

# **UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI PADOVA**

**Dipartimento di Tecnica e Gestione dei Sistemi Industriali**

**Corso di laurea magistrale in Ingegneria Gestionale**

***Tesi di Laurea Magistrale***

**Progetto di digitalizzazione in DAB Pumps:  
metodi, criticità e vantaggi ottenuti**

**Relatore**

***Ch.ma Prof.ssa***

***Daria Battini***

**Laureando**

***Altimari Vincenzo***

***Matr. 1178029***

---

**Anno Accademico 2018/2019**



## RINGRAZIAMENTI

Vorrei ringraziare in primis la mia famiglia per essermi stata sempre vicina in questi anni e soprattutto i miei genitori per avermi sempre supportato anche se lontani e per i sacrifici fatti per permettermi di concludere la carriera universitaria che termina con la stesura di questa tesi.

Un grazie particolare va a Maria Teresa che mi ha accompagnato durante questi anni di studi magistrali e con cui ho condiviso momenti speciali. Facendomi da spalla e da sostegno offrendomi il suo supporto in qualsiasi momento ce ne fosse bisogno mi ha permesso di superare tutte le difficoltà che si sono presentate.

Ai colleghi DAB dell'ufficio logistica e digitalizzazione va il mio ringraziamento per avermi aiutato a crescere professionalmente e come persona. Ringrazio anche Enrico, Milena, Francesco, Gianluca, Davide ed Elena per avermi aiutato nel capire le dinamiche che si celano dietro al rilascio di un MES e il suo funzionamento.

Infine vorrei esprimere il mio grazie alla professoressa Battini perché grazie a lei ho scoperto la passione per i sistemi produttivi aziendali e per il suo prezioso supporto durante la stesura di questo elaborato.



# INDICE

SOMMARIO.....	1
INTRODUZIONE.....	3
1 STATO DELLA DIGITALIZZAZIONE NELLE AZIENDE.....	5
1.1 Digitalizzazione, digitazione, digital transformation e industry 4.0 .....	5
1.2 Lo stato dei progetti di digitalizzazione e industry 4.0 .....	7
1.2.1 Lo stato a livello mondiale.....	7
1.2.2 Lo stato a livello italiano.....	11
1.2.3 La differenza tra PMI e grandi imprese: stesse possibilità di successo? .....	12
1.3 I fattori critici di successo (FCS) di un'iniziativa digitale .....	15
1.3.1 L'importanza del change management. ....	19
1.4 Progetti di digitalizzazione e i sistemi MOM e il MES .....	24
1.4.1 I fattori di successo nell'introduzione di un sistema MES.....	30
2 LA DIGITALIZZAZIONE IN DAB – IL PROGETTO MES.....	37
2.1 La DAB Pumps e l'approccio alla digitalizzazione .....	37
2.2 La nascita del progetto MES.....	38
2.3 Le funzionalità del sistema.....	39
2.4 La scelta del fornitore.....	42
2.5 La scelta della linea pilota.....	47
2.5.1 La linea pilota in DAB .....	50
2.6 La scelta DAB e l'architettura del sistema.....	54

2.6.1	L'hardware .....	56
2.6.2	Il software e la comunicazione tra sistemi. ....	58
2.6.3	Il funzionamento sulle linee del MES .....	62
2.7	Considerazioni finali sull'implementazione del MES in DAB Pumps .....	67
3	L'IMPORTANZA DELLA GESTIONE AGILE E DELLA COMUNICAZIONE PER IL PROGETTO MES.....	69
3.1	La gestione progetti agile con scrum.....	69
3.1.1	Figure chiave, artefatti e cerimonie dello scrum .....	71
3.1.2	I vantaggi della gestione scrum .....	74
3.2	L'uso di scrum e i suoi vantaggi nel progetto MES .....	77
3.3	Il processo di roll out.....	85
3.4	Il progetto "Comunicazione".....	89
4	L'USO DELLA MANUFACTURING INTELLIGENCE.....	93
4.1	L'importanza di gestire e sfruttare i dati raccolti dalla produzione.....	93
4.2	L'utilizzo dei dati produzione in DAB e le dashboard.....	96
4.3	Identificazione degli user e le interviste .....	105
4.4	Creazione della seconda versione delle dashboard.....	110
4.5	Sviluppi futuri e suggerimenti di analisi .....	114
5	CARATTERISTICHE DEGLI OPERATORI E SUCCESSO DI INIZIATIVE DIGITALI	
	121	
5.1	Osservazioni sugli andamenti delle chiamate di supporto.....	121
5.2	La preparazione del questionario.....	126

5.3	I risultati dell'indagine .....	128
5.4	L'analisi di correlazione.....	133
5.5	Interpretazione degli indici .....	139
5.5.1	Valutazioni finali sui risultati .....	144
CONCLUSIONI.....		147
Bibliografia .....		149





