

SUPPLY CHAIN MANAGEMENT NEL SETTORE AERONAUTICO CIVILE

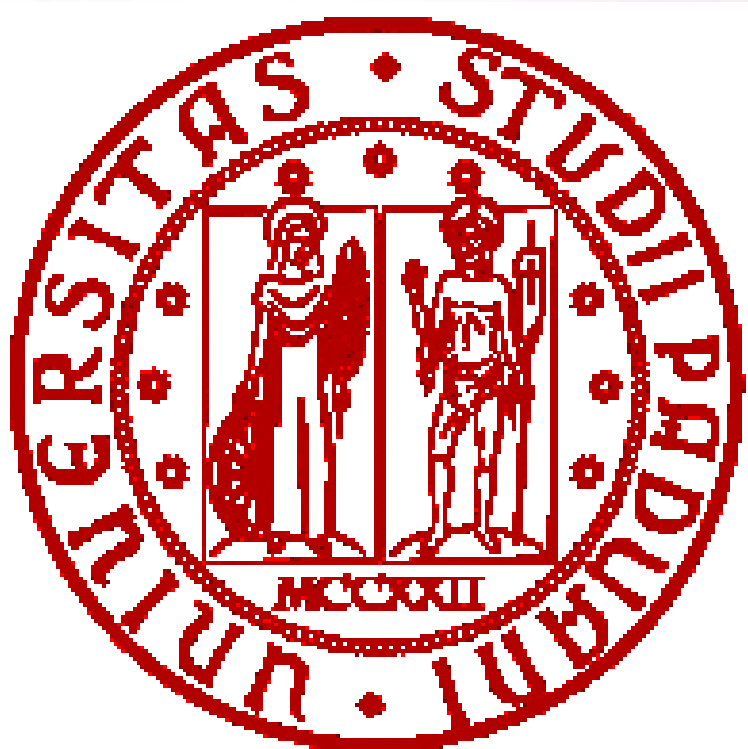
GABRIELE GUIDONI

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA

DTG – DIPARTIMENTO DI TECNICA E GESTIONE DEI SISTEMI INDUSTRIALI

CORSO DI LAUREA TRIENNALE - INGEGNERIA GESTIONALE

RELATORE: PROF.SSA PAMELA DANESE



SUPPLY CHAIN MANAGEMENT NEL SETTORE AERONAUTICO CIVILE

Foto in copertina: Logo Università degli Studi di Padova [2012]



INDICE

SOMMARIO.....	3
INTRODUZIONE.....	4
CAPITOLO 1: IL MERCATO AERONAUTICO CIVILE – SUPPLY NETWORK.....	6
1.1 EVOLUZIONE STORICA DELLE SUPPLY CHAIN NELL’AERONAUTICA CIVILE	6
1.2 ATTORI DEL MERCATO	9
1.3 INFLUENZA DEI SUSSIDI STATALI AI PROGRAMMI AEREI.....	14
1.4 EFFETTI DELLA CRISI ECONOMICA.....	16
CAPITOLO 2: OUTSOURCING E LEAN MANUFACTURING	19
2.1 OUTSOURCING	19
2.2 LEAN MANUFACTURING	22
CAPITOLO 3: CASO STUDIO – BOEING 787 DREAMLINER.....	24
3.1 GAME CHANGER.....	24
3.2 PROBLEMI DI SUPPLY CHAIN MANAGEMENT	29
CAPITOLO 4: STORAGE MANAGEMENT, MRP E FUTURO DEL MERCATO AEREO	32
4.1 INTRODUZIONE.....	32
4.2 STORAGE MANAGEMENT DECISION MAKING.....	32
4.3 ESEMPIO DI GESTIONE DELLE VITI NEGLI STABILIMENTI DI AIRBUS	38
4.4 MRP IN ALENIA.....	40
4.5 BOEING VISION 2016 E ANALISI DI AIRBUS DEL MERCATO AEREO FUTURO	44
CAPITOLO 5: CONCLUSIONI	48
BIBLIOGRAFIA.....	50

SOMMARIO

Il mercato aeronautico civile è un oligopolio con forti barriere tecnologiche e finanziarie in entrata e che richiede che gli attori utilizzino in modo coordinato sempre più una prospettiva di *network* nelle loro attività per rimanere competitivi. Questa orientazione si esplica attraverso l'utilizzo di: finanziamenti statali, tecniche di *outsourcing*, principi di *lean manufacturing*, software di *Storage Management*, VMI e MRP e in generale la volontà di costituire un *global supply network* integrato con vari subfornitori più o meno dedicati e specializzati in determinate attività o tecnologie. Tutto ciò deve andare di pari passo con previsioni il più precise possibile delle richieste che vengono dal punto di consumo di tale *network* per soddisfare prontamente necessità quali: aerei *cost-efficient*, attenzione per le tematiche ambientali e prodotti che garantiscano un'esperienza di volo il più confortevole possibile. In questo settore, molte volte espressione delle capacità tecnologiche di una nazione, essere i primi a introdurre una particolare tecnologia può richiedere investimenti enormi in ricerca, sviluppo, ingegnerizzazione e organizzazione della produzione ma può portare a risvolti economici, politici e sociali che analizzeremo e che compensano lo sforzo effettuato nel medio-lungo periodo. Tali *driver* della produzione saranno il fattore caratterizzante gli sviluppi futuri di questo mercato.

INTRODUZIONE

Il presente lavoro di tesi tratta un argomento vasto e complesso quale la gestione del *supply network* nell'ambito dell'industria aeronautica con particolare riferimento al settore civile, escludendo quindi il settore aeronautico militare e quello spaziale. Quest'ultima scelta è basata sulle conoscenze personali del settore dell'aviazione civile, sulla reperibilità facilitata di informazioni e dati facilmente riscontrabili e sulle chiare dinamiche di mercato interne e esterne alla tipica azienda operante in tale contesto le quali sono caratteristiche di *player* che operano con soggetti privati e non governativi, come invece avviene nel caso del settore militare e spaziale e che comporta varie particolarità che si discostano da quanto appreso a lezione.

La tesina è strutturata seguendo uno schema logico a quattro step/capitoli (+ uno conclusivo):

- 1) Presentazione del **mercato** aeronautico civile; breve descrizione sulla sua **evoluzione storica** con riferimento alle tipologie di **supply chain** succedutisi. Si descrive e commenta poi il mercato attuale con i vari tipi di **player**:
 - *leaders*: Boeing (USA), Airbus (EU),
 - *competitors*: Bombardier (Canada), Embraer (Brasile)
 - *followers*: United Aircraft Corporation (Russia), COMAC (Cina)

analizzando i legami tra di essi, le relazioni con i loro fornitori e con gli stati (fondamentale in questo mercato è il supporto dato dai **sussidi statali** a sostegno della *supply chain* dei nuovi programmi aerei) fornendo dati quantitativi (dichiarati dalle stesse compagnie sui loro siti) del segmento di mercato che possiedono, dei volumi di produzione annui realizzati e degli investimenti effettuati nella ricerca e nello sviluppo di nuove tecnologie. Segue commento sugli effetti che l'attuale **crisi economica** ha comportato in questo settore, corredato da valutazioni basate su dati numerici.

- 2) **Outsourcing e Lean Manufacturing**: l'*outsourcing* è una pratica ormai divenuta essenziale chiave di competizione e di relazione nel settore oggetto di studio. Se ne analizzeranno i più facilmente intuibili **pro** quali la riduzione dei costi che si sostenevano nel fare attività *inhouse* non fondamentali, l'aumento del livello di specializzazione nello svolgimento di certe attività, il *focus* da parte dell'azienda sulle sue *core competence*, lo sfruttamento di manodopera a basso costo per le mansioni meno qualificate, l'aumento della flessibilità dell'impresa,...etc.

ma allo stesso tempo anche i meno vistosi **contro** che si hanno nel lungo termine come il fatto che l'utilizzo per decenni di fornitori esterni all'occidente (soprattutto Estremo Oriente) da parte dei colossi dell'industria aeronautica abbia contribuito a trasferire le conoscenze e le abilità necessarie a permettere a questi paesi di sviluppare i loro programmi, contribuendo alla demolizione della *leadership* assoluta USA-EU nel settore. Importante inoltre è vedere come viene chiesto ai subappaltatori di assumere il ruolo di **partner risk-sharing** responsabili della progettazione dell'aeromobile.

Si discute inoltre il fondamentale ruolo ricoperto dall'**Italia** come paese estremamente attivo (soprattutto nella collaborazione con Boeing, iniziata da diversi decenni e che continua tutt'oggi) attraverso una delle aziende *leader* mondiali nelle lavorazioni nel campo aerospaziale: la Alenia (Dal 01/01/12 **Alenia Aermacchi**) impegnata nella progettazione, realizzazione, trasformazione e assistenza di una vasta gamma di velivoli e sistemi aeronautici nell'ambito di collaborazioni appunto con le più importanti industrie mondiali del settore.

Un paragrafo, come accennato, è dedicato ai principi della *lean manufacturing*, ossia la cosiddetta "produzione snella", che rivestono un peso sempre maggiore nelle *supply chain* dei produttori di aeromobili.

3) **Caso studio: il Boeing 787 Dreamliner.** Si presenta come Boeing ha saputo affrontare la competizione con Airbus creando un prodotto innovativo che si appresta a essere un vero e proprio “*game changer*” nell’aviazione commerciale grazie a importanti innovazioni quali:

- Utilizzo di compositi leggeri al posto di alluminio per la struttura primaria in percentuale molto maggiore rispetto ai precedenti aerei (50% contro il 12% dell’ultimo Boeing 777).
- **Consumo del 20% in meno di carburante** rispetto ad aerei di stazza simile. Questo è il fattore più importante che decreta il successo di questo aereo e lo ha fatto diventare l’aereo con più ordinazioni al lancio della storia.
- La fusoliera è realizzata a partire da pochi e grandi pezzi in fibra di carbonio con risparmio di decine di migliaia di pezzi.
- L’umidità maggiore nella cabina promette una esperienza di volo più confortevole.

...

Questo programma aereo è un caso studio oggetto di numerosissime trattazioni a causa della sua travagliata storia. Ha infatti incontrato **innumerevoli problemi** durante il suo sviluppo (che lo hanno portato ad essere in ritardo di ben 3 anni rispetto alle previsioni di consegna iniziali (2008) e molti miliardi di dollari oltre il budget preventivato) quali: **know-how** carente nel trattamento esteso dei compositi, ritardi nella fornitura dei materiali, approccio debole ad un *outsourcing* mai così esteso, problemi sindacali con la forza lavoro nei vari centri, incidenti in fase di test, problemi nell’assemblaggio, etc. Questi problemi di SCM sono stati risolti alla fine attraverso lo sforzo combinato della società e dei molti partner. Tutto ciò fa sì che il 787 rappresenti attualmente il programma più avanzato nel campo dell’aviazione civile che costituirà la soluzione di riferimento per lo sviluppo strategico delle compagnie aeree nei prossimi decenni.

4) **Storage management, MRP e futuro del mercato aereo:** Si conclude con l’analisi delle possibili pratiche volte al miglioramento della *supply chain* in questo settore: il livello di *outsourcing* da seguire, la **gestione ottimizzata dei materiali** (applicazione di un modello di *Storage management decision-making*) con un esempio relativo alla **gestione delle viti** tra gli stabilimenti di Airbus, le collaborazioni tra le aziende (*partnership, Joint venture, ...*), l’adozione di un *software MRP* da parte di Alenia, etc. Alla fine si fa un excursus sui **progetti futuri** che sono stati pianificati dalle aziende leader come Boeing (Boeing’s *Vision 2016*) e Airbus.

Ritengo che la tesina che mi accingo ad illustrare affronti e analizzi dei topic di essenziale dominio per la figura dell’Ingegnere Gestionale indipendentemente dalle sue specializzazioni e pertanto ben si adatta a mio parere alla conclusione del curriculum della Laurea triennale, garantendo una visione ampia ma concreta di concetti appresi a lezione.

Grazie,

Gabriele Guidoni

CAPITOLO 1: IL MERCATO AERONAUTICO CIVILE – SUPPLY NETWORK

1.1 EVOLUZIONE STORICA DELLE SUPPLY CHAIN NELL'AERONAUTICA CIVILE

Il mercato nel quale operano le aziende dedite alla fabbricazione di aeromobili (*aircraft manufacturers*) è caratterizzato da una forte competizione tra pochi attori (*player*) i quali presentano ciascuno complicate relazioni con fornitori e subfornitori di vario livello (*network* a monte) fino al punto di origine del *network* e meno complicati ma altrettanto vasti contatti con i loro clienti (*network* a valle), principalmente compagnie aeree che operano sul mercato del trasporto aereo passeggeri e/o sul cargo o enti governativi, fino al punto di consumo del *network*.

In primo luogo è necessario vedere l'evoluzione delle *supply chain* nella storia dell'aviazione commerciale:

Christen Rose-Anderssen et al. (2009) spiegano questa evoluzione tramite il cladogramma di figura.1.1.

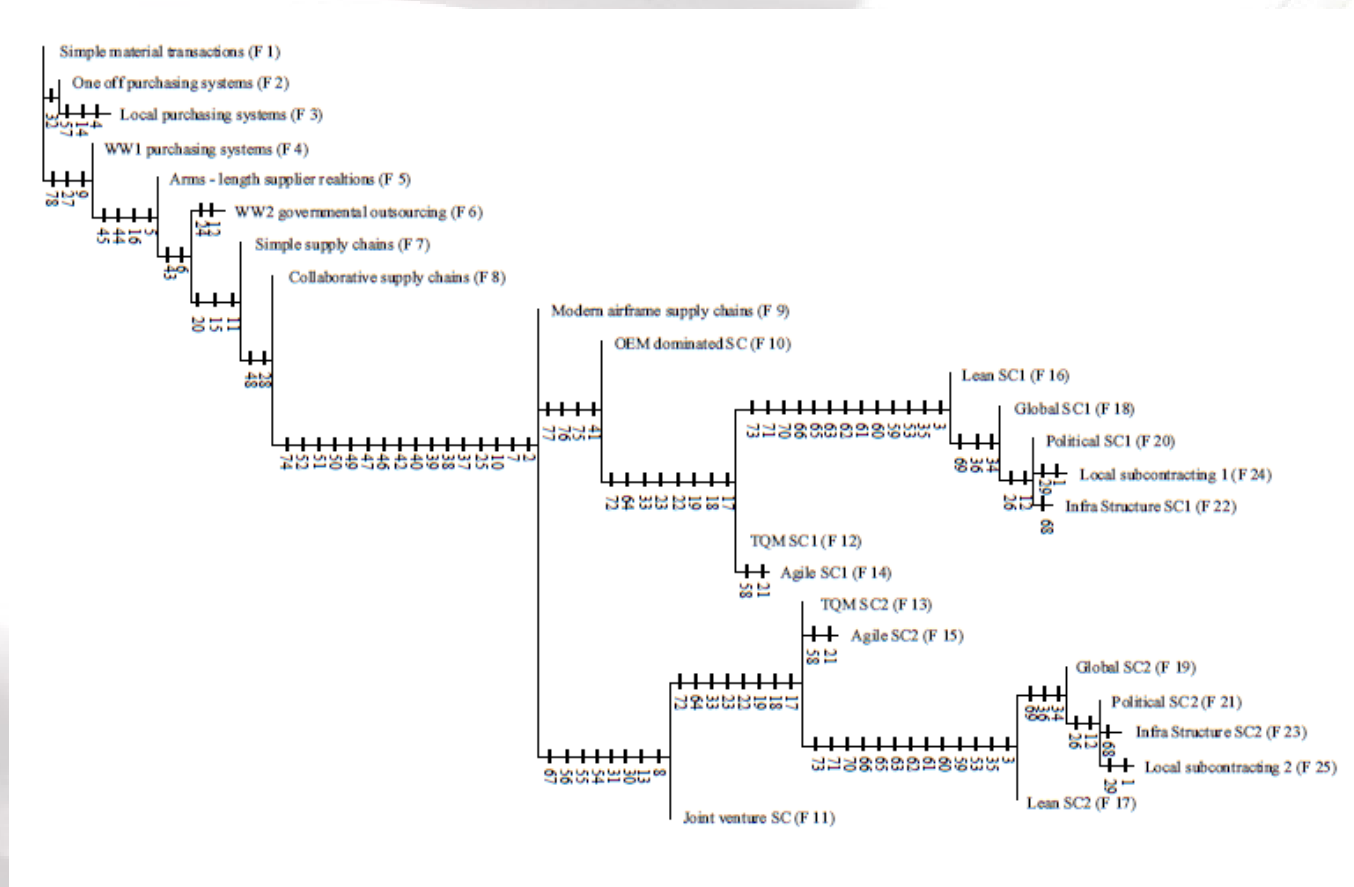


Figura 1.1. fonte: copiato da Christen Rose-Anderssen et al. (2009)

Sebbene il primo aereo fu inventato nel 1903 da Wilbur e Orville Wright, la produzione industriale di aerei si può dire sia iniziata attorno al 1910. Da quel momento in poi ci furono notevoli cambiamenti nel design, nelle tecnologie, nell'organizzazione e nelle metodologie di produzione soprattutto nel periodo delle due guerre mondiali. Il trasferimento delle tecnologie dall'ambito militare all'aviazione civile fu importante in questo sviluppo: ad esempio l'introduzione del motore radiale (stellare) presentò non pochi vantaggi in quanto il raffreddamento del motore avveniva così utilizzando direttamente l'aria generata dal movimento del velivolo o dell'elica senza rendere necessari sistemi di raffreddamento a liquido, con un notevole risparmio di peso. Il motore a reazione (o motore a getto) diede poi notevole impulso a nuovi sistemi di produzione.

- 1903-1910: Il primo periodo dell'aviazione vedeva semplici transazioni di materiali (F1) tra costruttori di aerei e fornitori di materiali.
- 1900-1910: gli *one off-purchasing systems* (F 2) soddisfacevano la domanda di singoli aerei per privati.
- 1910-WWI: Adozione dei *local purchasing systems* (F3) caratterizzati da bassi livelli di integrazione e obbiettivi di breve termine con materiali, in quanto comuni, acquistati localmente.
- WWI: *WWI purchasing system* (F4). L'outsourcing deciso dal governo porta alla selezione dei fornitori. L'impiego di personale tecnico in guerra non fa evolvere le tecnologie presenti ma permette uno sviluppo dei ruoli e delle responsabilità all'interno dell'azienda.
- WWI-WWII: *Arms length supplier relations* (F5). Le relazioni con i fornitori sono equitarie ed essi sono indipendenti. Vengono introdotte e sviluppate tecniche di management e implementate tecniche organizzative studiate nel corso della guerra. Surplus di aerei, crollo della domanda appena dopo la prima guerra, grande crescita della stessa in prossimità della seconda e selezione dei fornitori solo in base al prezzo caratterizzano questo periodo.
- WWII: *WWII governmental outsourcing* (F6). Essenziale fu l'ampia condivisione di informazioni tecniche e il subappaltare intere sezioni e sistemi aziendali.
- WWII-1950: *Simple supply chains* (F7). Si delineano le prime vere *supply chain* in quanto i produttori ricercano fornitori e subappaltatori in un mercato più ampio. Nascono le prime forme di *Supply Chain Management* (SCM).
- 1950-1960: *Collaborative supply chains* (F8). Cominciano ad instaurarsi relazioni collaborative tra acquirenti (produttori di aerei) e fornitori nell'interesse di entrambi.
- 1960-1975: *Modern Airframe supply chains* (F9). Gli OEM (*Original Equipment Manufacturer*), ossia i produttori di aerei, fanno fare all'esterno solo ciò che è facilmente imitabile. Inoltre per evitare la dipendenza da un unico fornitore preferiscono affidarsi a più fornitori. La collaborazione si estende anche tra continenti come il caso della Rolls-Royce, che fornisce sia produttori di aerei Europei che Americani, insegna. Ci si focalizza maggiormente sulle capacità di comunicazione tra l'interno e l'esterno dell'azienda.

Punto di biforcazione del Cladogramma:

USA:

- 1975-1980: *OEM Dominated SC* (F10). Negli USA rimaneva alto il dominio dei buyer sui fornitori e il costante monitoraggio di quest'ultimi.
- 1980-1990: *TQM SC1* (F12). Si introducono l'insieme di tecniche e di regole che incorporano il concetto di controllo qualità TQM (*Total Quality Management*). Focus sul prodotto, selezione di fornitori sulla base della qualità e non più sul prezzo.

- 1990-1995: *Agile* SC1 (F14). Forte calo della domanda di aerei ma crescente collaborazione mondiale. Si investe maggiormente in singole collaborazioni con fornitori di alto livello qualitativo in modo da proteggere le conoscenze aziendali dai *competitors*. Nasce l'utilizzo di consegne JIT (*Just In Time*) per ridurre i costi delle giacenze a magazzino, permesso soprattutto dalla grande evoluzione e integrazione delle tecnologie ICT. Si sviluppa una cultura del continuo miglioramento della SC secondo i principi della *lean manufacturing* di cui parleremo più avanti. I *supply network* devono essere perciò flessibili e dinamici. Si noti che Agile ha un'accezione diversa da *flexible* in quanto essere flessibili significa essere veloci nel cambiare qualcosa di già progettato/studiato, mentre essere agili significa essere veloci nel rispondere ai cambiamenti attesi per il futuro.
- 1995: *Lean* SC1 (F16). Nascono SC improntate sulla filosofia industriale della *lean production* ("produzione snella").
- 1995-2000: *Global* SC1 (F18). Approccio più aggressivo al mercato globale con incorporamento di fornitori provenienti da paesi dove ci sono rilevanti acquisti di aerei. Si assiste ad un ritorno ad alcune caratteristiche delle SC della WWII quali il subappalto di intere sezioni e sistemi aziendali.
- 2000-2012: *Political* SC1 (F20). La politica determina direttamente ed indirettamente il successo delle SC ponendo vincoli contrattuali con i fornitori dei rispettivi paesi esteri, promuovendo i programmi degli OEM del proprio paese e creando nello stesso eventuali barriere ai rivali.

EUROPA:

- 1975-1980: *Joint Venture* SC (F11). Questo periodo vede la nascita di un nuovo consorzio europeo, Airbus, che si appresta così ad affrontare quello che fino ad allora era stato il monopolio Americano. Questa nuova azienda si basa su una filosofia decentralizzata di *decision-making* per raggiungere livelli più alti di integrazione.
- 1980-1990: TQM SC2 (F13). Analogo a TQM SC1.
- 1990-1995: *Agile* SC2 (F15). Analogo a *Agile* SC1.
- 1995: *Lean* SC2 (F17). Analogo a *Lean* SC1.
- 1995-2000: *Global* SC2 (F19). Analogo a *Global* SC1.
- 2000- 2012: *Political* SC2 (F21). Analogo a *Political* SC1. (Es. A380)

Da notare come il nuovissimo Boeing 787 di cui si approfondirà dettagliatamente lo studio nel capitolo 3 sia passato da una *North American* OEM-dominated SC (F10) al ramo delle *Joint Venture* SC(F11). Questo è stato possibile in quanto si è dovuta ridisegnare intorno ad esso una nuova SC con fornitori diventati *risk-sharing partners* dell'OEM. Si può quindi affermare secondo C. R. Anderssen et al. (2009) che le OEM-dominated SC (F10) stanno diventando obsolete e che la futura evoluzione delle SC nell'industria aeronautica è facile continui dal ramo delle *Joint Venture* SC (F11).

