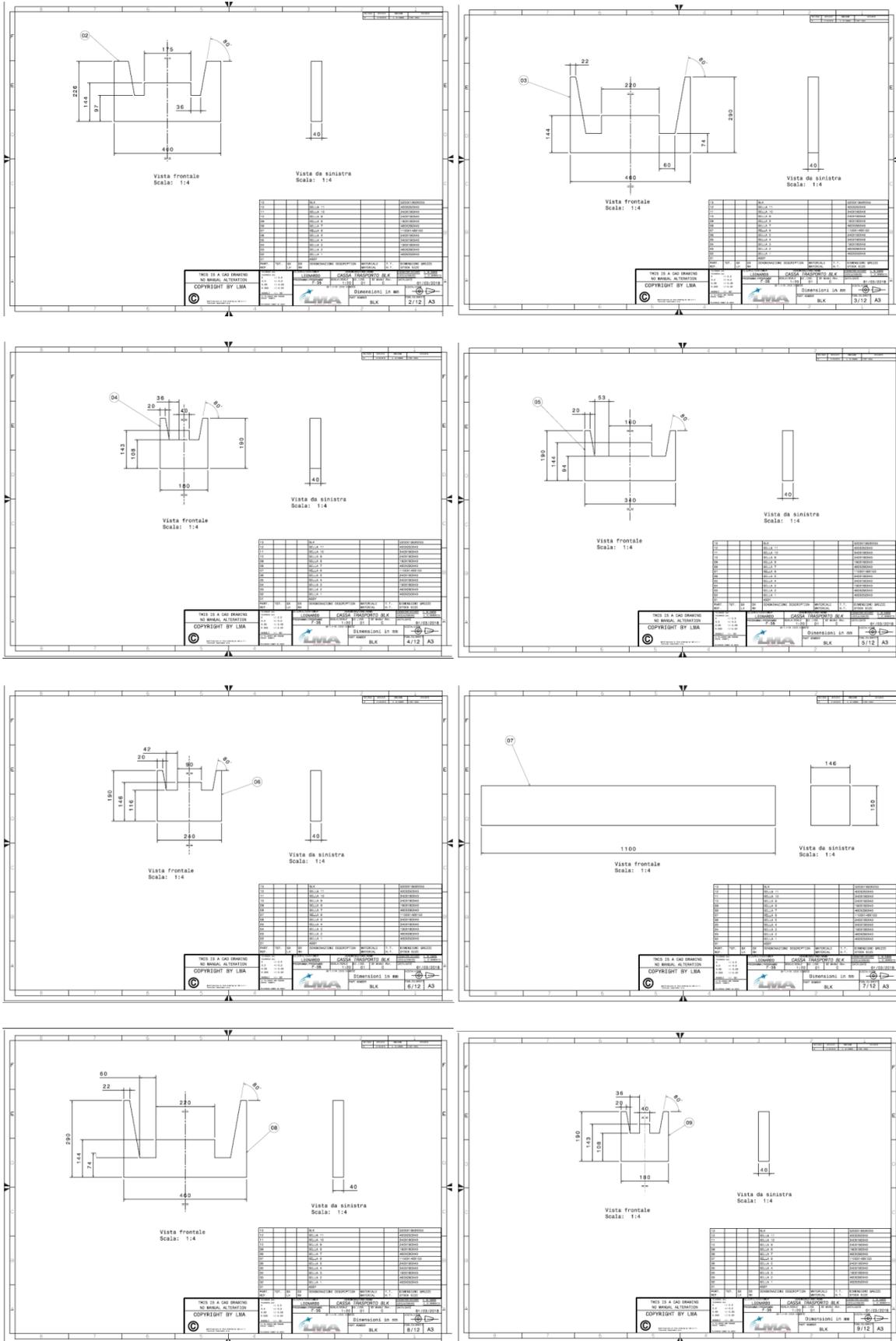
imbottitura. Questi ingombri aggiuntivi infatti devono essere messi in conto durante la modellazione e condivisa con loro;