## INDICE FIGURE

Figura 1.1 Il percorso verso la digital transformation [2] .....	6
Figura 1.2 Aree e tecnologie di intervento della industry 4.0 secondo pwc [6] .....	8
Figura 1.3 Gli 8 risultati della survey 2018 pwc su Industry 4.0 [7] .....	9
Figura 1.4 Tasso di crescita a parità di perimetro rispetto alla ricerca degli anni precedenti [16] .....	12
Figura 1.5 I 21 fattori critici di successo per la digitalizzazione secondo McKinsey [11] .....	17
Figura 1.6 Un possibile modello di change management .....	22
Figura 1.7 L'impatto del change management sul successo di un progetto [28] .....	24
Figura 1.8 La piramide delle tecnologie secondo il modello ISA-95 [32] .....	27
Figura 1.9 Le funzionalità chiave del MES e l'integrazione con lo shop floor e l'ERP [35] .....	29
Figura 1.10 I layer logici e le loro relazioni che contraddistinguono un sistema MES [36] .....	30
Figura 1.11 Il modello di successo dei sistemi informatici di DeLone and McLean [41] .....	35
Figura 2.1 Un possibile processo di selezione di un fornitore digitale .....	45
Figura 2.2 Esempi di prodotti gestiti dalle linee pilota [42] .....	51
Figura 2.3 Struttura delle linee di assemblaggio usate come pilota nel caso DAB .....	52
Figura 2.4 Posizione del tablet sulla linea con esempio di utilizzo [46] [47] .....	57
Figura 2.5 Esempio etichette necessario per il sistema MES .....	57
Figura 2.6 Lo schema delle linee pilota e la disposizione dell'hardware .....	58
Figura 2.7 La comunicazione tra MES, ERP e PLM per le attività in linea .....	62

Figura 2.8 Prima stazione con stampante e tablet per il lancio della produzione .....	63
Figura 2.9 Scansione del codice a barre di un prodotto prima del suo collaudo [46].....	64
Figura 2.10 Stampaggio etichetta imballo del prodotto [48].....	64
Figura 2.11 Un esempio di andon gestito dal MES in DAB Pumps .....	65
Figura 3.1 La colonna "Done" con il burn down chart di uno sprint del team.....	73
Figura 3.2 L'approccio scrum alla realizzazione di un progetto .....	74
Figura 3.3Il project backlog rivisto dopo lo sprint tre .....	79
Figura 3.4 Prima parte della schedulazione contenente le storie create dal team nel caso DAB .....	81
Figura 4.1 Il modello di funzionamento di un sistema informativo direzionale .....	102
Figura 4.2 Prima versione di dashboard sui dati di produzione .....	107
Figura 4.3Prima versione delle dashboard riferite alle chiamate dalle linee.....	108
Figura 4.4 Versione due della dashboard sulle comunicazioni rilasciata agli user .....	113
Figura 4.5Versione due della dashboard sui dati produttivi .....	113
Figura 4.6 Versione due dashboard sui dati di collaudo .....	114
Figura 4.7 Bozza di dashboard per il controllo della capacità qualitativa del processo.....	117
Figura 5.1Distribuzione complessiva chiamate per linea .....	121
Figura 5.2 Distribuzione chiamate negli ultimi due mesi prima dell'analisi.....	123
Figura 5.3 Andamenti mensili delle chiamate effettuate dalle linee con il MES.....	124
Figura 5.4 Distribuzione del campione su età ed esperienza lavorativa .....	129
Figura 5.5 Risposte relative alla percezione da parte degli operatori.....	130

Figura 5.6 Gli undici maggiori problemi nell'implementare soluzioni IT in fabbrica dallo studio Ingenics [64] .....	134
Figura 5.7 Andamento di formazione e user friendliness all'aumentare del tempo di apprendimento .....	141
Figura 5.8 Andamento dei punteggi di apprendimento, soddisfazione e utilità all'aumentare dell'età.....	142
Figura 5.9 Andamento dei punteggi di apprendimento, soddisfazione e utilità all'aumentare dell'esperienza .....	142
Figura 5.10 Modello riassuntivo delle relazioni emerse tra le variabili analizzate .....	144



## INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1-1 I 16 fattori che differenziano PMI da grandi aziende [18].....	14
Tabella 1-2 I fattori chiave per il successo di un'iniziativa digitale .....	18
Tabella 1-3 I FCS del MES .....	33
Tabella 3-1 I fattori distintivi scrum che hanno permesso il successo del progetto MES.....	85
Tabella 5-1 Domande sul gradimento del sistema.....	127
Tabella 5-2 Domande sugli aspetti sociali relativi agli operatori .....	128
Tabella 5-3 Domande soggette all'analisi di correlazione.....	135
Tabella 5-4 Matrice risultato dell'analisi di correlazione .....	136
Tabella 5-5 Tabella t con valori evidenziati per $\alpha =0,05$ .....	138
Tabella 5-6 Matrice t con valori evidenziati per $\alpha =0,01$ .....	138
Tabella 5-7 il coefficiente di determinazione per ogni relazione.....	139