1.2 ATTORI DEL MERCATO

Il mercato dell'industria aerospaziale è di tipo oligopolistico - Emilio Esposito e Renato Passaro, (1997) - : è caratterizzato da due principali *leader*, Boeing e Airbus, e due *competitor*, Bombardier e Embraer, con la nascita di due *follower* negli ultimi anni, UAC e COMAC. Esso prevede barriere tecnologiche, finanziarie e commerciali all'entrata che ne fanno uno dei mercati più impenetrabili.

Boeing



Figura 1.2. fonte: copiato da Boeing (2012)

The Boeing Company è la maggiore compagnia aerospaziale del mondo. Nasce a Seattle, WA, USA, nel 1916 ed è pioniere in questo campo e più grande costruttore al mondo di velivoli commerciali e militari. Boeing "ha il suo quartier generale a Chicago [figura 1.2. Boeing, 2012] ed è uno dei maggiori esportatori degli Stati Uniti in termini di fatturato (68,7 miliardi di dollari nel 2011), con clienti in più di 90 paesi. I suoi oltre 170.000 dipendenti sono dislocati in circa 70 paesi [Boeing Italia, 2012]".

Richard L. Nolan (2012) ritiene che l'evoluzione di Boeing da *start-up company* nel 1916 a una compagnia da 36 milioni di dollari di fatturato nel 1934, ad un miliardo di dollari nel 1954 e ad oltre 50 miliardi di dollari all'inizio del XXI sec. sia avvenuta attraverso 5 fasi [figura 1.3.] tramite un cambiamento nel *business model* orientato sempre più all'aspetto globale con una struttura meno integrata verticalmente ma più orizzontalmente cercando di sfruttare le proprie abilità e esperienze su un numero ristretto di *core activities* e facendo in *outsourcing* le restanti.

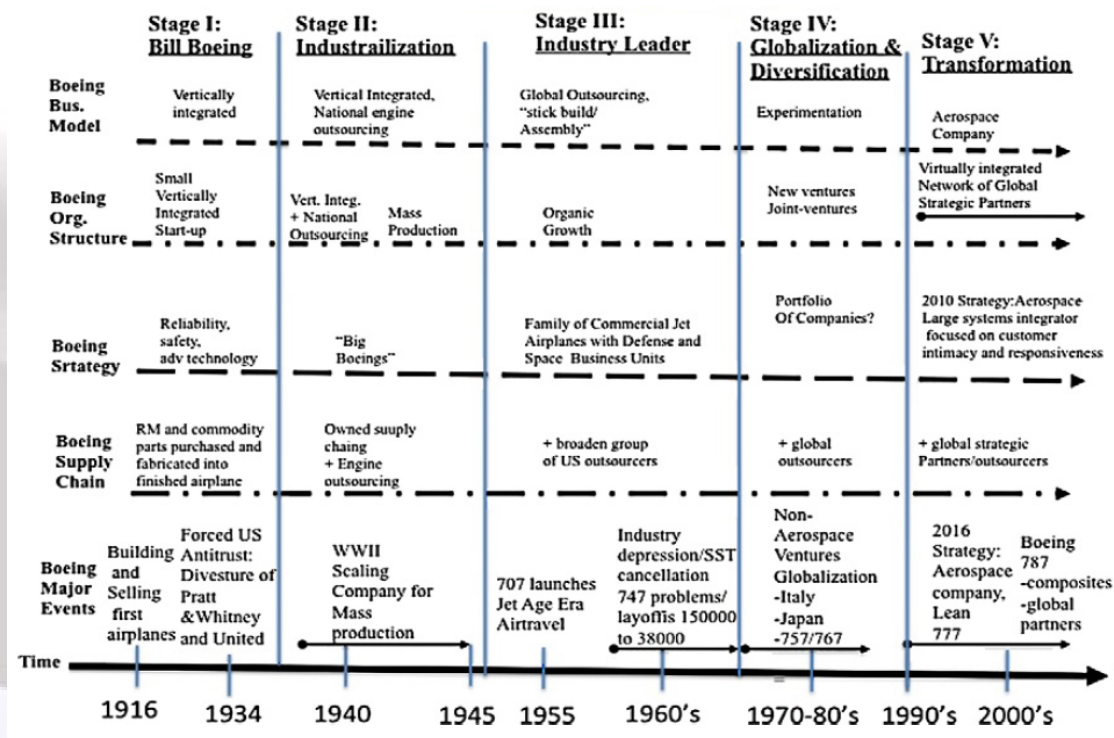


Figura 1.3. fonte: copiato da Richard L. Nolan (2012)

Airbus

Airbus è leader nella produzione di jet di linea ad utilizzo commerciale e di cargo per il trasporto militare, con più di 40 anni di esperienza. Nasce nel dicembre del 1970 con sede a Tolosa ed è di proprietà di EADS, leader nell'industria aerospaziale, nella difesa e nei servizi aerei. EADS è presente in tutti i continenti con una forza lavoro di 119.000 persone. All'interno di EADS, Airbus conta 55.000 impiegati con consociate in USA, Cina, Giappone e nel medio Oriente, centri di ricambio ad Amburgo, Francoforte, Washington, Pechino e Singapore, centri di addestramento a Tolosa, Miami, Amburgo e Pechino e più di 150 uffici servizi nel mondo. Airbus fa affidamento sulla cooperazione industriale e sulle *partnership* con grandi compagnie e opera in un *supply network* che conta 1.500 fornitori in 30 paesi diversi. Ad oggi Airbus attira a se quasi la metà di tutti gli ordini di aerei commerciali. [Airbus, 2012]



Figura 1.4. fonte: Airbus (2012)

In figura 1.4. [Airbus, 2012] l'A380, uno dei più grandi aerei passeggeri al mondo per dimensioni e il più grande per numero di passeggeri.

Segue in tabella 1.1. un riassunto degli ordini e delle consegne effettuati da Airbus dalla sua nascita fino a Giugno 2012

	A300/A310	Single aisle	A330/A340/A350	A380	Total
Total orders	816	8518	2118	257	11709
Total deliveries	816	5166	1262	77	7321
Aircraft in operation	489	5014	1242	77	6822

Tabella 1.1. Ordini/Consegne Airbus fonte: copiato da Airbus (2012)

Bombardier

Bombardier è l'unico produttore sia di aerei che di treni, è presente in più di 60 nazioni con 76 siti di produzione e ingegnerizzazione per un totale di 70.000 unità di personale (33.600 dedicate al settore aviazione). Ha sede a Montreal, Canada, e nell'anno fiscale conclusosi il 31 dicembre 2011 ha raggiunto un fatturato di 18.3 miliardi di dollari. Sebbene non svolga il ruolo di *leader* nel mercato degli aerei di linea per tratte internazionali e nazionali lo è invece nel mercato dei *business jet* e dei trasporti regionali. [Bombardier, 2012]



Figura 1.5. fonte: copiato da Bombardier (2012)

La figura 1.5. [Bombardier, 2012] presenta alcuni dati storici che evidenziano come si presenta oggi sul mercato Bombardier, mentre la figura 1.6. [Bombardier, 2012] sottolinea i miglioramenti fatti nel corso di tre anni in merito alle consegne nei tempi prestabiliti di aeromobili, una caratteristica tutt'altro che banale nel mercato aeronautico odierno.

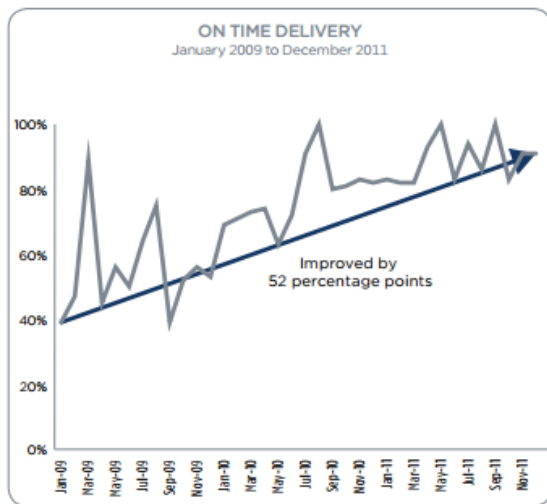


Figura 1.6. fonte: copiato da Bombardier (2012)

Embraer

EMBRAER DATA WINMERGE

Number of Employees (Mar 12)	17,629*
Firm order backlog (1Q12)	US\$ 14.7 billion
Net sales (3M12)	US\$ 1,156 million (IFRS)
Net Income (3M12)	US\$ 63 million (IFRS)

*Number does not include employees of its subsidiaries not-full, OGMA and HEAL.

Tabella 1.2. Dati Embraer fonte: copiato da Embraer (2012)

Risulta essere il terzo produttore di LCA al mondo e il quarto se vengono considerati i *business jet*, inoltre è il più grande esportatore di prodotti industriali del Brasile, rappresentando un punto di riferimento per lo sviluppo tecnologico del paese e immagine della potenza economica crescente brasiliana.

Creata il 19 Agosto del 1969, Embraer – Empresa Brasileira de Aeronáutica, era inizialmente un'azienda a capitale misto sotto il controllo del governo brasiliano ma fu poi privatizzata nel 1994.

Nelle seguente tabella 1.2. e figure 1.7., 1.8., 1.9. [Embraer, 2012] sono evidenziati rispettivamente i dati su: fatturato, personale, consegne di aeromobili e *global business*.

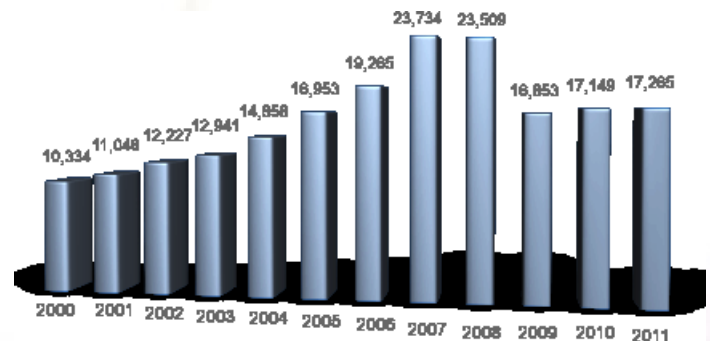


Figura 1.7. fonte: copiato da Embraer (2012)

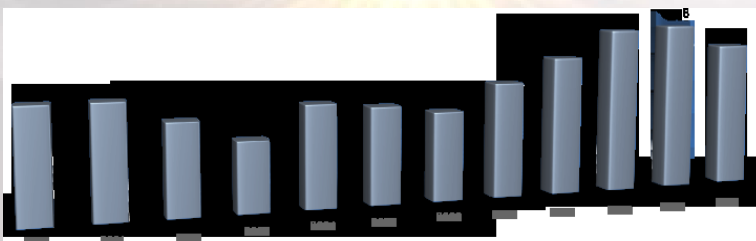


Figura 1.8. fonte: copiato da Embraer (2012)

Embraer è strutturata con un *network* integrato e fa lavorare all'esterno la maggior parte dei sub-assemblati per trarre vantaggio dagli investimenti dei fornitori che condividono anche essi i rischi, in quanto *risk-sharing partners*, e che fanno diminuire i costi rispetto a analoghe lavorazioni in proprio.

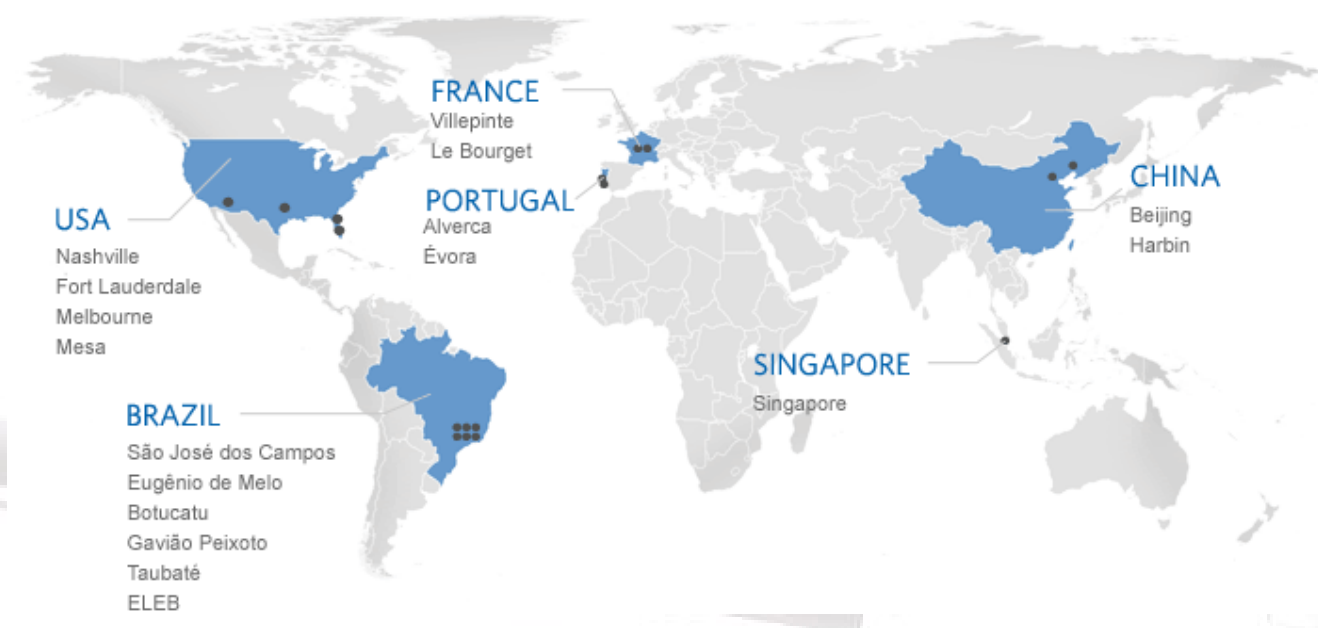


Figura 1.9. fonte: copiato da Embraer (2012)

United Aircraft Corporation

La Joint Stock Company Objedinjennaja Aviastróitjelnaja Korporatsija (OAK) o in inglese United Aircraft Corporation (UAC) è stata registrata il 20 Novembre 2006 su iniziativa del governo russo raggruppando alcune tra le più importanti industrie aeronautiche e aerospaziali russe quali Sukhoi, Ilyushin, Tupolev, Antonov, Mikoyan, Irkut, Yakovlev, Beriev, etc.

UAC possiede titoli azionari nelle compagnie suddette e in altre come evidenziato in tabella 1.3. che si riferisce al momento della costituzione di UAC:

JSC "Aviation Holding Company Sukhoi"	100%
V/O "Aviaexport"	15%
JSC "Ilyushin Finance K"	38%
JSC "Komsomolsk-on Amur Aircraft Production Association named after Yu. Gagarin"	25.5%
JSC "Ilyushin Interstate Aircraft-building Company"	86%
JSC "Nizhny Novgorod Aircraft building plant SOKOL"	38%
JSC "Novosibirsk Aircraft Production Association named after V.P. Chkalov"	25.5%
JSC "Tupolev"	90.8%
JSC "Finance Leasing Company"	58%
JSC "Scientific and Production Corporation "IRKUT"	80.09%

Tabella 1.3. Costituzione azionaria UAC fonte: adattato da UAC (2012)

Il capitale sociale di UAC consisteva in 96.72 miliardi di rubli al momento della costituzione della corporazione.

A seguito di ulteriori acquisti di azioni nei vari anni UAC è riuscita a raggiungere un capitale sociale di 204.62 miliardi di rubli. La Federazione Russa detiene oggi l'83.18% del capitale sociale di UAC.

Di seguito in figura 1.10. [UAC, 2012] è schematizzata la struttura della corporazione in base alle quote azionarie delle compagnie detenute.

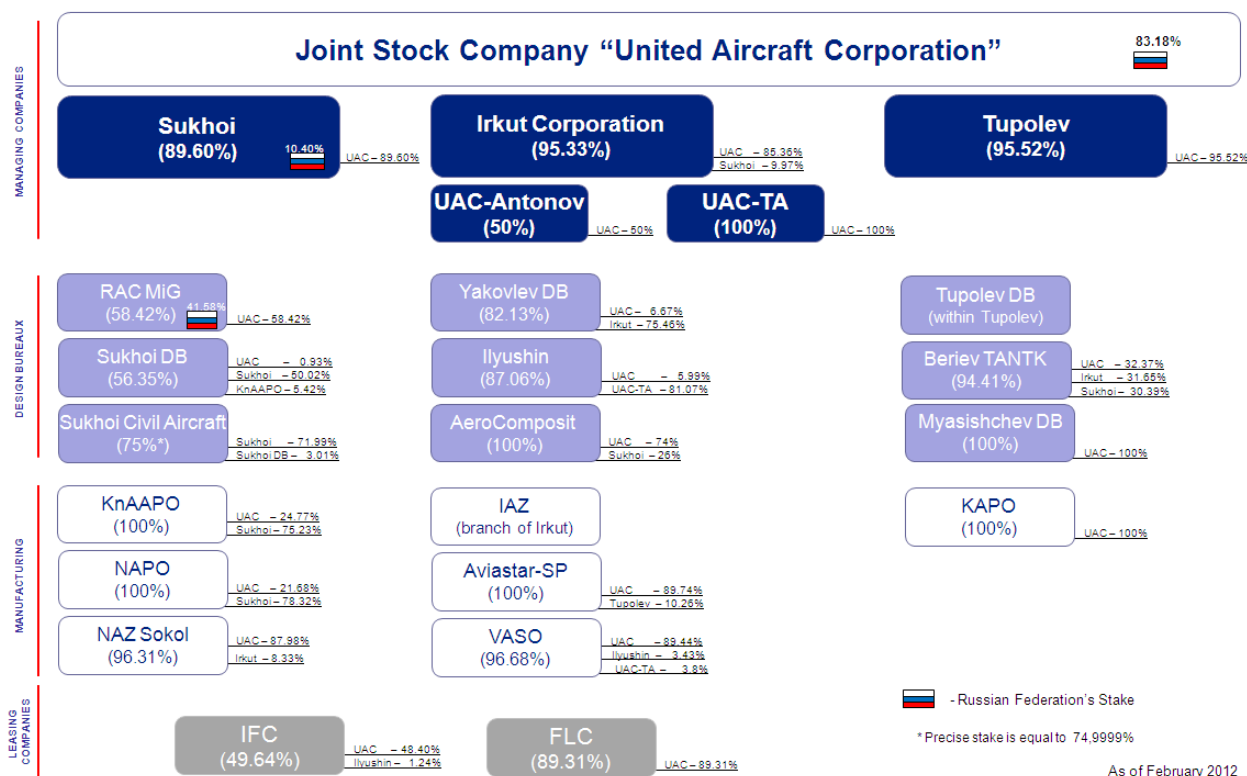


Figura 1.10. fonte: copiato da UAC (2012)

COMAC



Figura 1.11. fonte: copiato da COMAC (2012)

COMAC – Commercial Aircraft Corporation of China, Ltd. – è un produttore industriale nel settore aerospaziale di proprietà del governo cinese. La sua fondazione è avvenuta l'11 Maggio 2008 a Shanghai, Cina, dove ha la sede [figura 1.11. COMAC, 2012]. Possiede un capitale registrato di 19 miliardi di RMB. La sua funzione è quella di essere il principale veicolo di implementazione di programmi per grandi aerei passeggeri in Cina.

La compagnia è costituita da sei organizzazioni: COMAC Commercial Aircraft Co., Ltd. (ACAC), Shanghai Aircraft Design and Research Institute (SADRI), Shanghai Aircraft Manufacturing Co., Ltd. (SAMC), Shanghai Aircraft Customer Service Co., Ltd., Beijing Civil Aircraft Technology Research Center (BCATRC) e Shanghai Aviation Industrial (Group) Co., Ltd. (SAIGC).

COMAC adotta un "airframer-suppliers model", ossia delega le lavorazioni sullo "scheletro" dell'aereo a terzi e si focalizza sulla progettazione, sull'assemblaggio finale e sulla fabbricazione dell'aeromobile occupandosi anche del marketing, dell'assistenza ai clienti e dell'ottenimento delle certificazioni. COMAC aderisce ai principi dello "sviluppo con caratteristiche cinesi" ed è intenzionata a produrre presto, indipendentemente, un aereo passeggeri di grande stazza.

1.3 INFLUENZA DEI SUSSIDI STATALI AI PROGRAMMI AEREI

L'industria aeronautica commerciale, afferma David Pritchard (2010), è stata per lungo tempo il singolo settore più importante dell'economia statunitense in termini di esportazioni, ma negli ultimi anni questo settore è diventato sempre più dipendente dalle importazioni come testimonia la crescita del livello di scambi commerciali intra-industriali (dovuta all'importazione di componenti e subassemblati). Inoltre, continua Pritchard, i paesi che stanno sviluppando il loro settore aerospaziale hanno attuato esplicite politiche industriali a vantaggio dei loro processi produttivi e delle loro tecnologie. I loro governi, compagnie e personale condividono una visione comune nello sviluppo delle capacità necessarie a competere nel mercato globale, capacità che l'industria statunitense è riuscita a raggiungere solo dopo accordi di co-produzione, *joint ventures*, etc. che nel lungo termine hanno però indebolito la stessa industria USA.

Si è assistito alla nascita dei cosiddetti *offset agreements* ossia accordi commerciali volti ad una compensazione nel mercato LCA (*Large Commercial Aircraft*, ossia aerei con più di 120 passeggeri) che consistevano nella garanzia dell'acquisto di aerei da parte del paese interessato in cambio della partecipazione alla produzione (il primo caso è di McDonnell Douglas con la Jugoslavia nel 1972).

Questi accordi portarono spesso un trasferimento di conoscenze tecniche nelle aree dove venivano realizzati i prodotti.

Di notevole peso sull'industria statunitense fu l'introduzione e l'espansione di Airbus, che nel 2003 arrivò ad ottenere il 50% di tutti gli ordini di aerei commerciali del mondo decretando la fine del dominio assoluto americano.

A causa di tale crisi del settore americano, molti subappaltatori e famose aziende produttrici nel campo dell'aeronautica quali McDonnell Douglas e Lockheed Corporation uscirono dal *business* lasciando Boeing come unico produttore di aerei degli interi USA.