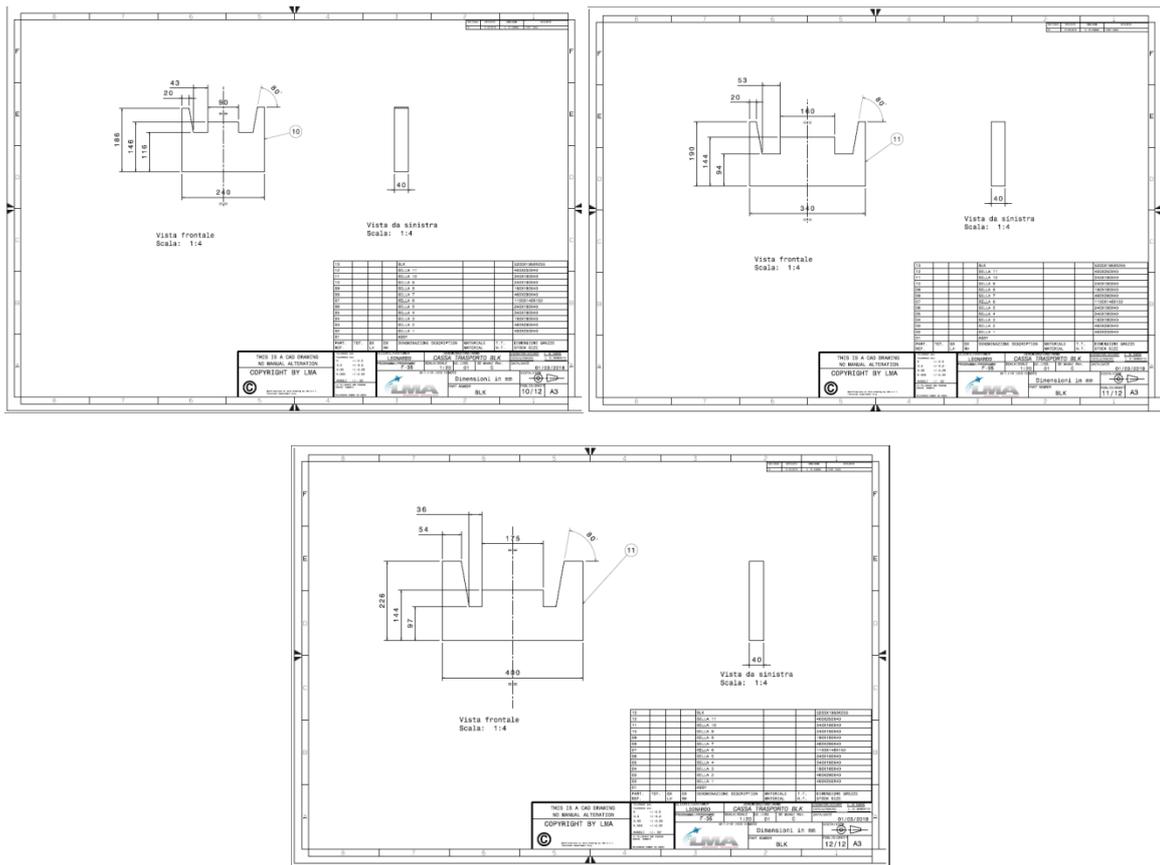
- Si è proceduto con la messa in tavola (lasciando visibili solo le parti in cui verranno collocate le selle in quanto pezzo di velivolo militare) sia del pezzo e sia delle selle, mandata ai fornitori e chiesto il preventivo.

Si mostra ora la messa in tavola del pezzo:



e delle selle:





6.4.2 Modellazione pezzi NON DEDICATI

L'altro imballo che è stato modellato risulta essere quello dei Part Number dei pezzi che hanno destinazione Extra-UE. Questi pezzi, come visto prima, risultano avere un vincolo dettato dalla logistica ovvero il loro imballo va a perdere. Questo vuol dire perciò che tutti i singoli imballi esterni dei pezzi sono in cartone. Inoltre questi Part Number, ad eccezione di due, fanno collettame, perciò, come descritto nel capitolo precedente, sono stati raggruppati come GRUPPO "Destinazione". Per questo motivo, per far sì che gli stessi vengano trasportati tutti insieme si è pensato di dimensionare una gabbia che vada a contenere tutti questi pezzi imballati.

È stato quindi necessario trovare la posizione ottima per collocare tutti i pezzi al fine di minimizzare gli spazi. Ovviamente non si avrà un incastro dei pezzi perfetto e per questo motivo sono stati dimensionati anche dei possibili blocchi da posizionare nello spazio vuoto tra la gabbia e il pezzo.