## SOMMARIO

L'elaborato ha lo scopo di riassumere l'esperienza del tesista all'interno della DAB Pumps s.p.a., multinazionale leader nella produzione di elettropompe per la movimentazione delle acque e di mostrare ciò che è emerso da una ricerca bibliografica sui progetti digitali e il loro successo.

Obiettivo dello stage era dare supporto al team di digitalizzazione nella gestione di progetti tramite metodologie agile al fine di guidare l'azienda verso la factory of the future. Tra i progetti in essere all'interno dell'azienda, e seguiti durante lo stage, c'è quello sul roll out del sistema MES, implementato nel corso del precedente anno, sulle linee di assemblaggio manuali dei propri stabilimenti italiani. Il testo vuole mostrare come l'approccio adoperato in azienda, basato sulla comunicazione e l'engagement di tutti gli attori coinvolti, tra cui gli operatori delle linee, abbia favorito il successo nell'implementazione del nuovo sistema e il suo utilizzo quotidiano.

Si intende inoltre evidenziare come l'utilizzo in azienda di un nuovo strumento digitale non debba essere fine a sé stesso, come spesso invece accade per un'errata concezione di "digitalizzazione", ma alla generazione di valore per tutta l'azienda tramite una gestione puntuale dei dati prodotti. A tal fine, nel caso specifico, si è cercato di sviluppare un sistema di dashboard alimentate dai dati provenienti dal MES al fine di mirare le azioni aziendali e valutarne le performance.

Partendo dai dati mostrati tramite dashboard si è cercato poi di capire se esistano e quali possano essere le relazioni tra le caratteristiche del personale, la comunicazione costante riguardo il nuovo sistema e il successo nell'implementazione di una soluzione MES su linee di assemblaggio manuali.





## INTRODUZIONE

Il mondo è da tempo entrato nella quarta rivoluzione industriale che ha portato a un notevole salto tecnologico per molte aziende di tutti i settori industriali. Sicuramente il fenomeno ha colpito anche quelle imprese manifatturiere che non fanno del loro core business lo sviluppo e l'adozione di tecnologie digitali innovative poiché ormai consapevoli dei potenziali vantaggi perseguibili, tra i quali riduzione dei costi e degli stock, aumento della produttività e flessibilità nonché maggiore innovazione nei prodotti offerti al mercato. Tutto ciò porta ad un miglioramento dei servizi forniti al cliente e della supply chain nel suo insieme. La strada per raggiungere questi risultati non è tuttavia priva di difficoltà: gli investimenti e i rischi legati alle adozioni delle innovazioni digitali restano alti. Una delle principali tematiche da affrontare per riuscire a diventare un'industria digitale, adottando tecnologie tipiche dell'Industry 4.0, è il superamento della resistenza al cambiamento da parte del personale coinvolto nella creazione e utilizzo quotidiano del sistema.

Un altro degli ostacoli che impedisce una vera trasformazione digitale nelle aziende sta nella convinzione che per diventare realmente digitali basti acquistare, e di conseguenza spingere a utilizzare, nuove tecnologie che dematerializzano ciò che al momento è presente su fogli di carta o nella mente delle persone. In realtà la digitalizzazione è qualcosa di ben più complicato, e ciò è dimostrato dal fatto che ancora oggi dove la qualità e la quantità di tecnologie sono diventate molto alte, numerosi progetti di questa categoria falliscono. Spesso infatti non ci si rende conto di come sia necessario cambiare anche mentalità all'interno dell'azienda, adottare nuovi approcci per la gestione di questi progetti e accompagnare le persone durante la fase di transizione con la giusta comunicazione e coinvolgimento, per far sì che l'adozione risulti un successo in termini di valore generato per il business.

Tra le tecnologie maggiormente adottate dalle imprese manifatturiere nell'epoca della digitalizzazione aziendale troviamo i Manufacturing Execution System (MES). L'adozione di un sistema MES alletta in molti per i benefici che può generare alla produzione seppur siano richiesti sforzi notevoli a fronte di un'incertezza sui risultati

molto alta. Le aziende mirano a trovare business case in grado di guidarli nel processo di implementazione e di fornire loro delle best practices o dei fattori critici di successo da usare come riferimento. Il testo cerca di dare risposta a questa necessità offrendo delle indicazioni su quali potrebbero essere i fattori che possono favorire o meno il successo di un'iniziativa digitale. Focalizzandosi poi sui progetti di adozione dei sistemi MES è possibile identificare altri aspetti su cui porre l'attenzione per garantirne una buona riuscita.

