

POLITECNICO DI TORINO
Collegio di Ingegneria Gestionale
Corso di Laurea in Ingegneria Gestionale



ELABORATO DI LAUREA

**Produzione Agile e applicazione nella
gestione della manutenzione**

Relatore
Prof. Marco Cantamessa

Candidato
Francesco Barioglio

Ottobre 2018

Alla mia Famiglia

Indice

Introduzione.....	7
1. La produzione Agile: definizione e attributi	11
1.1 L'organizzazione Agile: caratteristiche principali.....	17
2. L'Agilità produttiva: struttura e fattori abilitanti	22
2.1 Strategie	23
2.1.1 Imprese virtuali.....	24
2.1.2 Supply chain	25
2.1.3 Concurrent engineering e modularità	27
2.2 Tecnologie.....	29
2.2.1 Strumenti e Tecnologie dell'Informazione.....	31
2.3 Sistemi.....	33
2.4 Persone	34
3. Ostacoli allo sviluppo dell'Agilità all'interno di una struttura tradizionale.....	38
3.1 Problemi gestionali e organizzativi.....	40
3.2 Problemi relativi alle persone	42
3.3 Problemi relativi ai processi e alle tecnologie	42
4. Coniugare Agilità e stabilità attraverso l'ambidestrisimo.....	45
4.1 L'organizzazione ambidestra	46
5. La gestione della manutenzione a supporto dell'Agilità	49
5.1 La manutenzione flessibile	51
6. Un'applicazione concreta: gestione dei processi di manutenzione attraverso soluzioni implementate con SAP UI5i.....	55
6.1 Presentazione dello strumento SAP UI5i.....	55
7. Contesto di riferimento e scopo del progetto	58
7.1 Requisiti relativi alla gestione dei materiali.....	60
7.2 Requisiti relativi alla gestione della manutenzione	63

7.3	Principali fasi del processo AS IS di gestione della manutenzione ...	66
7.3.1	Gestione degli operai di linea	67
7.3.2	Gestione delle richieste di manutenzione	67
7.3.3	Gestione dei piani di intervento	67
7.3.4	Gestione delle ispezioni	68
7.4	Principali fasi del processo AS IS di gestione dei materiali	68
7.4.1	Gestione delle richieste di riparazione.....	68
7.4.2	Gestione delle richieste di acquisto generiche.....	68
7.4.3	Attività di stoccaggio della merce	69
7.5	Principali fasi del processo TO BE di gestione della manutenzione .	69
7.5.1	Gestione degli operai di linea	69
7.5.2	Gestione delle richieste di manutenzione	70
7.5.3	Gestione dei piani di intervento	70
7.5.4	Gestione delle ispezioni	71
7.6	Principali fasi del processo TO BE di gestione dei materiali	72
7.6.1	Gestione delle richieste di riparazione.....	72
7.6.2	Gestione delle richieste di acquisto generiche.....	72
7.6.3	Attività di stoccaggio della merce	73
8.	Vantaggi legati alla soluzione implementata.....	74
9.	Conclusioni	77
10.	Bibliografia.....	80

Introduzione

Nel corso del tempo, l'ambiente all'interno del quale le diverse organizzazioni produttive sono chiamate ad operare ha subito una progressiva ed inesorabile trasformazione sotto la duplice dimensione delle esigenze della domanda e della definizione dell'offerta.

Relazionarsi in modo efficace e puntuale con mercati turbolenti e volatili è ormai diventata una condizione imprescindibile per far prosperare il proprio business, anche perché le forze economiche e competitive contribuiscono a generare ulteriore incertezza. Il rischio legato alla rigidità tipica dei tradizionali processi aziendali, concepiti secondo un criterio di linearità, è diventato perciò insostenibile, obbligando i diversi attori in gioco a ripensare il modo in cui questi sono strutturati e gestiti.

Tale urgenza si declina in un deciso cambio di prospettiva, laddove l'obiettivo dell'impresa non è più quello di rendere il cliente aderente alle logiche dei propri processi, bensì conformarsi alle sue specifiche esigenze all'interno di un percorso interattivo e condiviso di generazione del valore.

Il tutto ha portato all'affermazione di un vero e proprio nuovo paradigma produttivo, quello Agile, che si caratterizza per un approccio incrementale, iterativo ed evolutivo quanto mai necessario in un'epoca in cui la competizione si manifesta in primo luogo sui tempi, che non rappresentano solo il cardine del successo commerciale ma anche la chiave per la sopravvivenza.

A supporto di questa tesi, un sondaggio condotto da KPMG nel 2018 ha evidenziato come, a fronte di una richiesta di continuo cambiamento da parte dei clienti e di un panorama tecnologico in costante evoluzione, il 59% degli amministratori delegati intervistati, a capo di aziende di tutto il mondo, ritenga che l'Agilità rappresenti il nuovo, dominante modo di fare business e che questa, insieme all'intuizione, sia il principale strumento per trasformare la rivoluzione digitale in un'opportunità di crescita e profitto.

Tuttavia, la ricerca di una sempre maggiore Agilità non implica unicamente fare affidamento sui dati e sulle tecnologie intelligenti di vendita, a scapito delle qualità umane. Nell'ambito di un'economia sempre più digitale, dove proprio tali tecnologie ridefiniscono continuamente settori e modelli di

business, la capacità di innovare velocemente rappresenta un imperativo strategico.

Di conseguenza, sempre più organizzazioni sono impegnate nella costruzione di sistemi di partner innovativi laddove, sempre sulla base del report KPMG, il 53% delle imprese coinvolte afferma la volontà di realizzare acceleratori o programmi di incubazione per le start-up. Parallelamente, per cogliere appieno i benefici connessi all'Agilità, è però importante sviluppare la capacità di generare valore da queste reti di collaboratori e assicurarsi che le barriere culturali e gli ostacoli relativi alla condivisione dei dati non limitino la diffusione delle idee innovative.

Sulla base dello scenario descritto, il principale obiettivo del seguente lavoro di tesi è quello di offrire una visione la più ampia e completa possibile dei fondamenti, anche applicativi, che concorrono a definire il tema dell'Agilità produttiva, con particolare riferimento all'ambito della manutenzione e nell'alveo di un progetto aziendale analizzato durante l'attività di tirocinio curricolare, avente ad oggetto proprio un intervento di reingegnerizzazione delle attività manutentive a supporto del processo produttivo del cliente. Considerata la pluralità di elementi e aspetti organizzativi che questa tematica comprende, non condensabili in una serie di regole da applicare in modo sistematico e acritico, l'elaborato è strutturato in modo da fornire, in primis, un inquadramento teorico dell'oggetto di studio, mediante la presentazione delle principali definizioni di produzione Agile presenti in letteratura.

A seguire, è proposta una trattazione approfondita delle aree imprescindibili su cui intervenire per sviluppare un sistema produttivo Agile. Queste sono affrontate in modo disgiunto le une dalle altre, al fine di evidenziarne le rispettive prerogative. Tuttavia, in un'ottica Agile, è di fondamentale importanza raggiungere un livello di integrazione e collaborazione il più elevato possibile, in modo da cogliere appieno i conseguenti benefici.

Poiché il raggiungimento di un grado di Agilità soddisfacente dipende in modo significativo dalla capacità sia di ripensare in modo proficuo il proprio modello di business sia di riconvertire opportunamente le risorse a propria disposizione, il seguente elaborato si ripropone altresì di porre in evidenza come l'abbracciare la filosofia Agile non sia, però, esente da rischi ed ostacoli.

Di conseguenza, insieme all'analisi delle prerogative alla base della produzione Agile, l'elaborato di tesi si prefigge come scopo anche la discussione critica delle principali barriere culturali e organizzative che possono rallentare, se non addirittura compromettere in modo irreversibile, tale cambiamento paradigmatico.

Dopo aver caratterizzato, a livello generale, le proprietà e le implicazioni della produzione Agile, il raggio di analisi si restringe al campo specifico della manutenzione, nella volontà di dimostrare come la possibilità di fare affidamento su di un sistema manutentivo efficace e rispondente rappresenti un fondamentale aiuto nell'incrementare l'Agilità di un'organizzazione.

Inoltre, il fatto che il tema della manutenzione flessibile a supporto di processi produttivi Agili sia ancora poco dibattuto in letteratura ha costituito un ulteriore stimolo per mostrarne l'evoluzione nel tempo e la rilevanza attuale.

Proprio la presentazione del lavoro di process reengineering e di implementazione SAP delle procedure di manutenzione affrontato durante il tirocinio, utilizzando come supporto la documentazione di progetto fornita, rappresenta il momento culminante del lavoro di tesi, nonché la sua naturale transizione da un piano prettamente teorico ad uno applicativo, in modo da mettere in risalto, nel concreto, quell'opera di integrazione intelligente tra risorse umane, tecnologie e sistemi che è condizione imprescindibile per far prosperare un modello di business improntato all'Agilità.

In generale, l'approfondimento dei temi trattati ha permesso di certificare la loro grande importanza, se relazionati al panorama produttivo attuale, nonché di dimostrare come l'acquisire Agilità costituisca la principale via per affrontare i cambiamenti radicali occorsi negli equilibri tra domanda e offerta e sostenere una pressione competitiva sempre più elevata. Per questi motivi, i concetti esposti possono rappresentare un aiuto nel tentativo di giungere ad una trattazione sempre più sistematica, sebbene non onnicomprensiva, della produzione Agile e delle relative determinanti.

Per ciò che concerne, invece, l'ambito della flessibilità manutentiva, è stata dimostrata, grazie alla portata innovativa del caso di studio esposto, la crescente rilevanza assunta dall'area della manutenzione, passata dall'essere una semplice attività di contorno alle attività produttive, spesso scollegata dalle loro logiche, ad un contributore diretto nello sviluppo di un'attitudine

Agile, in grado di comunicare direttamente con la produzione stessa e garantire, così, prestazioni e prodotti di qualità superiore. Pertanto, l'area della manutenzione, se relazionata ad un contesto produttivo, appare tanto determinante quanto meritevole di ulteriori studi ed approfondimenti.

1. La produzione Agile: definizione e attributi

Numerosi articoli riguardanti la produzione Agile sono stati pubblicati nel corso degli anni, tuttavia è possibile identificare solo una serie di studi limitati circa un'analisi esauriente della sua applicabilità all'interno delle organizzazioni reali, delle strategie e tecnologie che la caratterizzano e dei fattori in grado di garantirne il successo.

Data la crescente rilevanza del paradigma Agile, ma allo stesso tempo la presenza di una molteplicità di prospettive di analisi, l'obiettivo di questo capitolo è quello di giungere, sulla base della letteratura disponibile, ad una definizione la più rigorosa ed esaustiva possibile del concetto di Agilità nell'ambito della produzione.

Abair (1997), afferma che i processi produttivi basati sul paradigma Agile sono caratterizzati da un'elevata integrazione con il cliente circa le fasi di progettazione, produzione, commercializzazione e il supporto di ogni prodotto e/o servizio, costi unitari stabili, flessibilità produttiva, facile accesso ai dati e attrezzature di produzione modulari. L'attenzione è rivolta all'integrazione di aree funzionali critiche con l'ausilio di tecnologie avanzate di progettazione e fabbricazione e mediante un allineamento tra le diverse strategie.

Secondo Gupta e Mittal (1996), poi, la produzione Agile è un concetto di business che garantisce coerenza tra le diverse componenti di un'organizzazione grazie all'impiego di tecnologie dell'informazione avanzate e a strutture organizzative flessibili nel supportare una forza lavoro altamente specializzata.

DeVor e Mills (1995) la definiscono, invece, come la capacità di prosperare in un ambiente competitivo dai cambiamenti continui e repentini, nonché di rispondere in modo istantaneo a mercati in rapida evoluzione all'interno dei quali il valore dei prodotti e dei servizi si fonda sul cliente. Su questa base i tratti peculiari della filosofia Agile sono la velocità di realizzazione del prodotto, la flessibilità produttiva e l'efficienza organizzativa. Sempre DeVor e Mills arrivano ad affermare come la tecnologia, da sola, non sia in grado di determinare la creazione di un'impresa Agile. Insieme alla componente tecnologica, è altresì necessario realizzare la giusta

combinazione di strategie, cultura e pratiche operative, in modo da giungere ad una comprensione ed un'efficacia operativa le più ampie possibili nell'ambito dei mercati di riferimento.

Come detto in precedenza, la produzione Agile è guidata dalla necessità di rispondere in tempi brevi alle mutevoli esigenze dei clienti. Richiede, pertanto, la capacità di produrre efficacemente una grande varietà di prodotti e di godere di un'elevata capacità di riconfigurazione per accogliere modifiche relative al mix e al design dei prodotti. Per implementare una produzione Agile, inoltre, si rende necessario lo sviluppo di metodologie per la progettazione in grado di considerare i potenziali problemi che si possono manifestare già durante la fase di design (Kusiak e He, 1997).

Secondo Tu (1997), l'industria manifatturiera, in particolare quella OKP (One of a-Kind Production), tende ad essere non solo Agile ma anche globale. Si giunge così alla definizione di azienda virtuale, che consiste di diverse unità produttive geograficamente distribuite nel mondo sottoforma di joint venture e reti di subappaltatori, come accade nel settore della cantieristica navale. Per queste aziende i sistemi, i metodi e le teorie tradizionali concernenti il controllo e la gestione della produzione non sono in grado di soddisfare le mutate esigenze, da cui la necessità di diventare virtuali.

Tuttavia, la selezione dei partner in base alla sola flessibilità e reattività non porta automaticamente ad una riduzione dei costi e a un miglioramento della qualità dei prodotti e dei servizi, bensì è necessario tenere in considerazione una gamma più ampia di fattori. Gli accorgimenti necessari affinché i produttori Agili possano prosperare rispetto ad una situazione di perenne cambiamento, infatti, riguardano non solo le relazioni commerciali ma anche i mercati, le tecnologie e, in generale, tutti gli aspetti dell'impresa (DeVor et al., 1997).

Tali cambiamenti, secondo Kidd (1996), non riguardano unicamente miglioramenti su piccola scala, ma un modo completamente diverso di fare business. L'Agilità produttiva, infatti, richiede di soddisfare le mutevoli esigenze del mercato mediante alleanze adeguate basate sulle competenze chiave complementari, in modo da gestire il cambiamento e l'incertezza, facendo leva sulle persone coinvolte e sull'informazione condivisa (Gunasekaran 1998, Yusuf et al. 1999).

Su questa stessa linea di pensiero, Goldman (1993) afferma che il successo dipende dalla capacità di anticipare e affrontare creativamente il cambiamento, che rappresenta la leva fondamentale grazie a cui le organizzazioni possono sopravvivere e superare i propri concorrenti.

Gehani (1995) assume, per contro, una prospettiva diversa, focalizzandosi sull'output di un'organizzazione Agile e sostenendo che questa si caratterizza per un'elevata velocità di espletamento degli ordini e la capacità di introdurre sul mercato nuovi prodotti in modo tempestivo.

Kumar e Motwani (1995), invece, propongono una definizione più specifica e succinta di Agilità, intesa come la capacità da parte di un'impresa di accelerare le proprie attività lungo un cammino critico, che rappresenta, quindi, un indicatore diretto della sua competitività da un punto di vista dei tempi.

Nell'affrontare questa tematica, poi, è quanto mai opportuno operare una distinzione, come evidenziato dalla *Tabella 1*, tra un approccio Agile ed uno Lean, termine che va a connotare una produzione istantanea e improntata alla minimizzazione degli scarti. Più nello specifico, questo implica un'elevata produttività e qualità ma non necessariamente una capacità di risposta rapida. L'Agilità, invece, pone l'accento sull'importanza di questo requisito per soddisfare i bisogni del cliente, sforzandosi al contempo di essere Lean. Paradossalmente, infatti, molte aziende che hanno deciso di abbracciare la filosofia Lean sono tutt'altro che Agili. Se si considera, ad esempio, il settore automobilistico, diversi costruttori di veicoli presentano tassi di produzione estremamente efficienti ma i loro livelli di magazzino, relativamente al prodotto finito, possono arrivare anche all'equivalente di più mesi di vendite, con i clienti comunque costretti ad aspettare a lungo per avere l'auto desiderata.

Questo accade perché i benefici associati ad una produzione snella, sebbene in determinate circostanze rappresentino un elemento di Agilità, si manifestano essenzialmente all'interno dell'impresa e non permettono, di per sé, di soddisfare gli specifici bisogni del cliente in modo più rapido. Le organizzazioni Agili, invece, danno uguale importanza sia all'efficienza di costo e alla qualità di prodotto, sia alla reattività. Per questo motivo costi e qualità rientrano tra le basi su cui si fonda la competizione Agile (Yusuf et al., 1999).

Tabella 1: Confronto tra il paradigma Lean e quello Agile

ATTRIBUTI	LEAN	AGILE
Domanda di mercato	Costante o prevedibile	Volatile
Varietà di prodotto	Bassa	Alta
Ciclo di vita dei prodotti	Lungo	Breve
Aspetto fondamentale per i clienti	Costo	Disponibilità
Margini di profitto	Contenuti	Elevati
Costi dominanti	Costi fisici	Costi per analisi di mercato
Politiche di acquisto	Comprare materiali	Acquisire capacità produttiva
Acquisizione di informazioni	Fortemente auspicabile	Obbligatoria
Meccanismo di previsione	Basato su algoritmi	Consultivo

Secondo una visione di più ampio respiro, poi, la metodologia Agile si declina nell'abilità di riconfigurarsi e prosperare all'interno di un ambiente competitivo dinamico, caratterizzato dal verificarsi di continui cambiamenti interni ed esterni all'azienda, e guidato da prodotti e servizi aderenti agli specifici bisogni dei clienti (Cho et al., 1996).

Sulla base dei contributi di cui sopra è possibile determinare, in prima battuta, l'Agilità produttiva come un insieme di pratiche e schemi mentali che abbracciano le diverse parti di un'organizzazione, applicati sistematicamente alle varie attività che si svolgono al suo interno. Il tratto peculiare di questo modus operandi è la flessibilità, concetto originariamente confinato ai sistemi di produzione in termini di riduzione dei tempi di attrezzaggio delle linee, al fine di garantire una migliore risposta ai cambiamenti di prodotto e/o di volume. In seguito, tale idea di flessibilità produttiva ha trovato applicazione anche come strategia di business, con la nascita del concetto di Agilità quale orientamento organizzativo (Nagel e Dove, 1991).

Più nel concreto, l'Agilità è definibile come la capacità, da parte di un'organizzazione, di sfruttare in modo proattivo la produzione virtuale congiuntamente ad un sistema di sviluppo prodotto efficiente, massimizzare il livello di servizio per il cliente e minimizzare il costo delle risorse impiegate, con l'obiettivo di essere competitivi in un mercato globale e espandere le opportunità di profitto e sopravvivenza al suo interno. Un produttore proattivo, infatti, è in grado di integrarsi con il cliente e aiutarlo nell'identificazione dei relativi requisiti e problemi sviluppando, in aggiunta, le proprie capacità sulla base degli specifici bisogni. In questo modo, la proattività offre un vantaggio strategico per competere all'interno di un mercato globale. Tuttavia, come afferma Lindberg (1990), tale vantaggio dipende fortemente dal livello di integrazione e coordinamento presente all'interno dell'organizzazione e, per questo motivo, è necessario il supporto di persone, processi e tecnologie flessibili.