David Pritchard (2010) individua le cause di tali problemi nel minor costo del lavoro nei mercati emergenti e nelle politiche di sussidio avviate dai governi di alcuni paesi a sostegno delle proprie industrie di aeronautica.

Nel 1989 lavoravano in questo settore 1.331.000 persone contro i 657.000 del 2008.

Airbus godeva all'inizio di una copertura finanziaria del 100% da parte dell'UE sui suoi nuovi programmi aerei ma nel 1992, dopo anni di scontri con Boeing sulla validità di tali sussidi, viene ratificata l'EU-US Large Aircraft Agreement che limita i sussidi statali al 33% del costo di un nuovo programma aereo. Nel 2004 Gli US uscirono dall'accordo e si diede per scontato che il contributo statale dovesse essere portato allo 0%.

Si osserva intanto una crescente competizione nel mercato degli LCA, in particolare dei *single-aisle* (detti anche *narrow-body*) *aircraft*, dove Cina, Canada, Russia e Brasile stanno tentando di minare il duopolio US-Europa grazie anche all'aiuto dei rispettivi governi.

L'organizzazione che sovrintende gli accordi commerciali tra gli stati e le industrie in questo settore è la famosa World Trade Center Organization (WTO) o Organizzazione Mondiale del Commercio (OMC). Essa è più volte intervenuta nelle dispute che si sono avute tra gli stati membri per quanto riguarda i sussidi a favore delle proprie industrie aeronautiche come evidenziato anche in tabella 1.4 e 1.5. dove sono riassunte, per ogni paese analizzato, le varie politiche di supporto ai programmi aerei sulla base di dati forniti da David Pritchard (2010). In tabella 1.5. è evidenziato il contributo italiano al settore.

PAESE				
INFLUENZA DELLO STATO	EUROPA	CINA	CANADA	RUSSIA
	1992 l'EU-US Large Aircraft Agreement limita i sussidi statali al 33% del costo di un nuovo programma aereo	Five-Year Plans (2001-2005) & (2006-2010); 2008 Nascita di COMAC (Commercial Aircraft Corporation of China Ltd.)	1996 Technology Partnership Canada (TPC), programma di supporto alla ricerca e allo sviluppo delle proprie industrie nel settore aeronautico. Illegale per il WTO, fu rimpiazzato dal Strategic Aerospace and Defense Initiative (SADI) con cui le industrie possono ricevere fino al 30% dei costi di progetto. Bombardier stima di richiedere 468 milioni di dollari al governo federale Canadese e alla provincia del Quebec	La Joint Stock Company UAC creata nel 2006 è direttamente controllata dal governo russo

Tabella 1.4. Influenza Stato/Sussidi 1

PAESE				
INFLUENZA DELLO STATO	BRASILE	GIAPPONE	ITALIA	MESSICO
	Embraer ha beneficiato in passato del sistema governativo finanziario per l'esportazione chiamato Proex, il quale offriva agli acquirenti degli aerei Embraer prestiti diretti o degli interessi livellati in base ai sussidi. Il Canada riuscì poi a farlo considerare dal WTO illegale	1958 Aircraft Industry Promotion Law che ha contribuito alla realizzazione del Japan's International Aircraft Development Fund. Ciò permise di dare sussidi ai fornitori giapponesi della Boeing ripagandoli con royalties. Mitsubishi Heavy Industries sta cominciando a produrre aerei con sovvenzioni di 1 miliardo di dollari	La politica per l'industria aeronautica è di fornire supporto finanziario negli investimenti per la ricerca/sviluppo e nella produzione. Boeing (come McDonnell Douglas in passato) ha sfruttato i benefici finanziari statali anche nel programma di lancio del nuovissimo 787 avvalendosi della collaborazione di Alenia Aermacchi (nata il 1° gennaio 2012 dalla fusione delle aziende del settore aeronautico di Finmeccanica in una sola società), uno dei leader mondiali tra i first tier supplier delle OEM.	Cerca di dare supporto finanziario e di promuovere la propria industria aerospaziale attraverso Pro Mexico, un' istituzione per lo sviluppo internazionale. In Messico esistono circa 200 aziende che operano nel settore aerospaziale con un personale totale di 27000 unità. Bombardier sta facendo fabbricare tutti i componenti strutturali primari in Messico. Aernnova Aerospace S.A., Cessna Aircraft Company e Goodrich Corporation stanno realizzando stabilimenti in Messico che produrranno subassemblati di alto valore

Tabella 1.5. Influenza Stato/Sussidi 2

1.4 EFFETTI DELLA CRISI ECONOMICA

Si vuole ora esaminare gli effetti che ha avuto la recessione economica degli anni 2008-2009 sull'industria aeronautica. Brian Pearce (2012) sostiene che le economie dei paesi emergenti si sono riprese velocemente dalla crisi economica già nel 2009 in una forma tipica di recessione a "V" se si guarda l'*output* industriale; al contrario le economie occidentali già sviluppate hanno avuto una ripresa più lenta con livelli di *output* e entrate ben al di sotto dei valori pre-recessione. Ciò può essere efficacemente sintetizzato nel diagramma di fig.1.12. [Brian Pearce, 2012].

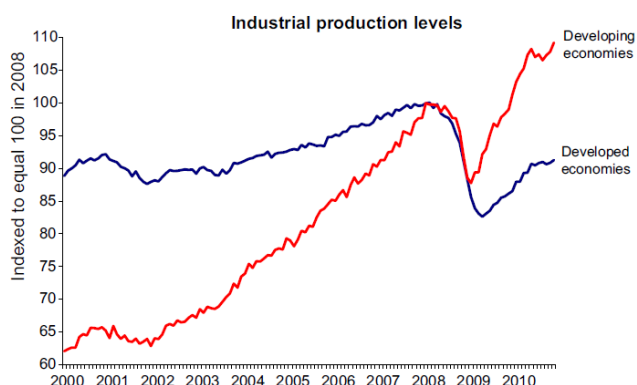


Figura 1.12. fonte: copiato da Brian Pearce (2012)

A dispetto dei problemi sul debito che affliggono molti membri dell' Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), la crescita nella recessione a "V" dei paesi in via di sviluppo ha guidato la ripresa dell'intero settore dell'aviazione commerciale sia per quanto riguarda la domanda che la fornitura. All'inizio del 2010 le compagnie aeree affermavano di avere buone aspettative riguardo ad una ripresa dei profitti sui valori pre-recessione come dimostrano i dati raccolti dalla IATA, International Air Transport Association, e riportati da B.Pearce (2012) nella figura 1.13.

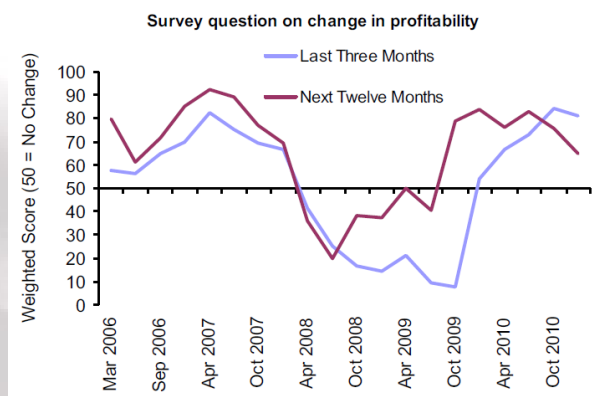


Figura 1.13. fonte: copiato da Brian Pearce (2012)

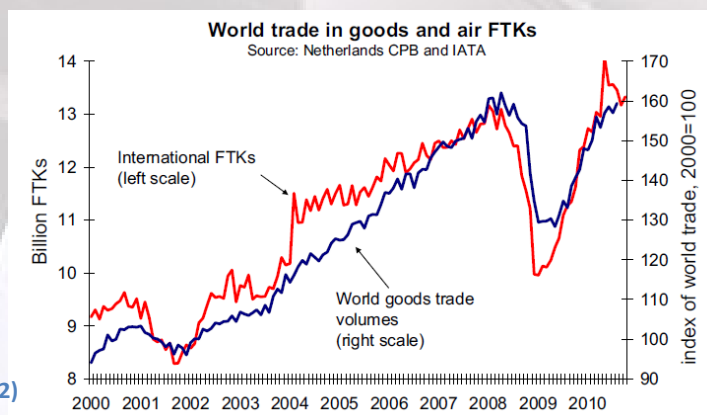
economie forti.

Questo andamento dell'indice è tipico di periodi post-recessione, quando il trasporto aereo diventa la scelta principale per la movimentazione veloce di merci a dispetto della tradizionale pratica attraverso navi container, chiaramente dispendiose di un maggior tempo.

Figura 1.14. fonte: copiato da Brian Pearce (2012)

A causa dell'importanza del mercato viaggiatori per le economie già sviluppate e il mercato cargo per i paesi in via di sviluppo questi diversi sviluppi economici hanno contraddistinto il modo in cui l'industria aeronautica si è ripresa nel periodo post-recessione. Le politiche di *austerità* introdotte da molti governi hanno il probabile effetto però di deprimere la crescita economica con il conseguente allungarsi del tempo necessario alla ripresa del mercato aereo che si origina da questi paesi.

Il primo ramo del settore aeronautico a riprendersi a seguito della recessione fu il trasporto aereo di merci [vedi fig.1.14. [B.Pearce (2012)]] il quale offriva così un primo indice del potenziale grado di ripresa delle economie mondiali. Le tonnellate di carico trasportate per chilometro (FTKs – *Freight Tonne per Kilometers*) ricominciarono a crescere dopo aver toccato il loro punto più basso nel Febbraio 2009, circa 4 mesi prima che il commercio mondiale raggiungesse il suo livello minimo e due mesi prima che lo facesse la produzione industriale delle



Le aziende di distribuzione sono disposte quindi a pagare di più la movimentazione delle merci per via aerea per avere una più rapida rotazione delle scorte nelle *facilities* di produzione e nei *retail outlets* per anticipare o perlomeno inseguire la ricrescita economica.

Il mercato aereo passeggeri invece si riprese solo dopo parecchi mesi rispetto al mercato del trasporto aereo merci

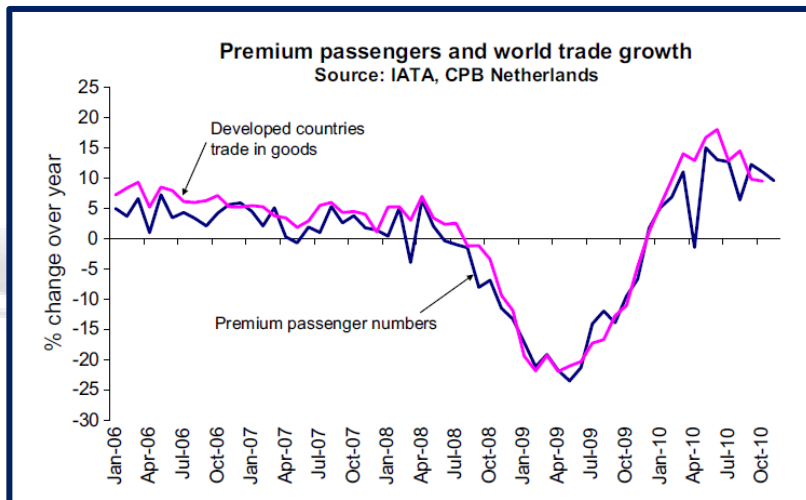


Figura 1.15. fonte: copiato da Brian Pearce (2012)

numero di passeggeri *business* che ha convertito abitudine e si è adattata a viaggiare in *economy*, il che suggerisce un aumento dell'elasticità del prezzo. Tutto ciò è presentato in figura 1.15. [B.Pearce, 2012] dove si capisce che il declino avuto dai viaggi *business* è stato di tipo ciclico, non strutturale, e che viene presto superato dopo la crisi economica.

La natura spiccatamente geografica della ripresa è visibile anche nel diagramma di figura 1.16. [B. Pearce, 2012] che mostra una divergenza sostanziale tra il mercato aereo considerando o meno l'apporto asiatico a quello europeo/nord-americano riflessione, come già discusso, delle economie di queste zone geografiche. Ulteriore divergenza riscontrabile è con il segmento asiatico/medio-orientale che sembra non aver conosciuto crisi, grazie anche al successo di compagnie quali Fly Emirates, Etihad Airways, Qatar Airways, etc. che offrono ai viaggiatori sempre più collegamenti tra Europa, Asia e America sfidando le altre compagnie sul loro territorio andando direttamente a raccogliere passeggeri in tutto il mondo e non solo fornendo scali in medio-oriente.

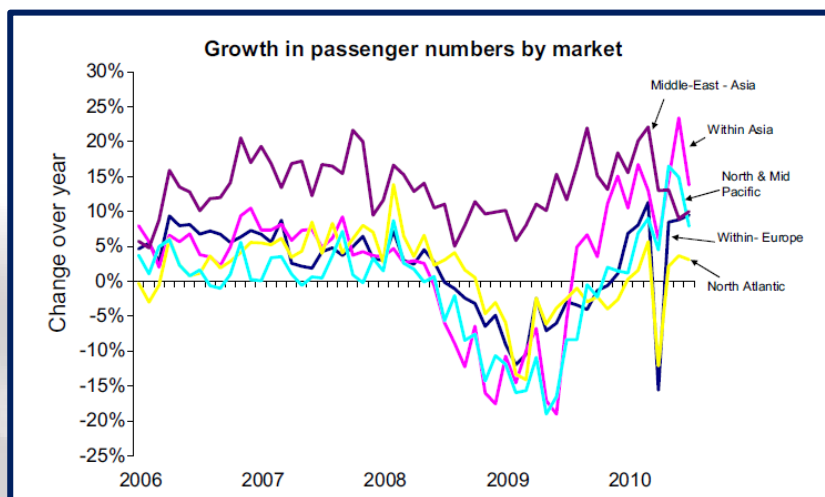


Figura 1.16. fonte: copiato da Brian Pearce (2012)

In un'industria *capital intensive* quale quella aerea, dove ci vuole in media un dollaro di capitale investito per generare 1 dollaro di fatturato annuo, l'utilizzo di tutti gli *assets*, ossia le risorse economiche, in proprio possesso è critico per generare profitti. Tuttavia i costi associati a questi *assets* sono ampiamente fissati nel breve termine perciò quando il loro utilizzo finisce il fatturato annuo diminuisce più velocemente di quanto possono essere tagliati i costi.

Le compagnie aeree dovendo cercare di ristabilire la situazione economica pre-recessione hanno attuato una riduzione della capacità del loro trasporto passeggeri e cargo e cancellato il numero maggiore possibile di ordini di aerei limitatamente ai loro obblighi contrattuali. In questo modo si è visto un aumento delle flotte aeree pari solo all'1% in tutto il 2009. [B.Pearce, 2012]. Diminuire la capacità della flotta aerea e ritornare ai dati economici pre-crisi è

uno scenario raggiungibile solo riducendo l'utilizzo degli aerei stessi in termini di ore di volo giornaliere medie, ciò che fecero le principali compagnie aeree occidentali.

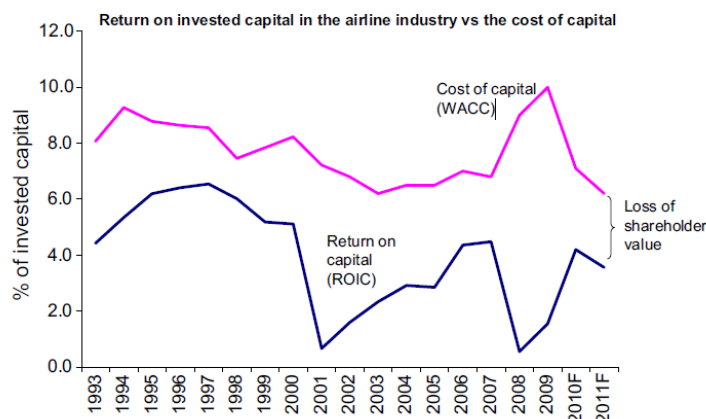


Figura 1.17. fonte: copiato da Brian Pearce (2012)

Tenendo conto dell'andamento del ritorno medio sul capitale investito (ROIC - *Return On Invested Capital*) nell'industria aeronautica si nota che cade ben al di sotto del costo del capitale (WACC - *Weighted Average Cost of Capital*) anche in anni economicamente buoni come espresso dal diagramma di figura 1.17. [B.Pearce, 2012]. A seguito della recessione il ROIC sta tornando a crescere ma difficilmente riuscirà a colmare il *gap* persistente con il WACC.

In conclusione si può dire che la domanda del trasporto aereo si è dimostrata resistente di fronte a questa crisi, la più profonda dal 1930, e l'industria aeronautica è riuscita a ritornare ai livelli pre-crisi nel giro di 18 mesi dal punto più critico toccato nei primi mesi del 2009; Il trasporto aereo passeggeri rimane un tipo di mercato elastico e le *business supply chain* globalizzate continuano a dipendere principalmente dai servizi *cargo*.

Un organizzazione di rilevanza internazionale nel settore aeronautico come la IATA (International Air Transport Association) che rappresenta 240 compagnie aeree, ossia l'equivalente dell'84% del traffico aereo globale, e che si occupa di controllare l'industria aerea di modo che vengano ridotti i costi e migliorata l'efficienza dei suoi membri e inoltre si impegna nel servire le compagnie associate facendo in modo che i passeggeri e le merci possano viaggiare nel mondo in modo semplice anche negli scali aeroportuali come se l'intricato *network* di compagnie aeree fosse semplificato ad un'unica compagnia che opera in un singolo paese, ha analizzato i profitti del mercato aereo in relazione al prodotto interno lordo (PIL o GDP - *Gross Domestic Product*) mondiale e il risultato è espresso nel diagramma di figura 1.18. [IATA, 2012]

Da questo diagramma si evincono i seguenti punti [IATA, 2012]:

- La crescita economica del sistema è debole
- I profitti per l'industria sono correlati in modo stretto anche se non perfetto con il PIL
- L'elevato prezzo del carburante non è un problema quando la crescita è forte
- La crescita è ora vicina al punto in cui i profitti si trasformano in perdite

Questo ci fa concludere che se l'economia globale non uscirà presto dalla crisi economica il settore aeronautico, che ha saputo risollevarsi velocemente dal suo periodo critico come pochi altri, potrebbe tornare in una situazione di difficoltà con prevalenza di perdite rispetto ai profitti.

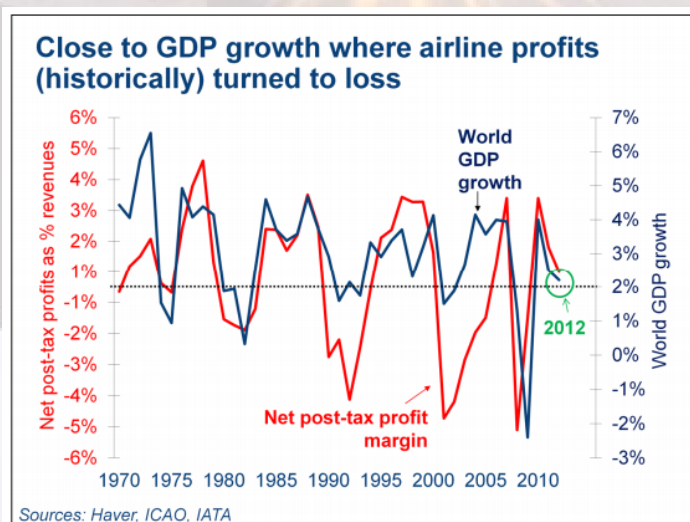


Figura 1.18. fonte: copiato da IATA (2012)

CAPITOLO 2: OUTSOURCING E LEAN MANUFACTURING

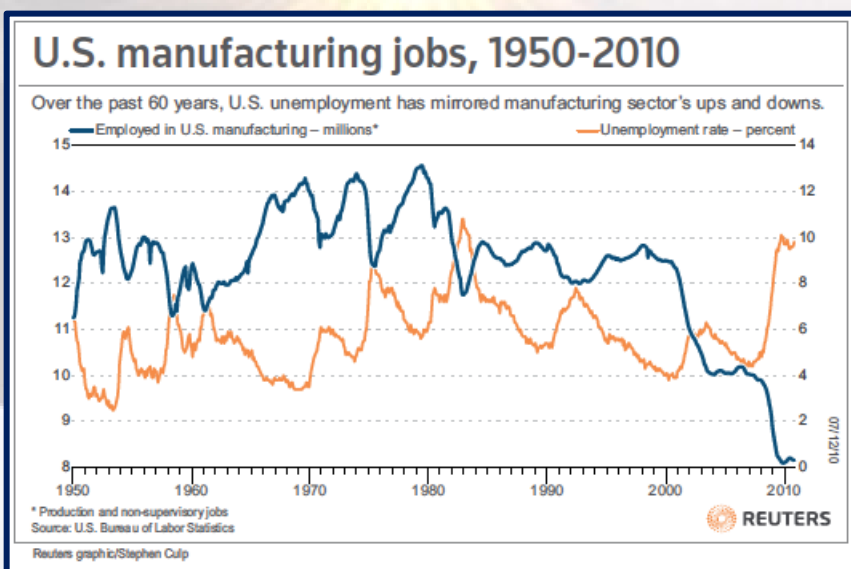
2.1 OUTSOURCING

L'*outsourcing* (in italiano esternalizzazione) significa nel linguaggio economico il ricorso, particolarmente frequente in campo telefonico e telematico, da parte di un'azienda, a un'altra azienda esterna, per la fornitura di taluni servizi che non è economico effettuare in proprio [Treccani, 2012]. La rilevanza dell'*outsourcing* nella realtà industriale appare evidente analizzando la maggior parte dei mercati: sempre più aziende infatti cercano di espandere il loro *supply network* al di fuori dei confini nazionali e continentali sfruttando la capacità produttiva di altre imprese industriali specializzate in particolari lavorazioni (*driver* qualitativo), per potersi così dedicare in modo più "snello" (*lean*) solo al loro *core business*, o che semplicemente permettono di fornire un servizio/lavorazione che se effettuato internamente avrebbe inciso maggiormente in termini di costi (*driver* di costo) (ad es. perché il costo della manodopera è più elevato per l'azienda che decide di produrre tutto internamente nel proprio paese).

Di fondamentale importanza è che spesso l'azienda che esternalizza coinvolge attivamente le aziende *partner* nella sua *supply chain* facendole assumere il ruolo di *risk-sharing partners*, ossia investendo anche i terzisti delle responsabilità derivanti dal loro lavoro. Ciò costituisce un punto di forza della *supply chain* che diventa sempre più integrata legando gli obiettivi di successo di tutte le aziende insieme ma costituisce anche fonte di difficoltà relazionali e organizzative in *supply network* spesso molto estesi.