Sono state modellate tre tipi di gabbie:

- Per spedire 4 serie di ogni Part Number al mese;

- Per spedire 2 serie di ogni Part Number al mese;
- Per spedire 1 serie di ogni Part Number al mese.

Questa suddivisione delle spedizioni non si sposa con quanto trovato attraverso il modello. Questo è giustificato, come scritto nel capitolo 4, dalla necessità di minimizzare i costi soprattutto quando, come in questo caso, risultano essere elevati.

6.4.2.1 Modellazione cassa 1 serie

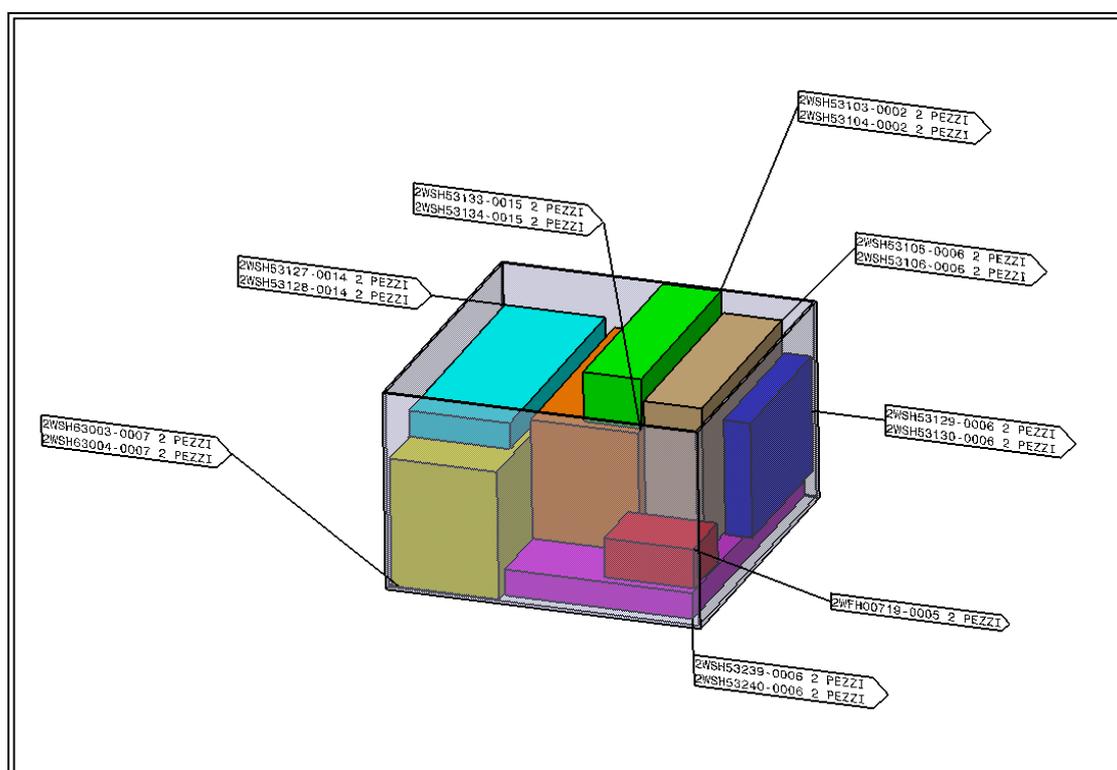


Figura 1

Questa gabbia è stata modellata per poter spedire una serie di ogni pezzo alla volta, ognuno inserito singolarmente in un cartone.

Le dimensioni di ingombro della cassa sono state ricavate andando a posizionare i pezzi in modo tale da minimizzare gli spazi. Si è perciò trovato:

740x710x1490 mm

Queste dimensioni tengono conto anche degli ingombri dati da possibili elementi di protezione nei cartoni