Ciò che mira a mostrare l'elaborato è come un'adeguata comunicazione all'interno dell'azienda sul progetto e sul suo sviluppo, tenendo aggiornate tutte le figure e in primis gli operatori, possa facilitare l'adozione delle innovazioni digitali soprattutto sullo shop floor. Coinvolgere gli operatori nel cambiamento ascoltando anche i loro consigli sui possibili miglioramenti è un'operazione che è corretto non sottovalutare ma che dev'essere ben programmata al pari dell'introduzione delle nuove tecnologie stesse.

Inoltre, risulta sempre più importante per il successo delle iniziative di industry 4.0, come l'implementazione di un sistema MES, sfruttare i dati generati per ottenere suggerimenti utili e adottare soluzioni veloci con un maggiore impatto. Uno dei modi per utilizzare i dati consiste nel creare delle dashboard che consentano di monitorare i KPI e gli andamenti nella maniera più accurata possibile al fine di aumentare la capacità di reagire nel caso di derive dagli standard imposti e apportare miglioramenti significativi a prodotti e processi. Tuttavia, nel momento in cui si decide di utilizzare i dati e renderli fruibili non si deve commettere l'errore di fornire ai soggetti tutte le informazioni ma, al contrario, è necessario dare a ognuno esclusivamente le quelle adeguate che più possono aiutare nel prendere decisioni entro il proprio raggio di competenza. Nel testo viene mostrato l'approccio adoperato nel caso in esame per sviluppare dashboard contenenti dati raccolti dal sistema MES, basato sull'analisi dei fabbisogni dei vari soggetti che ha permesso in un secondo momento lo sviluppo tecnico di uno strumento in grado di agevolarne la visualizzazione.

# CAPITOLO 1

## 1 STATO DELLA DIGITALIZZAZIONE NELLE AZIENDE

Questo capitolo ha lo scopo di mostrare quella che è la fotografia del fenomeno della digitalizzazione a livello mondiale e italiano. Viene inoltre data una breve introduzione ai manufacturing operation systems e manufacturing execution systems cercando di individuare dei fattori critici di successo che possano favorire la loro adozione e, più in generale quella delle nuove tecnologie digitali.

### 1.1 Digitalizzazione, digitazione, digital transformation e industry 4.0

I termini come digitazione, digitalizzazione e digital transformation vengono spesso usati come sinonimi per descrivere l'utilizzo di nuove tecnologie all'interno di una certa realtà, aziendale o meno. In verità i tre termini servono per descrivere attività diverse tra loro con scopi e obiettivi differenti che un'azienda manifatturiera può decidere di intraprendere per avere dei miglioramenti. Una chiarificazione sui termini e il loro significato è stata data da Forbs [1] che definisce:

- Digitization come *“il processo di passaggio da analogico a digitale”*;
- Digitalization come *“il processo in cui si utilizzano tecnologie digitali e informazioni per trasformare le business operations”*
- Digital transformation come *“la trasformazione strategica dei business che richiede una trasformazione trasversale dell'organizzazione attraverso l'implementazione di tecnologie digitali.”*

Dalle definizioni soprastanti si può notare come i tre termini descrivono fenomeni diversi e intuire come ci sia un'intrinseca consequenzialità tra i tre aspetti descritti. Non è infatti possibile pensare a una vera trasformazione digitale, con conseguente rivoluzione del business aziendale, senza aver precedentemente adottato tecnologie e strumenti finalizzati ad attivare il cambiamento. Questi nuovi strumenti utilizzati, a loro volta, poggiano sulla dematerializzazione dei dati e delle informazioni che non devono più essere presenti solo in forma tangibile (fogli, lavagne etc..) ma in quella digitale.

Una rappresentazione che aiuta a capire cosa i tre aspetti rappresentino e come siano legati tra di loro viene data nella Figura 1.1



Figura 1.1 Il percorso verso la digital transformation [2]

In questo ambiente così esteso è possibile collocare il concetto di Industry 4.0 che secondo i-scoop [3] “riguarda la digitalizzazione nell’ambiente produttivo e avviene facendo leva su tecnologie digitali e innovazioni su information and operational technology, per realizzare fabbriche e industrie connesse e intelligenti”. Questa definizione permette di dire che le iniziative di industry 4.0 possono essere classificate all’interno di quelle di digitalizzazione. La particolarità di questo tipo di progetti risiede nel fatto che le tecnologie in corso di adozione verranno applicate all’interno dell’ambito della produzione industriale o, dando un senso più lato alla definizione di i-scoop, in quello delle operations.