L'analisi delle diverse definizioni di Agilità produttiva prese in esame, riepilogate nella *Tabella 2*, evidenzia come queste siano polarizzate verso una direzione simile. La maggior parte, infatti, pone l'accento sulla flessibilità e la capacità di risposta, così come sul ruolo centrale della tecnologia e dei sistemi.

Tabella 2: Riepilogo delle principali definizioni di produzione Agile presenti in letteratura

AUTORI	DEFINIZIONE DI PRODUZIONE AGILE
De Vor e Mills (1995)	È la capacità di prosperare in un ambiente competitivo dai cambiamenti continui e repentini e di rispondere in modo istantaneo a mercati in rapida evoluzione, all'interno dei quali il valore dei prodotti e dei servizi si fonda sul cliente

Booth (1996) e McGrath (1996)	Rappresenta l'abilità di rispondere in modo flessibile e puntuale alle richieste dei clienti
Gupta e Mittal (1996)	Consiste nel soddisfare in modo completo i bisogni dei clienti cercando, al tempo stesso, di essere Lean. Questo è possibile mediante l'impiego di tecnologie dell'informazione avanzate e di strutture organizzative flessibili
James-Moore (1996), Kidd (1996), Gould (1997)	Costituisce un nuovo modo di fare business, creando organizzazioni e sistemi decisamente più flessibili e reattivi rispetto a quelle tradizionali
Hong (1996)	Permette di acquisire flessibilità e capacità di risposta rispetto alla domanda che caratterizza uno specifico mercato
Abair (1997)	Garantisce un aumento della competitività attraverso un'elevata integrazione con il cliente, grazie a tecnologie avanzate di progettazione e produzione
Kusiak and He (1997)	Si basa sulla necessità di rispondere rapidamente ai cambiamenti che riguardano i bisogni del cliente, facendo leva su sistemi riconfigurabili e in grado di produrre una grande varietà di prodotti. È altresì importante lo sviluppo di metodologie per la progettazione in grado di accogliere modifiche già durante la fase di design

Cho (1996), Gunasekaran (1998), Yusuf (1999), Goldman (1993)	È la capacità di sopravvivere e prosperare in un ambiente competitivo e imprevedibile reagendo velocemente ed efficacemente ai cambiamenti che si verificano al suo interno
Gehani (1995)	Consiste nella rapidità di soddisfacimento degli ordini e di lancio di nuovi prodotti
Kumar e Motwani (1995)	È un indicatore del livello di competitività da un punto di vista dei tempi

1.1 L'organizzazione Agile: caratteristiche principali

A livello generale, è possibile affermare che una determinata organizzazione, per essere considerata Agile, deve possedere una serie di caratteristiche, rappresentate sinteticamente dalla *Figura 1*, tra cui, in primis, la capacità di essere sensibile al mercato che si ripropone di servire, ovvero di interpretare e rispondere con precisione alla domanda che si manifesta.

Al riguardo è importante notare come la maggior parte delle organizzazioni tradizionali siano guidate dai modelli previsionali piuttosto che dalla domanda reale. In altre parole, poiché dispongono di un controllo limitato del mercato circa le esigenze dei propri clienti, sono costrette a fare previsioni riferite alle vendite o alle consegne passate e a dimensionare su questa base il proprio magazzino. Se questa strada è comunque percorribile nel caso di prodotti maturi, che si caratterizzano per una domanda pressoché stazionaria, risulta inadeguata se riferita a contesti più vivaci e mutevoli, in cui le informazioni a disposizione sono limitate e poco affidabili.

I progressi registrati negli ultimi anni in termini di gestione efficiente della catena di rifornimento, nonché circa l'utilizzo dell'IT per catturare i dati relativi alla domanda direttamente dal punto di vendita o di utilizzo, stanno però ridefinendo la capacità da parte delle organizzazioni stesse di ascoltare la voce del mercato e comprenderne le richieste.

Proprio l'utilizzo delle Tecnologie dell'Informazione come supporto alla condivisione di dati tra produttori e acquirenti sta contribuendo alla creazione di supply chain virtuali, secondo attributo fondamentale del paradigma agile, fondate sui dati piuttosto che sul magazzino.

I sistemi logistici convenzionali, infatti, si basano sulla ricerca delle quantità ottimali di inventario e la loro localizzazione spaziale, utilizzando una serie di formule ed algoritmi ad hoc. Tuttavia, a fronte della possibilità di osservare la domanda attraverso un'informazione condivisa, le premesse su cui si fondano questi modelli matematici, che necessitano di una piena conoscenza ex-ante dell'obiettivo rappresentazionale, perdono di validità.

L'interscambio di dati tra i sistemi informativi (EDI) e internet hanno infatti permesso ai partner operanti nella stessa supply chain di lavorare sugli stessi dati, piuttosto che ricorrere a immagini parziali e distorte della realtà che emergono quando questi sono trasmessi in modo statico e sequenziale da un blocco all'altro di una catena estesa.

La piena condivisione dell'informazione può, però, solamente avvenire attraverso un'integrazione di processo, altra peculiarità di un'organizzazione Agile, le cui prerogative sono la continua collaborazione tra acquirenti e fornitori, lo sviluppo congiunto del prodotto e l'utilizzo di sistemi comuni. Questa forma di cooperazione sta assumendo una grande rilevanza, in quanto le aziende tendono sempre più a focalizzarsi sulle proprie competenze core e a esternalizzare tutte le altre attività.

Proprio il processo di decentralizzazione diventa di estrema rilevanza per un'organizzazione Agile perché permette alle diverse unità che la compongono di reagire in tempi più rapidi ai mutamenti dell'ambiente competitivo. Sotto queste condizioni la necessità di fare affidamento su fornitori e partner diventa inevitabile e, di conseguenza, è essenziale stabilire una nuova forma di rapporto. Con l'integrazione di processo si giunge alla determinazione di strategie condivise, alla creazione di team dalle competenze eterogenee e ad una maggiore trasparenza dell'informazione.

Questa idea della catena di distribuzione come un agglomerato di partner legati insieme all'interno di una rete costituisce il quarto "ingrediente" dell'Agilità organizzativa. A tal proposito è sempre più evidente come le organizzazioni, indipendentemente dal settore di appartenenza, non agiscono più come entità a sé stanti, bensì come sistemi. Questo fenomeno rispecchia

chiaramente l'epoca in cui viviamo, laddove la competizione avviene sempre più a livello di reti di attori. All'interno di questo contesto, il successo è direttamente proporzionale alla capacità di strutturare, coordinare e gestire i rapporti con i propri partner, all'interno di un network impegnato a costruire relazioni sempre migliori ed Agili con il cliente finale.

Si può infatti affermare che, nell'affrontare le sfide dei mercati globali di oggi, la via per un vantaggio competitivo sostenibile risiede nella capacità di fare leva sui punti di forza e le competenze dei propri partner, al fine di ottenere una maggiore capacità di risposta alle necessità del mercato.

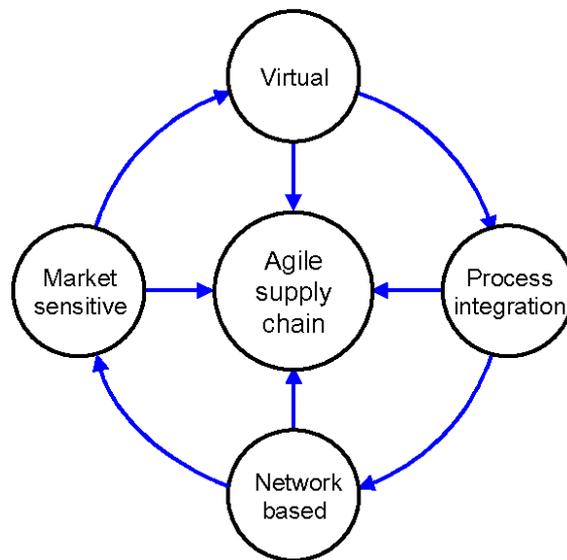


Figura 1: Attributi fondamentali di un'organizzazione Agile

In particolare, una delle chiavi per ottenere una risposta Agile a mercati in continua evoluzione è l'abilità da parte delle organizzazioni di costruire relazioni di qualità con i propri fornitori chiave in quanto, spesso, è la dilatazione dei tempi di consegna di questi a rappresentare il principale ostacolo nel soddisfare puntualmente le esigenze del cliente finale. Parimenti, le tempistiche di introduzione di un nuovo prodotto possono essere notevolmente compresse mediante il coinvolgimento dei fornitori nel processo innovativo. Ancora oggi molti produttori non riescono a comprendere l'entità del vantaggio competitivo derivante da una più stretta collaborazione sotto questo profilo, mostrando una certa approssimazione se non addirittura riluttanza a gestire attivamente il proprio gruppo di fornitori

(Hines, 1994). Viceversa, al fine di sfruttare concretamente questa opportunità, è necessario rispettare una serie di condizioni.

Innanzitutto, è importante razionalizzare la base di fornitori di riferimento, in quanto non è possibile creare relazioni strette e di qualità integrandosi con una molteplicità di partner. Le organizzazioni Agili, infatti, cercano di individuare un numero limitato di fornitori strategici, con i quali possono rapportarsi attraverso processi e sistemi collegati tra loro.

In questo modo è possibile sincronizzare in modo efficiente ed efficace produzione e consegna sulla base delle necessità del mercato. Proprio la creazione di sistemi gestiti in modo congiunto, anche implementando tecniche di pianificazione e gestione del magazzino da parte del fornitore stesso (Vendor Managed Inventory), risulta tanto più efficace quanto entrambe le parti giocano un ruolo rilevante all'interno di una supply chain competitiva.

Un ulteriore elemento necessario per la costruzione di un sistema Agile di fornitori è rappresentato dall'elevato grado di condivisione dell'informazione. In particolare, è fondamentale catturare con precisione i dati relativi alla domanda a valle dell'organizzazione e metterli a disposizione dei partner a monte. Il presupposto per questo meccanismo risiede nella disponibilità delle parti coinvolte a creare un ambiente al cui interno l'informazione possa fluire liberamente in entrambe le direzioni della catena produttiva.

Tuttavia, la condizione più importante per creare relazioni di valore con i fornitori è l'alto livello di connettività tra questi e l'impresa di riferimento. Questo implica non solo, come già evidenziato, lo scambio di informazioni inerenti alla domanda e i livelli di magazzino, ma anche una collaborazione attiva a tutti i livelli dell'organizzazione. Al riguardo è pratica sempre più diffusa la creazione, lato fornitore, di team cross-funzionali e, come tali, destinati ad interfacciarsi con quelli di gestione del cliente (Lewis, 1995).

Per ciò che concerne, invece, le barriere che impediscono ad un'organizzazione di dotarsi di una struttura Agile, una delle principali è costituita dall'aumento della complessità che ne accompagna la crescita, conseguente all'espansione di uno specifico prodotto e/o servizio. La complessità di prodotto, nello specifico, riguarda non solo i problemi relativi al design del medesimo, come il numero di componenti standard al suo

interno, ma anche l'eccessiva varietà, che non contribuisce ad un maggiore valore per il cliente o il consumatore.

La complessità, poi, può anche scaturire dal modo in cui sono concepiti i processi gestionali e le strutture organizzative. Uno dei benefici della reingegnerizzazione dei processi aziendali è, infatti, quello di porre l'accento sulla necessità di limitare o eliminare tutte quelle attività che non creano valore, in un'ottica di semplificazione funzionale. Un ulteriore aiuto nella riduzione della complessità, e quindi nella promozione dell'Agilità, consiste nello sviluppo di strategie atte a stimolare la versatilità e il lavoro cross-funzionale, laddove è stato dimostrato che la gestione basata sui team rappresenta una leva efficace per promuovere l'Agilità organizzativa (Katzenbach e Smith, 1993).

2. L'Agilità produttiva: struttura e fattori abilitanti

A partire dagli aspetti precedentemente analizzati e restringendo il campo d'interesse all'ambito produttivo è possibile giungere, sulla base della letteratura disponibile, ad una rigorosa seppur non esaustiva caratterizzazione degli elementi che concorrono al raggiungimento di una produzione Agile. Questa richiede, infatti, uno studio sistematico dei suoi fattori abilitanti, al fine di identificarne le complessità e le dinamiche e favorirne una corretta ed efficace esecuzione. Pertanto, è di vitale importanza che ciascuna organizzazione sia in grado di trovare quella giusta combinazione di cultura, procedure operative e tecnologia che costituisce la conditio sine qua non per diventare Agili in ogni aspetto del proprio business, così da rispondere sempre efficacemente ed in modo tempestivo ai cambiamenti che si verificano a livello dei requisiti di prodotto e/o servizio.

La maggior parte della letteratura tende a focalizzarsi solo su alcuni aspetti in grado di favorire una produzione Agile, senza però proporre un modello applicativo esaustivo, in quanto le tecniche Agili proposte spesso non sono connesse tra loro. A partire da questa situazione, si è proceduto, così come osservabile nella *Figura 2*, ad una organizzazione della letteratura disponibile circa l'Agilità produttiva sulla base della natura degli elementi che la caratterizzano, tra cui è possibile annoverare le strategie, le tecnologie, i sistemi e le persone.

Il principale obiettivo di questa particolare classificazione è quello di sviluppare un opportuno modello di riferimento per i sistemi produttivi Agili lungo le quattro dimensioni sopra elencate.

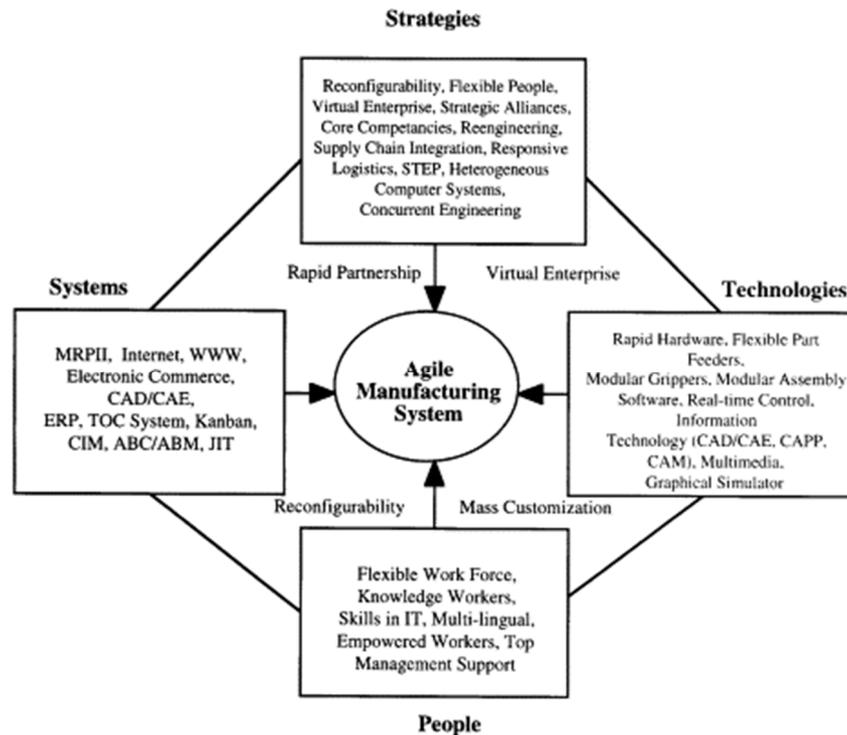


Figura 2: Struttura di un processo produttivo Agile

2.1 Strategie

L'utilizzo del pensiero strategico applicato al miglioramento delle prestazioni sta assumendo una crescente importanza all'interno di tutte le aree della produzione. Il motivo principale è dettato dalla crescente necessità di adottare una prospettiva di lungo periodo per individuare business sostenibili e politiche operative, con la produzione Agile a rappresentare essa stessa una strategia. Per ottenere questi obiettivi sono necessarie una serie di sotto-strategie, come la creazione di collaborazioni ad hoc e/o lo sviluppo di alleanze temporanee basate su competenze chiave. Senza l'adozione di strategie opportune, infatti, i sistemi e le tecnologie non sono sufficienti per diventare Agili. In generale, poi, una singola impresa non è in grado di reagire in tempi ristretti ai cambiamenti del mercato e quindi la cooperazione diventa la base cruciale per rispondere in modo tempestivo a livelli di domanda che sarebbero altrimenti impossibili da soddisfare in modo individuale. Un'organizzazione di successo, quindi, deve acquisire la capacità di ottenere

ed esplorare un vantaggio competitivo in sinergia, che non può prescindere da un utilizzo efficiente delle migliori risorse disponibili all'interno di un gruppo di attori operanti in modo congiunto.

Secondo Abair (1997) e Sharifi (1998), è possibile ottenere una produzione Agile solo attraverso team multidisciplinari, sistemi informativi integrati, partner scelti all'interno della value chain e una produzione modulare e flessibile.

Gehani (1995), invece, suggerisce quattro passi per l'implementazione di una strategia basata sull'Agilità: condivisione dell'informazione tra team cross-funzionali, empowerment decisionale, integrazione della conoscenza e delle tecnologie disponibili e specifiche di progettazione posticipate nel tempo.

2.1.1 Imprese virtuali

Come già visto, un'organizzazione virtuale consiste nella condivisione collaborativa di risorse e competenze specifiche, altrimenti cristallizzate all'interno di una specifica impresa, distribuite tra un numero limitato di attori qualificati al fine di rispondere ad un determinato bisogno del mercato. Il coordinamento e l'integrazione tra le diverse parti coinvolte sono difficili da realizzare all'interno del mondo produttivo. Il ricorso a metodi appropriati di comunicazione, formazione ed educazione è pertanto fondamentale per migliorare l'efficacia di tali meccanismi (Gunasekaran, 1998).

Tuttavia, Van Assen (2000) enfatizza il decentramento come una caratteristica fondamentale di un'organizzazione Agile, in quanto consente alle sue diverse parti di reagire con un tempo di risposta più rapido ai cambiamenti che si manifestano rispetto ad una struttura centralizzata.

La creazione di ambienti di produzione virtuali, volti a rafforzare tutti i livelli decisionali e di controllo all'interno dell'impresa in modo da rispondere prontamente alle richieste dei clienti, ha come obiettivo la riduzione dei rischi, il miglioramento di prodotto e di processo, la gestione dei cambiamenti all'interno dei sistemi produttivi, il rafforzamento dei servizi di assistenza e riparazione e la ricerca (Webster e Sugden, 2003). A tal proposito, la prototipazione virtuale ha cambiato significativamente il modo in cui i prodotti sono pensati, sia a livello cognitivo sia a quello organizzativo (Gupta 1996). Grazie a questo strumento è possibile sviluppare più soluzioni

alternative senza l'urgenza di dover prendere, fin dall'inizio, le migliori scelte possibili per poi validarle su prototipi fisici costosi, nella speranza che tutto vada bene. Per contro, i progettisti sono in grado di ricevere feedback rapidi circa le loro scelte progettuali, con la possibilità di esplorare anche soluzioni innovative che non sarebbero state considerate all'interno di un processo di sviluppo prodotto tradizionale, dati i vincoli di tempo e costo richiesti dalla sperimentazione. In questa logica rientra, inoltre, anche la costruzione di Minimum Viable Product, che rappresentano versioni parziali di un determinato prodotto, da raffinare e completare in modo iterativo e congiunto con il cliente, al fine di generare valore per questo in modo più rapido.