L'Industria aeronautica non costituisce in ciò un'eccezione. Infatti, tutti i principali *manufacturers* di questo settore si avvalgono di terzisti dedicati e comuni provenienti da tutto il globo, stabilendo con essi contratti spesso di lungo termine (anni) in quanto gli aerei essendo relativi ad un settore *hi-tech* richiedono lavorazioni di qualità eccellente garantita anche da un rapporto fiduciario elevato con il terzista.

Alan MacPherson e David Pritchard (2007) sostengono che le relazioni di subappalto del tipo *build-to-print*, ossia di lavorazioni customizzate secondo le specifiche richieste dal cliente, sono state rimpiazzate nel settore aeronautico da un "*system integration model of production*" che prevede la richiesta ai terzisti di svolgere operazioni di progettazione e compiti prettamente ingegneristici nello sviluppo dell'aeromobile con l'effetto di un profondo cambiamento nella struttura e nella geografia della produzione commerciale aerea. Gli stessi studiosi sostengono che ciò sia alla base di un processo di trasferimento di conoscenze di proprietà dell'OEM ai *risk-sharing partners* che sta portando questi ultimi a diventare così tecnicamente abili nell'industria aeronautica da pensare di produrre aerei in proprio e diventare competitors dei loro precedenti committenti. Da ciò deriva un importantissimo effetto sociale: la perdita di lavoro per personale qualificato esperto in design, ingegneria e ricerca/sviluppo nei paesi dei committenti. Il diagramma in figura 2.1. [Kyle Peterson, 2011] riporta a questo proposito il drastico calo dell'occupazione nel mercato industriale statunitense nel corso di 60 anni.



Appare chiaro quindi che sebbene si tratti di una strategia logica da un punto di vista finanziario, l'*outsourcing* sottintende una tacita "infusione" di conoscenze tecniche e scientifiche ai terzisti che ha portato Alan MacPherson e David Pritchard (2007) a chiedersi se ciò potrà portare un impatto sempre positivo sul lungo termine all'industria aeronautica commerciale occidentale o è la base di quello che loro chiamano "*strategic destruction of the North American and European Commercial Aircraft Industry*". A questo proposito Tzu-Ching Horng

Figura 2.1. fonte: copiata da Kyle Peterson (2011)

(2007) riporta una divisione sul tipo di trasferimento di conoscenze proposta da Kogut e Zander (1996), Nelson e Winter (1982) che separa le conoscenze di una compagnia in due tipi: esplicite e tacite. Le conoscenze esplicite sono state o possono essere articolate, codificate e immagazzinate in opportuni media (comuni forme di conoscenza esplicita sono i manuali, i documenti, le procedure, etc.). Le conoscenze esplicite possono essere comunicate esternamente senza perdita di integrità una volta che le regole sintattiche richieste per decifrare le informazioni sono conosciute.

Al contrario, la conoscenza tacita è difficile da codificare, porre su documenti, comunicare, descrivere, replicare od imitare. Tuttavia, come riporta Tzu-Ching Horng (2007) da Nokana (1994), la conoscenza tacita può determinare un vantaggio competitivo sostenibile per un'organizzazione industriale.

Il bagaglio intellettuale che è stato maturato dai primi *manufacturers* in questo settore attraverso molte esperienze e ricerche per decine di anni può essere trasferito, nella trasformazione di aziende come Boeing, Airbus e Bombardier da *manufacturers* a *system integrators*, ai *first-tier risk-sharing partners* facendo potenzialmente diventare gli storici OEM non più veri e propri produttori di aerei ma semplicemente grandi venditori attenti solo alla fase commerciale.

Come vedremo nel capitolo 3, dedicato al caso studio del Boeing 787, è da notare come per la produzione di tale aereo Boeing abbia adottato un *system integration mode of production* che vedeva il design e la fabbricazione distribuiti lungo un *network* internazionale di *risk-sharing partners*. Allo stesso modo Airbus e Bombardier programmano di usare questo *business model* per lanciare i loro ultimi programmi aerei (A350XWB e C-Series) perché questo particolare modello ha vantaggi finanziari indiscutibili: permette di investire meno capitale nei nuovi programmi aerei rispetto ai tradizionali programmi auto-finanziati caratteristici di questa industria e questo comincia a diventare sintomatico della dipendenza dai *risk-sharing partners*. Il fatto che Boeing abbia utilizzato l'*outsourcing* per il 90% della produzione del suo nuovo 787 è una riprova della tendenza attuale nell'industria aeronautica.

Un altro effetto dell'*outsourcing* è però dannoso anche per i *suppliers* occidentali (EU,USA) in quanto sempre più spesso i *risk-sharing partners* sono aziende provenienti dalle cosiddette "*low-cost regions*" (Cina, Russia, India) dell'East e Far East che godono di supporto finanziario governativo come discusso nel precedente capitolo. Alan MacPherson e David Pritchard (2007) riportano una dichiarazione in merito fatta da Richard Aboulafia del Teal Group, un team di professionisti che forniscono analisi affidabili, dettagliate e indipendenti del mercato industriale aerospaziale e della difesa [Teal Group, 2012], che sostiene che i russi non offrono nulla di unico dal punto di vista tecnologico, ma Airbus necessita di distribuire i costi e poiché c'è il denaro del governo russo disponibile, i russi possono essere sicuramente utili a ciò.

Allo stesso tempo Boeing ha investito un miliardo di dollari in programmi cooperativi con la Russia, comprendenti anche lo sviluppo del Boeing Moscow Design Center che supporta 1.300 ingegneri russi.

I costi relativi all'*outsourcing* dell'ingegnerizzazione in Russia sono per Boeing di circa 15 dollari l'ora, pagati al Design Bureau del terzista Ilyushin con un introito per il singolo ingegnere russo di circa 10 dollari l'ora [Alan MacPherson e David Pritchard, 2007]. I vantaggi sono evidenti se paragonati al costo di un ingegnere americano, stimati intorno ai 100.000 dollari l'anno (salario, straordinari, indennità e pensione). Il lavoro fatto a Mosca dagli ingegneri per Boeing è svolto utilizzando la stessa piattaforma software usata negli uffici di Chicago e Seattle e, anche se il livello di complessità del lavoro risulta minore, sul lungo termine è possibile che l'industria aerospaziale russa acquisisca quel *quid pluris* che le serve per incrementare il suo *know-how* e diventare un grande *competitor* come sta cercando di fare con la *joint stock company* United Aircraft Corporation, UAC.

In Cina analogamente decine di anni di cooperazione industriale con i maggiori colossi dell'industria aeronautica hanno aiutato ad acquisire le competenze produttive di base in molti settori chiave. Il governo Cinese ha anche attuato la politica di non avere linee produttive competitive per gli stessi "aerei occidentali" di taglia *single-aisle* (ossia a corridoio singolo). I fornitori occidentali avranno probabilmente bisogno di una strategia che, ad esempio riguardo a Airbus, permetta loro di avere almeno una *facility* il più vicino possibile alla fabbrica di quest'ultima a Tianjin e allo stesso tempo dia loro accesso agli incentivi sugli investimenti, i quali abbasserebbero significativamente i costi della suddetta *facility* in loco.

Secondo Alan MacPherson e David Pritchard (2007) il trasferimento di *work packages* (ossia progetti) ingegneristici di basso valore diminuirà i costi di sviluppo e eviterà i dazi d'importazione del 23% sui prodotti lavorati dai cinesi a supporto della *joint venture* di Airbus. Non c'è dubbio, continuano i due studiosi, che ci si attende che i fornitori trasferiscano tecnologie ai loro *partner* cinesi o a *facility offshore* che saranno utilizzate dalla Cina per sviluppare i suoi piani di produzione di aerei di taglia *two-aisle* (a doppio corridoio) ed entrare come *competitor* nel mercato.

Per quanto riguarda il Giappone esiste la Japanese Aircraft Development Corporation (JADC) creata grazie alla promulgazione della legge Aircraft Industry Promotion Law (AIPL) del 1958 che ha costituito un fondo, l' International Aircraft Development Fund (IADF), a supporto della corporazione suddetta.

I partner principali della JADC sono le *heavy industries*, ossia le industrie pesanti, di Mitsubishi (MHI), Kawasaki (KHI) e Fuji (FHI). Il governo giapponese sovvenziona i fornitori connazionali che lavorano per Boeing e la collaborazione continua per molti anni ha permesso all'industria aeronautica giapponese di ricevere tecnologia in cambio di contratti a prezzo pressochè fisso. I giapponesi, al contrario dei cinesi, hanno investito molto in tecnologie di alto valore nella loro cooperazione con le industrie occidentali.

Il primo programma di collaborazione risale agli anni '70 con la produzione della fusoliera del Boeing 767 in modalità *build-to-print*, ossia con specifiche di produzione dettate dal cliente.

Japan Industrial Cooperation Programs

Assembly/Part	Program	Source/Offset
Fuselage Panels	A321	Airbus Europe
Fuselage Panels	CRJ700/900	Bombardier Canada
Fuselage Tubes	767 & 777	Boeing USA
Wings (Composite)	787	Boeing USA
Wings (Metal)	Global Express	Bombardier Canada

Tabella 2.1. fonte: copiato da Alan MacPherson e David Pritchard (2007)

Boeing 787) alla realizzazione di strutture in materiali compositi pronte all'assemblaggio nella *assembly facility* di Boeing a Everett nello stato di Washington.

In tabella 2.1. [Alan MacPherson e David Pritchard, 2007] vengono illustrati alcuni progetti appaltati a fornitori giapponesi che determinano il trasferimento di tecnologie dalle OEM occidentali.

Negli ultimi anni si nota tuttavia una diminuzione delle lavorazioni svolte da fornitori giapponesi per i *manufacturer* occidentali e Alan MacPherson e David Pritchard (2007) sostengono che il Giappone ha la sicurezza in se tale da poter diventare nel breve futuro un player rilevante nel mercato dei *regional jet* dato che MHI ha già finito di progettare il Mitsubishi Regional Jet, il cui inizio produzione è atteso per quest'anno (2012).

Il progetto di costruire il primo *jet* passeggeri interamente giapponese richiederà circa 1 miliardo di dollari di fondi, di cui fino al 30% deriveranno da sovvenzioni governative. Tale progetto sarà realizzato grazie alle conoscenze apprese nelle lavorazioni sul Boeing 787 citate precedentemente e che porteranno il paese, grazie alle conoscenze sull'utilizzo dei materiali compositi, verso il futuro del mercato aeronautico con produzioni in pochi anni tra i 30 e i 50 aerei [Alan MacPherson e David Pritchard, 2007].

In conclusione i *suppliers* occidentali si devono adattare ad abbassare i costi facendo *outsourcing* e/o *offshoring* della progettazione/design e della produzione in paesi in pieno sviluppo quali la Cina.

Attualmente è la prima volta nella storia dell'aviazione commerciale occidentale che il *system integration* model viene strutturato in modo tale da dare ai fornitori esteri il controllo sul design, sulla fabbricazione e sulla selezione dei subfornitori andando a minare seriamente il monopolio occidentale nella produzione aerea.

Una cosa curiosa è infine il fatto che l'*outsourcing* per le grandi compagnie non è dettato da un interesse nel minimizzare i costi totali di lancio per un qualsiasi programma aereo. Piuttosto, un obiettivo più significativo è tagliare i costi unitari per tali *manufacturers* e diffondere il rischio finanziario su tutta la *supply chain*.

Inoltre è noto che l'integrazione dei sistemi nell'industria aeronautica tende a gonfiare i costi dei nuovi programmi aerei i cui costi extra non sono pagati dalle compagnie aeree o dai passeggeri ma dalle compagnie/agenzie pubbliche che finanziano i loro programmi di sovvenzione direttamente tramite la tasse. Da una prospettiva di *welfare* globale ciò che poteva sembrare una sorta di "pasto gratuito" in realtà non lo è affatto, in quanto qualcuno deve pur sempre pagare. [Alan MacPherson e David Pritchard, 2007].

Oggi il Giappone è il primo *partner* nella fornitura per il Boeing 787, lavorandone interamente le ali costituite da materiali compositi. Il fatto che il Giappone sia *leader* tecnologico nella lavorazione di materiali compositi è certamente una delle ragioni per la quale Boeing ha scelto di far realizzare il 35% del 787 in questo paese.

I miglioramenti nei processi e nelle tecnologie utilizzate per il 787 richiedevano capacità che solo il Giappone poteva esprimere in modo eccelso che vanno dall'approvvigionamento delle materie prime (Toray è l'azienda giapponese *leader* al mondo nella produzione di fibra di carbonio, materiale ampiamente usato per il

2.2 LEAN MANUFACTURING

La *lean manufacturing* (o “produzione snella”) consiste in un insieme di principi sviluppati dall’industria automobilistica giapponese, in particolare dalla Toyota tanto che ci si riferisce ad essa anche con il nome di “Toyota Production System” (TPS), che hanno come scopo il raggiungimento di una migliore qualità produttiva, minori costi e una reattività maggiore ai cambiamenti della domanda del mercato e che ha portato ad un successo storico riconosciuto globalmente. Questi principi hanno permesso di ridurre drasticamente le inefficienze nella *supply chain* favorendo uno scambio di informazioni completo tra i vari attori del *supply network* garantendo la sincronizzazione della produzione e risposte rapide al mutamento delle necessità del cliente.

I produttori di auto giapponesi hanno cominciato a diffondere tali principi nei loro *supply networks* formando una nuova struttura relazionale tra cliente e fornitore che permette di definire in modo chiaro e efficiente i costi, i prezzi e i profitti che si vanno a generare da questa collaborazione con un’ottica sempre volta al mutuo beneficio delle parti.

Tra questi principi quelli maggiormente seguiti dall’industria aeronautica americana ed europea con l’intento di emulare l’industria automobilistica giapponese sono stati l’istituzione di relazioni collaborative con i fornitori, la delega ad essi di un maggiore carico di responsabilità riguardanti il design e la fabbricazione dei componenti, l’integrazione rapida dei fornitori nello sviluppo del prodotto e il trasferimento di conoscenze tecniche e empiriche nel proprio *network* di fornitori.

Tzu-Ching Horng (2007) sostiene che attualmente un numero crescente di compagnie stanno adottando i principi della *lean manufacturing*, inclusi i principi e le pratiche di *lean supply chain management*, per affrontare la crescente richiesta di prodotti complessi ad altissimo livello tecnologico nella varietà più ampia possibile, la competizione del mercato e l’incertezza della domanda.

Le *partnership* cliente-fornitore basate sul cosiddetto “*Japanese-style*” sono fondate sui punti chiave riassunti in tabella 2.2. [adattata da Tzu-Ching Horng (2007)]:

N°	Principio chiave
1	Fornitori e clienti adottano costantemente un “win-win behaviour” cioè un comportamento nel mutuo interesse e nel rispetto dei principi di lealtà
2	Le attività strategiche sono fatte con l’obiettivo di rafforzare la fiducia tra cliente e fornitore
3	Sia i fornitori che i clienti si impegnano nell’onorare relazioni di lungo termine
4	I fornitori sono coinvolti nelle attività di sviluppo del prodotto sin dai primi momenti
5	C’è un flusso continuo e intenso di informazioni tecniche o di costo tra il cliente e i fornitori
6	Regole chiare stabilite insieme e una mutua assistenza tra le parti sono dei driver chiave per il miglioramento dell’efficienza, della qualità e della produttività in un’ottica di supply chain

Tabella 2.2. Principi Chiave di Lean Manufacturing fonte: adattata da Tzu-Ching Horng (2007)

Grazie all'utilizzo dei principi di *lean manufacturing* riguardanti la condivisione di responsabilità/informazioni e dell'*outsourcing* si riesce a gestire una *supply chain* come un unico sistema integrato. Ciò, riporta Tzu-Ching Horng (2007) da Davis (1993), rappresenta il modo migliore per aumentare la soddisfazione del cliente e elevare l'efficienza complessiva del canale.

I benefici dell'integrazione della *supply chain* possono essere riassunti come in tabella 2.3. [Tzu-Ching Horng, 2007, riporta Patterson et al., 2003]:

N°	BENEFICIO
1	Minimizzare il "bullwhip effect"*
2	Massimizzare l'efficienza nel condurre le attività lungo la supply chain
3	Minimizzare le scorte lungo la supply chain
4	Minimizzare i tempi di ciclo lungo la supply chain
5	Raggiungere un livello accettabile di qualità lungo la supply chain
6	Raggiungere un migliore design del prodotto

Tabella 2.3. Benefici Lean Manufacturing fonte: adattato da Tzu-Ching Horng (2007)

*il "bullwhip effect" o effetto "Forrester", che venne riscontrato per la prima volta da un'analisi sui pannolini per bambini venduti da Procter & Gamble, è il fenomeno nel quale le fluttuazioni negli ordini si amplificano in grandezza più ci si muove verso l'upstream network (network a monte) lungo la supply chain [Tzu-Ching Horng, 2007, riporta Hau, 1997, Sheffi, 2005]

L'implementazione di questi principi non è certo stata una attività rapida e semplice. Mark Venables (2005) riportando le parole di Mike Herscher, direttore dello stabilimento produttivo Boeing a Renton, ci ricorda che Boeing aveva cominciato nei tardi anni '70 ad utilizzare uno strumento manageriale chiamato *Quality Circles*, simile al *Kaizen Blitzes* sviluppato in Giappone da Kaoru Ishikawa improntato sul continuo miglioramento dei processi produttivi, e dagli anni '80 fino al 1995 ha studiato il *Total Quality Management* (TQM) di Toyota, base della *lean manufacturing*.

Il vero sviluppo della *lean manufacturing* in Boeing arrivò con i problemi avvenuti nelle linee di assemblaggio nei due principali stabilimenti di produzione a Seattle-Renton e nel più grande a Everett, che discuteremo nel caso studio del Boeing 787. In questo difficile momento Boeing decise di investire nel cambiamento del modo di produrre i suoi aerei implementando le tecniche della *lean manufacturing* mandando più di 1500 persone tra capi reparto, *manager* e personale di alto livello in Giappone a studiare l'applicazione di questi principi.

Boeing si avvale anche di consulenti, generalmente personale che ha smesso di lavorare per Toyota, fino ad arrivare ad accumulare l'equivalente di circa 350 settimane di consulenza all'anno, che nel 2005 sono scese a circa 100. Come ci fa sapere Mark Venables (2005) attraverso le parole di Steve Westby, vice presidente dell'intera area produzione, i consulenti sono stati essenziali in quanto molti, nella forza lavoro e nel *management* di Boeing, erano scettici sull'implementazione di questi principi e i consulenti, continua Westby, hanno avuto come uno dei più grandi compiti quello "not to consult, but to insult and they were very good at insulting us, humiliating us and opening our eyes to a different way of seeing the world" [Westby, 2005] cioè non di fare consulenza ma di "insultare, umiliare e far aprire gli occhi su un modo differente di vedere il mondo" al personale scettico di Boeing.

Sempre Mark Venables (2005), riportando Mike Herscher, fa sapere che nel 2005 Boeing poteva contare su 300-400 cosiddetti "kaizen people", ossia personale esperto nella *lean manufacturing*, sempre attento al *takt time*, che si occupa di implementare una filosofia *kaizen* all'interno dell'azienda, quasi tutti impiegati *full-time*.

A conclusione di questa breve panoramica sulla *lean manufacturing* si può comprendere come essa sia sempre più "obbligatoria" per competere a livello mondiale in questo settore. A tal proposito Tzu-Ching Horng (2007) afferma che in futuro la competizione tra i *manufacturers* si focalizzerà non solo sulle capacità individuali delle compagnie ma anche sulle *performance* complessive dei loro *supply network*, motivo quindi per adottare sempre più i principi di *lean manufacturing*.

CAPITOLO 3: CASO STUDIO – BOEING 787 DREAMLINER

3.1 GAME CHANGER

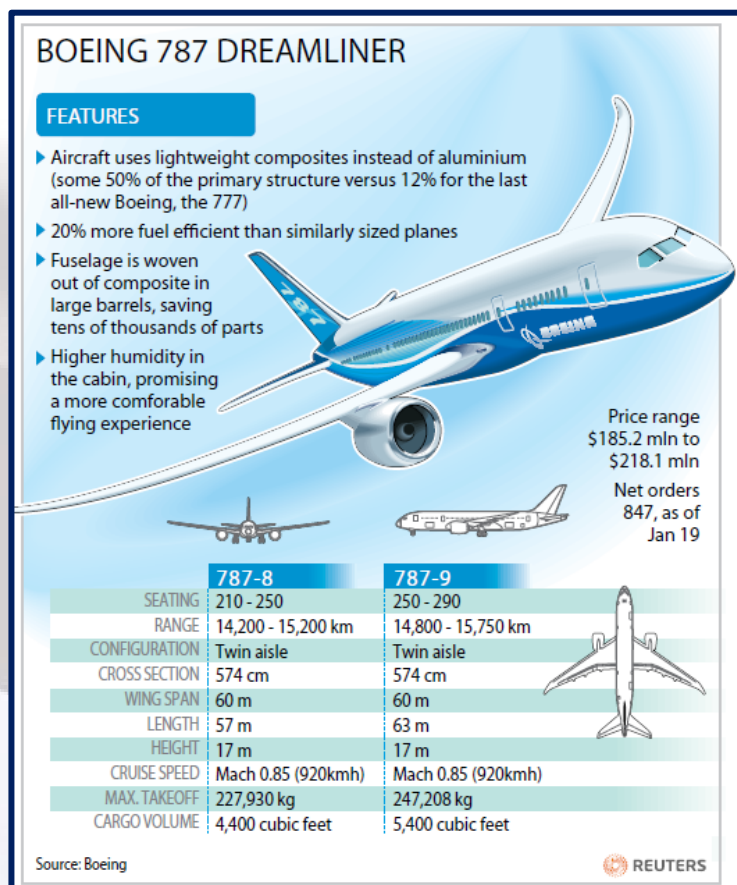


Figura 3.1. fonte: copiato da Boeing (2012)

Si affronta ora il caso studio del nuovissimo Boeing 787 Dreamliner [in figura 3.1. Boeing, 2012] in quanto presenta peculiarità diverse dai programmi aerei fino ad esso sviluppati, che lo portano ad essere un “game changer” nell’industria aeronautica, e perchè la complessa storia della sua produzione ha richiesto notevoli cambiamenti nel sistema produttivo e nell’intera *supply chain* utilizzata fino ad esso da un *manufacturer* d’eccellenza come Boeing. Per tale studio oltre agli articoli presenti in bibliografia si è attinto alla grande letteratura multimediale riguardante questo aereo trovata sul sito ufficiale di Boeing www.boeing.com e su www.boeingitaly.it.