Tra le iniziative di digitalizzazione mirate al miglioramento all’interno della fabbrica possiamo avere l’installazione di robot per la produzione collaborativa, l’utilizzo di sensoristica per la raccolta di dati su prodotti e processi, l’adozione di sistemi innovativi per la gestione della produzione e analisi dei dati raccolti, la creazione di network per permettere la comunicazione tra le macchine, utilizzo dell’additive manufacturing o anche l’utilizzo di algoritmi di intelligenza artificiale [4].

Da un punto di vista manageriale ognuna di queste iniziative è vista come un progetto che l’azienda dovrà portare avanti e per il quale è necessario valutare attentamente costi e benefici al fine di creare il massimo valore, intraprendendo il percorso più consono per la propria azienda. Come tutti i progetti anche quelli di digitalizzazione portano con

sé un rischio di fallimento alto il quale, oltre a danni economici, potrebbe generare un ritorno negativo sull'immagine dell'impresa anche e soprattutto agli occhi dei dipendenti i quali potrebbero perdere fiducia nel percorso intrapreso e sulla sua utilità. L'adozione di queste tecnologie va dunque ponderata e ben studiata senza trascurare la fase di scelta dello strumento e quella di integrazione nella struttura esistente.

## 1.2 Lo stato dei progetti di digitalizzazione e industry 4.0

Il concetto di industry 4.0 è nato intorno al 2011 per descrivere tutte quelle iniziative legate alla digitalizzazione all'interno della fabbrica per lo sviluppo dell'economia tedesca [5]. Da allora sempre più realtà in tutto il mondo hanno portato avanti progetti di questo tipo cercando di aumentare il valore delle proprie aziende, aumentando efficienza e riducendo i costi. Con il passare del tempo un numero crescente di imprese, specializzate nella consulenza verso altre organizzazioni, ha deciso di effettuare delle indagini allo scopo di inquadrare meglio il fenomeno e i trend che lo caratterizzavano per dare delle linee guida e aumentarne le chance di successo.

### 1.2.1 Lo stato a livello mondiale

Tra le survey più importanti portate avanti a livello internazionale rientra quella realizzata da PWC [6] nel 2016 condotta su un campione di oltre duemila aziende proveniente da più di ventisei nazioni. Lo studio aveva lo scopo di mettere in evidenza quella che era lo stato dei progetti di industry 4.0 all'interno delle imprese, capire quali fossero i vantaggi attesi e quali potessero essere i maggiori problemi da superare per garantire il successo.

La ricerca parte da un'analisi su quelle che sono le aree principali sulle quali lavorare per creare valore tramite l'industry 4.0 e le tecnologie su cui concentrarsi per poter ottenere una smart factory; una rappresentazione di ciò viene data nella Figura 1.1Figura 1.2

I risultati ottenuti hanno evidenziato come entro il 2020 mediamente oltre il 73% delle aziende faranno investimenti relativi all'industry 4.0 per un totale complessivo di circa 907 miliardi di dollari all'anno, pari a circa il 5% del loro fatturato. Più della metà degli

intervistati si aspettava un ritorno sul capitale investito prima dei due anni grazie alla riduzione dei costi, stimata in un 3.6% all'anno, e all'incremento dei fatturati per circa il 2.9% per anno; a seguito dell'implementazione delle tecnologie digitali la riduzione dei costi attesi era di 421 miliardi di dollari mentre l'aumento dei ricavi complessivo previsto è di 493 miliardi di dollari per i cinque anni successivi.