Dal momento che le imprese virtuali (anche dette distribuite) sono temporanee, in quanto finalizzate alla realizzazione di un determinato prodotto per uno specifico intervallo di tempo, devono essere facilmente costruibili e smantellabili, anche se i singoli partner coinvolti non cessano di esistere dopo la collaborazione (Sarkis et al., 2007). Per questo motivo si rendono necessarie un'adeguata legislazione industriale e protezione legale. Al giorno d'oggi, in particolare nell'ambito della produzione personalizzata, si sta poi affermando, come già visto, una nuova declinazione dell'impresa virtuale che consiste in una serie di sotto-unità produttive geograficamente distribuite come divisioni. Nel realizzare queste collaborazioni, in particolare, è necessario compiere tre operazioni indispensabili: selezione ex-ante dei partner da considerare, valutazione del design di prodotto in relazione alle capacità dei potenziali partner e selezione del gruppo ottimale di collaboratori in relazione allo specifico prodotto.

2.1.2 Supply chain

In molte organizzazioni la supply chain costituisce un'entità a sé stante e non strettamente integrata con gli aspetti del business relativi alla gestione della clientela. Gli indicatori chiave e i conseguenti incentivi sono, molto spesso, incentrati unicamente sulla riduzione dei costi e sull'efficienza che, per quanto importanti, non tengono in considerazione elementi quali l'accuratezza e la tempistica nell'espletare un ordine, aspetti di fondamentale importanza per quanto riguarda l'esperienza e la soddisfazione del cliente.

Inoltre, gli obiettivi prestazionali delle diverse funzioni possono essere non allineati tra loro, il che può dare vita a comportamenti conflittuali e opportunistici tra gruppi incentivati e remunerati sulla base di metriche diverse. Il rischio è quello di limitare il grado di comunicazione e trasparenza tra una fase e l'altra della catena produttiva, con i fornitori incapaci di ricevere segnali e reagire prontamente a cambiamenti relativi agli ordini oppure a fenomeni di stockout. Nel peggiore dei casi, i tempi di risposta possono dilatarsi enormemente, lasciando il cliente finale insoddisfatto e quindi esposto al rischio di abbandono. L'alternativa è rappresentata dall'accumulare un'ingente quantità di scorte a fronte, però, di un'immobilizzazione di capitale circolante in articoli che potrebbero non essere mai venduti.

Date queste problematiche sempre più aziende decidono di effettuare investimenti sostanziosi al fine di rendere la propria catena del valore guidata dalla domanda, anche se questi sforzi sono tipicamente confinati ad una singola business unit e/o funzione. La mancanza di coordinamento a livello globale, infatti, va a condizionare negativamente la capacità di accedere a dati affidabili e prendere solide decisioni circa le modalità con cui intercettare la domanda futura e selezionare i segmenti di clientela cui rivolgersi.

Una supply chain Agile, per contro, è in grado di riconoscere nel modo più accurato possibile ciò che è realmente di valore per il cliente e organizzare la totalità delle proprie operazioni attorno al soddisfacimento dei suoi bisogni. Il suo obiettivo primario, quindi, è sincronizzarsi con la domanda, soggetta a continue fluttuazioni, in modo da servirla nel minor tempo possibile (Stevenson e Spring, 2007).

Questo avviene grazie a sistemi di pianificazione della domanda e gestione del magazzino sempre più precisi, con il risultato di costruire un'esperienza di acquisto consistente, laddove il tempo che intercorre tra l'ordine e la consegna è sempre più ridotto. In questo contesto, i diversi attori coinvolti (venditori, distributori, produttori e fornitori) operano in stretta collaborazione l'uno con l'altro, con conseguenti benefici sia in termini di risposta alle fluttuazioni della domanda sia circa la capacità di adattamento ai requisiti dei nuovi prodotti.

La gestione di una supply chain globale include l'utilizzo di sistemi ERP (Enterprise Resource Planning), così da sfruttare i dati a disposizione per

analizzare e ottimizzare l'intera catena del valore attraverso una produzione Agile. In questo modo è possibile giungere alla creazione di una rete logistica razionalizzata ed al superamento di ostacoli culturali, comunicativi e cross-funzionali (Hessney, 1997).

Nel caso, poi, di organizzazioni virtuali è necessario dotarsi, come visto, di modelli, tecniche e indicatori di misurazione delle prestazioni differenti. Per esempio, nel caso di un'impresa tradizionale, le relazioni con i fornitori sono improntate ad una riduzione dei costi a lungo termine. Nel caso, invece, di un'organizzazione virtuale, la relazione è limitata nel tempo e, pertanto, il focus sarà sulla loro efficienza nel breve periodo, il livello di collaborazione (sia verso l'azienda sia verso gli altri fornitori) e il valore apportato in termini di innovazione.

In conclusione, quindi, una supply chain integrata agisce come una rete globale e fisicamente distribuita di attori, al fine di consegnare prodotti e/o servizi ai clienti finali mediante un flusso ingegnerizzato di informazioni, la cui gestione ha come principale obiettivo quello di risolvere i problemi che sono importanti per i clienti stessi.

2.1.3 Concurrent engineering e modularità

Gestire il cambiamento in ambito produttivo richiede, poi, un metodo più sistematico di progettazione simultanea sia del prodotto sia dei relativi processi di produzione e supporto, noto come Concurrent Engineering che, secondo Bustelo (2007), rappresenta uno degli aspetti più rilevanti della produzione Agile.

Mehdat e Rook (1997), invece, affermano come il bisogno di costruire un ambiente di lavoro multidisciplinare costituisca un prerequisito per facilitare una strategia di questo tipo. Questi, inoltre, esaminano il ruolo di strumenti quali la progettazione assistita dall'elaboratore (CAD), la produzione assistita da computer (CAM), oltre a metodi formali come la progettazione per la fabbricazione e l'assemblaggio (DFMA), nell'ottenere cicli di sviluppo prodotto più brevi, migliorando al contempo la qualità dei prodotti.

Più nel dettaglio il Taylorismo, che è stato il paradigma di gestione delle attività produttive dominante per gran parte del ventesimo secolo, si basava su una fine divisione del processo di sviluppo prodotto in attività separate, da

assegnare a ingegneri specializzati. Ciascuna di queste era svolta in modo indipendente e sequenziale rispetto alle altre e il suo completamento portava ad un trasferimento statico di informazione all'attività successiva. Tale processo, pertanto, non considerava, in teoria, nessuna interazione iterativa tra le diverse fasi, che nella pratica erano gestite informalmente da un responsabile, incaricato di instaurare un dialogo continuo con i progettisti coinvolti al fine di risolvere i potenziali conflitti che potevano sorgere tra le diverse soluzioni tecniche da loro proposte.

La crescente complessità dei prodotti, in termini di numero dei componenti ed eterogeneità delle tecnologie, hanno, però, inesorabilmente sancito l'inefficienza del Taylorismo, a fronte della crescente esigenza di effettuare numerose e continue revisioni di progettazione. In particolare, durante gli anni Novanta, alcuni ricercatori impegnati nello studio dello sviluppo prodotto all'interno del settore automobilistico scoprirono che i produttori giapponesi erano in grado di eseguire tale attività in un tempo inferiore rispetto a quelli occidentali, con una significativa riduzione nel numero di cambiamenti dopo il lancio prodotto.

Nello studiare il loro approccio gestionale, si scoprì che questo era dovuto a una decisa parallelizzazione delle attività di progettazione chiamata, per l'appunto, Concurrent Engineering (Clark e Fujimoto, 1991). Questo paradigma, che prevede uno scambio di informazioni costante e spesso informale, permette, inoltre, anche un miglioramento della qualità dei prodotti. Infatti, a differenza dell'approccio tradizionale, rende possibile l'identificazione in tempi rapidi degli eventuali errori, minimizzandone l'impatto a livello decisionale e facilitandone la correzione.

In questo scenario, tuttavia, gli attori coinvolti sono spesso costretti ad operare in condizioni di informazione vaga ed imprecisa, il cui scambio non è sempre facile. Pertanto, rispetto all'approccio tradizionale, si richiedono una serie di variazioni relative alla caratterizzazione dei team di sviluppo prodotto, che inglobano al loro interno un ampio ventaglio di competenze eterogenee, dal design alla gestione della qualità, dal marketing al supporto diretto del cliente.

Per questo motivo il cambiamento deve declinarsi anche in una maggiore flessibilità rispetto alle classiche strutture gerarchiche, permettendo una

maggior ripartizione di autorità e responsabilità all'interno dei gruppi di lavoro.

Come già discusso, poi, la capacità di adattamento e di risposta sono due obiettivi chiave della produzione Agile. Nello specifico, i cambiamenti da apportare ad un determinato prodotto risultano più facili per quelli caratterizzati da un'architettura modulare, all'interno della quale i componenti sono funzionalmente indipendenti tra loro. Questi, infatti, possono essere sostituiti senza richiedere il re-design dell'intero prodotto.

A livello strategico, poi, l'adozione di architetture modulari permette ad un'organizzazione di sviluppare prodotti piattaforma, intesa come set di componenti e tecnologie condivise. Questa permette, in modo rapido e con uno sforzo contenuto, la realizzazione di varianti di prodotto in grado di provvedere a specifici bisogni di mercato.

La capacità di sviluppare architetture modulari e variare l'offerta di prodotto in tempi rapidi può, di conseguenza, limitare il ricorso a ricerche di mercato, sfruttando addirittura la risposta ottenuta dai clienti come base per apportare modifiche graduali. La modularità, poi, permette non solo aggiustamenti veloci tra versioni successive dello stesso prodotto ma anche l'offerta simultanea di prodotti differenziati, con annessa possibilità di servire segmenti di mercato multipli.

2.2 Tecnologie

All'interno di un'ambiente produttivo globale, la tecnologia gioca un ruolo cruciale nell'integrare tra loro i diversi attori operanti. Questa, a sua volta, per favorire lo sviluppo di una produzione Agile, necessita di un allineamento coerente con la strategia di business adottata, che funge da criterio di scelta e di implementazione delle soluzioni più opportune.

La scelta strategica per ottenere una maggiore Agilità riveste un ruolo di primaria importanza, se relazionata alla natura e al livello di competizione globali che caratterizzano il mondo della produzione. È il caso, ad esempio, di settori quali quello automobilistico e dell'elettronica che, sebbene siano caratterizzati da prodotti i cui cicli di vita sono molto diversi tra loro, necessitano di una produzione Agile per sostenere la competizione. In questi casi, i relativi requisiti tecnologici da soddisfare possono portare alcune

imprese ad allinearsi con altre, laddove l'obiettivo è proprio quello di acquisire le tecnologie Agili necessarie, oltre a garantire la compatibilità tra i rispettivi processi di business.

Nelle imprese virtuali, poi, la possibilità di fare affidamento su questo tipo di tecnologie è determinante nella selezione di opportuni partner e fornitori, laddove l'allineamento tra queste e le strategie adottate rappresenta un imprescindibile veicolo per aumentare il proprio livello di Agilità. Allo stesso tempo, però, le tecnologie devono essere facilmente aggiornabili o trasferibili, in modo da garantire sempre un livello di competitività adeguato all'interno di mercati globali e dinamici.

La *Tabella 3* fornisce alcune linee guida per la selezione delle strategie e delle relative tecnologie abilitanti. I requisiti tecnologici alla base della produzione Agile sono, invece, descritti nel dettaglio nelle prossime righe.

Tabella 3: Collegamento tra le strategie Agili e le potenziali soluzioni tecnologiche

CARATTERISTICHE DELL'ORGANIZZAZIONE AGILE	STRATEGIE	TECNOLOGIE
Produzione a risposta rapida	Imprese Virtuali, sviluppo di una rete di fornitori selezionati, creazione di partnership	Prototipazione rapida, Internet
Flessibilità	Concurrent Engineering, Group Technology	Robot, macchinari a Controllo Numerico, Computer Aided Design, Computer Aided Process Planning, Computer Integrated Manufacturing

Capacità di apprendimento	Alleanze temporanee, trasferimento e gestione della conoscenza, cultura del cambiamento, team di lavoro interdisciplinari, empowerment	Tecnologie dell'Informazione, Groupware, Internet
Value Chain integrata	Sviluppo di una rete di fornitori selezionati	Material Requirements Planning, Enterprise Resource Planning, SAP
Ambiente di produzione fisicamente distribuito	Flexible Manufacturing System, produzione Just in Time	Conoscenza dei lavoratori, apprendimento organizzativo
Customizzazione	Risorse flessibili	EDI, CAD, CAM, CAPP
Riconfigurabilità	Organizzazione virtuale, risorse flessibili	CIM

2.2.1 Strumenti e Tecnologie dell'Informazione

La produzione Agile richiede la capacità di adattarsi rapidamente e secondo una logica di efficienza dei costi nell'ambito di una produzione di tipo variabile, in modo da permettere la realizzazione di prodotti inizialmente non pianificati.

Dal punto di vista dei macchinari e degli strumenti utilizzati, questo si traduce nell'impiego di robot ad elevata capacità di riconfigurazione, alimentatori di componenti e attrezzi per l'assemblaggio flessibili e macchine utensili virtuali.

Un importante contributo è garantito anche dall'adozione di sistemi decisionali sensibili, in grado di svolgere autonomamente attività di solito eseguite dall'uomo, come ad esempio l'ispezione visiva. Enke (1997) è stato tra i primi a sottolineare l'importanza dell'utilizzo di tale sistema automatizzato all'interno di ambienti produttivi Agili.

Accanto a questi strumenti, le Tecnologie dell'Informazione possono contribuire ad una efficace integrazione di imprese fisicamente distribuite. I software flessibili di simulazione, ad esempio, sono in grado di rafforzare l'Agilità produttiva, con la possibilità di ottenere modelli grafici tridimensionali delle linee di produzione. Queste rappresentazioni aiutano i pianificatori a visualizzare l'organizzazione di un impianto prima che questo sia realizzato, con la possibilità di operare cambiamenti relativi alla progettazione, ai percorsi dei robot e alla disposizione delle macchine. In questo modo è possibile risparmiare una notevole quantità di tempo e di fatica nel simulare diversi scenari di funzionamento, alcuni dei quali sono difficili da riprodurre in un ambiente di lavoro reale.

Inoltre, se la necessità da parte delle organizzazioni di diventare Agili, laddove la velocità e la flessibilità con cui operano riflette quelle della loro tecnologia, è ormai largamente condivisa, le Tecnologie dell'Informazione forniscono a queste i mezzi necessari per meglio integrare le proprie attività interne ed esterne, consentendo a chi prende le decisioni di processare l'informazione in modo più rapido, accurato e flessibile (Noori e Mavaddat, 1998). Questo permette una sensibile riduzione del ciclo di sviluppo dei nuovi prodotti, la possibilità di comunicare con esperti di tutto il mondo, il miglioramento dei processi produttivi e la possibilità di ricevere feedback immediati da parte dei clienti.

La RBM (Responsibility Based Manufacturing), in particolare, consiste in una nuova metodologia di produzione riconducibile al paradigma della produzione Agile. In ambienti competitivi, caratterizzati da un alto grado di personalizzazione, la RBM permette di effettuare in modo dinamico e simultaneo alla produzione stessa la maggior parte degli aggiustamenti

relativi al processo e alla varietà di prodotto, senza la necessità di dotarsi, a priori, di un sistema di riconfigurazione automatico (Adamides, 1996). Poiché, spesso, più prodotti sono realizzati in contemporanea, per ottenere una performance superiore è necessario coordinare le risorse impiegate, sfruttando le relazioni che sussistono tra le diverse attività dei rispettivi processi produttivi.

L'impatto delle Tecnologie dell'Informazione, poi, non va circoscritto unicamente all'aumento della produzione e al miglioramento della sua qualità, bensì queste permettono alle imprese di cambiare in modo intelligente, anche collaborando tra loro per soddisfare i cambiamenti dei clienti mantenendo i costi ad un livello contenuto (Lau e Wong, 2001).

Per essere veramente Agili, poi, i diversi attori coinvolti non possono prescindere da un utilizzo sempre più efficiente delle attrezzature e delle strutture esistenti (Tracy et al., 1994). L'approccio tradizionale porta a fissare dei vincoli di interdipendenza tra le risorse di valore, che creano un limite al riutilizzo delle stesse e, in generale, all'Agilità. Weston (1998), invece, descrive l'importante ruolo che l'integrazione, basata sull'utilizzo di software, tra le strutture produttive può giocare nel facilitarne lo sfruttamento e il cambiamento.

2.3 Sistemi

Per ottenere una produzione Agile è, in aggiunta, importante dotarsi di sistemi di supporto alle diverse operazioni di pianificazione e controllo svolte, incluse le attività di approvvigionamento dei materiali, di schedulazione e di progettazione.

Relativamente a quest'ultima, una delle pietre angolari della metodologia Agile consiste proprio nella necessità di tempi di progettazione di prodotto rapidi. Questa esigenza si traduce, di conseguenza, nel bisogno di sistemi in grado di raggruppare i vari prodotti e risorse con l'obiettivo di comprimere le attività prive di valore aggiunto e, quindi, di aumentare la capacità di raggiungere uno specifico mercato al momento giusto e con i prodotti giusti. Attraverso la tecnica di Group Technology, ad esempio, è possibile suddividere i propri prodotti in famiglie, al fine di cercarne di simili realizzati da potenziali partner e ottenere informazioni utili circa tempi, costi e

caratteristiche (Candadai et al., 1995). Queste indicazioni sono in grado di generare valore già nelle prime fasi del ciclo di progettazione di un prodotto. Per quanto riguarda, invece, la pianificazione ed il controllo della produzione, i sistemi utilizzati all'interno di organizzazioni virtuali devono essere in grado di monitorare in tempo reale l'avanzamento della produzione, essere dotati di un meccanismo di controllo dinamico in grado di far fronte all'incertezza del mercato di riferimento e di una struttura di schedulazione della produzione adattiva in base alle specifiche esigenze. Tali sistemi devono, poi, essere in grado di accogliere nuovi prodotti e/o componenti e facilitare i cambiamenti futuri senza diventare inaffidabili.

L'Agilità, inoltre, impone specifici requisiti circa i sistemi informativi utilizzati per gestire un'impresa, che devono essere in grado di accogliere anche parti di sistemi informativi di altre organizzazioni, se tale integrazione è richiesta per soddisfare la domanda di mercato.

Il paradigma Agile, infatti, a fronte di scenari in cui più imprese operano sulla base di strutture flessibili e virtuali, richiede un opportuno meccanismo di controllo e gestione del flusso informativo tra gli attori coinvolti. In risposta a questo bisogno, un sistema informativo Agile svolge la funzione di integrare logicamente tra loro i database dispersi fisicamente nei siti dei diversi partner, in modo da connettere la progettazione alla produzione e questa ai clienti.

Quindi, mentre la maggior parte dei sistemi sono sviluppati per ambienti produttivi tradizionali, dove i relativi beni e servizi si basano su un comportamento del mercato statico, quelli di supporto alla produzione Agile devono essere dotati di architetture flessibili, in grado di favorire la formazione di alleanze temporanee e, di conseguenza, l'Agilità organizzativa.