La vicenda del 787 iniziò nei primi anni 2000 con la ovvia volontà dei *manufacturers* di investire in programmi aerei che avrebbero realizzato un prodotto in grado di avere una migliore efficienza nel consumo di carburante e che perciò avrebbe incontrato le crescenti richieste del mercato delle compagnie aeree, per le quali il costo del carburante incide molto sul fatturato. Come George Marsh (2009) ricorda, gli operatori erano pronti ad investire anche su un 1-2 % di miglioramento nell’efficienza sul consumo di carburante e quando Boeing iniziò a lavorare nel 2003 sul design del suo nuovo 7E7 (successivamente denominato 787) e arrivò a dichiarare che sarebbe stato in grado di raggiungere un’efficienza del 17% nel consumo di carburante in molti pensarono alla realizzazione di un sogno.

Tale sogno si sarebbe realizzato grazie al fatto che il 787 sarebbe stato il primo aereo commerciale al mondo con fusoliera e ali quasi interamente costituite da materiali compositi (fibre di carbonio) leggerissimi. La struttura in compositi di carbonio del 787 sarebbe stata più leggera di quella in alluminio degli aerei di uguale taglia in circolazione e ciò avrebbe portato a consumare circa il 20% in meno di carburante.



Le *features*, ossia le caratteristiche, di questo nuovo tipo di aereo sono il massimo livello raggiungibile dalla odierna tecnologia aeronautica e vengono riassunte nella figura 3.2. [Kyle Peterson, 2011]. Le principali sono:

- Utilizzo di compositi leggeri al posto di alluminio per la struttura primaria in percentuale molto maggiore rispetto ai precedenti aerei (50% contro il 12% dell’ultimo Boeing 777).
- **Consumo del 20% in meno di carburante** rispetto ad aerei di stazza simile. Di gran lunga il *key factor* di questo aereo se si pensa all’enorme incidenza dei costi del carburante per le compagnie aeree.
- La fusoliera è realizzata a partire da pochi e grandi pezzi in fibra di carbonio con risparmio di decine di migliaia di pezzi (50.000 viti in meno rispetto ad un aereo di uguale stazza in metallo).
- L’umidità maggiore nella cabina promette una esperienza di volo più confortevole.

Figura 3.2. fonte: copiato da Kyle Peterson (2011)

Nessun produttore fino ad allora aveva realizzato un aereo per il 50% costituito da materiali compositi con la fusoliera realizzata dall'assemblaggio di grossi pezzi in fibra di carbonio. Solo Raytheon Aircraft (in seguito venduta a Hawker Beechcraft Inc) aveva fatto qualcosa di simile in scala ridotta con i suoi business jet Premier e Hawker 4000. Si noti che Boeing aveva già avanzato un progetto simile, poi scartato per mancanza di interesse delle compagnie aeree nel 2011, chiamato Sonic Cruiser *project*, per un aereo di linea transonico con fusoliera in materiali compositi, e gli studi di aerodinamica effettuati su di esso sono stati di grande utilità per la progettazione del 787.

In figura 3.3. [R.L.Nolan, 2012] vengono riportate le caratteristiche peculiari del 787:

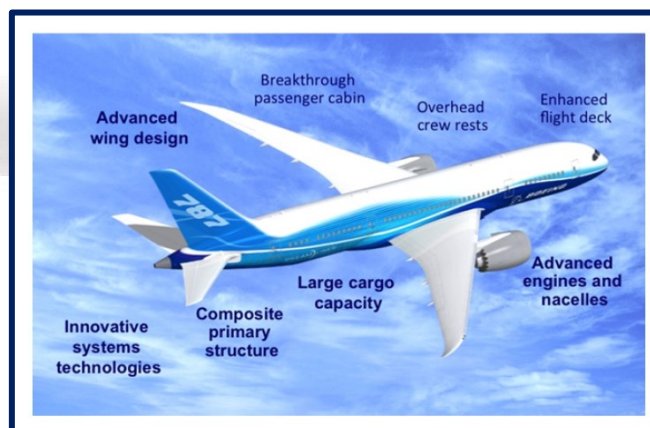


Figura 3.2. fonte: copiato da Kyle Peterson (2011)

Altre interessanti informazioni riguardo al programma 787 Dreamliner sono riportate in tabella 3.1. [adattata da Boeing, 2012].

L'ampiezza del mercato da coprire è stimata in 3.300 Boeing 787 da vendere tra il 2011 e il 2030
Composizione: 50% compositi, 20% alluminio, 15 % titanio, 10% acciaio, 5% altro
Nel 787 ci saranno meno di 10.000 fori per le viti contro il milione del 747
Produrrà il 20% in meno di emissioni nocive per l'ambiente rispetto ad aerei di uguale stazza
Due generatori da 250 kVA per motore (quindi 4 in totale) e due da 225 kVA nell'unità di potenza ausiliaria
Il nuovo sistema elettrico assorbe il 35 % in meno di potenza dai motori rispetto ai sistemi pneumatici tradizionali
60 miglia di fili di rame eliminati rispetto ai precedenti aerei
Ha richiesto 800.000 ore di progettazione su supercomputer Cray e 15.000 ore di test nella galleria del vento
Il tempo richiesto per l'assemblaggio finale si richiede arrivi a 3 giorni
Boeing ha prodotto 4 Dreamlifters* per trasportare i pezzi dei 787 per via aerea
Si stima coprirà 450 itinerari in tutto il mondo

Tabella 3.1. Info Programma 787 fonte: adattata da Boeing (2012)

**Il Boeing 747 Dreamlifter è un 747-400 passeggeri modificato per il trasporto dei semilavorati del 787 dai terzi di tutto il mondo allo stabilimento di assemblaggio di Boeing a Everett. Il suo utilizzo ha permesso di ridurre i tempi di consegna dei semilavorati a meno di un giorno quando invece prima via nave potevano richiedere anche 30 giorni.*

Il mercato reagì molto positivamente al progetto di un aereo leggero e a bassa necessità di manutenzione che avrebbe consumato quasi un quinto in meno di carburante per miglio del suo predecessore, il 767.



Figura 3.4. fonte: copiato da Kyle Peterson (2011)

La prima compagnia aerea a effettuare un ordine fu la giapponese All Nippon Airways (ANA) che richiese 50 aerei: di cui 30 della versione 787-3 con 290-330 posti a sedere e 20 della versione 787-8 con 210-250 posti a sedere.

A luglio 2007 il numero di ordini per il Boeing 787 raggiunse un record storico: 677 aerei venduti ancora prima di entrare in servizio, il che lo faceva diventare l'aereo a fusoliera larga (in inglese "*wide-body aircraft*", conosciuto anche come aereo a doppio corridoio o in inglese "*twin-aisle aircraft*") cioè un aereo di linea con diametro della fusoliera che va dai 5 ai 6 metri, una larghezza che consente l'allestimento di 7-10 posti adiacenti per ogni fila su doppio corridoio) più rapidamente venduto della storia.

Oltre ai rischi legati all'introduzione di tutte queste novità Boeing decise di spingersi oltre e utilizzare un nuovo *manufacturing model* con una visione che prevedeva la struttura dell'aereo prodotta in numerose sezioni larghe ognuna delle quali sarebbe stata appaltata ad un "*cost and revenue-sharing partner*" ossia ad un *partner* che ne avrebbe condiviso i costi e i profitti e che sarebbe stato interamente responsabile della progettazione dei dettagli e della produzione. Finite le sezioni, completate con tutti i loro sistemi e interni, sarebbero state portate insieme alle *facility* di Boeing a Everett nello stato di Washington per l'assemblaggio finale, il controllo e la preparazione al volo.

Quando arrivò il momento di iniziare la configurazione progettuale e la produzione del 787 Boeing costituì una complessa rete di *suppliers* (50, di cui 28 esterni agli USA) e per la prima volta nella sua storia decise di esternalizzare la progettazione e la realizzazione delle ali. Si svilupparono contratti di subappalto con Alenia Aeronautica (Italia), Vought Aircraft Industries (USA) e i giapponesi Fuji, Kawasaki e Mitsubishi *Heavy Industries* e per quanto riguarda i motori veniva data la possibilità di scelta al cliente tra i Rolls-Royce Trent 1000 [vedi figura 3.4. Kyle Peterson, 2011] e i General Electric GENx. La Toray Industries, già vista nel capitolo 2, si impegnava a ampliare la sua capacità produttiva di fibre di carbonio di circa il 40% per arrivare a fornire l'equivalente di 6 miliardi di dollari di fibre di carbonio, la maggior parte delle quali per il 787. Questo riflette la posizione giapponese quale *leading partner* tra le nazioni coinvolte nel progetto 787 con l'essenziale lavorazione delle ali fatte per la prima volta esternamente agli USA.

I processi utilizzati da Boeing fino al programma Dreamliner prevedevano che inizialmente un piccolo team di 100-200 persone partecipassero al cosiddetto "*conceptual design*" primario e poi riunissero i terzisti per effettuare una più approfondita progettazione concettuale del nuovo aereo. Una volta raggiunta la soddisfazione di tutti nel progetto, il piccolo team si allargava a migliaia di persone che lavoravano alla progettazione tecnica.

Il 787 devì da questo processo noto come "*build-to-print*" dove Boeing dettava la progettazione ai terzisti. Un gruppo di fornitori di primo livello (*first-tier suppliers*) fu scelto per fare "*build-to-performance*" ossia, date le specifiche di prestazioni da Boeing ai terzisti, questi avrebbero affrontato da soli la progettazione dei componenti. Un sistema estremamente sofisticato di progettazione CAD/CAM è stato usato da tutti in coordinazione con Boeing in modo tale da garantire che le varie parti realizzate dai fornitori arrivino a Boeing in grossi componenti facilmente assemblabili [R.L.Nolan, 2012]. Inoltre per facilitare il coordinamento tra Boeing e i suoi 30 fornitori di primo livello, Boeing si affidò a IBM e Dassault Systèmes per lo sviluppo di uno dei più sofisticati sistemi di *Project Lifecycle Management* (PLM)/CAD/CAM.

Il giorno 8 Luglio 2007 il primo prototipo di Dreamliner era pronto, una data significativa se vista nell'ottica statunitense (07/08/07) che presagiva un successo dietro l'altro per il programma aereo.

Tuttavia a dispetto dell'apparenza esteriore il prototipo del 787 presentato al mondo nel luglio 2007 era poco più che un guscio incompleto al suo interno [George Marsh, 2009]. Nonostante Boeing (2011) abbia sempre sostenuto di guidare lo sforzo nella progettazione, controllare i processi e gli strumenti utilizzati e mantenere sia essa stessa che i suoi partner sui più alti standard di performance raggiungibili per quanto riguarda qualità e sicurezza la storia del 787 è iniziata con il piede giusto ma ha incontrato serie difficoltà per raggiungere il successo finale.

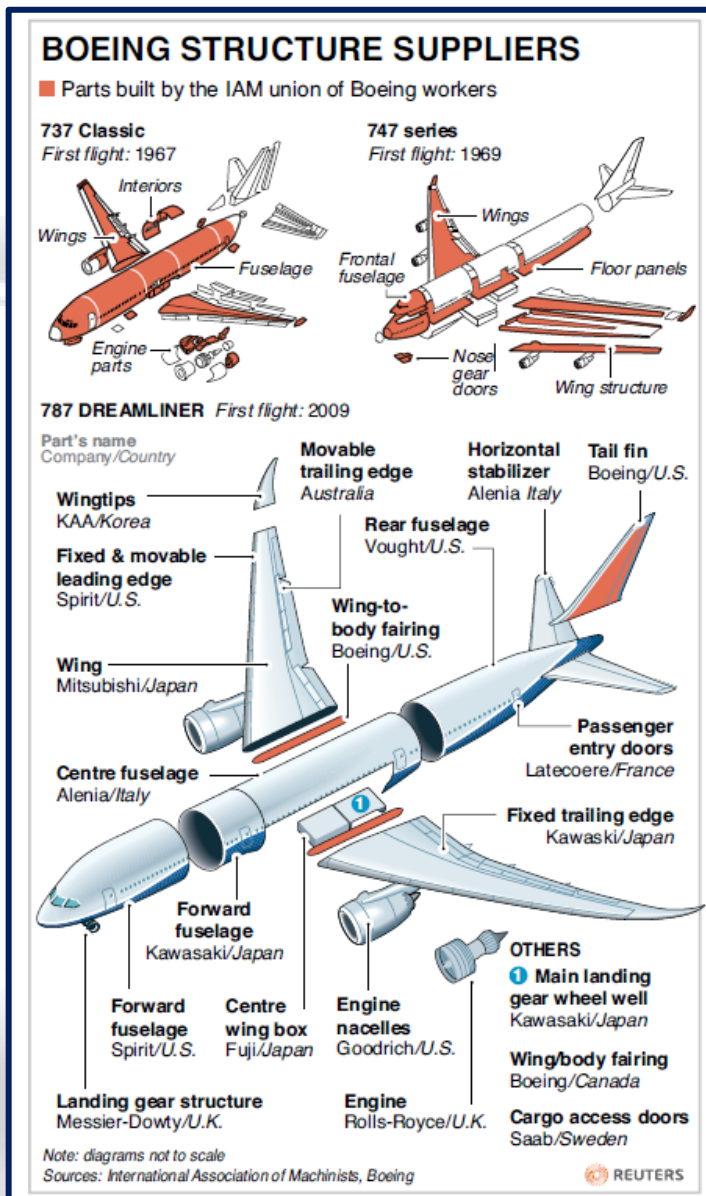


Figura 3.5. fonte: copiato da Reuters (2011)

essi hanno aiutato a sviluppare e capire le tecnologie e le opzioni per il programma aereo già nelle prime fasi del *concept development*.

Come abbiamo già discusso nel capitolo 2 l'elevato outsourcing è emblematico di pratiche corporative che hanno spostato molte lavorazioni al di fuori dell'industria statunitense contribuendo all'aumento del tasso di disoccupazione nazionale arrivato vicino al 10%.

Stando alle analisi effettuate dalla società di consulenza Challenger Gray & Christmas Boeing è la ventiquattresima azienda negli USA per numero di personale impiegato e la quarta se ci si riferisce al settore manifatturiero [Kyle Peterson (2011)]. Boeing infatti impiega più di 160.000 persone globalmente, comprese 73000 persone nello stato di Washington, ma non è più il motore nella crescita della disponibilità di lavoro che era un tempo.

Kyle Peterson (2011) evidenzia come nel periodo dei tragici attentati dell' 11 settembre 2001 Boeing aveva una forza lavoro di circa 199.000 unità che hanno visto un decremento di circa 20.000 unità nel periodo di crisi per il settore

Riguardo ai problemi avuti nella produzione del 787, che analizzeremo nel prossimo paragrafo, George Marsh (2009) sostiene che certamente la compagnia ha avuto la colpa di una "*over-confidence*" ossia confidava troppo nelle proprie possibilità. Persone che conoscono direttamente Boeing, come l'ingegnere Vince Weldon, affermano che il rischio di costruire una fusoliera interamente in materiali compositi è stato sotto stimato.

L'idea che portava avanti Boeing era di realizzare il 787 attingendo non solo agli ingegneri aeronautici, ai meccanici e agli impiegati che hanno fatto la storia della regione della Puget Sound intorno a Seattle (a tal proposito l'*International Association of Machinists* (IAM) è l'associazione che con una sua unità in quella regione cerca di tutelare quei lavoratori) ma sfruttando un network di fornitori e ingegneri dagli Stati Uniti, Giappone, Italia, Australia, Francia, etc. con una *supply chain* di 50 *partners* (di cui 30 *first tier partners*) che avrebbero realizzato i componenti che sarebbero stati assemblati negli Stati Uniti.

La figura 3.5. [Reuters, 2011] evidenzia chiaramente i supplier che hanno contribuito ad ogni singola parte del 787 con un utile raffronto rispetto ad i vecchi programmi aerei (737 e 747) in merito alle lavorazioni effettuate da personale statunitense aderente all'IAM. Il divario visibile nell'*outsourcing* che c'era nel passato e quello che è stato impiegato per questo aereo è notevolissimo.

Boeing sostiene oggi sempre più di aver fatto bene ad avvalersi di una tale moltitudine di fornitori infatti, come riporta Kyle Peterson (2011) direttamente da Boeing in un'intervista a Reuters,

aeronautico successivo ai citati attentati. Nel 2008/2009 la recessione economica ha inasprito le difficoltà di occupazione eliminando altri 8 milioni di posti di lavoro solo negli USA, di cui 2 milioni fanno parte del settore industriale manifatturiero.

Boeing tuttavia sostiene di essere una compagnia globale con una base di clienti mondiale e da ciò ne trae beneficio anche la propria manodopera statunitense in quanto i posti di lavoro negli USA sono creati vendendo aerei in tutto il mondo [Kyle Peterson (2011) riporta Boeing].

Tom McCarty (2011), presidente della Society of Professional Engineering Employees in Aerospace (SPEEA) avverte però che con il 787 il management di Boeing pensava di sapere come fare *outsourcing* del design ma ciò si è rivelato errato in quanto la progettazione di un aereo così innovativo e unico richiedeva un *background* di esperienze che non potevano derivare dall'istruzione accademica ma da una cultura già avviata alla conoscenza della lavorazione dei materiali compositi come, ritiene McCarty, il personale della *Puget Sound region* poteva avere. In ultima analisi lo sfruttamento minimo del personale statunitense limita le sue possibilità di apprendere quelle capacità e esperienze necessarie per la competitività nel mercato futuro e quindi crea un decremento del suo valore.

Alcuni critici del settore ritengono che il cambiamento maggiore nella strategia di Boeing sia avvenuto a seguito dell'acquisto di McDonnell Douglas nel 1997 momento dal quale ha deciso di favorire una cultura corporativa improntata ai profitti di breve termine piuttosto che su un dominio ingegneristico di lungo termine. In questo periodo si noti che Boeing mosse per la prima volta dopo 85 anni il suo *headquarter*, ossia la sua sede principale, da Seattle a Chicago per motivi legati alla vicinanza a Wall Street, centro del potere finanziario, a Washington D.C., centro del potere politico, e ai grandi acquirenti

Risulta corretto notare come Airbus abbia seguito la vicenda Dreamliner attentamente e sembra essere stata più cauta nell'outsourcing del suo A350, diretto avversario del 787, che sarà disponibile nel 2013, affidando "solo" il 52% della realizzazione a fornitori esteri contro il 65% del Boeing 787.

Airbus d'altro canto cerca di fare tesoro degli errori del proprio diretto avversario e intende mettere in campo un rivale per il Dreamliner, l'A350 [il *rendering* in figura 3.6. Airbus, 2012], sprecando molto meno capitale e evitando il più possibile di affrontare gli stessi problemi di SCM di Boeing.

Il 29 settembre 2011 All Nippon Airlines (ANA) ha effettuato il primo volo commerciale con un 787 e gli esperti sostengono che Boeing riuscirà a pareggiare i costi del programma aereo in dieci anni.

Boeing ha fatto l'innovazione e si è garantita così un numero enorme di ordini di aerei che, nonostante la travagliata storia del programma, ora (2012) sono in spedizione a pieno ritmo (Al 10 luglio 2012 gli ordini del 787 ammontano a 859 unità, di cui 15 già spedite agli acquirenti, dall'inizio del programma aereo [Boeing, 2012]).

In definitiva secondo R.L.Nolan (2012) sebbene il programma 787 non sia ancora un successo provato del tutto lo sta diventando giorno dopo giorno.



Figura 3.6. fonte: Airbus (2012)

3.2 PROBLEMI DI SUPPLY CHAIN MANAGEMENT

La travagliata storia del 787, durata tre anni oltre il previsto, costata a Boeing secondo R.L.Nolan (2012) 20 milioni di dollari in penali per ritardi di consegna e valutata in miliardi di dollari oltre il budget, è diagrammata in figura 3.7. [Kyle Peterson, 2011].

Essa inizia dall'intenzione di Boeing di effettuare il primo test di volo a fine Agosto 2007 e realizzare la prima spedizione ad una compagnia aerea nel Maggio 2008.

Tuttavia le speranze di soddisfare tali tempistiche svanirono ben presto in quanto ci si trovò a dover posticipare il primo test di volo a causa della mancanza di bulloni in giacenza a magazzino e per problemi al software di controllo del volo. Il primo vero e proprio ritardo si ebbe quindi nell'ottobre 2007 ed è relativo alla produzione del 787 che sarebbe dovuta essere già a fasi più avanzate. Seguirono nel Gennaio e nell'Aprile 2008 due notevoli ritardi dovuti a problemi di fornitura di viti: infatti sebbene il 787 richieda un numero di viti inferiore di 50.000 unità rispetto ad aerei di uguale stazza in metallo sono sempre richieste migliaia di viti per unire componenti e subassemblati. Ciò è accaduto in quanto l'unico fornitore in questione, a seguito della crisi post attentati dell'11 settembre 2001, ha dovuto ridurre il personale il che ha avuto conseguenze nella tempistica di produzione del numero di viti di alluminio specifiche richieste da Boeing. Il risultato di tutto questo fu che i partner di Boeing dovettero realizzare e spedire componenti tenuti insieme da viti provvisorie utilizzando quelle impiegate in processi ordinari e c'è chi dice anche acquistate da negozi di edilizia e fai-da-te. Di certo c'è che non erano né della corretta misura né della qualità richieste. L'idea fu quella di dipingere queste viti provvisorie di rosso di modo da identificarle rapidamente ma i problemi veri erano relativi alla continua sostituzione di queste con quelle corrette in arrivo senza contare il fatto che il rimpiazzo doveva avvenire con molta cura dato che i materiali compositi sono più sensibili alle pressioni in gioco dei metalli. Infatti accadde che ci furono dei danni agli aerei di test a causa di un incorretto rimpiazzo delle viti temporanee. Quindi quando fu presentato alla stampa il Dreamliner One nel Luglio 2007 già si sapeva che appena dopo la presentazione i tecnici, che dovevano essere addestrati sulle corrette modalità di installazione delle viti, avrebbero dovuto iniziare a rimuovere le sezioni dell'aereo per avere accesso al corpo del 787 e cominciare l'assemblaggio vero e proprio con le viti adatte. Il problema di fornitura delle viti ha avuto come conseguenza totale un anno di stallo della produzione. Un *supply network* così esteso richiede l'integrazione assoluta dei partner affinché non avvengano ritardi nelle consegne delle materie prime, dei semilavorati e in questo caso dei prodotti finiti stessi che vengono solo assemblati da Boeing. Tuttavia il fatto che molti fornitori si trovassero a lavorare materiali compositi con specifiche del tutto nuove ha sicuramente destabilizzato gli equilibri ricercati dalla filosofia di *lean manufacturing* applicata da Boeing.