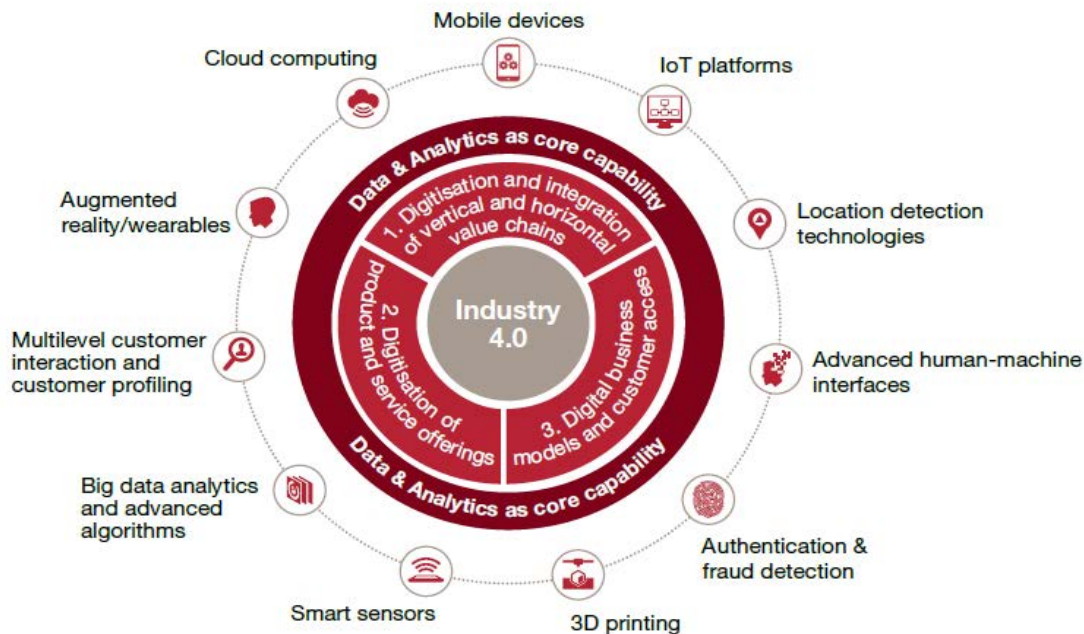


Figura 1.2 Aree e tecnologie di intervento della industry 4.0 secondo pwc [6]

La stessa azienda ha ripetuto uno studio simile [7] 2018 con lo scopo di vedere quale fosse lo stato dell'implementazione delle iniziative digitali nelle fabbriche e valutare il livello di maturità digitale delle organizzazioni che si sono cimentate nella digitalizzazione. Da questo nuovo studio sono emersi otto dati di fatto che le imprese non possono trascurare e che sono riassunti in Figura 1.3. Tra questi quello che aiuta a fotografare meglio lo stato sulla digitalizzazione in azienda è il dato sulla percentuale di imprese descrivibili come "Digital Champions" pari a solo il 10% degli intervistati. PWC le definisce come quelle aziende che sono riuscite a portare al successo le proprie iniziative digitali e che sono altresì riuscite a modificare il loro business per diventare più competitivi grazie ad esse. Un'altra evidenza emersa è che i due terzi delle organizzazioni non hanno ancora iniziato o stanno solo progettando il loro percorso verso la digitalizzazione. Si evince dunque che tra le imprese già in corsa per la loro

digitalizzazione (un numero comunque relativamente poco basso) molte non siano ancora riuscite a raccoglierne pienamente i frutti.

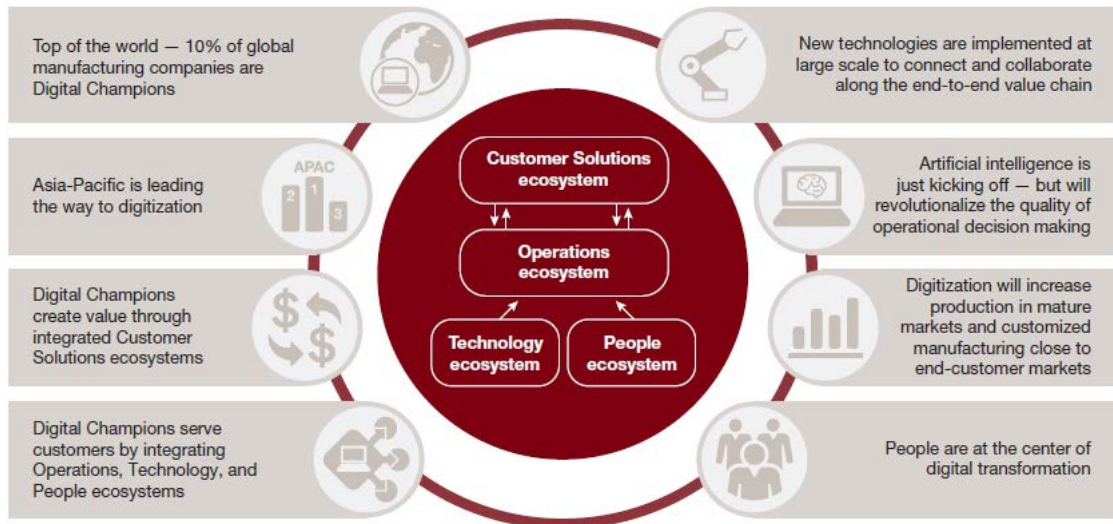


Figura 1.3 Gli 8 risultati della survey 2018 pwc su Industry 4.0 [7]

Parallelamente a questo studio ne sono stati portati avanti diversi altri da aziende o enti allo scopo di verificare quello che fosse il tasso di successo delle iniziative digitali nelle realtà dei fatti. Uno degli studi principali su questa materia è stato realizzato per la rivista Forbs la quale ha pubblicato alla fine i risultati della ricerca [8] dichiarando che circa l'84% dei progetti digitali non raggiungono il successo e se ce la fanno hanno comunque grossi problemi nello scalare la soluzione e ampliarne l'utilizzo. Studio simile è stato condotto dagli esperti della McKinsey Edward Kitching e Shaibal Roy [9] i quali alla fine hanno riportato risultati in linea ai precedenti dichiarando che in media il 70% dei progetti falliscono e sottolineando come siano tre i momenti in cui ciò può accadere: la realizzazione, il lancio e lo scaling. Questi esiti vengono poi confermati anche dalla Consultancy Uk [10] che riporta come i due terzi dei progetti digitali non riescono a raggiungere i risultati previsti durante la definizione del progetto, con solo un 30% delle aziende che ha dichiarato di aver implementato le nuove tecnologie e di essere stato in grado di raggiungere gli obiettivi preventivati nei tempi previsti.