2.4 Persone

Per ciò che concerne, invece, le risorse umane, un'impresa votata ad una produzione Agile necessita di una forza lavoro specializzata e diversificata, che spazia dai tecnici informatici, ai progettisti, agli ingegneri di manutenzione.

Nonostante, come visto, l'Agilità si caratterizzi per un uso intensivo delle Tecnologie dell'Informazione, queste da sole non sono sufficienti per raggiungere un'adeguata efficienza comunicativa.

Forsythe (1997), in particolare, riconduce il contributo apportato dalle risorse umane allo sviluppo di pratiche di business Agili e alla progettazione e all'introduzione di tecnologie a suo supporto. Egli, inoltre, evidenzia come, all'interno di ambienti di produzione fisicamente distribuiti, i lavoratori debbano essere flessibili, assumere la responsabilità di più compiti e garantire una continua comunicazione. Se, infatti, l'informazione non circola fluidamente, allora l'Agilità è persa.

La formazione e la valorizzazione della componente umana costituiscono, pertanto, una delle principali chiavi per realizzare con successo l'integrazione tra le diverse tecnologie in grado di favorire l'Agilità.

Le organizzazioni Agili, nello specifico, considerano tali aspetti un investimento piuttosto che un costo, dal momento che una forza lavoro opportunamente educata è in grado di prevenire e risolvere meglio gli eventuali problemi che si possono manifestare, ed entrambi questi attributi contribuiscono all'Agilità (Kumar e Motwani, 1995).

Gunasekaran (1998, 1999) e Yusuf (1999) evidenziano, invece, il ruolo che l'empowerment dei dipendenti gioca nel migliorare il lavoro cooperativo all'interno di un'organizzazione virtuale. Acquisire Agilità in termini di produzione postula, infatti, cambiamenti consistenti, in linea con un processo di re-ingegnerizzazione produttiva.

Questo livello di rinnovamento necessita, a sua volta, di un sostegno totale da parte dell'alta direzione, sia in termini di supporto tecnico e finanziario sia sotto il profilo della responsabilizzazione della forza lavoro. Inoltre, all'interno di ambienti Agili, il coinvolgimento dell'alta direzione è fondamentale anche nell'ambito della re-ingegnerizzazione della supply chain e della logistica (Fawcett et al., 2006).

All'interno di team sempre più multidisciplinari e autodiretti, poi, si rende necessaria la presenza di figure in grado di assumere il controllo della comunicazione, con l'obiettivo di sviluppare un'infrastruttura informativa funzionale a supportare il processo di sviluppo prodotto e facilitare il flusso informativo in team di progetto sempre più geograficamente distribuiti (Forsythe e Ashby, 1996).

Sebbene la relativa letteratura sia piuttosto limitata, mediante investimenti in formazione ed educazione è, inoltre, possibile sviluppare e riorientare le competenze chiave dei lavoratori, in modo da renderle idonee a contesti produttivi Agili, che si caratterizzano per stretta interdipendenza tra le attività, conseguenze di ogni malfunzionamento più immediate e costose, continuo sviluppo e cambiamento, output maggiormente sensibile alle capacità della forza lavoro.

Secondo Laycock (2005), il ruolo della multi-specializzazione e dell'aggiornamento delle risorse umane sarà sempre di più un obiettivo primario per la gestione della conoscenza in ambienti Agili. Per questo motivo, i lavoratori possono essere chiamati a sviluppare esperienza in capacità che variano significativamente rispetto a quelle cui sono abituati. Perché possano essere di rilevanza strategica e in grado di portare benefici a lungo termine per l'organizzazione è necessario, però, che tali competenze presentino particolari caratteristiche, così come evidenziato dal lavoro di Prahalad e Hamel (1990).

È, innanzitutto, importante che permettano l'accesso ad un ampio spettro di mercati e la creazione di opportunità di venturing. In secondo luogo, devono essere in grado di aumentare fortemente il valore percepito dal cliente e difficili da imitare per i rivali.

Costruire un parco di competenze chiave non è, tuttavia, un'operazione banale. La direzione deve essere in grado di individuarle, valutarle e identificare i collegamenti mancanti all'interno della propria supply chain, che possono essere rimossi tramite politiche di internalizzazione e/o alleanze, anche tra competitor.

Questo implica che all'interno del paradigma Agile la competizione e la cooperazione possono diventare mutuamente compatibili, in quanto le organizzazioni devono essere in grado di aumentare la quantità e la velocità di circolazione non solo dei propri prodotti ma anche della propria conoscenza, in modo da diversificare, configurare e riallineare le attività per cogliere le opportunità di profitto. In questo scenario, il personale di talento deve essere facilmente reimpiegato man mano che queste si presentano.

Si giunge, così, alla definizione di un nuovo tipo di impresa, quella Agile per l'appunto, in grado di riconoscere l'importanza della conoscenza e

dell'informazione al servizio di soluzioni di prodotto come la principale determinante del successo.

3. Ostacoli allo sviluppo dell'Agilità all'interno di una struttura tradizionale

Nello sviluppare processi e comportamenti Agili, però, molte imprese si trovano a fare i conti con una serie di complicazioni e problemi che possono rendere la transizione lunga e difficoltosa. La necessità di aumentare la capacità di risposta ai cambiamenti della domanda, in particolare, porta spesso le aziende a dover ripensare, come dettagliato nella *Tabella 4*, ex novo il proprio modello organizzativo e di gestione delle attività, dopo aver incessantemente inseguito per anni l'obiettivo di raggiungere una condizione di stabilità attraverso processi ottimizzati e ripetibili.

Quindi, se da un lato le opportunità e i benefici connessi alla metodologia Agile risultano sempre più determinanti per la loro attrattività, le organizzazioni sono spesso caute nell'abbracciarle completamente o integrarle con le pratiche già esistenti. Di conseguenza, soltanto quelle veramente disposte a combattere lo status quo sono in grado di rinnovarsi in modo concreto e ottenere vantaggi sensibili.

In particolare, le sfide derivanti da questa transizione paradigmatica possono manifestarsi su quattro diversi livelli: gestionale e organizzativo, delle persone, dei processi e delle tecnologie (Nerur et al., 2005).

Tabella 4: Confronto tra le proprietà di un'organizzazione tradizionale e di una Agile

	ORGANIZZAZIONE TRADIZIONALE	ORGANIZZAZIONE AGILE
Assunzioni fondamentali	I sistemi utilizzati sono altamente specifici, predittivi e realizzati attraverso una pianificazione dettagliata	I sistemi adoperati sono adattativi. Lo sviluppo è affidato a piccoli team mediante l'applicazione dei principi della progettazione continua e di test basati su feedback e cambiamenti rapidi

Controllo	Incentrato sul processo	Incentrato sulle persone
Stile gestionale	Comando e controllo	Leadership e collaborazione
Gestione della conoscenza	Esplicita	Tacita
Assegnazione dei ruoli	Individuale, volta a favorire la specializzazione	Team auto-organizzati, in modo da incoraggiare l'interscambiabilità dei ruoli
Comunicazione	Formale	Informale
Ruolo del cliente	Importante	Critico
Ciclo di vita dei progetti	Guidato dalle attività da eseguire	Guidato dalle caratteristiche del prodotto
Modello di sviluppo	A cascata	Evolutivo
Struttura organizzativa adatta	Meccanica (alta formalità e burocrazia)	Organica (azioni volte a incoraggiare la partecipazione)

Il modello per il cambiamento organizzativo, sviluppato da Adler e Shenhar (1990) e presentato nella *Figura 3*, permette inoltre di valutare lo sforzo richiesto per affrontare queste sfide. Dei quattro livelli elencati in precedenza, i cambiamenti relativi alle tecnologie ed ai processi avvengono in termini di capacità e procedure. Questi si caratterizzano per una magnitudine di cambiamento piccola, un livello di apprendimento richiesto basso e tempi di aggiustamento brevi.

Viceversa, i cambiamenti gestionali/organizzativi e quelli inerenti alle persone si verificano a livello di cultura, strategia e struttura, laddove l'intensità del cambiamento è piuttosto grande, la necessità di apprendimento è elevata e le tempistiche richieste sono lunghe.

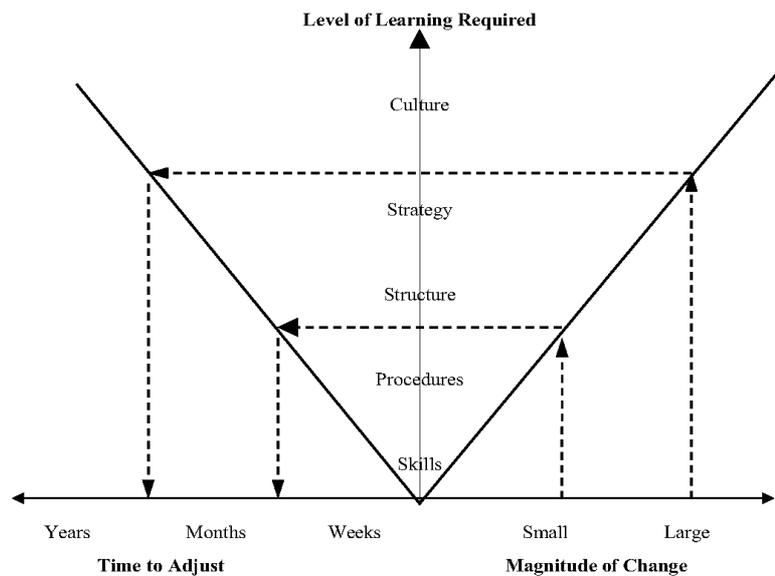


Figura 3: Modello per il cambiamento organizzativo di Adler e Shenhar

3.1 Problemi gestionali e organizzativi

La cultura di un'organizzazione ha un impatto significativo sulla sua struttura sociale, che a sua volta influenza il comportamento e le azioni delle persone. I valori, le norme e le assunzioni delle organizzazioni si stabilizzano e rafforzano nel tempo, riflettendosi nelle politiche incorporate nelle routine organizzative. La cultura, infatti, esercita una notevole influenza circa i processi decisionali, le strategie di risoluzione dei problemi, le pratiche innovative, il filtro delle informazioni, le relazioni interpersonali e i meccanismi di pianificazione e controllo. Tuttavia, né la cultura né l'impostazione mentale delle persone possono essere facilmente cambiate, il che rende, in alcune circostanze, l'adozione di pratiche Agili particolarmente ardua.

La metodologia Agile, nello specifico, richiede la transizione da un protocollo di gestione basato sull'autorità ed il controllo ad uno incentrato sulla leadership e la collaborazione. Gran parte degli sforzi relativi all'adozione di questo nuovo paradigma deve essere, quindi, finalizzata allo sviluppo di una forma organizzativa in grado di garantire il giusto mix di autonomia e cooperazione, in modo da ottenere i vantaggi derivanti dalla creazione di sinergie e garantire, al contempo, flessibilità e rapidità di risposta (Cavaleri e Obloj, 1993).

In questo contesto anche il responsabile di progetto deve passare dall'essere un semplice pianificatore delle attività e controllore della loro corretta esecuzione a una figura di coordinamento, in grado di dirigere ed indirizzare gli sforzi comuni delle diverse parti coinvolte verso un obiettivo comune, assicurandosi che le idee creative di tutti i partecipanti si riflettano nella decisione finale. A tal proposito, la più grande sfida è rappresentata dal convincere il responsabile di progetto a rinunciare all'autorità di cui godeva in precedenza.

Un altro aspetto cruciale per le organizzazioni è rappresentato dalla gestione della conoscenza. L'atteggiamento organizzativo classico si caratterizza per la produzione di molta documentazione, che assolve la duplice funzione di tracciare l'informazione e favorire la comunicazione.

Viceversa, l'Agilità incoraggia la riduzione di tale documentazione, in quanto gran parte della conoscenza è tacita e risiede nella mente dei singoli individui che compongono un team. Questo aspetto può rendere le organizzazioni Agili pesantemente dipendenti dai team stessi e favorire un ribilanciamento del potere in loro favore. Poiché una situazione di questo tipo è difficile da contemplare per la maggior parte delle aziende, è importante giungere alla determinazione di quale parte della conoscenza deve essere codificata e quale, invece, rimanere tacita.

Inoltre, il fatto che la filosofia Agile sia fondata, in contrapposizione all'importanza del compito individuale proprio del *modus operandi* classico, sul lavoro di gruppo, richiede anche l'implementazione di misure di performance adeguate.

Le organizzazioni che hanno perseguito per molto tempo la cultura del controllo gerarchico necessitano, poi, di ripensare i propri sistemi di

remunerazione al fine di incoraggiare le pratiche Agili, dove gli obiettivi collettivi prendono il posto dei traguardi individuali.

3.2 Problemi relativi alle persone

Come visto, l'influenza della cultura organizzativa nel plasmare il comportamento degli individui è ampiamente riconosciuta. Pertanto, affrontare gli aspetti connessi alla gestione del personale è di fondamentale importanza per l'adozione e l'integrazione delle pratiche Agili, di cui le persone rappresentano uno dei principali veicoli di diffusione.

Se è vero che una delle chiavi per un'efficace implementazione delle pratiche Agili risiede nella capacità di instaurare un rapporto di collaborazione e comunicazione tra membri che si fidano e si rispettano a vicenda, è altrettanto evidente come il raggiungimento di questo obiettivo sia tutt'altro che banale. Per individui abituati a eseguire attività individuali oppure a lavorare all'interno di gruppi piuttosto omogenei, infatti, l'idea di dover condividere la conoscenza e prendere decisioni in modo congiunto a persone con caratteristiche e attitudini diverse dalle loro può risultare complicato.

Per questo motivo il processo decisionale pluralista che caratterizza un ambiente Agile è più articolato rispetto ad uno tradizionale, dove il responsabile di progetto prende la maggior parte delle decisioni, e può richiedere un grande sforzo da parte dell'organizzazione, in termini di risorse e di tempo, nel costruire una cultura di fiducia e rispetto tra i propri dipendenti.

L'Agilità non dipende, poi, solo dalle persone che operano all'interno di una o un insieme di organizzazioni bensì anche dai clienti, che ricoprono una grande importanza nell'ambito del processo di sviluppo prodotto. Nello specifico, è importante che questi siano collaborativi, rappresentativi e competenti (Boehm, 2004). Non è però un compito facile trovare persone con queste caratteristiche.

3.3 Problemi relativi ai processi e alle tecnologie

Proprio la necessità di cambiare pratiche e attitudini da una logica incentrata sul processo ad una che ha nelle persone l'elemento caratterizzante può

costituire una fonte di complicazione, soprattutto per le organizzazioni focalizzate sul continuo miglioramento in termini di prestazioni.

Una prima questione è quella relativa al come unire i processi standard con quelli Agili, senza rinunciare ai benefici di questi né compromettere gli sforzi profusi nel definire e rifinire i primi. La gestione della variabilità, nello specifico, rappresenta una delle principali sfide.

Un'ulteriore problematica riguarda le tempistiche di sviluppo: mentre i processi Agili sono incentrati sulla consegna immediata, i metodi tradizionali si focalizzano sullo sviluppo ottimizzato sul lungo periodo.

L'idea di cambiare un processo per adattarlo alle capacità e competenze delle persone e alle caratteristiche del progetto, invece di utilizzarne uno rigido che comprende attività standardizzate, può apparire valida, ma può essere implementata solo attraverso investimenti significativi sotto la triplice dimensione di tempo, costi e sforzo. I processi tradizionali, nello specifico, sono guidati dalla conformità rispetto a particolari protocolli e sono fondati su misurazioni volte a garantire il soddisfacimento di determinati requisiti (Boehm, 2004).

La metodologia Agile, per contro, si basa su un atteggiamento maggiormente speculativo o, meglio, sulla pianificazione con la consapevolezza che tutto è incerto, in modo da favorire lo sviluppo di sistemi flessibili, adattativi e in grado di generare valore. L'Agilità, infatti, enfatizza l'importanza della valutazione opposta alla misurazione ed è altamente tollerante nei confronti del cambiamento.

Una delle principali barriere alla migrazione, quindi, è rappresentata dal dover passare da un modello di processo costituito da una serie di attività ben definite e distinte ad uno iterativo ed evolutivo.

Tale cambiamento, poi, non è localizzato ma manifesta i propri effetti anche relativamente agli strumenti e alle procedure di lavoro, oltre a porre interrogativi in merito al ruolo delle persone, ai canali comunicativi e alle strategie di risoluzione dei problemi.

Implementare, poi, soluzioni Agili all'interno di sistemi già esistenti pone ulteriori problemi. Questi, infatti, non sono generalmente facili da riconfigurare e, spesso, sono l'espressione formale di processi che sono incorporati nella cultura aziendale e, per questo motivo, difficili da cambiare.

Anche la tecnologia stessa presente all'interno di un'organizzazione può, infine, rappresentare un freno alla transizione verso un approccio Agile.

A tal proposito, è necessario che le aziende non solo investano in opportuni strumenti atti a garantire l'elaborazione e la fruizione dei dati in modo decentrato ma al contempo coordinato, ma siano anche in grado di formare il personale ad un loro corretto utilizzo.

4. Coniugare Agilità e stabilità attraverso l'ambidestritismo

È evidente come, sulla base della discussione precedente, i fattori legati alle persone, nonché alla gestione e ai processi, costituiscano delle sfide significative nel tentativo di dotarsi di una struttura organizzativa che sappia coniugare Agilità e stabilità, con annessi trade-off.

La stabilità, infatti, porta con sé i vantaggi legati alla disciplina e all'automazione e lo svantaggio di essere eccessivamente limitante. L'Agilità, dall'altra parte, permette di sfruttare i benefici derivanti dalla flessibilità e dall'iniziativa umana ma impedisce lo sviluppo di processi ripetibili, che sono percepiti come un contributo alla maturità di un'organizzazione (Zhiying, 2003).

Quindi, solo quelle veramente di successo hanno la capacità di promuovere e gestire al loro interno la presenza simultanea di elementi e forze contrastanti, laddove la loro accettazione e il loro sfruttamento rappresentano due delle basi per sostenere la competizione.

La letteratura a disposizione suggerisce la nozione di ambidestritismo, che permette di perseguire contemporaneamente questi due approcci contrastanti, come soluzione efficace e percorribile al dilemma Agilità-stabilità (O'Reilly e Tushman, 2004). L'abilità di essere sia allineati con l'ambiente esistente sia adattivi nel destreggiarsi tra le dinamiche di un mondo in continua evoluzione è, infatti, positivamente collegata alla capacità di sviluppare prestazioni superiori (Gibson e Birkinshaw, 2004).

Come rappresentato nella *Figura 4*, le organizzazioni di solito seguono due tipologie di attitudini comportamentali: lo sfruttamento e l'esplorazione. La prima pone l'accento sulle competenze chiave, le routine e i cambiamenti incrementali tipicamente associati ad un ambiente stabile. In generale, riguarda modelli organizzativi meccanici, caratterizzati da status quo, burocrazia, mercati e tecnologie stabili.

La seconda, viceversa, parte dall'assunto di un contesto in continua evoluzione che richiede comportamenti innovativi, una propensione a prendersi dei rischi e un apprendimento di tipo esperienziale. Spesso è legata a modelli organizzativi organici, definiti da pensiero creativo, autonomia, sistemi disaccoppiati e mercati e tecnologie emergenti.