6.4.2.2 Modellazione cassa 2 serie

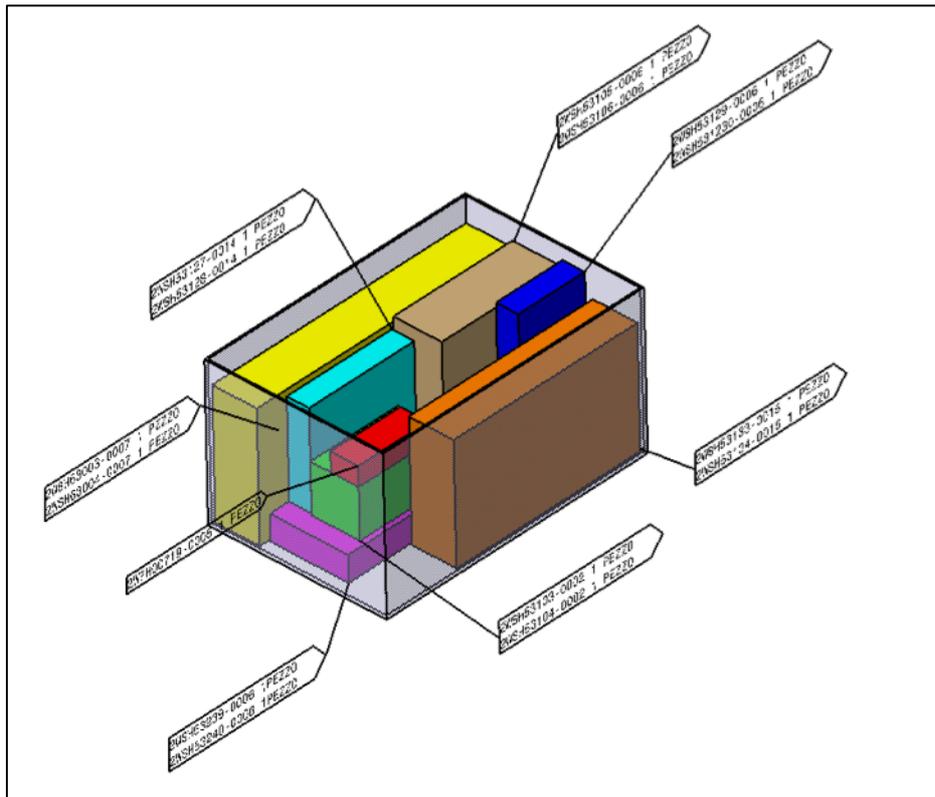


Figura 2

Questa gabbia invece è stata modellata per poter spedire due serie di ogni pezzo alla volta, ognuno inserito singolarmente in un cartone.

Le dimensioni di ingombro della cassa sono state ricavate andando a posizionare i pezzi in modo tale da minimizzare gli spazi. Si è perciò trovato:

1490x910x1410 mm

Queste dimensioni tengono conto anche degli ingombri dati da possibili elementi di protezione nei cartoni.