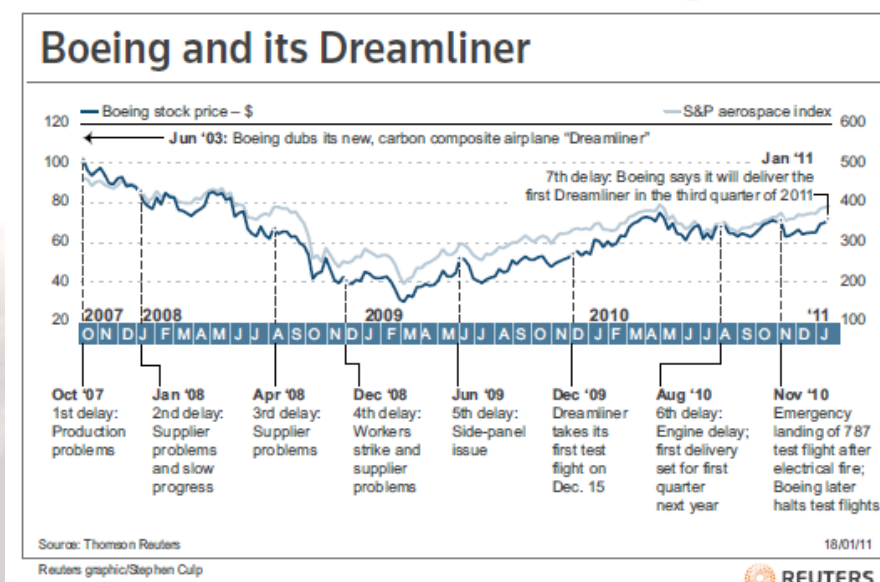


Figura 3.7. fonte: copiato da Kyle Peterson (2011)

A dicembre 2008 a complicare ulteriormente le cose ci fu uno sciopero di 58 giorni del personale che lavora all'assemblaggio nello stabilimento a Everett oltre i termini di contratto inoltre alcuni *partner* come Vought e in parte Global Aeronautica ebbero problemi di *cash flow* e richiesero a Boeing di negoziare nuovi termini di contratto. Superati i problemi sociali con la manodopera si capiva che il nuovo *supply chain model* utilizzato sembrava non funzionare. Boeing decise di correre ai ripari inviando del personale, da tecnici specializzati nel *shop-floor system* a

manager dei piani di produzione, nelle *facility* dei *partner* in Europa e Giappone e ad inizio 2009 acquisì in parte le *business unit* dei due suoi terzisti in difficoltà: pagò 580 milioni di dollari per il controllo delle lavorazioni in South Carolina di Vought Aircraft Industries, la compagnia che lavorava sulla sezione posteriore della fusoliera del 787, e acquistò la metà di Global Aeronautica LLC, di proprietà di Alenia North America, che faceva l'assemblaggio in South Carolina della fusoliera del 787. Dovendo rispettare le date di consegna però accadeva che i subfornitori si consegnassero l'un l'altro dei pezzi incompleti lasciando al ricevente del lavoro da finire. Questo effetto si riverbera lungo la *supply chain* e arrivano pezzi allo stabilimento di assemblaggio a Everett incompleti nelle lavorazioni costringendo Boeing a dover subire ulteriori ritardi a causa del lavoro extra da ultimare. Nel Marzo 2009 il motore Rolls-Royce Trent 1000 riceve la certificazione di adeguatezza ma ulteriori ritardi si ebbero a causa di problemi riguardanti una debolezza strutturale nel punto di unione tra la sezione centrale della fusoliera e le ali del 787 riscontrata nel Giugno 2009. A Luglio lo ZA001 (Il primo prototipo di Dreamliner) cominciava a percorrere alcuni tratti di pista prima a bassa e poi ad alta velocità. La fusoliera è stata testata a circa 15 psi di pressione, circa il 150% della massima pressione che subisce un aereo commerciale alla massima altitudine di crociera. Finalmente il 15 dicembre 2009 il 787 fece il primo test di volo. Tutto sembrava andare verso il meglio sebbene il peso degli aerei prototipo fosse superiore a quello di listino di almeno due tonnellate e una stima prevedeva che il peso pubblicizzato sarebbe stato ottenuto solo intorno al ventesimo aereo prodotto. Quest'ultimo "difetto" fu la causa della volontà di molte compagnie aeree di cancellare gli ordini o ritardarli per ottenere aeromobili con le caratteristiche di qualità per le quali li avevano pagati. Nonostante le cose stessero pian piano migliorando, meno di un anno dopo, ad Agosto 2010, Boeing dovette posticipare ancora la previsione delle prime spedizioni ad inizio 2011 a causa di un ritardo nella disponibilità di un motore Rolls-Royce necessario per le fasi finali dei test di volo. Nell' Ottobre del 2010 Boeing si trovò costretta a richiedere ai suoi terzisti di fermare le spedizioni di sezioni del suo 787 per due settimane a causa di ritardi di Alenia, che produceva lo stabilizzatore orizzontale per la coda del Dreamliner [in figura 3.8. Alenia Aermacchi, 2012, viene mostrato il test di carico finale]. Il 9 novembre i piani del Dreamliner subirono un ulteriore "singhiozzo" quando un principio di incendio dovuto a cause elettriche su un 787 che stava facendo un test di volo costrinse quest'ultimo ad un atterraggio di emergenza a Laredo, in Texas (Il maggior *supplier* del sistema elettrico sul Dreamliner è l'unità Hamilton Sundstrand della United Technologies Corp). Boeing dovette quindi fermare i piani dei test di volo per determinare le cause dell'incendio a bordo, che fu poi attribuito a detriti estranei che erano rimasti dentro ad un armadietto con attrezzature elettriche. I test di volo ripartirono a fine dicembre dopo rigorose analisi e con una versione provvisoria di un sistema di distribuzione dell'energia aggiornato.

La decisione di Boeing di realizzare sei aerei per i test di volo [in figura 3.9. Boeing, 2012, l'assemblaggio finale di alcuni aerei prototipo per i test] piuttosto che i quattro in prima intenzione annunciati era volta a raggiungere le 120 ore di volo al mese contro le 70-80 prima preventivate. Questo periodo di continui test è stato molto intenso per Boeing in quanto durante il giorno venivano effettuati i test, di sera venivano fatte le analisi sui dati raccolti e di notte veniva effettuata la manutenzione degli aeromobili. Tutto ciò era in funzione dell'ottenimento entro nove mesi delle certificazioni di validità dell'aereo FAA, EASA e JCAB rispettivamente americana, europea e giapponese. L'intenzione di Boeing è di realizzare almeno 10 aerei al mese nel 2013.



Figura 3.8. fonte: copiato da Alenia Aermacchi (2012)

Come possiamo vedere dalla figura 3.5. l'andamento delle azioni di Boeing ha seguito l'oscillazione dell'intero settore aeronautico in questo periodo a causa della recessione economica del 2008-2009 con il raggiungimento del valore



Figura 3.9. fonte: copiato da Boeing (2012)

minimo coincidente con il picco della fase di crisi per il settore (Febbraio 2009). Una seppur lenta e moderata crescita nel valore azionario di Boeing si è avuta successivamente al 2009 ma le dichiarazioni fatte a inizio 2011 dalla stessa Boeing riguardo al posticipo delle prime spedizioni all'acquirente di lancio del 787, All Nippon Airways (ANA), dai primi mesi del 2011 al terzo quarto dello stesso anno hanno causato perplessità sempre maggiori a Wall Street riguardo ad un ulteriore possibile posticipo. [Kyle Peterson, 2011].

Come compreso dalla stessa Boeing, l'utilizzo di diversi *partner* autonomi, molti dei quali geograficamente distanti, è più difficile da coordinare e controllare rispetto ai terzisti convenzionali che fanno lavorazioni *build-to-print*. [George Marsh, 2009]. Un esempio su tutti è quello riportato a Reuters da Daniel Swank (2011), un tecnico addetto alla manutenzione nel programma 787, che ricorda una volta in cui avendo finito un particolare tipo di rondelle adatte per le viti da mettere nell'aereo ha dovuto compilare un ordine di una singola rondella e aspettare un giorno perché il fornitore gliela mandasse. Questo è un chiaro esempio di quanto ridicole possono diventare situazioni organizzative con i fornitori mal gestite.

Richard L. Nolan (2012) aggiunge che il caso studio del 787 ci permette di capire meglio la natura e lo sviluppo delle cosiddette "*strategic IT architectures*", ossia di tutto l'insieme di sistemi implementati relativi al mondo dell'*Information Technology* (IT), e evidenzia le costose conseguenze di una isolata e frammentaria comprensione del ruolo strategico dell'IT tra i vari team che lavorano al progetto.

In conclusione il programma 787 ha affrontato numerose difficoltà ma ne è uscito molto bene stando al numero di ordini e al generale successo attribuitogli da tutto il settore aeronautico.

La stessa Boeing riassume a Reuters il suo pensiero sulla vicenda: "*We made too many changes at the same time -- new technology, new design tools and a change in the supply chain -- and thus outran our ability to manage it effectively for a period of time. In short, we have learned, and we are applying our learning*" [Reuters, 2011], ossia Boeing è conscia di avere fatto numerosi cambiamenti come nuove tecnologie, nuovi strumenti di progettazione e lo sviluppo di una diversa *supply chain*, i quali hanno ecceduto la propria abilità nel controllarli efficacemente per un certo periodo di tempo ma in definitiva essa sostiene di avere imparato dai propri errori e di star applicando le nozioni imparate in modo da non ripeterli più.

CAPITOLO 4: STORAGE MANAGEMENT, MRP E FUTURO DEL MERCATO AEREO

4.1 INTRODUZIONE

In quest'ultimo capitolo in prima analisi si vedrà l'applicazione di una pratica per l'ottimizzazione della *supply chain* come la gestione ottimizzata dei materiali attraverso l'utilizzo di un modello di *Storage Management Decision-Making* con riferimento poi ad un esempio relativo alla gestione delle viti tra gli stabilimenti di Airbus tramite implementazione del VMI, *Vendor Managed Inventory*. Lo *Storage Management* è una tra le tante pratiche di gestione delle *operations* all'interno di aziende che lavorano in *business* complessi quali quelle aeronautiche e viene studiata qui per evidenziare come "semplici" modelli matematici possano contribuire a ridurre enormemente i costi in *supply network* integrati. In secondo luogo vedremo come l'adozione di un *software* MRP da parte di Alenia abbia portato a cambiamenti organizzativi e logistici nella sua *supply chain*. Infine ci si focalizza su quali siano le tendenze con cui affronteranno il mercato futuro i grandi produttori mondiali di aerei studiando l'evoluzione della strategia approntata da Boeing e chiamata "Vision 2016" e le analisi sul mercato aereo futuro effettuate da Airbus.

4.2 STORAGE MANAGEMENT DECISION MAKING

Gestire i materiali lungo *supply chain* complicate, come spesso accade nell'industria aeronautica, e saper ottimizzare la giacenza a magazzino richiede decisioni di assoluta precisione che possono comportare grossi risparmi. In questo capitolo analizziamo un modello di *Storage Management Decision Making* proposto da Danyang Shen e Yunchun Cao (2009).

Lo *storage management*, o anche detto *Inventory management*, è l'attività di gestione e controllo dei vari oggetti immagazzinati dall'azienda ed è essenziale nel ridurre i costi e aumentare l'efficienza economica.

Un "*Aviation material*" (d'ora in avanti AM) è una generalizzazione fatta per riferirsi a qualsiasi componente singolo usato nell'aviazione: da quelli utilizzati nella manutenzione a terra degli aerei e dei loro motori per garantire lo svolgimento regolare del volo in condizioni di sicurezza, al carburante, all'equipaggiamento di volo, all'unità di potenza,...etc. Le compagnie aeree devono riservare un certo numero di AMs per lo sviluppo regolare delle operazioni di volo e la loro presenza è un costo rilevante di cui si deve tenere conto. Si è stimato che il costo della giacenza degli AMs sia circa il 25% dei costi totali di manutenzione dove quest'ultimi sono il 10% dei costi totali operativi. Lo *storage management* serve quindi a equilibrare la domanda e la fornitura nell'ottica di garantire il regolare svolgimento delle operazioni di volo e avere il minimo costo di giacenza delle scorte a magazzino.

Gli AMs sono di moltissime tipologie e pertanto costituiscono un numero enorme di scorte a magazzino diverse per valore e importanza. Le statistiche dicono che per l'Airbus 300, l'Airbus 310 e l'Airbus 320 si abbiano 20.000 AMs a

TABLE I
CLASSIFICATION ON AMS

Category	Amount in Storage	Value in Storage	Are There Any Tracking Serial Number Provided by Airbus or Boeing in the Aircraft Maintenance Manual
RP	20%	80%	Yes
EP	80%	20%	No

Figura 4.1. fonte: copiato da Danyang Shen e Yunchun Cao (2009)

magazzino, solo 9.000 dei quali sono componenti standard. Il modello tradizionale di *Storage management* per gli AMs non ha una visione di *supply chain* e pertanto non è più adatto al mercato odierno e futuro; si deve utilizzare un modello basato sul *Supply Chain Management* (SCM).

In riferimento all'ordinaria manutenzione degli aerei risulta utile dividere gli AMs in due categorie: *rotable part* (RP) e

expendable part (EP) [vedi figura 4.1. fonte: Danyang Shen e Yunchun Cao (2009)].

Le RP sono parti applicabili ripetutamente nel processo di produzione/manutenzione dopo essere state riparate e testate. Hanno una vita uguale almeno a quella dello stesso aereo e il fattore più importante di cui tenere conto è il loro “tempo di riapplicazione” (*turn around time*).

Le EP sono invece parti che possono essere usate solo una volta o che in ogni caso non possono essere riparate (o il cui costo di riparazione è il 70% maggiore di un nuovo acquisto). I fattori da analizzare per le EP sono il tempo e il numero dei loro ordini.

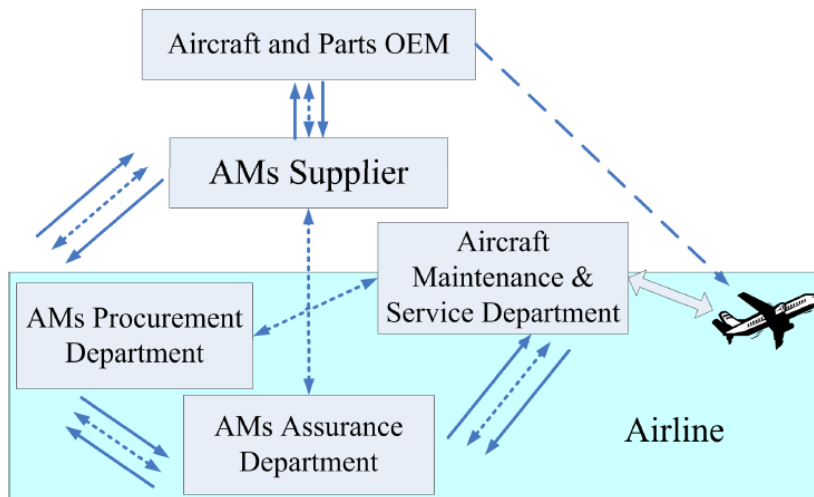


Figura 4.2. fonte: copiato da Danyang Shen e Yunchun Cao (2009)

Una *supply chain* per gli AMs è rappresentata in figura 4.2. [Danyang Shen, Yunchun Cao, 2009].

Prima di tutto la domanda di ordinazione di AMs è proposta dall'Aircraft Maintenance & Service Department con l'aiuto dell'AMs Assurance Department e viene poi verificata e confermata dall' AMs Procurement Department. Dopo la conferma, questa informazione verrà inviata ai relativi OEMs tramite i

suppliers per ottenere il prezzo proposto per gli AMs. Dopo una serie di contrattazioni viene firmato un contratto di acquisto prima di ricevere i pezzi voluti a magazzino. Una volta arrivati sono pronti ad essere utilizzati dall' Aircraft Maintenance & Service Dep. per fare la manutenzione degli aerei. Nel diagramma appena visto si nota come ci siano scambi di tre tipi: degli AMs, di denaro e di informazioni.

Nella costruzione del modello di Storage Management Decision Making, Danyang Shen e Yunchun Cao (2009) fanno le seguenti ipotesi:

- 1- La compagnia aerea non cambia la grandezza della sua flotta
- 2- Non c'è un termine di vita per le RP
- 3- Non si arriva a *stock-out* delle EP
- 4- Indipendentemente da quanto grande sia l'ordine non c'è nessuno sconto nell'acquisto di EP. Il costo di ogni ordine è fisso e non è correlato alla quantità acquistata.

Le variabili da considerare nel modello sono:

- 1) FH = *Flying hours* = ore annue di volo per aereo
- 2) $n(P)$ = *Quantity per aircraft* = quantità del pezzo P installata in un singolo aereo che è uguale al volume medio della parte P nell'intera flotta
- 3) N = *Fleet size* = numero totale di aerei nella flotta
- 4) MTBR = *Mean Time Between Removes* = intervallo di tempo medio tra l'installazione e il malfunzionamento della parte P (incluso il rimpiazzo periodico). La sua unità è l'ora
- 5) TAT = *Repair Turn Around Time* = tempo trascorso dalla rimozione della parte P al ri-immagazzinamento di essa (inclusi i tempi di revisione e di trasporto). La sua unità è il giorno.

In figura 4.3. [Danyang Shen e Yunchun Cao, 2009] viene illustrato il processo di *turnover* della EP P che vediamo include anche i tempi di movimentazione tra i vari dipartimenti.

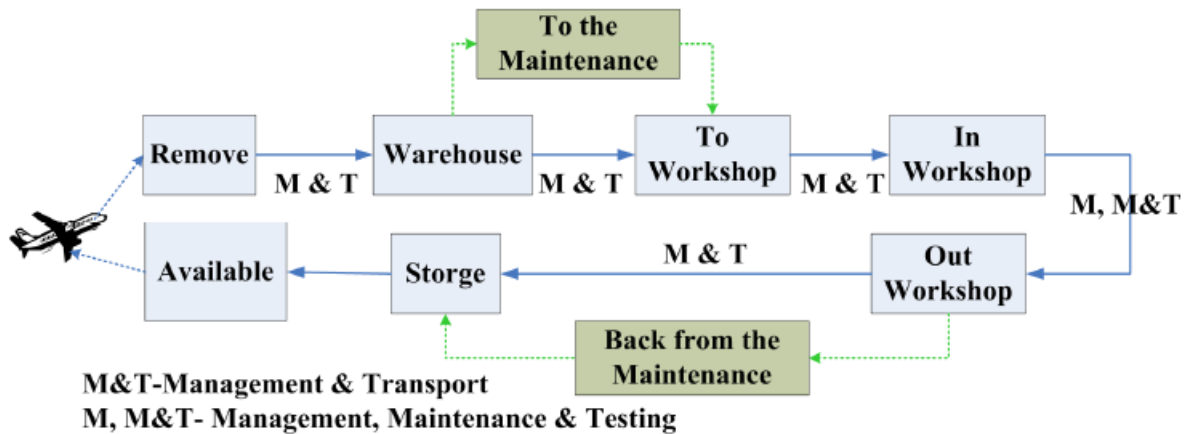


Figura 4.3. fonte: copiato da Danyang Shen e Yunchun Cao (2009)

Il TAT può quindi essere calcolato mediante la seguente formula:

$$TAT = \frac{\{(ARM * TAB) + (RRA * TAA) + (IMN * MTW) + (EMN * TAT_{EMN})\}}{ARM}$$

Dove:

ARM = *Annual Remove Rate* = Tasso annuo di rimozione

TAB = *Transit Time at Airline Bases* = tempo di transito alle Basi della compagnia aerea

RRA = *Remove Rate at Airport* = Tasso di rimozione all'aeroporto

TAA = *Transit Time at Airline* = Tempo di transito alla compagnia aerea

IMN = *In-airline Maintenance Number* = Numero di Manutenzioni all'interno della compagnia aerea

MTW = *Maintenance Time in Workshop* = Tempo di manutenzione in officina

EMN = *Ex-airline Maintenance Number* = Numero di manutenzioni all'esterno della compagnia aerea

TAT_{EMN} = *Turn Around Time of EMN*

Ulteriori variabili di cui tenere conto sono:

- 6) GR = *Guarantee rate* = probabilità che la parte P incontri la domanda per la manutenzione in un momento specifico.
- 7) GLT = *Total Order Cycle* = tempo che intercorre tra l'acquisto e il rifornimento della stessa parte che influenza direttamente la disponibilità di EP.

RP Order Model

Per determinare il livello di RP da avere a magazzino si utilizza il “*Cycle Inventory Method*” che si riferisce al cambio di RP nel *Turn Around Process* e considera che alcuni pezzi a scorta possono essere usati mentre gli altri non sono disponibili.

Il tempo di rimozione nel TAT è chiamato *Process Average* (AIP).

Il tasso di rimozione annua è E_{RAR} e vale:

$$E_{RAR} = N * n(P) * \frac{FH}{MTBR}$$

$$AIP = E_{RAR} * \frac{TAT}{365}$$

Da queste due ultime equazioni si ricava:

$$AIP = \frac{N * n(P) * FH * TAT}{MTBR * 365}$$

Inoltre bisogna tenere conto delle scorte di sicurezza B che si usano per compensare gli errori medi dei processi e che possono essere fissate in accordo alla distribuzione di Poisson.

Quando $AIP \leq 15$, la distribuzione di Poisson può essere usata direttamente e si ha: $B = CS_{pin} - AIP$

Dove CS_{pin} sono le scorte di ciclo pianificate.

Quando invece $AIP > 15$, la distribuzione di Poisson non può essere usata direttamente e viene usata la distribuzione normale ottenendo una nuova CS_{pin} : $CS_{pin} = AIP + \alpha * (AIP)^{1/2}$ da cui dopo si può applicare la formula già vista per trovare B.

EP Order Model

Per prima cosa si utilizza il “*Moving Average Method*”, basato su dati statistici, che può essere applicato per predire la spesa futura di AMs.

Usando la spesa reale mensile di AMs (C_i), si può calcolare la spesa media di AMs nel prossimo mese (F_{i+1}) e la spesa annua risulta:

$$Y = 12 * F_{i+1}$$

Inoltre può essere determinato il lotto economico di acquisto EOQ (=Economic Order Quantity) e il punto di riordino R. Il valore di R significa che non appena le scorte a magazzino raggiungono questa quantità l'ordine (Q) deve essere lanciato.

In secondo luogo, nel modello del lotto economico EOQ quando il costo dell'ordinare (*Order Cost*) uguaglia il costo del tenere le scorte (*Storage Cost*) il costo totale (TC) raggiunge il minimo come si vede in figura 4.4. [Danyang Shen e Yunchun Cao (2009)].