L'accettazione del paradosso come fenomeno organizzativo pervasivo ha portato, però, a teorizzare che sfruttamento ed esplorazione non sono da considerarsi fattori mutuamente esclusivi, in quanto l'evidenza mostra che perseguirne esclusivamente uno a scapito dell'altro rende incapaci o di utilizzare in modo efficiente ed efficace le risorse di cui si dispone o di cogliere e gestire opportunamente il cambiamento. Insieme, viceversa, queste due dimensioni comportamentali permettono ad un'organizzazione di essere innovativa e flessibile, senza rinunciare a benefici derivanti dalla stabilità (Gibson e Birkinshaw, 2004).

Explorative ability	high	Agile	Ambidextrous
	low	Ad-hoc	Traditional
		low	high
		Exploitative ability	

Figura 4: Relazione tra l'abilità di esplorazione e di sfruttamento all'interno delle organizzazioni

4.1 L'organizzazione ambidestra

Il fatto che strutture differenti influenzino comportamenti diversi è da tempo riconosciuto in letteratura. Le origini dell'ambidestrisimo possono essere ricondotte al lavoro di Duncan (1976), tuttavia il rinnovato interesse per questo fenomeno, così come la spiegazione delle sue forme e caratteristiche in un'organizzazione, possono essere largamente attribuite a O'Reilly e Tushman (2004). L'efficacia dell'ambidestrisimo è stata, poi, comprovata dall'evidenza empirica (Jansen et al., 2005). Allo stesso modo, è stato dimostrato che l'interazione tra strategie esplorative e di sfruttamento impatta positivamente sulle prestazioni (He e Wong, 2004).

Nello specifico, basandosi sul modello proposto da O'Reilly e Tushman, un'organizzazione ambidestra si compone di sotto-unità che sono strettamente interconnesse al proprio interno e debolmente tra di loro, ma

sono fortemente integrate a livello esecutivo. Parimenti, le attività, la cultura, le persone e le modalità organizzative sono altamente consistenti all'interno di ciascuna sotto-unità e molto differenziate tra loro.

In particolare, un'organizzazione di questo tipo deve constare di almeno due sotto-unità: una tradizionale ed una Agile. La prima deve possedere una struttura gerarchica, con il capo progetto a fungere da pianificatore e a suddividere la responsabilità all'interno di un ampio gruppo di lavoratori specializzati, operanti individualmente.

Riguardo alla seconda, invece, è necessario che sia maggiormente flessibile e decentralizzata, all'interno della quale piccoli team dalle competenze multidisciplinari lavorano a stretto contatto con il cliente e i diversi attori interessati.

È necessario, poi, separare tra loro queste due unità, in modo da non solo preservarne la rispettiva cultura, ma anche evitare l'insorgere di una competizione interna che potrebbe ostacolare il progresso.

La composizione di queste due sotto-unità, Agile e tradizionale, differisce fondamentalmente lungo le quattro dimensioni, già ampiamente trattate in precedenza, dell'organizzazione, delle persone, dei processi e delle tecnologie. Nella *Tabella 5* sono riepilogati i principali attributi di ciascuna di esse.

Tabella 5: L'organizzazione ambidestra

	UNITÀ AGILE	UNITÀ TRADIZIONALE
Gestione e organizzazione	<ul style="list-style-type: none"> • Leadership e collaborazione • Flessibilità • Manager come facilitatore • Conoscenza tacita • Sistemi di remunerazione collettiva 	<ul style="list-style-type: none"> • Autonomia e controllo • Disciplina • Manager come pianificatore • Conoscenza esplicita • Sistemi di remunerazione individuale

Persone	<ul style="list-style-type: none"> • Lavoro collaborativo • Competenze multidisciplinari • Processo decisionale collettivo • Alto coinvolgimento del cliente • Team di piccole dimensioni 	<ul style="list-style-type: none"> • Lavoro individuale • Competenze specialistiche • Processo decisionale centralizzato • Basso coinvolgimento del cliente • Team di grandi dimensioni
Processi	<ul style="list-style-type: none"> • Speculativi • Valutazione dell'avanzamento • Adattivi • Iterativi 	<ul style="list-style-type: none"> • Standardizzati • Misurazione dell'avanzamento • Programmati • Lineari
Tecnologie	<ul style="list-style-type: none"> • Strumenti per iterazioni 	<ul style="list-style-type: none"> • Strumenti standardizzati

In conclusione, un'organizzazione ambidestra promette, quindi, di essere un modo efficace di ottenere i benefici legati alla stabilità senza comprometterne l'abilità di rispondere in modo dinamico ai cambiamenti che avvengono nell'ambiente circostante.

5. La gestione della manutenzione a supporto dell'Agilità

Evidenziata la crescente necessità da parte delle organizzazioni di acquisire Agilità, sotto la duplice prospettiva dei processi e delle relative risorse coinvolte, al fine di reagire efficacemente alle mutevoli condizioni interne ed esterne, un'area ancora poco esplorata e studiata in letteratura ma dal ruolo sempre più rilevante in queste dinamiche è rappresentata dalla gestione della manutenzione.

La crescente meccanizzazione e automazione all'interno delle organizzazioni ha, infatti, comportato una riduzione del personale adibito alla produzione e, per contro, un aumento del capitale impiegato nelle attrezzature e nelle strutture di supporto. Di conseguenza, il numero di dipendenti impiegati in questo settore, così come la quota parte delle spese ad esso collegate rispetto al totale dei costi operativi, è cresciuto nel corso degli anni.

Infatti, mentre per merito della crescente Agilità e flessibilità acquisite dalle imprese i costi di produzione si sono ridotti sensibilmente in molte di queste, i costi legati alla logistica e alla manutenzione non hanno mostrato gli stessi miglioramenti. Nel dettaglio, è piuttosto comune che, all'interno di un'organizzazione, il reparto della manutenzione sia tra i più grandi ed impieghi circa il 30% della forza lavoro totale. Inoltre, insieme ai costi energetici, quelli manutentivi possono costituire la parte più consistente di un budget operativo (Garg e Deshmukh, 2006).

Si è così assistito ad una trasformazione della concezione legata alle pratiche manutentive, passate dall'essere considerate un costo necessario a un contributo nella generazione di profitto.

Per questo motivo è necessario che il sistema di manutenzione di un'organizzazione sia tanto flessibile quanto i processi produttivi che è chiamato a supportare nell'affrontare le sfide poste dal mercato e dalla competizione che si genera al suo interno.

Nella *Tabella 6*, in particolare, sono riportate le nuove tendenze che caratterizzano la gestione della manutenzione.

Tabella 6: Tendenze emergenti nell'ambito della gestione della manutenzione

ATTRIBUTI	PRIMA	EVOLUZIONE
Concezione generale	Costo necessario	Contributo al profitto
Strategia di manutenzione	Preventiva, correttiva, produttiva (TPM)	Integrazione delle diverse strategie
Modelli di ottimizzazione	Matematici, dall'applicazione limitata	Basati su applicativi web
Schedulazione	Modelli a sé stanti	Integrazione con il sistema di gestione della manutenzione
Gestione in outsourcing	Non esisteva	Parte della strategia di manutenzione
Indicatori prestazionali	Numeri di riferimento, indicatori	Specifici strumenti di gestione della manutenzione
Evoluzione dei sistemi informativi	Applicazioni mainframe e per lo più orientate alla gestione interna	Tecnologie interaziendali
Gestione dei pezzi di ricambio	Controllo del magazzino	Utilizzo di interfacce grafiche (GUI)
Flessibilità	Limitata	Caratteristica emergente come parte di un'organizzazione flessibile

5.1 La manutenzione flessibile

Se gran parte della letteratura disponibile circa la gestione della manutenzione è stata consolidata dal lavoro di Garg e Deshmukh (2006), Muller (2008) evidenzia, in particolare, l'importanza del ruolo svolto dalla manutenzione stessa. Questa è progressivamente aumentata nel corso del tempo in virtù del suo ruolo determinante nel garantire e migliorare la disponibilità dei sistemi produttivi e la sicurezza, così come la qualità dei prodotti. Nel sostenere questa funzione, lo sviluppo delle Tecnologie dell'informazione e della comunicazione ha permesso l'affermazione del concetto di manutenzione elettronica che, nell'era della produzione virtuale, si candida fortemente a costituire il nuovo paradigma in questo ambito, improntato ad una crescente flessibilità.

Al riguardo, Chandra e Grabis (2009) mettono in risalto le opportunità offerte da un sistema flessibile nel rafforzare le sue funzionalità e capacità, con un riferimento diretto agli strumenti ed alle tecniche utilizzate per incrementare la flessibilità all'interno della supply chain.

Hamblin (2002), invece, anche mediante la presentazione di un caso di studio, afferma come l'importanza della flessibilità è, in generale, riconosciuta ma spesso non è gestita in modo esplicito e pienamente consapevole, in quanto dipendente anche dal ruolo della singola organizzazione all'interno di una rete di partner fisicamente distribuiti.

Inoltre, se la flessibilità inerente ai sistemi produttivi è ampiamente dibattuta, quella relativa alla manutenzione non è ancora adeguatamente formalizzata, da cui l'esigenza di un maggiore approfondimento del rapporto che intercorre tra manutenzione e produzione flessibili.

In particolare, la manutenzione correttiva presentava una flessibilità intrinseca, laddove tutte le risorse coinvolte erano utilizzate per correggere il guasto, anche se il tempo di fermo macchina, la perdita di produzione e i costi della manutenzione stessa erano elevati.

Al giorno d'oggi, invece, la manutenzione si caratterizza per una maggiore pianificazione, dal momento che la sua natura è progressivamente diventata preventiva, fondata su una serie di operazioni svolte con una frequenza dettata dal tempo, dall'ammontare della produzione o da particolari

condizioni delle attrezzature, o predittiva, che consiste nel decidere quando mantenere o meno un macchinario sulla base del suo stato.

Tuttavia, nel caso in cui il tasso di utilizzo delle attrezzature non è prevedibile, perché la domanda continua a cambiare, non è possibile programmare azioni manutentive. Esempi di utilizzo diversificato delle attrezzature a disposizione sono rappresentati dall'industria automobilistica e quella delle telecomunicazioni, laddove la domanda di prodotti e servizi continua a cambiare. Anche le applicazioni militari, in cui il tasso di sfruttamento dell'equipaggiamento non è prevedibile a priori, necessitano di un'organizzazione della manutenzione altamente flessibile.

Pertanto, le fabbriche automatizzate del presente e del futuro non possono prescindere da tecniche e politiche manutentive in grado di gestire la crescente complessità ad esse associate. I sistemi di produzione, infatti, sono cambiati in modo radicale negli ultimi anni, laddove l'attenzione si è gradualmente spostata dal concetto di economia di scala a quello di economia di scopo, con prodotti dai cicli di vita sempre più ridotti.

Per rispondere a questi nuovi e stringenti requisiti i produttori, come visto, si sono affidati ad attrezzature flessibili e dall'elevato contenuto tecnologico. Il combinato disposto di questi fattori ha, quindi, portato ad una crescente attenzione verso la manutenzione flessibile, in quanto l'indisponibilità non pianificata dei macchinari può comportare una significativa contrazione dei ricavi.

Quindi, se da un lato è importante che la manutenzione sia organizzata per far fronte al tasso di guasto conseguente ad un pieno utilizzo delle attrezzature, dall'altro mantenere inattive le relative risorse per un tempo diverso da quello di pieno utilizzo può non rappresentare la soluzione ottimale.

Pertanto, non solo le attività di manutenzione devono diventare sempre più flessibili nell'allocare le proprie risorse dove l'utilizzo è maggiore, ma le stesse politiche manutentive richiedono una sempre maggiore capacità di conformarsi ai cambiamenti degli ambienti produttivi.

Di conseguenza, affinché la manutenzione eseguita all'interno di un'organizzazione possa considerarsi efficace, deve presentare una serie di caratteristiche essenziali. Quando un macchinario si guasta, infatti, esistono una molteplicità di fattori che influenzano la strategia manutentiva da

adottarsi e la durata del fermo macchina, prima che questa sia ripristinata all'interno del sistema.

Innanzitutto, è estremamente importante che il modo di guasto, anche il più piccolo, sia riportato puntualmente, altrimenti il rischio è di dilatare eccessivamente la durata dell'interruzione. Questa, poi, è influenzata direttamente anche dal dettaglio della reportistica relativa al guasto, dipendente dall'esperienza del personale e funzionale all'allocazione degli interventi alla forza lavoro qualificata, con le relative politiche di outsourcing. Anche la disponibilità dei componenti di ricambio e delle strutture per la riparazione delle attrezzature riveste un ruolo fondamentale ai fini della minimizzazione dei tempi di inattività, nonché della qualità degli interventi stessi.

Un sistema di misurazione delle prestazioni strutturato, basato su un solido sistema informativo, rappresenta un altro elemento in grado di aiutare i gestori della manutenzione a eseguire politiche manutentive efficaci. Proprio la raccolta delle informazioni deve permettere inoltre, la produzione di una documentazione efficace e permettere una valutazione prestazionale di ciascuna fase della specifica attività di manutenzione eseguita. Il tempo medio di riparazione (MTTR) e il tempo medio tra due guasti (MTBF), oltre ad altri indicatori sintetici relativi all'effettiva disponibilità delle attrezzature, devono, infatti, essere sempre disponibili. In aggiunta, uno degli obiettivi sottostanti alle pratiche manutentive è quello di massimizzarne la produttività in termini economici, ovvero realizzare un dato livello di output con il minor costo di manutenzione associato possibile (Löfsten, 2000). Per questo motivo è opportuno tenere traccia dell'andamento di tali costi nel tempo, anche in riferimento a quelli di produzione, come misura della bontà del sistema di gestione della manutenzione implementato.

Il coinvolgimento di operatori per l'esecuzione di attività manutentive limitate, poi, è una pratica sempre più consolidata, rendendo necessaria una formazione specifica, anche relativamente alla gestione dei magazzini contenenti i pezzi di ricambio.

Inoltre, le competenze dei tecnici incaricati delle riparazioni devono essere oggetto di un continuo aggiornamento, in modo da adattarsi alla crescente flessibilità richiesta anche in ambito manutentivo.

Allo stesso modo, valutazioni tempestive interne ed esterne delle procedure manutentive e dei relativi sistemi informativi sono di fondamentale importanza per una loro efficace gestione. L'interesse per la sicurezza in ambito manutentivo è, poi, tanto importante quanto l'operatività dei macchinari, da garantirsi sotto la duplice dimensione delle attrezzature fisiche e delle informazioni di supporto decisionale.

Sulla base delle caratteristiche esaminate, una manutenzione flessibile è, quindi, pienamente riconducibile a quelle che sono le prerogative dell'Agilità produttiva, in particolare per quel che riguarda la massimizzazione della qualità e il controllo dei costi.

Garg e Deshmukh (2009) propongono, come mostrato dalla *Figura 5*, un modello concettuale che suggerisce le principali dimensioni in grado di contribuire alla flessibilità nella manutenzione e supportare adeguatamente un'organizzazione Agile.

Più alta è la flessibilità desiderata, maggiore sarà il costo totale associato all'organizzazione della manutenzione. Tuttavia, non tutti gli attributi di una manutenzione flessibile devono necessariamente essere rafforzati fino a raggiungere il massimo potenziale.

Di conseguenza, il livello di flessibilità raggiungibile dipenderà dai costi connessi, laddove l'obiettivo di ciascuna impresa è trovare il giusto equilibrio tra queste due componenti.

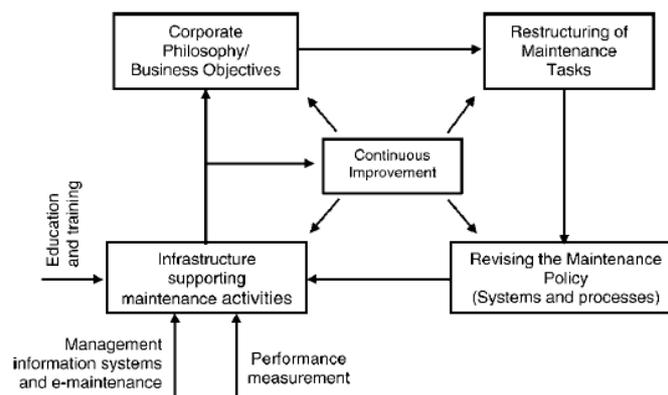


Figura 5: Modello concettuale per una manutenzione flessibile

6. Un'applicazione concreta: gestione dei processi di manutenzione attraverso soluzioni implementate con SAP UI5i

Il seguente caso di studio, avente ad oggetto la reingegnerizzazione dei processi manutentivi in ottica Agile, è stato analizzato ed approfondito durante l'esperienza di tirocinio curriculare svolta presso l'azienda di consulenza KPMG.

Il progetto è stato realizzato per conto di un'azienda multinazionale che si occupa di sviluppare, produrre e vendere pastiglie per freni e materiale d'attrito per il trasporto sia pubblico sia privato, oltre che per le maggiori case automobilistiche del mondo.

Relativamente allo stabilimento italiano di Barge, dove sorge anche un importante centro di ricerca e sviluppo, l'azienda ha deciso di intraprendere un percorso volto ad internalizzare la gestione della manutenzione, precedentemente a carico di un fornitore esterno che utilizzava una soluzione basata sulla suite Infor, consultabile tramite servizio web.

In corrispondenza a questa specifica esigenza, è stata effettuata una prima fase di valutazione, volta a esaminare la possibilità di utilizzare soluzioni SAP idonee a rispondere alle attuali esigenze manutentive del cliente, sulla base delle funzionalità del sistema attualmente in essere.

Questo, nello specifico, contemplava funzioni atte alla gestione della manutenzione, comprensive di quelle legate ai flussi a magazzino dei materiali indiretti (richieste d'acquisto, entrata merci e uscita merci).

A fronte dello scenario di partenza, si è deciso di proporre una nuova metodologia di gestione della manutenzione attraverso l'implementazione di un'innovativa soluzione accessibile a tutti gli attori coinvolti nel mondo della manutenzione quali team leader di manutenzione, pianificatori, responsabili di manutenzione, magazzinieri.

6.1 Presentazione dello strumento SAP UI5i

La soluzione adottata, nello specifico, si basa sull'utilizzo degli strumenti messi a disposizione da SAP UI5i, facente parte del pacchetto Smart

Solutions lanciato di recente da SAP per affrontare in modo innovativo lo sviluppo e la gestione degli applicativi aziendali, migliorandone l'utilizzabilità e l'estendibilità all'interno della stessa.

Il principale obiettivo è incrementare la base dati aziendale in modo da rendere, così, le analisi più efficaci ed efficienti, permettendo al management di pilotare al meglio gli investimenti e le risorse. Questo, se da un lato concorre ad incrementare la complessità gestionale delle informazioni, dall'altro permette di aumentare la numerosità e, soprattutto l'affidabilità dei dati a disposizione, sempre più accessibili e, soprattutto, interrogabili, in grado, quindi, di supportare processi decisionali complessi.