6.4.2.3 Modellazione cassa 4 serie

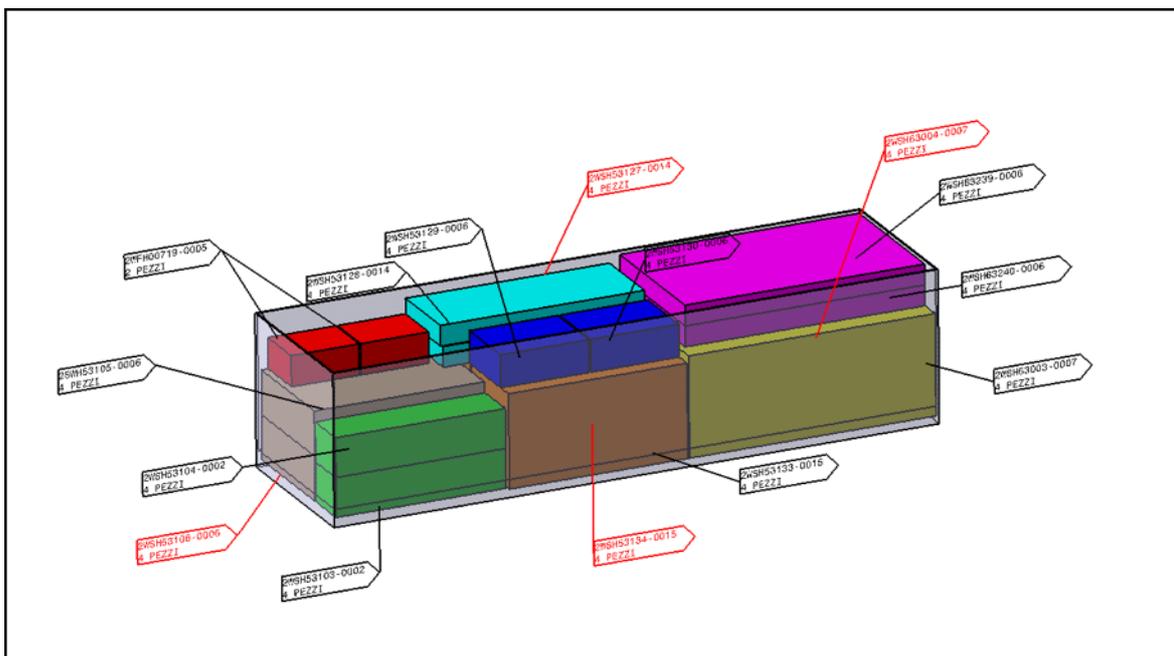


Figura 3

Quest'ultima gabbia infine è stata modellata per poter spedire quattro serie di ogni pezzo alla volta, ognuno inserito singolarmente in un cartone.

Le dimensioni di ingombro della cassa sono state ricavate andando a posizionare i pezzi in modo tale da minimizzare gli spazi. Si è perciò trovato:

3560x890x1000 mm

Queste dimensioni tengono conto anche degli ingombri dati da possibili elementi di protezione nei cartoni.

Sarà poi necessario scrivere un'istruzione che aiuti gli operatori a posizionare i vari pezzi nella gabbia. Infatti, come già si può notare in Figura 3, i pezzi nascosti alla vista sono stati segnalati andando a colorare di rosso il loro Part Number.

6.5 Conclusioni

Il lavoro di questa tesi, come descritto ampiamente nell'introduzione, risulta essere stato la definizione di un modello generale aziendale per la definizione dell'imballo con conseguente modellazione dello stesso.

Si è riusciti a raggiungere questo obiettivo andando in primis a stilare una FMECA che ha evidenziato le possibili cause di danneggiamento del pezzo sia durante la fase di imballaggio e sia durante il trasporto. Si è perciò sviluppato un Workflow per dettare in maniera generica una serie di regole da seguire in modo da standardizzare il processo minimizzando gli errori e questa logica è stata implementata in un file Excel che, tramite l'inserimento di vari input, rielaborati attraverso formule, restituisce la tipologia di imballo esterno e di imballo interno. Il modello infatti dà risultati che seguono una logica lineare che però non tiene conto di tutti i possibili vincoli che hanno portato a "scontrarsi" con quelli dettati in modo particolare dall'ufficio Logistica e dall'ufficio Produzione che hanno forzato l'analisi generale. Inoltre, è stato e sarà sempre necessario effettuare un tuning dei parametri per ottimizzare e affinare il modello. Si sono però raggiunti gli obiettivi e, i risultati ottenuti finora, si sposano bene con lo storico dell'imballaggio della LMA confermando gli stessi.

Alcuni aspetti però verranno affinati e sviluppati nel tempo e ciò che ci si aspetta risulterà essere, in modo particolare:

- Studio approfondito dei gruppi di collettame;
- Sviluppo di un'istruzione dell'imballo da ricavare dal Workflow sia generale e sia specifica per ogni Part Number;
- Sviluppo di un sistema di replica di marcatura;
- Definizione di un catalogo contenente lo storico dell'imballaggio;
- Ottimizzazione del modello implementando i vincoli derivanti dagli altri enti.

Sitografia

- Polietilene espanso: <http://www.materieplastiche.eu/images/documenti/schede-tecniche-pe300-pe500-pe1000.pdf>
- Poliuretano espanso: http://www.poliuretano.it/Marchio_Ambientale_Poliuretano.html
- Sacchi in accoppiato barriera: <https://logismarketit.cdnwm.com/ip/eredi-caimi-sacchi-barriera-e-vci-anticorrosione-scheda-tecnica-barriera-754111.pdf>
- Film estensibile: https://it.wikipedia.org/wiki/Film_estensibile
<http://www.pieri-group.com/ST/26FIPAMAK26.pdf>