Nel 2018 la McKinsey ha ripetuto lo studio effettuato in precedenza [11] facendo emergere come la situazione per le aziende non sia migliorata in maniera sostanziale anche dopo anni dalla nascita dei primi progetti di digitalizzazione industriale e di

industry 4.0, infatti otto rispondenti su dieci hanno ammesso che il loro business ha avuto difficoltà a raggiungere gli obiettivi prefissati durante gli ultimi cinque anni e solo un terzo ha effettivamente raggiunto e sostenuto nel tempo le attese. Un altro dato emerso da questa ultima survey è che mediamente le imprese medio piccole sono più propensi del 2.7% nel dichiarare i loro progetti digitali siano stati un successo sintomo che le aspettative tra aziende di dimensioni diverse su uno stesso tipo di implementazione sono sicuramente differenti.

Alla luce di tutti questi risultati si nota che le difficoltà sono molte e che le aziende fanno difficoltà a superarle anche a distanza di tempo dalla decisione di cimentarsi nella digitalizzazione.

Durante l'ultimo anno anche la Everest group ha somministrato un diverso questionario i cui risultati [12] hanno fatto emergere ulteriori aspetti interessanti legati alla digitalizzazione nelle imprese manifatturiere:

- 73% delle imprese falliscono nel sostenere il ritorno a lungo termine dei loro investimenti digitali;
- 69% delle imprese considera la struttura aziendale come una barriera per le sue iniziative digitali;
- L'82% non crede di avere una cultura di innovazione e cambiamento;
- L'87% fallisce nell'implementare i piani di change management per la digital transformation;
- L'89% delle imprese ha una vision a breve termine e focalizzata solo su alcune tecnologie o funzioni.

Da questo studio si può osservare come la mancanza di una cultura legata al cambiamento e alla digitalizzazione sia un reale ostacolo sia per l'implementazione che per la creazione di una vision aziendale che faccia da stella polare durante il processo di digitalizzazione. La mancanza di un faro durante l'adozione può creare dei grossi ostacoli al cambiamento vista l'alta incertezza sul da farsi per il futuro che ci si trova a dover gestire. Inoltre, una struttura organizzativa complessa e articolata crea spesso dei silos funzionali, da cui le innovazioni non riescono a uscire e diffondersi in maniera



trasversale come dovrebbe accadere, oltre che generare una diminuzione della trasparenza e chiarezza rendendo difficile sostenere le iniziative nel lungo periodo.

### 1.2.2 Lo stato a livello italiano

Indagini sullo stato della digitalizzazione e dei progetti di industry 4.0 sono state condotte anche da aziende che si sono concentrate sulla situazione per le imprese manifatturiere italiane. Tra le maggiori abbiamo quella realizzata dall'azienda di consulenza digitale Ernst & Young (c.d. E&Y) svolta su un campione di oltre cinquecento aziende manifatturiere (150 tramite survey più ulteriori 350 tramite interviste mirate [13]) del territorio italiano e riproposta da NetworkDigital360 [14]. Anche qui i numeri fotografano una situazione di crescita degli investimenti effettuati ma con un numero di aziende pari solo al 14% che ha dichiarato di avere raggiunto un livello di digitalizzazione superiore a quello precedente con successo. Un altro dato significativo è quello del numero di aziende che solo ora stanno progettando di mettere in opera progetti di industry 4.0 (49%) mentre circa un terzo (37%) dichiara di essere in una fase sperimentale con alcuni progetti pilota volti soprattutto all'integrazione verticale della fabbrica. Lo studio fa emergere poi che solo il 5% delle imprese ha avuto la capacità di integrare la propria azienda con fornitori e clienti attraverso sistemi innovativi digitali. La causa alla base di questi numeri risiederebbe, secondo E&Y, nella mancanza di competenze e di cultura digitali all'interno dell'organizzazione. Infatti, solo il 12% delle aziende ha dichiarato di avere previsto al proprio interno dei programmi di formazione per lo sviluppo di competenze di questo tipo; contemporaneamente però l'84% denuncia una mancanza di figure professionali al proprio interno per questo tipo di iniziative. Si delinea dunque una situazione in cui c'è la necessità di portare o sviluppare all'interno delle industrie nuove figure in grado di supportare e condurre al successo iniziative legati all'industria 4.0, cosa che però ancora oggi non sembra accadere in molti dei casi.