Il risultato del progetto, pertanto, è la realizzazione di un unico strumento a supporto della gestione della manutenzione e dell'esecuzione della medesima. Questo si rende possibile anche attraverso la creazione di interfacce grafiche utente (GUI) user friendly e completamente personalizzate, grazie all'utilizzo dell'applicativo Build.me, strumento appositamente sviluppato da SAP per massimizzare l'accessibilità utente fin dalla fase di definizione e validazione del modello to-be.

Ne consegue la possibilità di applicare in maniera pervasiva l'utilizzo di un supporto tecnologico all'interno dello stabilimento, monitorando continuamente le prestazioni di interesse. In questo modo è possibile incrementare la trasversalità informativa (che rappresenta, come visto, una condizione fondamentale per promuovere l'Agilità), facilitando anche, a partire dal manutentore stesso, l'inserimento dei dati a tutti i livelli del processo.

La metodologia progettuale proposta si caratterizza per una serie di benefici riguardanti sia la stessa gestione della manutenzione, sia la diminuzione delle tempistiche realizzative ad essa associate. In primo luogo, l'utente è in grado di esprimersi in maniera totalmente libera nella definizione dei requisiti di processo, la cui implementazione è totalmente indipendente da qualunque vincolo IT.

Inoltre, la gestione di questa fase risulta facilitata grazie all'utilizzo dell'innovativo sistema di sviluppo delle schermate, che consentono la definizione congiunta della soluzione to-be e un elevato grado di interattività nel richiedere, da parte del cliente stesso, modifiche al prototipo. In questo modo, quindi, a qualsiasi attore coinvolto nel progetto è fornita la possibilità

di un continuo rilascio di feedback, con la conseguente possibilità di apportare eventuali modifiche a costi limitati. Il tutto concorre, inoltre, ad una diminuzione del tempo complessivo di realizzazione del progetto, attraverso la parallelizzazione di attività altresì in cascata secondo l'approccio tradizionale. Infatti, è possibile abbattere le fasi di rilavorazione degli applicativi grazie alla partecipazione attiva, fin dalle prime fasi, degli utenti coinvolti, in modo continuo, interattivo, iterativo e totalmente fedele, in termini di GUI, alla soluzione finale.

La soluzione adottata per la realizzazione del progetto si caratterizza, poi, per una grande flessibilità, in quanto è possibile creare applicazioni non solo sulla base di ruoli e funzionalità ma, in generale, per qualsiasi processo aziendale e compito, seguendo le linee guida del management e dei requisiti specifici dell'utente.

Nel caso in esame, alla stessa stregua di quanto fatto per l'implementazione delle applicazioni a supporto del processo di manutenzione, è possibile, pertanto, sviluppare una soluzione analoga per altri processi.

7. Contesto di riferimento e scopo del progetto

Da un punto di vista tecnologico la manutenzione in SAP è gestita, come osservabile dalla *Figura 6*, tramite avvisi e ordini di lavoro, i cui campi possono essere alimentati dal sistema SAP oppure da sistemi informativi già esistenti (legacy). I dati di avvisi e ordini di manutenzione sono trasmessi al sistema di reportistica interno, per permettere le attività di monitoraggio e complementari alla manutenzione, come quella relativa ai ricambi. In quest'ultimo caso, gli ordini di manutenzione sono trasmessi direttamente al sistema informativo del magazzino.

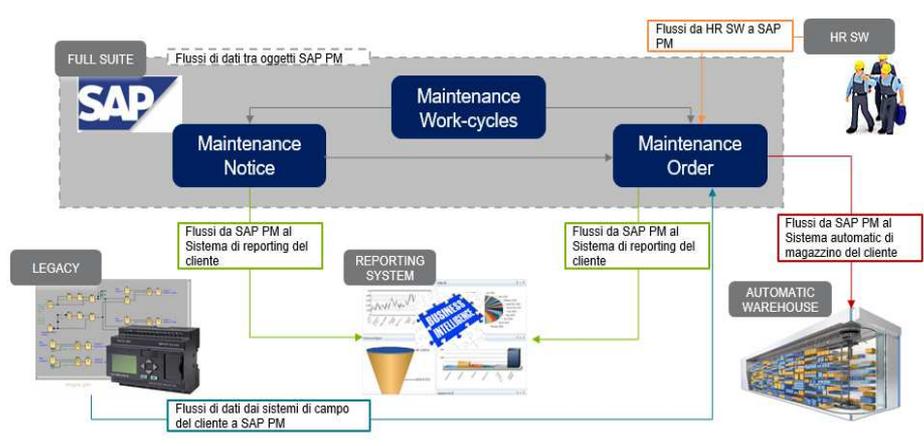


Figura 6: Flusso informativo delle attività di manutenzione

Da un punto di vista spaziale, invece, lo stabilimento di Barge consiste in un impianto suddiviso in varie divisioni (Produzione, Qualità, ...), ciascuna suddivisa in differenti aree al cui interno sono allocate isole multiple.

Per quanto riguarda le attrezzature produttive, le macchine sono funzionalmente organizzate in gruppi e sottogruppi, che rappresentano l'aggregazione di un insieme di componenti singoli.

Una rappresentazione schematica di questa organizzazione è fornita dalla *Figura 7*.

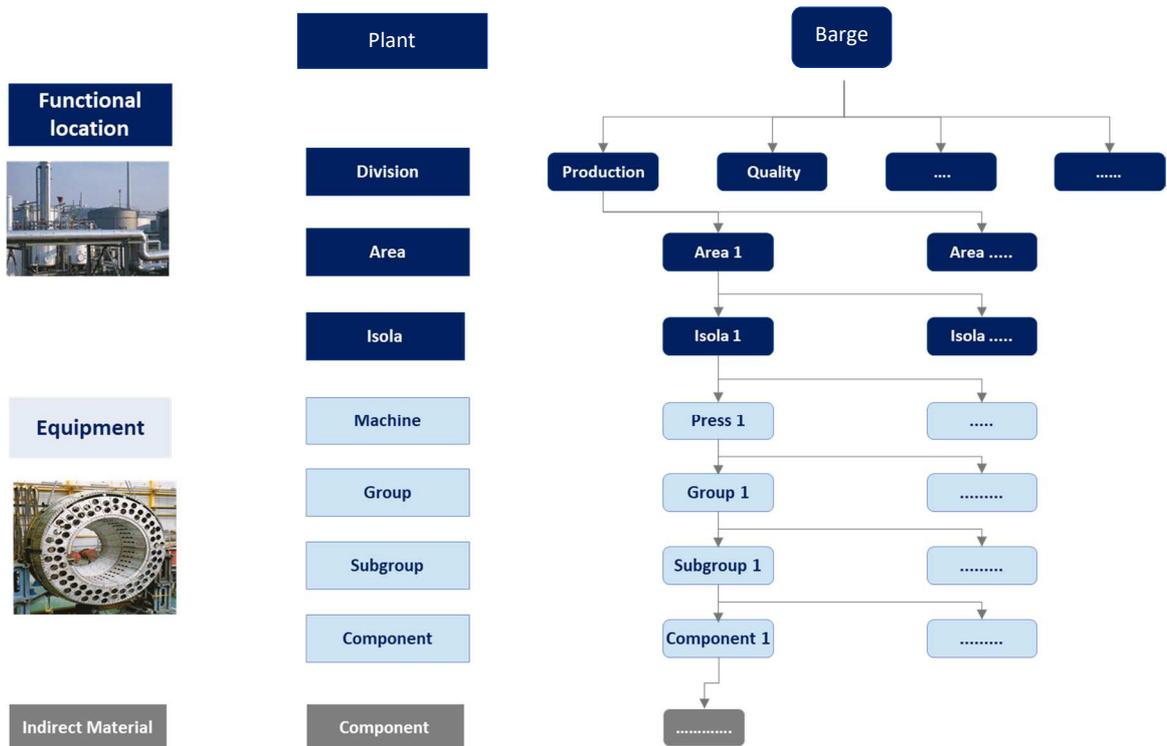


Figura 7: Organizzazione funzionale dell'impianto di Barge

Come schematizzato dalla Figura 8, lo scopo del progetto ha riguardato la copertura, tramite l'applicativo SAP UI5i, dei processi di business del cliente legati alla gestione della manutenzione e al relativo approvvigionamento dei materiali indiretti necessari.

Relativamente a questi due aspetti, il cliente stesso ha manifestato una serie di esigenze, che sono state tradotte in opportuni requisiti di processo e implementate all'interno della soluzione offerta.

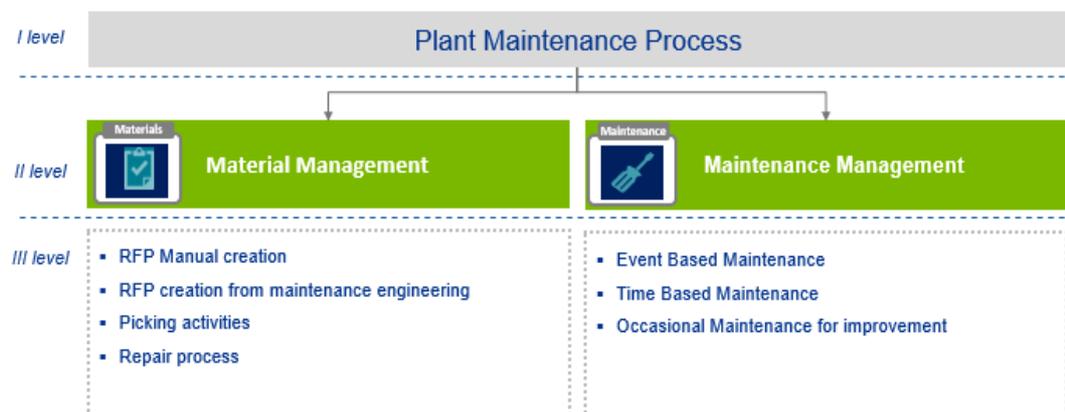


Figura 8: Processo di manutenzione dello stabilimento

7.1 Requisiti relativi alla gestione dei materiali

La gestione dei materiali per le attività di manutenzione consiste nell'insieme delle operazioni che il personale di stabilimento deve essere in grado di svolgere utilizzando il sistema SAP, attraverso interfacce utente personalizzate, in modo da: eseguire richieste di acquisto per materiali codificati, con e senza record informativo, e non codificati (questa attività è di competenza del responsabile del magazzino di manutenzione e del dipartimento di ingegneria della manutenzione), effettuare un prelievo dal magazzino di manutenzione (questa attività è eseguita dal magazziniere) e ottenere una ricevuta di acquisto dal magazzino di manutenzione stesso.

Nello specifico, le esigenze manifestate dal cliente sono state le seguenti:

- 1) il responsabile di magazzino deve essere in grado di creare manualmente, all'interno del sistema SAP, una richiesta di acquisto (RFP). Questa consiste in una serie di operazioni eseguite dal responsabile di magazzino, o da qualsiasi altro utente autorizzato, con lo scopo di aprire un canale comunicativo tra il reparto acquisti dello stabilimento e i suoi fornitori, al fine di ottimizzare la disponibilità dei materiali diretti per gli interventi di manutenzione.

Relativamente ai materiali codificati, per i quali è stato realizzato un record di informazioni, appena il responsabile di manutenzione rilascia la RFP, creandola all'interno di SAP, il relativo ordine di acquisto (PO) è generato automaticamente, senza nessuna azione da parte del reparto acquisti. Il magazziniere può, così, registrare la ricevuta d'acquisto, che permette di incrementare di un'unità le scorte a magazzino;

- 2) per i materiali non codificati o quelli codificati senza un record di informazioni, il responsabile di manutenzione deve poter creare un ordine d'acquisto manualmente, oppure copiarne una esistente. Il relativo ordine di acquisto è generato in automatico dal reparto acquisti. Se il materiale è codificato, è il magazziniere ad elaborare la ricevuta riferita all'ordine di acquisto. Viceversa, nel caso di materiale non codificato, il magazziniere elabora la ricevuta con riferimento al Centro di Costo della manutenzione.

Nella *Figura 9* è riepilogato il processo di creazione di una richiesta di acquisto;

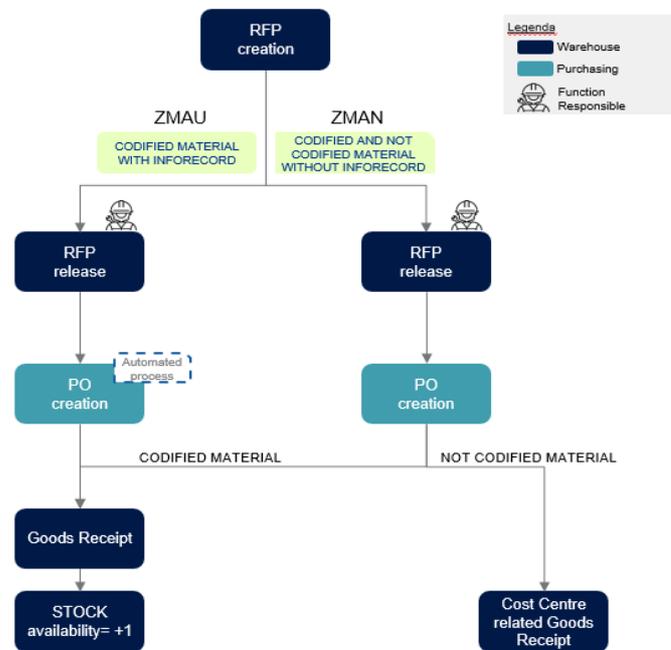


Figura 9: Creazione di una RFP

- 3) in caso di una richiesta di acquisto relativa a componenti riparabili, questa deve contenere il riferimento alla bolla di accompagnamento creata. Il reparto acquisti è incaricato di elaborare l'ordine di acquisto relativo, che può concretizzarsi in un trasferimento della merce oppure essere scartato. È possibile creare la RFP a partire da una esistente;
- 4) le richieste di acquisto per i materiali destinati all'ufficio manutenzione, su cui eseguire ad esempio delle prove, devono poter essere generate dall'ingegneria di manutenzione, mentre il relativo ordine di acquisto può essere fatto dall'ufficio acquisti. Il magazziniere, all'arrivo della merce, elabora la relativa ricevuta all'interno di uno specifico magazzino che, in un secondo momento, sarà creato ad hoc per l'ufficio manutenzione.

La sequenza di queste operazioni è riassunta dalla *Figura 10*;

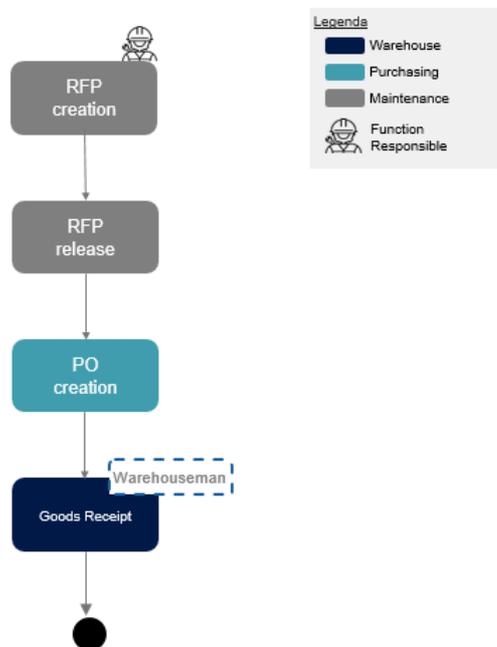


Figura 10: Creazione di una RFP da parte dell'ingegneria di manutenzione

5) relativamente alla gestione del processo di riparazione, quando il manutentore porta un componente da sostituire all'interno del magazzino, il magazziniere deve essere in grado di: aumentare la scorta del componente (con riferimento all'ordine di lavoro di sostituzione), valutare se il componente è riparabile o meno e, se necessario, scartarlo. Nel primo caso, invece, è necessario trasferire il componente al magazzino del venditore e generare la relativa bolla di accompagnamento. Il magazziniere deve essere, altresì, in grado di valutare se il componente è stato riparato e, nel caso, ritrasferire il componente all'interno del magazzino di stabilimento.

Il diagramma di flusso relativo al processo di riparazione è riportato nella *Figura 11*;

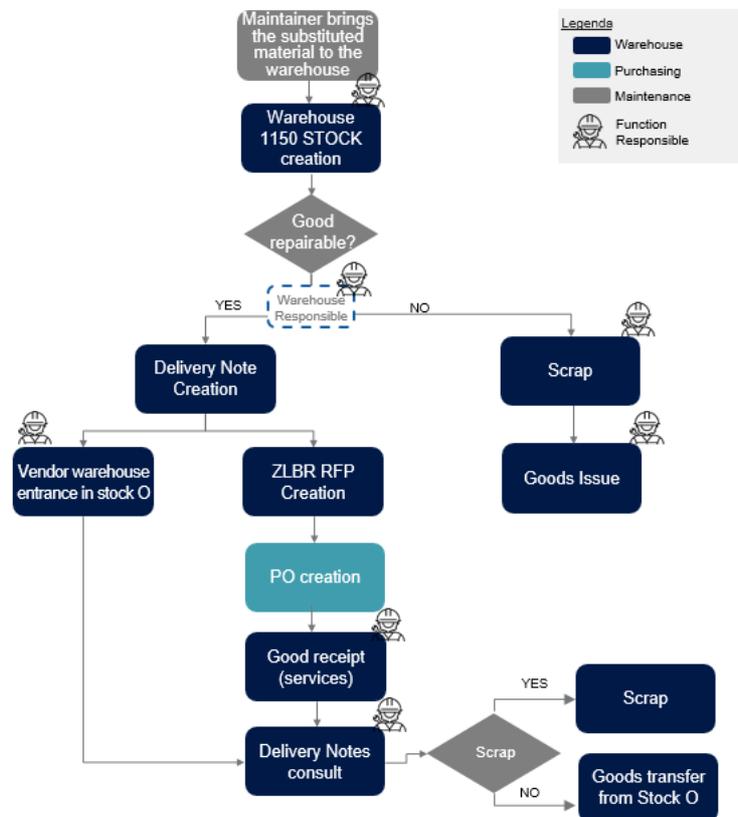


Figura 11: Gestione del processo di riparazione

- 6) il responsabile di magazzino deve essere in grado di configurare le strategie di riordino all'interno del sistema SAP. In presenza di un livello di riordino è possibile creare automaticamente un report contenente la lista delle richieste di acquisto, che possono essere confermate dallo stesso magazziniere;
- 7) il sistema realizzato non deve più permettere ai manutentori o ai magazzinieri di effettuare un prelievo merce senza fornire un numero associato ad un ordine di lavoro.

7.2 Requisiti relativi alla gestione della manutenzione

La gestione della manutenzione consiste nell'insieme delle operazioni che il personale di stabilimento deve essere in grado di svolgere utilizzando il

sistema SAP, attraverso interfacce utente personalizzate, in modo da gestire: le attività manutentive non previste (manutenzione ad evento), i cicli di manutenzione programmata e la manutenzione programmata non ciclica (manutenzione occasionale).