Ringraziamenti

Desidero ringraziare, innanzitutto, il Professor Paolo Maggiore per la sua disponibilità nei miei confronti e per avermi sostenuta durante questo mio lavoro di tesi. Ringrazio il Dott. Fulvio Boscolo per avermi dato fiducia e la possibilità di intraprendere il mio percorso di tesi presso la sua azienda, la LMA, formandomi anche a livello professionale. Ringrazio la mia famiglia. In modo particolare i miei genitori, Anna e Pasquale, e mia sorella Silvia, i quali hanno sempre creduto in me nonostante le difficoltà incontrate durante questo percorso, non facilissimo. Sono e saranno per sempre la mia àncora, le uniche persone che non mi tradiranno mai. Ringrazio il mio Piergiuseppe. Dal primo anno non mi ha mai lasciata sola, è sempre stato al mio fianco, ha condiviso con me le mie gioie e i miei dolori sempre con il sorriso. E' il mio ragazzo, il mio migliore amico, il mio confidente e la persona migliore che io potessi avere al mio fianco. Ringrazio i miei nonni: nonno Pasquale e nonno Fausto che mi guardano da lassù e fanno il tifo per me e le mie adorate nonna Angelina e nonna Lidia, da loro ho ricevuto tutto l'affetto che una nipote possa desiderare, rimpiango solo il fatto di non aver potuto condividere con loro tutto il tempo che avrei voluto. Ringrazio i miei zii, in modo particolare zia Maria e zio Dino (il mio tassista personale) che considero come "i miei genitori bis", mi hanno cresciuta e continuano a proteggermi come una seconda figlia dandomi un affetto immenso; ringrazio inoltre gli altri miei splendidi zii: zio Tonino e zia Francesca, zio Franco e zia Donatella e anche la nostra cara amica di famiglia Filomena che ha rappresentato, a Torino, la mia seconda casa. Ringrazio tutti i miei cugini, dai più grandi, Barbara, Marco, Claudia, Pasquale e Chiara, ai più piccoli, Anita e Fausto, i miei "angioletti", Rita Pia e Gaetano. Ringrazio Cinzia, Lorenzo e Davide, che mi hanno accolta trattandomi da subito come se fossi una figlia e dandomi un affetto immenso. I nostri cari amici Chiara, Vito e Annapia, dotati di una sensibilità e umiltà ineguagliabile, oramai fanno parte della mia famiglia. E ora tocca a lui: il grande Ludovico, uno dei ragazzi più intelligenti che io conosca e che ammiro tantissimo, anche se a volte non si percepisce. Ringrazio inoltre tutti i miei splendidi amici del collegio Onaosi con i quali ho condiviso quasi sei anni (o meno, ma si sa, conta il quid non il quantum) della mia vita: Alessandra aka La Cito, sempre al mio fianco dal primo anno, mi ha aiutata a crescere durante questo mio percorso senza mai abbandonarmi riuscendomi a capire nonostante la differenza di età. Abbiamo condiviso molte cose insieme e mai niente ci ha divise. Pierfrancesco