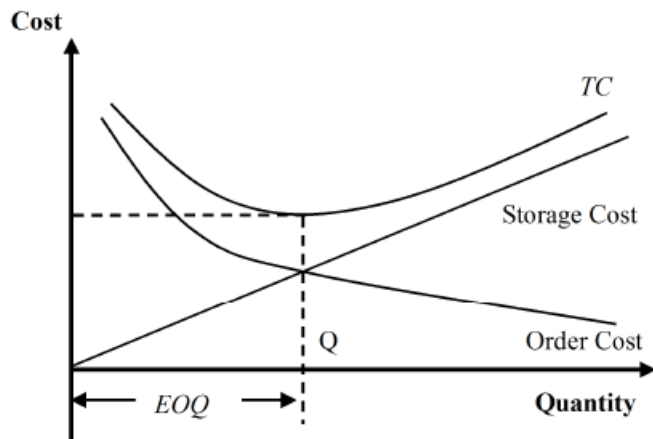


Figura 4.4. fonte: copiato da Danyang Shen e Yunchun Cao (2009)

La quantità da ordinare è quindi Q e si ha TC uguale a:

$$TC = D * C + \frac{D}{Q} * S + \frac{Q}{2} * H$$

Con:

TC = Total Cost = Costo totale

D = Annual Demand = Domanda annua

Q = Order Quantity = Quantità da ordinare

C = Price of AMs per Unit = Prezzo degli AMs per unità

$D * C$ = Procurement Cost of the Whole Year = Costo dell'acquistare per l'intero anno

S = Once Procurement Cost = Costo dell'ordinare unitario

D/Q = Actual Order Times = Tempi di ordine reali

$(D/Q) * S$ = Order Cost of the Whole Year = Costo dell'ordinare per l'intero anno

H = Storage cost per Unit = Costo dell'immagazzinamento per unità

$Q/2$ = Average Storage cost = Costo medio di immagazzinamento

$(Q/2) * H$ = Storage Cost of the Whole Year = Costo del tenere le scorte per l'intero anno

Ora, derivando questa equazione rispetto a Q e ponendola uguale a zero per trovare la Q da ordinare che minimizza il TC si ottiene:

$$\frac{d(TC)}{dQ} = 0$$

$$EOQ = \left(\frac{2DS}{H} \right)^{1/2}$$

Ora il Total Storage Cost (TSC), ossia il costo totale di immagazzinamento, contiene il costo del rischio di fine-vita (R) che è del 10% per gli AMs e il costo di immagazzinamento (I) (che considera al suo interno il costo opportunità dato dagli interessi relativi ad un investimento alternativo).

In realtà il costo di immagazzinamento è dato soprattutto dalla somma dell'affitto del magazzino, del costo della sua costruzione se di proprietà e di altre spese come l'assicurazione, etc.

Quindi: $TSC = \frac{QC}{2} * \frac{I+R}{100}$

Inoltre il Costo dell'ordinare dell'intero anno (*Order Cost of the Whole Year* – OCWY) contiene i costi di lavorazione, i costi di trasporto, i costi doganali, etc.

$$OCWY = \frac{Y}{Q} * S = \frac{(12 * F_{i+1})}{Q} * S$$

e il costo totale è:

$$TC = \frac{QC}{2} * \frac{I + R}{100} * \frac{(12 * F_{i+1})}{Q} * S$$

L'EOQ risulta quindi:

$$EOQ = \left(2 * \frac{DS}{H} \right)^{1/2} = \left(2 * (12 * F_{i+1}) * \frac{100S}{C(I + R)} \right)^{1/2}$$

A questo punto come terza fase resta da determinare il punto di riordino R:

La spesa media di AMs (FL), analoga all' AIP nel RP *order model*, nel *total order cycle* (GLT) è:

$$FL = F_{i+1} * GLT$$

e il punto di riordino vale:

$$R = B + FL = B + F_{i+1} * GLT$$

Con la determinazione delle scorte di sicurezza B analoga al caso del RP *order model*.

Infine la quantità massima da ordinare, *Maximum Order Quantity* (M) può essere calcolata così:

$$M = R + EOQ$$

In conclusione possiamo dire che si può agire su:

Nell' RP *order model* il TAT è la variabile più importante, che può essere migliorata dal *supply chain management* e dai progressi nei processi di lavorazione interni.

Nell'EP *order model*, i costi di immagazzinamento e relativi all'interesse (I) sono la variabile chiave.

Quindi tramite Il *Cycle inventory method*, il *moving average method* e il modello dell'EOQ siamo riusciti a determinare per gli AMs le scorte di sicurezza da tenere a magazzino nel caso delle RP e la quantità max da ordinare per minimizzare i costi totali annui e soddisfare il ROP nel caso delle EP.

4.3 ESEMPIO DI GESTIONE DELLE VITI NEGLI STABILIMENTI DI AIRBUS

Nel 2008 Airbus aveva avuto problemi nella consegna in tempo dei prodotti ordinati dalle compagnie aeree e questo le aveva portato molti costi aggiuntivi deteriorando la sua cassa e la sua posizione quale leader mondiale nella produzione di aerei commerciali. Per continuare a mantenere la propria *leadership* nel settore Airbus decise di implementare un nuovo *business model* che prevedeva: processi più leggeri e *cost-efficient*, focalizzazione sulle *core activities* e lo sviluppo di un grande e integrato *network* con molti *partner* industriali. In tutto ciò l'ottimizzazione della *supply chain* giocava un ruolo chiave per il successo del progetto.

Florent Texier (2008) sostiene che l'esperienza di Boeing con i problemi di fornitura di viti per il programma 787 aveva già evidenziato come qualsiasi problema di *stock-out* o di qualità scadente delle viti portava a ritardi e conseguenze economiche significative e Airbus capì di dover orientare la sua *supply chain* in maniera adatta alle specificità delle viti.

Lo studio di come Airbus gestisca le viti è stato fatto su due dei suoi maggiori stabilimenti, uno ad Amburgo e uno a Saint Eloi (Vicino alla sede di Tolosa).

Si notò sin da subito come le viti non erano trattate come una merce a basso valore con una importanza strategica limitata, il che rendeva i costi operativi relativamente alti. Nonostante sistemi *Kanban* e *Freestock* (analogo del *Kanban* applicato in Germania), sistemi *Just in time* di reintegrazione delle scorte mano a mano che vengono consumate, fossero già implementati i livelli delle scorte rimanevano incredibilmente alti. Ad Amburgo pochi pezzi raggiunsero livelli di giacenza relativi a dodici mesi!. Si rese necessario migliorare il *Work-in-process (WIP) inventory management* e le previsioni di utilizzo.

Airbus lavora con quattro differenti tipi di flussi logistici: SWK (*Supplier-Warehouse-Kanban*), SWC (*Supplier-Warehouse-Consumer*), SC (*Supplier-Consumer*) e SK (*Supplier-Kanban*).

Tuttavia sfortunatamente l'intera varietà di viti veniva gestita sotto un singolo flusso logistico invece che adattarla alle caratteristiche e alla frequenza di consumo delle stesse viti.

La strategia di approvvigionamento non era razionalizzata e Airbus veniva rifornita di viti da più di 150 *suppliers* che consegnavano pezzi identici ma da luoghi differenti. L'*Outsourcing* della logistica fisica ha permesso a Airbus di concentrarsi sulle sue *core activities* ma ha creato vari "buchi" lungo i flussi amministrativi e dei materiali. Avere inoltre molti fornitori di servizi di distribuzione significa un trasferimento notevole di responsabilità e l'aggiunta di costi per compiti che non portano valore al prodotto. Infine si notava che il flusso di materiali e la produzione mostravano alcuni disordini a causa degli inadatti mezzi di distribuzione e all'inadeguata tracciabilità.

Le viti furono classificate come oggetti di tipo C seguendo l'analisi ABC basata sul valore del volume e come oggetti non critici in accordo con la matrice di *Kraljic*. Lo studio si focalizzò quindi su come riuscire a distribuire le viti nelle quantità adatte al momento giusto alle stazioni di lavoro. Si volle ridurre il costo del cambio di fornitore perché con così tanti *suppliers* il tipo di relazioni era al più un buon grado di collaborazione con necessità di bassi investimenti per limitare problemi di dipendenza. Airbus decise di individuare quindi quattro cosiddetti "*lead suppliers*" per garantire una migliore integrazione del suo *network* e allo stesso tempo mantenere la competizione tra essi evitando i rischi della scelta di un unico fornitore dedicato.

La miglior soluzione trovata per ridurre i livelli di giacenze e i relativi costi è il VMI (*Vendor Management Inventory*) "*under consignment*" che prevede che l'azienda trasferisca la proprietà delle scorte al fornitore con tutte le operazioni associate. Quest'ultimo gestirà quindi il magazzino dell'azienda garantendole una fornitura tale da non mandarla mai in *stock-out* e Airbus controllerà elettronicamente la tracciabilità delle merci per limitare la dipendenza dal fornitore. Questa soluzione permetterà di eliminare i flussi parassiti.

Tuttavia implementare un sistema VMI con quattro fornitori che lavorano con la stessa *facility* sembra impossibile e richiede l'*outsourcing* della logistica fisica ad un fornitore di servizi singolo che ha il compito di maneggiare la merce, immagazzinarla, definire la grandezza dei sistemi *Kanban* o *Freestock* e consegnare i pezzi ai punti di consumo.

Di conseguenza si tenga conto che il fornitore dei servizi logistici e i 4 *lead suppliers* devono lavorare con un sistema informativo compatibile con il sistema SAP di Airbus o proprio con esso.

Dopo aver bilanciato i costi logistici e i costi del tenere attraverso una *Total Cost Analysis* i risultati portano alla conclusione che i sistemi *Kanban* e *Freestock* dovrebbero essere dimensionati per due settimane di durata con un conseguente aumento della frequenza di riempimento del magazzino che però allo stesso tempo libererà denaro prima bloccato per mantenere le scorte e garantirà sostanziosi risparmi.



Figura 4.5. fonte: copiato da Florent Texier, 2008

Si cercò anche di migliorare la logistica e si decise di distribuire alle stazioni di lavoro degli "*assembly kits*" [in figura 4.5. Florent Texier, 2008] ossia delle confezioni contenenti una quantità di viti predeterminata senza dover far muovere gli operatori dalla loro stazione. Inoltre il fatto di utilizzare confezioni/scatole per i *kit* riciclabili innumerevoli volte ha portato risparmi non trascurabili.

Nonostante ciò il trasferimento di molte responsabilità all'esterno ha portato alla necessità di utilizzare uno strumento di supporto chiamato PFEP (*Plan For Every Part*) che consente di rendere disponibili tutte le informazioni dall'approvvigionamento alla produzione ad ogni attore del *network* rendendo le decisioni prese più affidabili.

Questo tipo di cambiamenti vanno visti come una strategia di lungo termine che non può essere applicata in poco tempo dato che alcuni di essi richiedono trasformazioni dell'attuale organizzazione, grandi investimenti e un diverso modo di pensare la logistica.

Deve essere costituita una organizzazione centralizzata che coordina l'intera logistica sicché il fornitore dei servizi di distribuzione lavori sotto una singola autorità e sopra tutti nella definizione della strategia. Tuttavia si possono presentare in questo caso problemi politici dato che ogni programma presenta finora [Florent Texier, 2008] il proprio dipartimento logistico. Il PFEP potrebbe trattare questi problemi poiché può fornire dati da differenti dipartimenti in un singolo *database*.

Distribuire le viti alle stazioni di lavoro in assortimenti corretti per una operazione di assemblaggio di una parte costringe a previsioni molto precise. Le previsioni non possono basarsi più sui consumi passati ma su una precisa e perfettamente definita *Bill of Material* (BOM) cioè distinta base dei materiali.

Tuttavia a causa dei continui cambiamenti a livello di produzione per le viti fissate sulle parti da assemblare, mantenere una BOM aggiornata è difficile e richiede alti investimenti in personale e strumenti per il monitoraggio.

Airbus, grazie a queste modifiche nella gestione dei suoi magazzini, ha risolto dei problemi logistici di grande rilevanza evitando le perdite economiche subite da Boeing per gli stessi motivi.

4.4 MRP IN ALENIA

Questo paragrafo analizza un caso studio effettuato da Emilio Esposito e Renato Passaro (1997) sull'adozione di un sistema MRP (*Material Requirement Planning*) da parte di uno dei più grandi terzisti del mercato aeronautico, l'italiana Alenia. Questo strumento consente all'azienda di supportare la pianificazione dei fabbisogni di materiali a medio termine (*Fase Engine*). Sulla base dei fabbisogni lordi dei prodotti finiti calcolati a partire dall'MPS (*Master Production Schedule*), sulla base dello stato delle scorte, dei *lead time* di produzione e acquisto e infine conoscendo le distinte base, l'MRP calcola gli ordini pianificati da rilasciare per ogni codice in produzione o ai fornitori. Esso consiste di tecniche *computer-based* che permettono di programmare la produzione di codici a domanda indipendente (prodotti finiti) e l'approvvigionamento di quelli a domanda dipendente (semilavorati e materie prime la cui domanda dipende da quella dei prodotti finiti) per soddisfare il "*business production plan*". Usando l'informazione sulla domanda di prodotto finito il sistema MRP identifica il fabbisogno di materiali e ne calcola l'ammontare comunicando ai fornitori i tempi con cui effettuare le consegne per avere il prodotto finito disponibile nel periodo pianificato.

L'implementazione di un MRP porta, come vedremo, a cambiamenti organizzativi e logistici nella *supply chain*.

Il massimo sfruttamento delle potenzialità di un sistema MRP necessita di una grande e continua disponibilità di dati aggiornati e accurati. Questo, secondo Emilio Esposito e Renato Passaro (1997), si ottiene a patto di soddisfare due condizioni per l'implementazione di un sistema MRP:

- 1- L'utilizzo diffuso nell'azienda di strumenti tecnologici informativi.
- 2- Il bisogno di cambiamenti organizzativi tra l'azienda che adotta l'MRP e i suoi subfornitori che porta ad una ridefinizione delle relazioni tra gli attori della *supply chain*.

L'MRP consente di ridurre le scorte a magazzino (che come abbiamo già avuto modo di spiegare sono un costo considerevole per le aziende), ridurre i costi dei beni fissi, migliorare il servizio ai clienti e aumentare l'efficienza produttiva aziendale.

Emilio Esposito e Renato Passaro (1997) notano anche come in questo studio non si faccia riferimento al *Just-In-Time* (JIT) perché il suo utilizzo è insolito nell'industria aerea, caratterizzata da produzioni in piccole serie con standard di altissima qualità e lunghi periodi di tempo prima della vendita sul mercato.

Il sistema MRP di Alenia si trovava a dover gestire nel 1997 circa 10.000 componenti diversi e essendo Alenia un fornitore di primo livello (*first-tier supplier*) era posta al centro del sistema "verticale" di flusso di materiali e informazioni che caratterizzava l'organizzazione produttiva a piramide di questo settore. Alenia riceveva informazioni dal suo cliente (es. Boeing) su pezzi e componenti che devono essere realizzati, si occupava dell'acquisto delle materie prime (in particolare di leghe) da subfornitori certificati dal cliente e selezionava le aziende di terzo livello a cui esternalizzare alcune parti del processo di produzione. Tutto ciò ora (2012) è diverso in quanto le organizzazioni dei *network* sono diventate meno orientate verticalmente e più orizzontalmente con vari *risk-sharing partners* e tantissimi terzisti.

Il ciclo di produzione dell'industria aeronautica è caratterizzato dal grande numero e varietà di componenti che sono necessari per realizzare un aereo (oltre un milione di pezzi). Questi componenti hanno diversi e spesso molto lunghi *lead time*.

Grande è inoltre la quantità di materiale acquistato e le lavorazioni appaltate all'esterno come evidenzia la tabella 4.1.

Raw materials	30	of which:	Structural assembly	40
Standards	15		Parts	50
Subcontracting	55		Equipment	10

[Emilio Esposito e Renato Passaro, 1997] che mostra la composizione percentuale degli acquisti industriali lordi di Alenia.

Tabella 4.1. Composizione percentuale acquisti industriali lordi fonte: copiato da Emilio Esposito e Renato Passaro (1997)

Vediamo che oltre il 50% dei componenti sono realizzati da subfornitori. Questo richiede un'integrazione logistica ed organizzativa elevata tra Alenia e i suoi terzisti con complessi scambi di informazioni, regole/procedure organizzative e abilità professionali.

Ad Alenia la programmazione del processo produttivo è affetta dal fatto che la divisione che si occupa dei componenti lavora per vari clienti e *partner* e per ciascun *partner* lavora per più programmi.

Il piano aggregato di produzione di Alenia comincia con il lancio di un piano quinquennale dei fabbisogni del cliente, che è periodicamente aggiornato (ogni 15 giorni) in base ai cambiamenti che si susseguono: piani commerciali del cliente, nuove previsioni, dati sugli arretrati, etc.

Basandosi sulle informazioni derivanti dal *budget plan* si sviluppa l'MPS (*Master Production Schedule*). Utilizzando le informazioni processate dall'MPS, quelle derivanti dalla distinta dei materiali (*Bill of materials* – BOM) dei vari aerei e da quelle sulle giacenze a magazzino, l'MRP stabilisce il flusso di fabbisogno dei materiali. Da esso vengono poi sviluppati i piani di produzione e acquisto dei materiali. I piani di produzione sono inviati alle stazioni/stabilimenti di lavoro mentre i piani di acquisto sono trasmessi ai fornitori.

I vantaggi che Alenia ha derivato dall'implementazione di un sistema MRP sono benefici economici e strategici. In pratica, grazie all'MRP Alenia ha:

- 1 – **vantaggio economico:** ridotto immediatamente il costo del lavoro nei processi, quello delle materie prime e quello delle scorte di semilavorati a magazzino migliorando così la sua *cost efficiency*.
- 2 – **vantaggio strategico:** raggiunto una flessibilità maggiore, rispondendo in modo più efficace ai cambiamenti richiesti dalla domanda di mercato e dalle innovazioni tecnologiche.

In particolare l'adozione di un sistema MRP ha migliorato notevolmente le performance in termini di tempo e costo attraverso:

- una grande crescita del tasso di fornitura (da semestrale a mensile o in alcuni casi anche settimanale)
- una riduzione del capitale lavorato in riferimento sia alle lavorazioni nei processi che alle materie prime e ai componenti a magazzino. La riduzione della giacenza a magazzino è peraltro stimata del 30%.
- una maggiore flessibilità nel gestire i cambiamenti introdotti dall'azienda cliente leader (es. Boeing). In media il tempo di risposta diminuì da 200 a 100 giorni, permettendo così una maggiore produttività e efficienza [Emilio Esposito e Renato Passaro, 1997].

Questi risultati sono stati possibili da raggiungere grazie alla considerevole collaborazione con i subfornitori che dovevano rispettare i nuovi requisiti imposti da Alenia. Il grande aumento della frequenza di fornitura ha portato ad una riduzione massiva (di circa l'80%) della dimensione dei lotti il che ha richiesto una riorganizzazione quasi totale della produzione dei subfornitori.

L'adozione del sistema MRP da parte di Alenia ha causato però anche alcuni svantaggi economici ai suoi subfornitori in quanto essi vedono un aumento delle attività di gestione e servizio non pagate dal cliente. Inoltre i subfornitori devono accettare una riduzione del 30% delle loro remunerazioni poiché Alenia utilizza una strategia di *cost efficiency*. I principali subfornitori tuttavia possono superare questi svantaggi economici migliorando la loro posizione strategica all'interno della *supply chain* di Alenia, vale a dire riducendo i costi sia con considerevoli cambiamenti nell'organizzazione e nel *management*, sia stabilendo il loro *network* di subfornitori sui quali far ricadere una parte dell'aumento dei costi.

L'adozione di un sistema MRP da parte di Alenia ha avuto due implicazioni sulla sua *supply chain*:

- Ha imposto un maggiore stress in essa perché i subfornitori devono sia ridurre i costi che soddisfare i nuovi requisiti richiesti da Alenia.

- È realmente di sostegno alle relazioni tra clienti e subfornitori. Attraverso cambiamenti nelle abilità professionali e negli strumenti informativi i subfornitori stabiliscono una relazione stabile e duratura con il cliente.

La *supply chain* di Alenia si è quindi dovuta evolvere cambiando radicalmente: in passato la selezione dei fornitori veniva fatta stilando una classifica sulla base delle loro abilità tecnologiche. Ora la selezione non si basa solo sulle performance tecnologiche ma anche sulle loro abilità manageriali, logistiche e organizzative. Ai fornitori viene richiesto di adattare il proprio livello di servizio alla nuova e più “snella” organizzazione della produzione. In questa selezione alcuni “*traditional subcontractors*” salgono di “grado” nella *supply chain* per diventare “*main subcontractors*” e alcuni di quest’ultimi fanno lo stesso diventando “*main verticalized subcontractors*”.

Come vediamo riassunto in figura 4.6. [Emilio Esposito e Renato Passaro, 1997], i *traditional subcontractors* sono terzisti capaci di eseguire solo specifiche lavorazioni di materiali ricevuti da Alenia. I *main subcontractors* sono aziende che lavorano componenti complessi inviati da Alenia e coordinano il loro network di *traditional subcontractors* responsabili della lavorazione di componenti specifici o di alcune fasi del processo produttivo a bassa complessità. I *main subcontractors* devono iniziare un processo di integrazione logistica e organizzativa con Alenia. Infine i *verticalized main subcontractors* sono le aziende che, oltre alle abilità dei *main subcontractors*, hanno la capacità di gestire il “*material procurement cycle*”, ossia il ciclo di approvvigionamento materiali, in maniera autonoma. Ciò rende più snello il ciclo logistico di Alenia. Certamente i *verticalized main subcontractors* devono avere un “*procurement planning system*” che può essere integrato con l’MRP di Alenia.

Stage	EVOLUTIONARY ELEMENTS	PRODUCTION ACTIVITIES
Traditional Subcontractor	-Externalization of single operations. -“Free issued” materials	-Machining -Manufacturing -Manufacturing and Sub-Assembly -Sub-Assembly
Main Subcontractor	-Responsibility for the entire end-item -“Free issued” materials.	-Machining -Manufacturing -Manufacturing and Sub-Assembly, -Sub-Assembly -Assembly
Verticalized Main Subcontractor	-Responsibility for the entire end-item -Responsibility for raw-material purchasing and management. (job-order verticalization)	-Machining -Manufacturing -Manufacturing and Sub-Assembly -Sub-Assembly -Assembly -Material Requirements Planning, Management and Purchasing

Oltre agli svantaggi economici già illustrati in precedenza si segnala per i subfornitori la diminuzione del potere di negoziazione (come singola azienda) con i produttori di leghe speciali negli USA e l’aumento dei costi di gestione delle materie prime e delle scorte a magazzino. Inoltre servire meglio il cliente non porta ad essi nessun profitto aggiuntivo.