Nello specifico, le esigenze manifestate dal cliente sono state le seguenti:

- 1) la divisione della produzione deve poter creare un avviso di manutenzione tramite l'utilizzo di un'applicazione web;
- 2) il capo squadra del team di manutenzione deve essere in grado di generare e schedulare gli ordini di lavoro (WO) relativi alle notifiche e gestirle a mezzo SAP;
- 3) l'ingegneria di manutenzione deve avere la possibilità di raccogliere i dati dei fermi macchina relativi ai guasti del nastro trasportatore, in modo da analizzare quali dei macchinari connessi si sono bloccati a causa del suo guasto;
- 4) se la divisione della produzione crea una notifica di auto-manutenzione (AM), espletata dall'operatore di linea, il relativo ordine di lavoro è creato in automatico e non necessita della compilazione del report di intervento (EWO). La chiusura dell'ordine è automatica mentre l'operatore di linea effettua un prelievo di materiale a magazzino;
- 5) in caso di manutenzione professionale, che richiede lo specifico intervento di un manutentore, questo è tenuto, invece, a compilare la EWO, i cui campi devono essere disponibili all'interno del sistema SAP. L'ingegneria di manutenzione, a sua volta, deve poter stampare la EWO in modo da chiudere l'ordine di lavoro;
- 6) relativamente ad un ordine di lavoro di manutenzione, deve essere possibile definire 3 tipologie diverse di fermo macchina, con relative modalità di elaborazione: SI, se la macchina è ferma; NO, se la macchina non è ferma; MN, se la durata del fermo macchina è pari al lasso di tempo che intercorre tra l'inizio e la fine dell'intervento, anziché tra la chiamata e la fine dell'intervento come nel caso SI;
- 7) i costi associati all'ordine di lavoro sono calcolati all'interno del sistema SAP, come somma di ore lavoro e singoli componenti. Il costo relativo al fermo macchina è calcolato all'interno del sistema di reportistica dello stabilimento;

8) l'ingegneria di manutenzione deve essere in grado, relativamente all'attrezzatura dell'impianto, di creare una strategia di manutenzione e associarla al programma di manutenzione, con relativa schedulazione. Gli ordini di lavoro possono essere riferiti solo a livello di singole macchine e la manutenzione schedulata può solo essere quella su base temporale, con la possibilità di selezionare la prima data per l'esecuzione delle attività;

Tutte le attività legate al programma di manutenzione, con le relative chiusure tecniche, possono essere eseguite unicamente dai manutentori, eccetto quelli che lavorano su specifici turni di lavoro. Gli ordini di lavoro programmati, invece, sono gestiti unicamente dall'ingegneria di manutenzione;

9) l'ingegneria di manutenzione deve avere la possibilità di creare manualmente e assegnare ai manutentori gli ordini di lavoro relativi ad attività occasionali, quali interventi finalizzati ad aumentare la funzionalità dei macchinari, oppure le riparazioni da banco. I manutentori sono gli unici responsabili di queste attività e della loro chiusura tecnica. Per quanto riguarda, invece, la chiusura economica di un ordine di lavoro, questa è di competenza dell'ingegneria di manutenzione.

Il processo di gestione di interventi manutentivi occasionali è descritto dalla *Figura 12*;

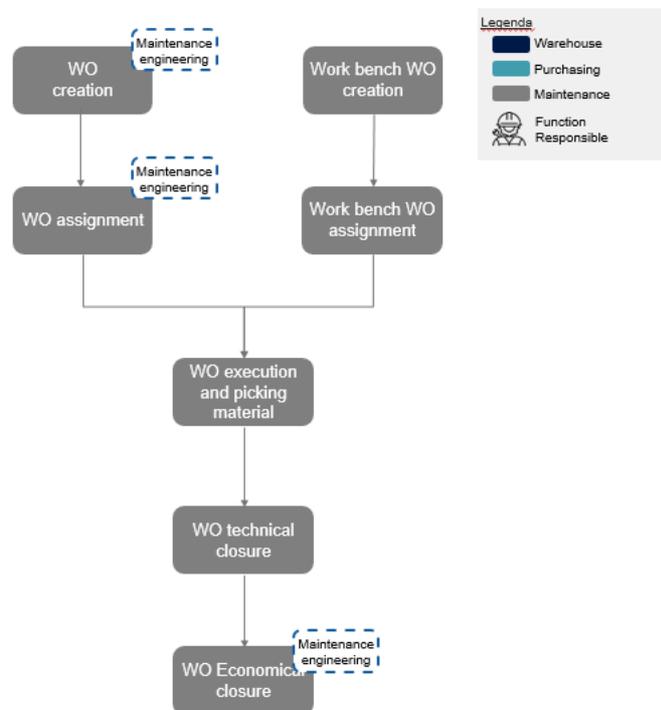


Figura 12: Manutenzione occasionale

- 10) il sistema SAP deve essere in grado di comunicare a quello di reportistica dello stabilimento i seguenti dati: costo del fermo macchina (dato dalla somma del costo del relativo ordine di lavoro e di uno valutato dal cliente), numero di fermi macchina con relative durate, tempo medio tra due interruzioni consecutive (MTBF), tempo medio necessario per la riparazione (MTTR).

7.3 Principali fasi del processo AS IS di gestione della manutenzione

Di seguito è riportata, nel dettaglio, l'organizzazione della gestione della manutenzione che caratterizzava lo stabilimento produttivo di Barge, prima dell'implementazione della soluzione basata su SAP UI5i.

7.3.1 Gestione degli operai di linea

La divisione della produzione apre, all'interno del sistema Infor, un ordine di lavoro di tipo manutenzione autonoma, effettuato da un operaio di linea specializzato nella risoluzione di determinati problemi in fase di produzione. Lo stesso operaio valorizza su Infor i dati relativi al fermo macchina ed ai ricambi utilizzati. I relativi dati di consuntivazione sono trasferiti a sistema SAP.

7.3.2 Gestione delle richieste di manutenzione

La divisione della produzione apre, all'interno del sistema Infor, una richiesta di manutenzione, avente come destinatario un manutentore specializzato.

La stessa divisione, poi, contatta telefonicamente il capo squadra, che si occupa di smistare gli ordini di manutenzione. La squadra, in particolare, è generalmente composta da 3 manutentori elettrici e 3 meccanici, con il capo squadra compreso nel team di 6 persone.

Ad intervento eseguito, il capo squadra registra a sistema i dati relativi alle risorse utilizzate, i campi EWO ed i dati relativi al fermo macchina, che prevede gli stati SI, NO e SN. Quest'ultimo, come già spiegato, prevede che la durata del fermo macchina sia pari al delta tra inizio e fine intervento, anziché tra chiamata e fine intervento come nel caso SI.

La chiusura dell'Ordine di manutenzione è effettuata esclusivamente dall'Ingegneria di manutenzione. Analogamente alla fase di *Gestione degli operai di linea*, i dati di consuntivazione sono inviati a sistema SAP.

7.3.3 Gestione dei piani di intervento

L'ingegneria di manutenzione crea degli ordini di lavoro all'interno del sistema Infor, affidandosi ad un sistema di gestione della manutenzione programmata (Time Based Maintenance) non presente all'interno della nuova soluzione implementata.

Il capo squadra, in modo speculare alla fase di *Gestione delle richieste di manutenzione*, assegna gli ordini manutentivi e, ad intervento eseguito, riporta a sistema i dati inerenti alle risorse utilizzate. Anche in questo caso la

chiusura dell'ordine di manutenzione è appannaggio esclusivo dell'Ingegneria di manutenzione. Così come per le precedenti fasi, i dati di consuntivazione sono trasmessi a sistema SAP.

7.3.4 Gestione delle ispezioni

L'ingegneria di manutenzione crea degli ordini di lavoro di ispezione. Se l'esito dell'ispezione è negativo, ovvero l'operatore rileva delle criticità per cui si rende necessario un intervento manutentivo, si cambia la tipologia dell'ordine in "sostituzione". I dati di consuntivazione sono trasferiti a sistema SAP.

7.4 Principali fasi del processo AS IS di gestione dei materiali

Di seguito è riportata, invece, l'organizzazione della gestione dei materiali, utilizzati per gli interventi manutentivi, che caratterizzava lo stabilimento produttivo di Barge, prima dell'implementazione della nuova soluzione.

7.4.1 Gestione delle richieste di riparazione

Il responsabile del magazzino di manutenzione crea una richiesta d'acquisto di un numero di pezzi pari a quelli mandati in riparazione verso il fornitore (i.e. 10 pezzi). Questo, a sua volta, risponde indicando il numero di pezzi effettivamente riparabili (i.e. 5 pezzi). A questo punto, il responsabile di magazzino aggiorna la richiesta, inserendo alla voce quantità il numero di pezzi riparabili, e procede alla sua approvazione. Il flusso si conclude con l'uscita della merce dal magazzino del fornitore e l'ingresso in quello dello stabilimento.

7.4.2 Gestione delle richieste di acquisto generiche

Dal sistema Infor, il responsabile del magazzino ricambi compila una richiesta d'acquisto inserendo divisione, ordine interno, gruppo merci, codice

materiale (se codificato) e fornitore proposto. La richiesta così creata è spostata in una finestra del sistema da cui è possibile modificare i dati della stessa e cambiarne lo stato in "approvata". Tale modifica di stato crea la richiesta su SAP, da cui è generato l'ordine di acquisto relativo.

7.4.3 Attività di stoccaggio della merce

Il manutentore si presenta al magazzino di manutenzione con un numero di ordine di lavoro (oppure l'asset su cui effettuare l'intervento manutentivo nel caso in cui il materiale appartenga alla categoria "consumabili" come, ad esempio, l'olio per il motore), richiedendo un intervento indiretto.

Il magazziniere, sul sistema Infor, attraverso un'interfaccia personalizzata, cerca il materiale ed inserisce i dati relativi all'ordine di lavoro, effettua il prelievo tramite magazzino automatizzato (gestito tramite un sistema non interfacciato con Infor) ed esegue l'uscita merce sul sistema Infor. Dalla stessa interfaccia, il magazziniere può visualizzare lo stock del materiale e, eventualmente, creare una richiesta di acquisto (procedura analoga alla richiesta d'acquisto generica). Se per il materiale sono stati configurati i parametri relativi ai punti di riordino, il sistema genera automaticamente le richieste di acquisto.

7.5 Principali fasi del processo TO BE di gestione della manutenzione

Dopo aver presentato la situazione "as is" del cliente, nelle seguenti righe si procede alla presentazione dei cambiamenti introdotti al suo sistema di gestione della manutenzione.

7.5.1 Gestione degli operai di linea

La divisione di produzione apre, all'interno del sistema SAP, una richiesta di manutenzione autonoma, la quale dà luogo ad un ordine di lavoro. I dati relativi all'operazione eseguita sono inseriti su SAP direttamente dall'operaio di linea che ha eseguito l'intervento manutentivo.

7.5.2 Gestione delle richieste di manutenzione

La divisione di produzione apre, all'interno del sistema SAP, una richiesta di manutenzione professionale, trasmessa al capo squadra di manutenzione, responsabile dello smistamento degli ordini di manutenzione. Una volta che l'intervento è stato eseguito, il capo squadra procede alla registrazione a sistema dei dati relativi alle risorse utilizzate e al fermo macchina, nonché i campi EWO. La chiusura dell'ordine di manutenzione, invece, è di esclusiva competenza dell'ingegneria di manutenzione.

Il flusso informativo relativo sia ad una richiesta di manutenzione autonoma sia ad una di tipo professionale è riassunto dalla *Figura 13*.

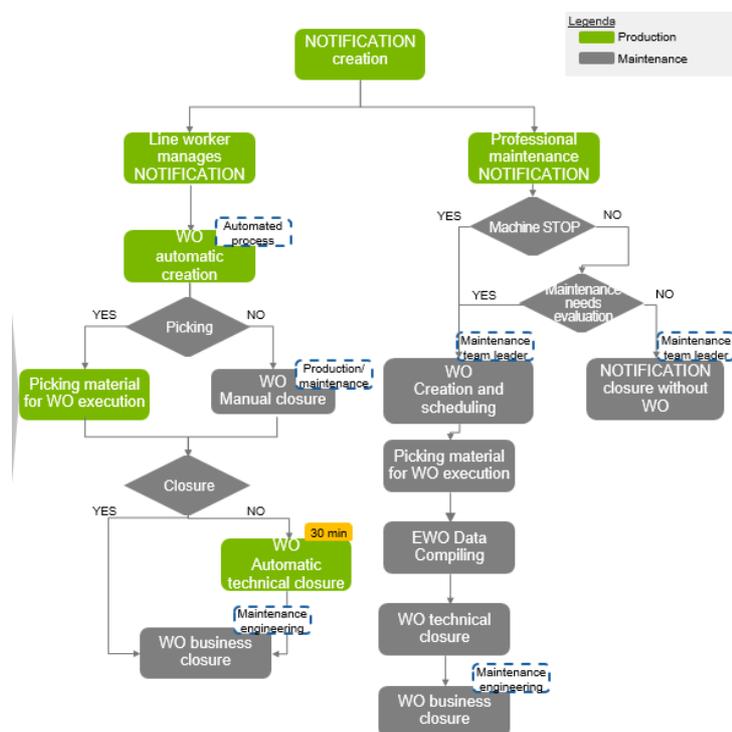


Figura 13: Manutenzione autonoma e professionale

7.5.3 Gestione dei piani di intervento

La gestione della manutenzione programmata, in SAP, è possibile tramite la creazione di strategie di manutenzione. Su questa base si procede, quindi, alla

definizione dei cicli di manutenzione. I cicli, a loro volta, si articolano in una serie di programmi manutentivi.

Per quanto concerne la manutenzione su base temporale, la schedulazione dei piani di intervento è di competenza dell'ingegneria di manutenzione, i quali danno vita ad una serie di ordini di lavoro automatici, comprensivi di scadenza, all'interno del sistema SAP. Questi ordini sono visualizzabili dal capo squadra di manutenzione, che si occupa della loro assegnazione. Ad intervento eseguito, lo stesso capo squadra registra a sistema SAP i dati relativi alle risorse utilizzate, mentre la chiusura dell'ordine è nuovamente a carico dell'ingegneria di manutenzione.

Il processo sopra descritto è sintetizzato dalla *Figura 14*.

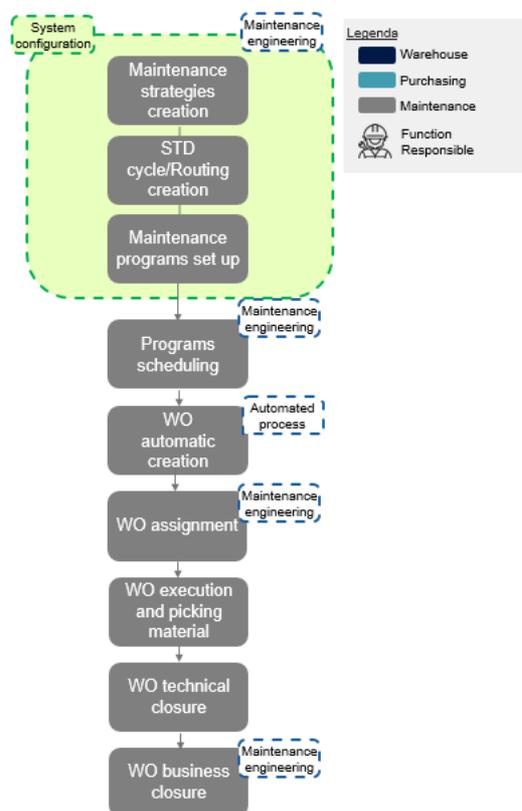


Figura 14: Gestione della manutenzione programmata

7.5.4 Gestione delle ispezioni

L'ingegneria di manutenzione schedula i piani di ispezione, con la possibilità di utilizzare i cicli di manutenzione, che generano una serie di ordini di

lavoro, comprensivi di scadenze, all'interno del sistema SAP, visualizzabili dal capo squadra di manutenzione. Nel caso di ispezione negativa, è possibile generare un ordine di lavoro ad essa associato. Anche in questa circostanza la chiusura degli ordini di manutenzione è effettuata unicamente dall'ingegneria di manutenzione.

7.6 Principali fasi del processo TO BE di gestione dei materiali

In modo speculare al paragrafo precedente, di seguito si dettagliano le modifiche apportate al processo di gestione dei materiali necessari all'esecuzione della manutenzione di stabilimento.

7.6.1 Gestione delle richieste di riparazione

In SAP è possibile impostare il flusso partendo da una movimentazione di uscita merce, che genera un documento materiale. A valle della comunicazione del fornitore circa il numero di pezzi riparabili, poi, si può generare una richiesta di acquisto, sempre a mezzo SAP. In questo caso va inserito il documento materiale come fonte d'acquisto, così da mantenerne la tracciabilità, comprensivo di numero di riparabili e costo di riparazione. A valle della richiesta di acquisto (o del relativo ordine di acquisto), è possibile personalizzare il sistema in modo tale da alimentare automaticamente il magazzino fornitore AS IS tramite Infor. Dall'ordine di acquisto si procede, quindi, con l'uscita merce dal magazzino fornitore e il relativo ingresso in quello dello stabilimento.

7.6.2 Gestione delle richieste di acquisto generiche

I dati per compilare la richiesta d'acquisto su Infor sono compatibili in SAP. Pertanto, è possibile generare tale richiesta tramite SAP ed impostare il sistema in modo che, al salvataggio, lo stato della stessa sia "creata". Una richiesta di acquisto che presenta tale stato è ancora modificabile nei suoi

campi. Queste richieste, inoltre, prevedono la possibilità di specificare l'allocazione dei costi. Per creare, invece, i relativi ordini d'acquisto, è necessario cambiare lo stato della richiesta in "rilasciata".

7.6.3 Attività di stoccaggio della merce

Il manutentore si presenta al magazzino di manutenzione con il numero di un ordine di lavoro, oppure l'asset su cui effettua l'intervento manutentivo nel caso il materiale appartenga alla categoria "consumabili" (i.e. olio per il motore), richiedendo un pezzo. Il magazziniere effettua l'uscita merce, inserendo i dati relativi all'ordine di lavoro, ed effettua il prelievo fisico tramite il magazzino automatizzato. Mediante una transazione SAP, il magazziniere può visualizzare lo stock dello specifico materiale ed eventualmente creare una richiesta di acquisto, in modo analogo alla richiesta d'acquisto generica. Se per il materiale in questione sono stati configurati i parametri relativi al punto di riordino, il sistema genera automaticamente le richieste di acquisto.

8. Vantaggi legati alla soluzione implementata

La scelta progettuale analizzata, essa stessa concepita e realizzata secondo una logica Agile, si ripropone di costituire un concreto supporto nel migliorare l'efficacia ed il coordinamento dei processi di gestione della manutenzione del cliente, contribuendo a promuoverne l'Agilità in questo specifico campo.

La soluzione implementata, in particolare, risponde pienamente a quelle che sono le tendenze emergenti nell'ambito della manutenzione flessibile. Essa, innanzitutto, permette di giungere ad una integrazione delle diverse strategie manutentive classiche (preventiva, correttiva e produttiva), sfruttabili in modo congiunto all'interno dello stabilimento e controllabili attraverso un unico sistema informativo.

La possibilità di seguire in tempo reale le attività di manutenzione, infatti, consente un continuo monitoraggio della loro incidenza sotto la duplice prospettiva dei costi associati e delle risorse coinvolte, così da permettere un intervento tempestivo in presenza di anomalie e/o criticità.

In questo modo, poi, l'area della manutenzione non costituisce più un'entità a sé stante, affidata ad un gestore esterno, bensì è messa in comunicazione direttamente con le altre divisioni dello stabilimento, come la produzione, cui è legata da un rapporto di interdipendenza. Da tale fondamentale integrazione scaturisce, infatti, la possibilità di condivisione e di accesso reciproco ai dati di interesse.