aka The King, un'amicizia nata dopo la mia laurea triennale, tra un pasticcino offerto e indicazioni, non tanto chiare, su come arrivare al Poli, un ragazzo splendido, molto intelligente (non per niente è una piccola marmotta) e ovviamente il più bello del collegio. Sara aka il Piccolo Fenicottero Rosa o Piccolo Cagnolino della Prateria, una piccola "paxerella", dotata di una grande sensibilità e intelligenza, conosciuta per caso in una serata primaverile nella cucina del primo piano intenta a sbucciare, senza molto successo, un tubero non ben definito. Sa far uscire il meglio di me ed è sempre pronta a porgere l'altra guancia. Marila aka Rilaz, con me da quasi cinque anni. Abbiamo condiviso tutto, dall'armadietto in cucina al bagno e anche se può sembrare dura fuori, ha una sensibilità enorme dentro che solo io sono riuscita a scovare. Francesca aka La Modoni, dolce e sensibile anche se quando parla in dialetto salentino può non sembrarlo, anche lei una mia amica storica del collegio, dalla risata contagiosa. Antonio aka Antony, il boss del collegio, nato per trascinare le folle grazie al suo forte carisma. Ho imparato a conoscerlo in quasi cinque anni ed è una persona dal cuore d'oro, sempre disponibile per tutto, anche se può non sembrarlo all'apparenza ma come si dice, non bisogna mai giudicare un libro dalla copertina. Francesco aka Il Dottore, uno dei miei più cari amici anche se conosciuto solo da quasi due anni. Tra di noi, e con tutti gli altri del gruppo, c'è subito stata una forte intesa ed è nata un'amicizia che sembra esserci da una vita. È una persona intelligentissima, con una forte personalità e una delle poche che io conosca così appassionata a così tante cose diverse: dalla politica alla meccanica quantistica, pur studiando processi stocastici, per esempio. Francesca aka Chicca, la mia piccola bambolina, sempre posata e a modo, magari a volte un po' con la testa che viaggia ma a me piaci così anzi mi correggo, mi piaci perché sei così. Davide aka Miro, il mio compaesano e mio amico da quasi tre anni, super simpatico e molto intelligente, cosa che non tutti hanno capito, tranne quando mi prende in giro per il mio accento, che sicuramente è comunque migliore del suo. Infine, ma non per ultimo, il mitico Antonino, un ragazzo che potrebbe sembrare spigoloso ma in realtà, dopo averlo conosciuto a fondo, si rivela tutto il contrario. Sono molto affezionata a lui in quanto suo punto di riferimento (l'ha detto lui non io ... eh!!!). Vorrei, inoltre, ringraziare i miei amici universitari: Stefania, la mia Stefy, conosciuta al primo anno di specialistica e con la quale è nata subito una saldissima amicizia, non pensavo di poter essere così compatibile con una persona fino a quando non ho conosciuto lei. Abbiamo fatto tutto insieme, riso insieme, pianto insieme e sono contenta che divideremo questo ultimo traguardo ... sempre ... insieme. Francesca, la Donati, la mia donna, un'amicizia lunga quasi cinque anni, una ragazza splendida, sempre disponibile, sempre al mio fianco ...

anche a distanza. Gabriele, il mio compagno storico di collegio e università, il mio primo “collega”, una persona solare, divertente, vicini anche nei momenti lontani e poi, ancora, Roberto, Ulisse, Giordana e Flavia. Volevo, inoltre, ringraziare tutti i miei “colleghi” dell’ azienda LMA, in modo particolare: Clemente, Gaetano, Paolo, Manuela, Ivan, Davide, Cinzia, Daniele, Massimo, Emanuele, Mirko e Carlo ma, soprattutto, due colonne: Roberto e Matteo. Non ci sono parole per descrivere quello che Roberto ha rappresentato per me durante questi sette mesi di tirocinio. È una spalla su cui appoggiarsi nei momenti di difficoltà, un motivatore, una persona validissima che mi ha seguita e supportata dal primo giorno, mai tirandosi indietro ad ogni mia richiesta di aiuto. Come gli dico sempre: “Mi supporti e mi sopporti !!!”. È un amico. E Matteo, anche lui sempre disponibile con me dal primo giorno, una persona competente che ammiro molto, se ho potuto continuare la mia tesi è anche grazie a lui dopo avermi spiegato il “cuci solido”. Anche lui mi ha sempre supportata e come Roberto mi ha aiutata a crescere professionalmente e lo sta facendo ancora adesso. Se l’azienda mi ha notata è stato grazie ai loro insegnamenti e al loro supporto. Vorrei, inoltre, sottolineare come io sia stata fortunata ad incontrare tutte queste persone stupende in LMA e in un momento che per me ha rappresentato il passaggio dall’università al mondo del lavoro. Mi fanno sentire a casa, mi hanno sempre fatta sentire una di loro trattandomi, dal primo giorno, con rispetto e alla pari. Vorrei ,infine, ringraziare Christian per avermi aiutato nella stesura della tesi.

Thank you, Merci, Muchas gracias, Danke, Obrigado, Obrigada, Mulțumesc, Dank je, Arigatò, Ευχαριστώ (Ephkharistò), Dziękuję (Gienkùie), Hvala, Děkuji, Go raibh maith agat, Shukran, Tashakkur, Xiexie, Spasiva, Teşekkür ederim, Tack, Kiitos, Takk, Tak skal du have!, Köszönöm, Tujechhe, Toda, Gratias tibi ago.

Grazie e ancora grazie dal profondo del mio cuore, a tutti voi e, non potevo sperare di avere al mio fianco persone migliori.