Allo stesso tempo però i *verticalized main subcontractors* ottengono alcuni vantaggi strategici cruciali dal potenziale di conoscenze da acquisire più elevato che risulta dalla relazione diretta con l’azienda

Figura 4.6. fonte: copiato da Emilio Esposito e Renato Passaro (1997)

a capo della struttura piramidale del *network* (Alenia) e con i suoi fornitori di leghe speciali.

In conclusione si può dire di aver analizzato come l’implementazione di un sistema MRP abbia portato a cambiamenti organizzativi e logistici nella *supply chain* di Alenia.

Riassumendo:

- Per sfruttare al meglio le potenzialità del sistema MRP tra l'azienda che lo implementa (Alenia) e i suoi subfornitori bisogna ridefinire le relazioni tra i tanti attori della *supply chain*.
- L'adozione di un sistema MRP può comportare vantaggi e svantaggi economici e strategici per le aziende della *supply chain* come ampiamente discusso.

Da questi due risultati Emilio Esposito e Renato Passaro (1997) traggono le seguenti conclusioni:

Per prima cosa il sistema MRP ha due implicazioni per la *supply chain*: impone un maggiore stress su di essa perché i terzi devono sia ridurre i costi che soddisfare i nuovi requisiti imposti dal cliente ed è di supporto alle relazioni tra cliente e subfornitore perché quest'ultimo, attraverso cambiamenti nella sua organizzazione, nelle capacità professionali e nella struttura informativa, può raggiungere una maggiore integrazione con il cliente.

In secondo luogo l'implementazione di un sistema MRP in Alenia portò ad un processo di evoluzione e di definizione di livelli nel sistema di subfornitura con la selezione dei fornitori sempre più focalizzata sulle loro abilità manageriali e organizzative come mai prima. In questo sviluppo alcuni *traditional subcontractors* diventarono *main subcontractors* e solo pochi di essi diventarono *main verticalized subcontractors*.

4.5 BOEING VISION 2016 E ANALISI DI AIRBUS DEL MERCATO AEREO FUTURO

Boeing Vision 2016

Nel 1996 l'allora CEO di Boeing P.M. Condit svelò ai manager della sua azienda l'idea di una strategia (la Boeing "Vision 2016") che aveva come obiettivo far diventare Boeing una compagnia che condivideva conoscenze e risorse nel suo *supply network* eccellendo nella progettazione, nella realizzazione e nel supporto di programmi aeronautici nelle sue aree di specializzazione: aviazione commerciale, aerospaziale e militare. Condit sapeva che filosofia di un precedente CEO, Bill Allen, "costruisci l'aereo migliore e le compagnie aeree lo compreranno" aveva fatto il suo tempo e aspirava a trasformare Boeing da produttrice di aerei principalmente per l'aviazione commerciale ad una equilibrata azienda *leader* nel settore industriale aerospaziale. In quel periodo infatti l'80 del fatturato di Boeing derivava dal settore dell'aviazione commerciale. Condit e il suo *team* conclusero che non potevano raggiungere tale obiettivo attraverso un processo tradizionale di crescita organica dell'azienda ma, oltre ad acquisire aziende che operano soprattutto nel settore aerospaziale, trasformando la propria organizzazione verticale in una cosiddetta organizzazione "virtuale" includendo un maggiore orientamento all'*outsourcing* globale. Le relazioni con gli "*outsourcers*" dovevano perciò cambiare da impersonali e basate su contratti tra terze parti a *partnership* strette e orientate a strategie comuni [R.L. Nolan, 2012].

Boeing si mosse subito in tale direzione acquisendo la Rockwell Aerospace Company e nel 1997 la McDonnell Douglas, compagnia da 17 miliardi di dollari che aveva avuto problemi nel *business* degli aerei commerciali ma aveva un solido *business* nella Difesa militare. Quest'ultima acquisizione, definita dal giornale Fortune "la vendita del secolo", portò il reddito di Boeing a 52 miliardi di dollari facendola diventare una compagnia più equilibrata nei vari settori di competenza e allo stesso tempo il più grande produttore mondiale di aerei commerciali e militari.

Quello stesso anno Condit riorganizzò la struttura organizzativa aziendale in tre divisioni: commerciale, difesa e spazio, per ognuna delle quali venne nominato un CEO. Nel 2001 ci fu il già citato trasferimento della sede di Boeing da Seattle a Chicago che secondo Condit era richiesto dalla necessità di essere in un luogo neutrale che non era il luogo dove risiedeva una delle sue principali *business unit*. Inoltre la sfida con Airbus portò a dover ridurre i prezzi di tutti gli aerei per poter competere con il colosso europeo, il quale riusciva a produrre aerei ad un costo minore.

Nell'ottobre del 1997 l'aumento della produzione si rivelò superiore alle possibilità degli stabilimenti tradizionali causando problemi di controllo e di *supply chain* e costringendo Boeing a cessare l'attività di due delle maggiori linee di assemblaggio con un costo di recupero alla fine di 2.6 miliardi di dollari. Il 1997 fu anche l'anno in cui Boeing registrò il primo fatturato in perdita in 50 anni: 178 milioni di dollari di negativo. Il prezzo delle azioni di Boeing crollò da 106 a 49 dollari l'una. Airbus metteva sempre più pressione a Boeing portando la competizione anche sui nuovi *Very Large Airplane* (VLA) grazie al suo A380 e Boeing decise di non sfidare Airbus in quel campo che era dipendente da un modello industriale di aereo commerciale di tipo "*hub-and-spoke*" ossia capace di portare un numero enorme di passeggeri in aeroporti strategici per importanza, ma piuttosto si concentrarono nel realizzare un aereo leggero, che consuma poco carburante, fatto in materiali compositi, di media taglia e capace di percorrere rotte a lunga distanza che avrebbe portato un numero minore di passeggeri di un VLA però direttamente dove vogliono e non in un grande e congestionato aeroporto come avveniva con l'A380. Ovviamente l'aereo in questione per Boeing è il 787 studiato nel

terzo capitolo. Nel 2003 ci fu poi l'annuncio del sorpasso di Airbus ai danni di Boeing come maggior produttore di aerei commerciali al mondo con un numero di ordini richiesti superiore e con l'aereo più avanzato al mondo, l'A380, sempre più padrone della scena e allo stesso tempo ci furono anche le dimissioni di Condit legate anche ad uno scandalo di "contratti favorevoli" con il Pentagono per la divisione militare di Boeing.

Come abbiamo visto la vicenda 787 si è risolta con un successo e la strategia 2016 di Boeing di diventare un "*large scale system integrator*" ha cambiato la visione generale nei confronti del prodotto realizzato, cioè dell'aereo, visto, grazie all'integrazione spinta di tecnologie di IT sempre più avanzate, non più solo come un oggetto fisico finito ma come un set organico di sistemi integrati che produce un flusso continuo di valore per tutta la sua vita agli acquirenti e un derivante flusso continuo di introiti per Boeing [R.L.Nolan, 2012].

Analisi di Airbus

Airbus ha condotto varie ricerche per prevedere come sarà il mercato aeronautico mondiale nel 2050 e capire che tipo di aerei dovrà produrre per soddisfare le aspettative dei futuri clienti e poter competere ancora in qualità di *leader* globale del settore.

I risultati sono proposti nelle figure 4.6. e 4.7. [Airbus, 2012].

Dall'analisi emerge come [figura 4.6.] i nuovi paesi emergenti siano la chiave della crescita del settore aeronautico: la domanda di viaggi aerei di passeggeri provenienti dal Brasile aumenterà dell'84%, dall'India dell'89% e dalla Cina del 69% con un 63% di persone intervistate che ritiene che nel 2050 il numero complessivo di viaggi aerei per persona aumenterà a causa della connessione sempre più elevata della popolazione globale.

La stragrande maggioranza (il 96%) dei potenziali passeggeri si dice convinto che nel futuro gli aerei dovranno essere maggiormente eco-sostenibili.

Gli obiettivi logistici del settore da conseguire saranno creare un maggior numero di rotte dirette che non prevedano dunque scali aeroportuali (come accade spesso nel caso dell'A380 che porta numerosissimi passeggeri in *hub* ma costringe chi deve andare da un'altra parte a dover prendere altri aerei per arrivare a destinazione) e ridurre di molto l'attesa del passeggero negli aeroporti per il proprio volo (evidenziamo questa richiesta soprattutto dai passeggeri di paesi quali Cina, India e Brasile e meno invece nel caso dell'Europa, degli USA, del Giappone e dell'Australia quasi a voler rimarcare come per i primi il tempo non sfruttato produttivamente sia sempre più importante) organizzando l'intricata rete di collegamenti mondiali con tecnologie certamente più avanzate di quelle attuali che la rendano il più fluida possibile.

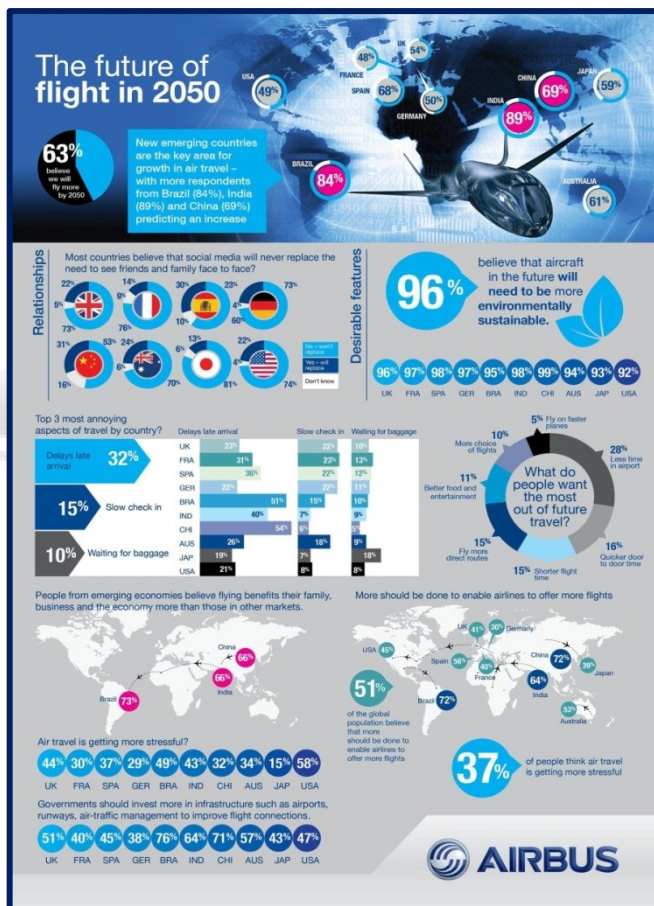


Figura 4.6. fonte: copiato da Airbus (2012)

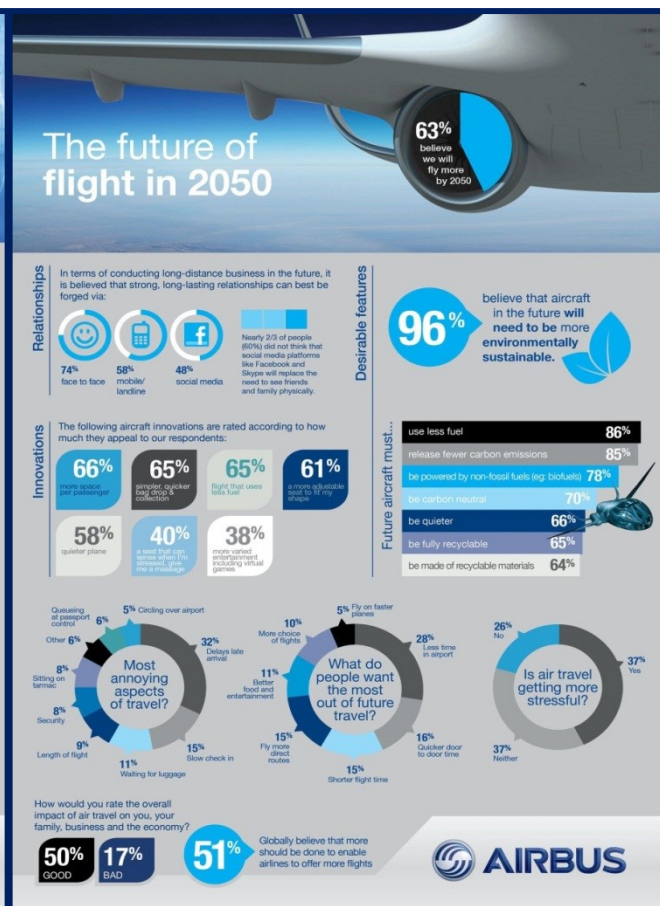


Figura 4.7. fonte: copiato da Airbus (2012)

Come vediamo dalla figura 4.7. le innovazioni più richieste sono relative ad un aereo che consumi meno carburante per volo (65% degli intervistati) e che permetta una comodità di viaggio maggiore a quella attuale (66% degli intervistati). Airbus si sta già orientando verso queste tendenze peraltro già riscontrate nel successo del programma 787 di Boeing, che sembra perseguirle tutte, e mira a servire più capillarmente il territorio con minore impatto ambientale (l'85% degli intervistati afferma che i futuri aerei dovranno rilasciare meno emissioni di carbonio e il 65% che dovranno essere interamente riciclabili) tramite il suo nuovo A350 che entrerà in commercio nel 2013.

Questi "desideri" dei passeggeri sono di estrema importanza per un *manufacturer* come Airbus, infatti riuscire a prevedere correttamente con molti anni di anticipo le aspettative del punto di consumo del *supply network* (i clienti finali ossia le compagnie aeree e in fondo a tutti i singoli passeggeri) significa effettuare investimenti spesso notevoli che verranno poi ripagati quando si avrà la *leadership* in una determinata tecnologia o prestazione (l'esempio è sempre quello del programma 787 che ha visto investimenti enormi nella creazione di un aereo innovativo nella struttura in compositi, che consuma meno carburante degli altri e che permette una comodità di volo impareggiabile: tutti *drivers* della domanda del mercato che hanno permesso a Boeing di avere tempo dalla fine del 2011 al 2013 di ricevere tantissimi ordini giocando d'anticipo sull'uscita dell'A350).

In conclusione il mercato dell'aviazione commerciale richiede ai *manufacturers* di creare aerei "*fuel-efficient*", ossia che consumino poco carburante per volo, in un numero maggiore di modo tale che riducendo il loro prezzo unitario le compagnie ne possano acquistare di più e fornire collegamenti aeroportuali più estesi che permettano al passeggero di arrivare con voli diretti al luogo di destinazione senza dover effettuare scali in *hub* spesso congestionati. Infine si richiede l'utilizzo di tecnologie d'avanguardia negli aerei, che sono prodotti *hi-tech*, per ridurre l'impatto ambientale (tema sempre più a cuore della popolazione mondiale) e migliorare la comodità di volo, specifica molto importante per chi deve viaggiare per tratti lunghi e/o con alta frequenza (seguono le immagini degli interni del 787 in fig. 4.8. e 4.9., Boeing 2012).



Figura 4.8. fonte: copiado da Boeing (2012)



Figura 4.9. fonte: copiado da Boeing (2012)

CAPITOLO 5: CONCLUSIONI

Il mercato aeronautico civile è un oligopolio nel quale, oltre agli storici leader Boeing e Airbus, stanno emergendo alcune aziende provenienti dai paesi emergenti i quali, grazie all'esperienza acquisita lavorando per decenni in qualità di fornitori/terzisti *partner* e, negli ultimi anni, come *risk-sharing partners* degli OEM stanno sviluppando la loro industria aerospaziale con un controllo governativo dettato spesso dai sostanziosi sussidi finanziari forniti per lo sviluppo della stessa.

Abbiamo capito come le *supply chain* attuali in questo settore prevedano una forte integrazione del *supply network* comprendente svariate decine di *first-tier suppliers* provenienti da tutto il mondo e sui quali ricade anche la responsabilità del successo del programma aereo. La regolarità delle operazioni in *supply chain* globalmente estese con *outsourcing* elevato richiede l'utilizzo dei principi di *lean manufacturing*.

L'esternalizzazione elevata si è visto che provoca vantaggi economici immediati in quanto può aumentare la qualità dei propri prodotti e/o diminuire i loro costi con bassi investimenti ma allo stesso tempo si riscontrano svantaggi strategici nel lungo termine perché avviene un trasferimento di conoscenze esplicite e tacite a favore di potenziali futuri *competitors*.

L'utilizzo di una produzione «snella» che permetta all'azienda di focalizzarsi sulle sue *core competencies* esternalizzando le restanti attività a terzi e facendo sì che l'intera *supply chain* operi con una prospettiva di mutuo beneficio è la chiave del successo in questo complesso settore *hi-tech*.

In definitiva ciò si riesce a raggiungere con investimenti crescenti nel SCM aziendale: SW quali MRP e tecniche di gestione delle scorte a magazzino come quelle analizzate sono essenziali per competere e richiedono un flusso continuo e massiccio di informazioni tramite strumenti di IT avanzati che rendano il *supply network* un sistema unico, capace di rispondere ai cambiamenti della domanda in modo rapido e efficace non risentendo di effetti tipici di *chain* complesse quali l'effetto Forrester, nel quale l'attore a monte vede solo il *sell-in* e non il *sell-out* o l'effetto *risk-pooling* nel quale avere più magazzini con cui servire i clienti è meno efficace di gestire la domanda con un unico magazzino perché la variabilità della domanda si riduce all'aumentare della aggregazione delle scorte.

Questo è quello che stanno facendo i leader del settore e che stanno cercando di imitare i *competitors* e copiare i *followers* ma trasformare la propria organizzazione aziendale in modo da soddisfare tali obiettivi è qualcosa che richiede molto tempo e piani logistici accurati basati su previsioni costose e affette ovviamente da incertezza. Analizzando il caso studio del Boeing 787 abbiamo capito come in questo mercato *capital intensive* innovare prima degli altri e assicurarsi una grande porzione della domanda di aeromobili anche per poco tempo è di vitale importanza per non essere travolti dalla potenza economica dei *leader* e gestire con cura questa innovazione, come spiegato dall'esempio della gestione delle viti negli stabilimenti di Airbus, permette di fare ciò senza sprecare denaro in penali per ritardi di consegna dei prodotti o per azioni correttive.

In questo momento è difficile prevedere uno scenario diverso per il futuro da quello che vede Boeing e Airbus dominare pressoché in modo equo il settore LCA e VLCA ma ritengo crescerà gradualmente l'importanza dell'industria aeronautica cinese, brasiliana e russa perché mossa dalla necessità di queste grosse economie di non rimanere indietro in uno dei mercati industriali più redditizi che riesce come pochi altri a evidenziare la supremazia tecnologica di un paese. Prevedo anche però che la crescita commerciale di questi paesi in un prossimo futuro tenderà a smorzarsi e risentire maggiormente della situazione finanziaria internazionale pertanto sebbene possano arrivare a costituire una potente industria aeronautica difficilmente riusciranno a demolire la supremazia dei due attuali *leader* occidentali i quali sono orientati a proporre aerei sempre più *cost-efficient* in grado di soddisfare tutte le richieste prevedibili per un prossimo futuro dell'utenza mondiale come evidenziato dal nostro studio della Boeing Vision 2016 e dell'analisi di Airbus del mercato nel 2050. Ritengo quindi si possa plausibilmente affermare che i due attuali *leader* continueranno a contendersi la maggior parte della domanda di aerei commerciali nel settore civile almeno per diverse decine di anni ancora e invece la presenza dei paesi emergenti si farà molto forte nel settore aerospaziale dove, essendo le agenzie

spaziali enti governativi, l'economia di questi paesi può rapidamente farli competere allo stesso livello con i paesi occidentali indeboliti dalla crisi economica attuale.



BIBLIOGRAFIA

- 1) **The Industrial Geographer**, Volume 1, Issue 2, pp. 57-73. © 2004 Pritchard & MacPherson : D. Pritchard, A. MacPherson, “**Industrial Subsidies and the Politics of World Trade: The Case of the Boeing 7e7**”.
- 2) **Journal of Strategic Information Systems**, Volume 21, (28/01/2012): “**Ubiquitous IT: The case of the Boeing 787 and implications for strategic IT research**”, Richard L. Nolan.
- 3) **Journal of Manufacturing Technology Management** , Vol. 20, No. 2, 2009, pp. 235-257 : “**A cladistic classification of commercial aerospace supply chain evolution**”, Christen Rose-Anderssen, James Baldwin, Keith Ridgway, Peter Allen, Liz Varga and Mark Strathern.
- 4) **IEE Manufacturing Engineer**, August/September 2005, pp. 26-31 : “**Going for lean**”, Mark Venables.
- 5) **CANADA-UNITED STATES TRADE CENTER OCCASIONAL PAPER NO. 39**, September 2010 “ **A Case for Repayable Launch Aid: Implications for the US Commercial Aircraft Supply Chain**”, David Pritchard.
- 6) **Journal of Air Transport Management**, Volume 21 (2012), pp.3-9, “The state of air transport markets and the airline industry after the great recession”, Brian Pearce.
- 7) **Supply Chain Management: An International Journal**, Volume 9, Number 2 – 2004 – pp. 154 – 168, “Methodology to mitigate supplier risk in an aerospace supply chain”, P.R.Sinha, L.E.Whitman, Don Malzahn.
- 8) **European Journal of Purchasing & Supply Management**, Vol. 3, No. 1, pp. 43-51, 1997, “Case Study: Material requirement planning and the supply chain at Alenia Aircraft”, Emilio Esposito, Renato Passaro.
- 9) **REINFORCEDplastics**, NOVEMBER/DECEMBER 2009, pp. 16-21, “Boeing’s 787: trials, tribulations, and restoring the dream”, George Marsh.
- 10) **CANADA-UNITED STATES TRADE CENTER OCCASIONAL PAPER NO. 35**, January 2007, “Strategic Destruction of the North American and European Commercial Aircraft Industry: Implications of the System Integration Business Model”, By David Pritchard and Alan MacPherson.
- 11) **REUTERS**, Special Report, January 2011, “**A WING AND A PRAYER: OUTSOURCING AT BOEING**” by Kyle Peterson.
- 12) **Master of Science in Transportation at the Massachusetts Institute of Technology (MIT)**, Thesis, February 2007, “A comparative Analysis of Supply Chain Management Practices by Boeing and Airbus: Long-term Strategic Implications”, by Tzu-Ching Horng.

- 13) **Department of Industrial Management and Logistics, Lund Institute of Technology**, February 2008
“AIRBUS FASTENERS’ SUPPLY CHAIN OPTIMIZATION, How to stock, prepare and distribute in the most efficient way?”, Florent Texier.
- 14) **Industrial Engineering and Engineering Management**, 2009. IEEM 2009. IEEE International Conference, 8-11 Dec. 2009 “Study on the Modeling of Aviation Materials Storage Management Decision-Making”, Danyang SHEN, Yunchun CAO College of Economics and Management, Civil Aviation University of China, Tianjin, China.