Nel caso specifico della manutenzione, questa è in grado di eseguire le proprie attività, nonché allocare e formare le relative risorse, in modo aderente a quelle che sono le reali esigenze conseguenti all'attività produttiva e non più sulla base di politiche scollegate dal resto dello stabilimento.

Più nel dettaglio, la soluzione presentata permette di ottenere una serie di benefici inerenti non solo, in generale, alla gestione della manutenzione ma, come già visto, anche a quella dei materiali coinvolti.

In particolare, per un materiale codificato all'interno del magazzino dello stabilimento, SAP è in grado di compilare in automatico i dati delle richieste d'acquisto e dei relativi ordini. A tal proposito, in un'ottica di ulteriore

semplificazione, è possibile impostare, per ciascun utente, la precompilazione di alcuni campi relativi, ad esempio, a divisione, magazzino e richiedente. È prevista, poi, l'opportunità di creare una richiesta d'acquisto copiandone, integralmente o parzialmente, una preesistente. Questo coordinamento tra il sistema di gestione della manutenzione e il magazzino merci, tramite la creazione di un'interfaccia con il sistema SAP, contribuisce anche ad efficientare la sua gestione secondo una logica di razionalizzazione dei costi migliorando, di riflesso, anche i rapporti con i fornitori. In questo modo, come visto, è possibile incrementare la visibilità e la condivisione delle informazioni non solo all'interno dello stabilimento produttivo ma anche lungo l'intera supply chain, così da rafforzarne la capacità di risposta e l'affidabilità.

Sotto la prospettiva economica, invece, è data la possibilità di adottare diverse tipologie di contabilizzazione delle richieste d'acquisto, allocandole ai Centri di Costo dello stabilimento (tipicamente la produzione) piuttosto che ad un ordine interno alla manutenzione stessa. Ne consegue, quindi, la possibilità di tenere traccia delle riparazioni eseguite e di consultare, in fase di entrata merce, l'ordine di acquisto e le eventuali note a supporto dello stesso.

Per ciò che concerne, invece, gli interventi manutentivi, la soluzione realizzata consente la tracciabilità delle richieste di manutenzione da parte della produzione nonché di gestire la manutenzione programmata in modo standardizzato per gruppi di attrezzature produttive e di operazioni.

È prevista, inoltre, la possibilità di creare piani di ispezione, tali per cui si possa tener traccia degli ordini di manutenzione derivanti da giri di ispezione ad esito negativo.

Ulteriori migliorie riguardano altresì la possibilità di programmare le risorse impiegate negli interventi su base temporale, nonché di gestire la manutenzione anche sulla base di particolari condizioni (Condition Based Maintenance) di deterioramento delle attrezzature produttive, tramite la misurazione di uno o più fattori correlati (temperatura, vibrazione, attrito, ecc.).

È, inoltre, possibile associare specifici documenti a cicli e ordini di lavoro e impostare regole di scarico costi automatiche e non, sulla base della contabilità associata ai singoli asset. Così facendo, l'integrazione con la

produzione non avviene solo da un punto di vista informativo ma anche economico.

Per quanto riguarda, infine, il Machine Ledger, strumento di supporto alla manutenzione inerente alla scomposizione in gruppi funzionali di uno specifico macchinario comprensiva delle informazioni circa le politiche di intervento da applicare, si è optato per l'utilizzo delle funzionalità standard di SAP.

In aggiunta, è stata prevista la possibilità di effettuare operazioni di cambio contabilizzazione e di associazione diretta di uno specifico componente a magazzino.

9. Conclusioni

Con il presente lavoro di tesi si è innanzitutto cercato di connotare, a partire dalla letteratura di riferimento, il concetto di produzione Agile, evidenziandone le principali peculiarità e la loro rilevanza in relazione alle esigenze e alle forze in gioco che caratterizzano il panorama produttivo e competitivo attuale. Gli aspetti salienti sono quelli relativi alla flessibilità, ovvero l'abilità di riorganizzarsi efficacemente, e alla capacità di risposta, vale a dire il raccogliere informazioni dal panorama commerciale di riferimento per identificare e anticipare il cambiamento.

Si è proceduto, poi, all'individuazione delle caratteristiche fondamentali che una qualsiasi organizzazione deputata alla produzione di beni e/o servizi deve possedere o sviluppare per poter applicare efficacemente al proprio interno il paradigma Agile tra le quali, in particolare, la capacità di creare collaborazioni di valore e giungere ad una piena condivisione dell'informazione, sia all'interno dell'organizzazione medesima sia con i propri partner.

A questa analisi di carattere generale ha fatto seguito, sempre sulla base della letteratura a disposizione, una trattazione specifica dei fattori in grado di promuovere l'Agilità produttiva, finalizzata al tentativo di proporre un modello organizzativo sintetico di riferimento lungo le quattro direttrici delle strategie, delle tecnologie, dei sistemi e delle persone.

Una volta definite le basi teoriche e le determinanti della produzione Agile, si è tentato di analizzare criticamente i principali ostacoli che possono rendere complessa la transizione verso questa metodologia, in modo simmetrico a quanto fatto nella definizione dei fattori abilitanti. È emerso come il diventare Agili postuli una vera e propria "rivoluzione copernicana", in grado di mettere in discussione i fondamentali e le assunzioni tradizionali e favorire, per contro, lo sviluppo di una nuova attitudine comportamentale e organizzativa. Per questo motivo l'Agilità rappresenta un obiettivo raggiungibile solo a lungo termine, mediante un percorso pianificato e condiviso circa tutte le aree coinvolte.

Nell'affrontare queste problematiche, si è quindi proposta come possibile soluzione lo sviluppo, all'interno di una determinata organizzazione, del pensiero ambidestro, quale mezzo in grado di coniugare stabilità e proattività

e permettere, pertanto, il raggiungimento di risultati superiori. L'ambidestritismo, infatti, richiede la capacità di riconoscere e accettare le complicazioni derivanti dal tentativo di acquisire Agilità all'interno di un contesto stabile e propone, come via da percorrere, l'integrazione di questi due modus operandi.

La seconda parte del lavoro di tesi è stata indirizzata, invece, all'analisi di una specifica area di un'organizzazione, quella della manutenzione, nel tentativo di porre in evidenza come la promozione dell'Agilità al suo interno possa apportare benefici significativi a livello produttivo.

Utilizzando come supporto la limitata letteratura riguardante questa tematica si è provveduto, dapprima, a sottolineare l'evoluzione che la manutenzione ha conosciuto negli ultimi anni, oltre alle nuove tendenze emergenti, in primis la sua flessibilità. Proprio questa caratteristica si inserisce nel contesto dell'Agilità produttiva, in quanto una manutenzione flessibile costituisce un fondamentale contributo sia nel garantire l'operatività e le prestazioni delle attrezzature, adattandosi anche alle variazioni in termini di volumi produttivi dettate dalle esigenze dei clienti e del mercato, sia nello sfruttare in modo efficiente le risorse, umane e materiali, a disposizione.

La presentazione di una soluzione progettuale avente ad oggetto proprio la reingegnerizzazione dei processi manutentivi in ottica Agile, realmente implementata in un contesto produttivo, e del relativo strumento informatico di supporto ha costituito l'occasione per evidenziare, nel concreto, i concetti esposti a livello teorico.

Nella situazione presa in esame, in particolare, il livello di sinergia raggiunto tra produzione, manutenzione e gestione delle scorte consente una maggiore condivisione informativa mediante l'utilizzo di un unico sistema gestionale, un'applicazione congiunta delle diverse tecniche manutentive in base alle diverse esigenze, un migliore coordinamento con il magazzino dei pezzi di ricambio e un impiego più efficiente dei manutentori.

In questo modo è stato possibile attuare quella integrazione tra i diversi aspetti alla base della gestione della manutenzione che costituisce, a livello generale, il tratto peculiare di un sistema produttivo Agile.

In conclusione, il tema della produzione Agile si è dimostrato tanto di grande rilevanza e attualità quanto difficile da sintetizzare in un modello applicativo univoco. L'Agilità, infatti, più che una sequenza di regole predefinite, si è

rivelata essere una vera e propria filosofia organizzativa e, come tale, non implementabile dall'alto bensì da coltivare e declinare nella pluralità di aspetti che la caratterizzano.

Diventare Agili significa riconoscere l'inadeguatezza dei propri sistemi produttivi nel soddisfare una domanda variabile e guidata dal cliente, nonché intraprendere un percorso di radicale cambiamento. Questo, però, non può implicare un completo azzeramento del patrimonio di conoscenze, capacità e risorse acquisito, bensì richiede la capacità di riconfigurarli in modo organico in soluzioni di prodotto consistenti con le richieste di mercato, al fine di essere sempre un passo avanti rispetto ai propri concorrenti.

10. Bibliografia

Abair R.A., Agile manufacturing: successful implementation strategies, *Annual International Conference Proceedings-American Production and Inventory Control Society*, pp.218-219, 1997.

Adamides E.D., Responsibility-based manufacturing. *International Journal of Advanced Manufacturing Technology*, n.6, pp.439-448, 1996.

Adler P.S. e **Shenhar A.**, Adapting your technological base: The organizational challenge, *Sloan Management Review*, n.1, pp.25–37, 1990.

Boehm B. e **Turner R.**, “Balancing Agility and Discipline: A Guide for the Perplexed”, Addison-Wesley, Boston, 2004.

Booth R., Agile manufacturing, *Engineering Management Journal*, n.2, pp.105-112, 1996.

Bustelo D.V., **Avella L.** e **Fernández E.**, Agility drivers, enablers and outcomes: empirical test of an integrated agile manufacturing model, *International Journal of Operations and Production Management*, n.12, pp.1303–1332, 2007.

Candadai A., **Herrmann J.W.** e **Minis I.**, Group technology-based variant approach for agile manufacturing, *American Society of Mechanical Engineers, Manufacturing Engineering Division*, n.1, pp.289-305, 1995.

Cantamessa M., **Montagna F.**, “Management of Innovation and Product Development”, Springer-Verlag, Londra, 2016.

Cavaleri S. e **Obloj K.**, “Management Systems: A Global Perspective”, Wadsworth Publishing Company, CA, 1993.

Chandra C. e Grabis J., Role of Flexibility in Supply Chain Design and Modeling - Introduction to the Special Issue, *The International Journal of Management Science*, n.37, pp.743-745, 2009.

Cho H., Jung M. e Kim M., Enabling technologies of agile manufacturing and its related activities in Korea, *Computers & Industrial Engineering*, n.3, pp.323-334, 1996.

Christopher M., The Agile Supply Chain: Competing in Volatile Markets, *Industrial Marketing Management*, n.1, pp.37-44, 2000.

Clark K.B. e Fujimoto T., “Product development performance: strategy, organization and management in the world auto industry”, Harvard Business School Press, Cambridge, 1991.

D. Enke e C. Dagli, Automated misplaced component inspection for printed circuit boards, *Computers and Industrial Engineering* 33, n.2, pp.373-376, 1997.

Devor R. e Mills J., Agile Manufacturing, *American Society of Mechanical Engineers, Manufacturing Engineering Division*, n.2, p.977, 1995.

Devor R., Graves R. e Mills J., Agile manufacturing research: accomplishments and opportunities, *IIE Transactions*, n.10, pp.813-823, 1997.

Duncan R.B., “The ambidextrous organization: Designing dual structures for innovation”, in R.H. Kilman, L.R. Pondy e D.Slevin (ed) “The management of organization”, North-Holland, New York, pp.167–188, 1976.

Fawcett S.E., Ogden J.A., Magnan G.M. e Cooper M.B., Organizational commitment and governance for supply chain success, *International Journal of Physical Distribution and Logistics Management*, n.1, pp.22–35, 2006.

Forsythe C. e Ashby M.R., Human factors in agile manufacturing, *Ergonomics in Design*, n. 1, pp.15–21, 1996.

Forsythe S., Human factors in agile manufacturing: a brief overview with emphasis on communications and information infrastructure. *Human Factors and Ergonomics in Manufacturing*, n.7, pp.3-10, 1997.

Garg A. e Deshmukh S.G., Flexibility in maintenance: a framework, *Global Journal of Flexible Systems Management*, n.2, pp.13-24, 2009.

Garg A. e Deshmukh S.G., Maintenance management: literature review and directions, *Journal of Quality in Maintenance Engineering*, n.3, pp. 205-238, 2006.

Gehani R.R., Time-based management of technology: a taxonomic integration of tactical strategic roles, *International Journal of Operations and Production Management*, n.2, pp.19-35, 1995.

Gibson C.B. e Birkinshaw J., The antecedents, consequences, and mediating role of organizational ambidexterity, *Academy of Management Journal*, n.2, pp.209–226, 2004.

Goldman S.L. e Nagel R.N., Management, technology and agility: The emergence of a new era in manufacturing, *International Journal of Technology Management*, n.8, pp. 18-38, 1993.

Gould P., What is agility, *Manufacturing Engineer*, n.1, pp.28-31, 1997.

Gunasekaran A., Agile manufacturing: enablers and an implementation framework, *International Journal of Production Research*, n.5, pp.1223-1247, 1998.

Gunasekaran A., Agile manufacturing: A framework for research and development, *International Journal of Production Economics*, n.62, pp.87-105, 1999.

Gupta U.G. e Mittal R.O., Quality, time, and innovation based performance measurement system for agile manufacturing, *Proceedings - Annual Meeting of the Decision Sciences Institute*, n.3, pp.1511-1513, 1996.

Hamblin D.J., Rethinking the management of flexibility - a study in the aerospace defence industry', *Journal of the Operational Research Society*, n.53, pp.272-282, 2002.

He Z. e Wong P., Exploration vs. exploitation: An empirical test of the ambidexterity hypothesis, *Organization Science*, n.4, pp.481-494, 2004.

Hessney L.L., Global supply chain management for the next millennium: Fundamentals + integration = break-through, *Annual International Conference Proceeding - American Production and Inventory Control Society*, pp.387-389, 1997.

Hines P., "Creating World Class Suppliers", Pitmans, Londra, 1994.

Hong M., Payandeh S. e Gruver W. A., Modelling and analysis of flexible fixturing systems for agile manufacturing, *Proceedings of the IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics*, n.2, pp.1231-1236, 1996.

James-Moore S.M.R., Agility is easy, but effective agile manufacturing is not, *IEE Colloquium (Digest)*, n.179, p.4, 1996.

Jansen J.J.P., Van den Bosch F.A.J. e Volberda, H.W., Exploratory innovation, exploitative innovation, and ambidexterity: The impact of environmental and organizational antecedents, *Schmalenbach Business Review*, n.57, pp.351-363, 2005.

Katzenbach J. e Smith D., "The Wisdom of Teams", Harvard Business School Press, Boston, 1993.

Kidd P.T., Agile manufacturing: a strategy for the 21st century. *IEE Colloquium (Digest)*, n.74, p.6, 1996.

KPMG, Growing pains 2018 Global CEO Outlook, 2018.

Kumar A. e Motwani J., A methodology for assessing time-based competitive advantage of manufacturing firms, *International Journal of Operations and Production Management*, n. 2, pp.36–53, 1995.

Kusiak A. e He D.W., Design for agile assembly: an operational perspective, *International Journal of Production Research*, n.1, pp.157-178, 1997.

Lau H.C.W. e Wong E.T.T., Partner selection and information infrastructure of a virtual enterprise network, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, n.2, pp.186–193, 2001.

Laycock M., Collaborating to compete: achieving effective knowledge sharing in organizations, *The Learning Organization*, n.6, pp.523–538, 2005.

Lewis J., “The Connected Corporation”, Free Press, New York, 1995.

Lindberg P., Strategic manufacturing management: a proactive approach, *International Journal of Operations and Production Management*, n.2, pp.94-106, 1990.

Löfsten H., Measuring maintenance performance – in search for a maintenance productivity index, *International Journal of Production Economics*, n.1, pp.47-58, 2000.

McGrath M. F., Making supply chains agile for niche products, *Annual International Conference Proceedings - American Production and Inventory Control Society*, pp.167-171, 1996.

Medhat S.S. e Rook J.L., Concurrent engineering - processes and techniques for the agile manufacturing enterprise, *IIE Conference Publication*, n.435, pp.9-14, 1997.

Muller A., Marquez A.C. e Lung B., On the concept of e-maintenance: review and current research'', *Reliability Engineering System Safety*, n.93, pp. 1165-1187, 2008.

Nagel R. e Dove R., "21st Century Manufacturing Enterprise Strategy", IncoCCA Institute, Lehigh University, 1991.

Nerur S., Mahapatra R. e Mangalaraj G., Challenges of migrating to agile methodologies, *Communications of the ACM*, n.5, pp.73–78, 2005.

Noori H. e Mavaddat F., Enterprise integration: issues and methods, *International Journal of Production Research*, n.8, pp.2083-2097, 1998.

O'Reilly C.A. e Tushman M.L., The ambidextrous organization, *Harvard Business Review*, n.4, pp.74–81, 2004.

Prahalad C.K. e Hamel G., The core competence of the corporation, *Harvard Business Review*, n.1, pp.79-91, 1990.

Sarkis J., Talluri S. e Gunasekaran A., A strategic model for agile virtual enterprise partner selection, *International Journal of Operations and Production Management*, n.11, pp.1213–1234, 2007.

Sarkis J., Hasan M.A., Shankar R., Suhail A., Asif S., A study of enablers of agile manufacturing, *International Journal of Industrial and Systems Engineering*, n.4, pp.407-430, 2009.

Sharifi H., Agile manufacturing - a structured perspective, *IEE Colloquium (Digest)*, n.213, pp. 51-54, 1998.

Stevenson M. e Spring M., Flexibility from a supply chain perspective: definition and review, *International Journal of Operations and Production Management*, n.7, pp.685–713, 2007.

Tracy M.J., Murphy J.N., Denner R.W., Pince B.W., Joseph F.R., Pilz A.R. e Thompson M.B., Achieving agile manufacturing: Part II, *Automotive Engineering*, n.12, pp.13-17, 1994.

Tu Y., Production planning and control in a virtual one-of-a-kind production company, *Computers in Industry*, n.3, pp.271-283, 1997.

Van Assen M.F., Hans E.W. e Van de Velde, S.L., An agile planning and control framework for customer-order driven discrete parts manufacturing environments, *International Journal of Agile Management Systems*, n.1, pp.16-23, 2000.

Webster M. e Sugden D., Implementation of virtual manufacturing by a technology licensing company, *International Journal of Operations and Production Management*, n. 5, pp.448–469, 2003.

Weston R.H., Integration infrastructure requirements for agile manufacturing systems, *Journal of Engineering Manufacture*, n.6, pp.423-437, 1998.

Yusuf Y.Y., Sarhadi M. e Gunasekaran A., Agile manufacturing: the drivers, concepts and attributes, *International Journal of Production Economics*, n.2, pp.33-43, 1999.

Yusuf Y.Y. e Gunasekaran A., Agile manufacturing: a taxonomy of strategic and technological imperatives, *International Journal of Production Research*, n.6, pp.1357-1385, 2002.

Zhiying Z., CMM in uncertain environments, *Communications of the ACM*, n.8, pp.115–119, 2003.