L'analisi sullo stato della digitalizzazione in ambito manifatturiero svolta dalla Devo Lab e SAP Italia [15] su un campione di 1200 imprese manifatturiere di medie dimensioni riporta che poco meno della metà delle aziende ha già iniziato o sta portando

avanti da tempo dei progetti di natura digitale per la fabbrica, mentre circa il 63% ne sta portando avanti almeno uno per la digitalizzazione dei processi aziendali in senso lato.

Allo stesso tempo però la fotografia scattata dall' Osservatorio Industria 4.0 della School of Management del Politecnico di Milano [16] ci dice che nel 2018 il valore dei progetti si industry 4.0 sul mercato si è attestato a 3.2 miliardi con una crescita del 35% rispetto all'anno precedente. Il trend sul valore degli investimenti in progetti digitali di fabbrica è riportato nella Figura 1.4 che mostra la crescita per questo tipo di iniziative. Quindi, nonostante le difficoltà trovate dalle aziende nell'implementare queste soluzioni a maggiore contenuto tecnologico la spinta verso la loro adozione è forte con le aziende sempre più consapevoli della necessità di innovarsi per stare al passo con i concorrenti e cercare di superarli all'interno del loro settore.

---



Figura 1.4 Tasso di crescita a parità di perimetro rispetto alla ricerca degli anni precedenti [16]

### 1.2.3 La differenza tra PMI e grandi imprese: stesse possibilità di successo?

Viste le difficoltà che molte aziende trovano nel rendere le loro iniziative digitali di successo molti esperti di digitalizzazione si sono interessati nel capire se la probabilità di successo nelle PMI e nelle grandi aziende di questi progetti sia uguale o meno. La domanda a cui hanno cercato di rispondere è se ci siano dei fattori o delle condizioni che possano favorire l'uno o l'altro tipo di azienda.

Dóra Horváth.e Roland Zs. Szabó [17] affermano che esistano delle differenze negli approcci utilizzati per affrontare progetti digitali di fabbrica tra le aziende medio piccole e quelle grandi; in particolare viene messo in evidenza il fatto che le grandi aziende e

quelle multinazionali sentano una maggiore necessità di innovare avendo maggiori forze che spingono per il cambiamento, inoltre mediamente possono contare su una capacità di investimento molto superiore rispetto a quelle più piccole. Di contro le PMI risultano avere dei vantaggi legati alle dimensioni e alla complessità organizzative che, essendo minori, risultano essere una barriera più facile da superare durante il processo di innovazione digitale. Infine, le piccole aziende hanno minori barriere tecnologiche da superare, per la presenza di meno sistemi e software da dover mettere in comunicazione e integrare, ma potrebbero avere una maggiore difficoltà a trovare le competenze necessarie per agire efficacemente in questo ambito. Mediamente poi le PMI riescono a raggiungere più facilmente i risultati voluti data la minore complessità e difficoltà degli obiettivi posti che tendono a essere meno ambiziosi rispetto a quelli prefissati da una grande impresa la quale potrebbe puntare a avere un cambiamento drastico della realtà aziendale.

Guardando però agli effetti che l'innovazione può avere si è osservato come le grandi aziende possano ottenere maggiore valore dai progetti data la maggiore di questi ultimi. Anche gli studi svolti da Mittal [18] hanno messo in evidenza le differenze esistenti tra PMI e grandi aziende nelle condizioni di contorno che creano l'ambiente all'interno del quale le innovazioni dovranno essere sviluppate. I fattori che sono stati individuati come determinanti per rappresentare la differenza tra piccole/medie imprese e grandi sono riportate nella Tabella 1-1. Secondo questo studio essendoci condizioni particolari e diverse per i due tipi di imprese è necessario creare percorsi di digitalizzazione diversi che si basino sullo sfruttamento dei diversi punti di forza posseduti. Si può dire, quindi, che le possibilità di successo dipendono non solo dal punto di partenza dell'azienda e dalle sue caratteristiche ma dal percorso intrapreso e da come questa riesca ad adattare alle proprie condizioni il progetto di crescita digitale.

Studi a livello italiano come quello dell'osservatorio italiano per l'industry 4.0 [19] sottolineano come le aziende manifatturiere di medio grandi dimensioni sono avvantaggiate nel processo di digitalizzazione vista la loro maggiore apertura al cambiamento sviluppata grazie alle esperienze di mutamento affrontate nel passato come può essere, per esempio, la trasformazione lean. Da notare poi che le piccole

aziende, di cui la maggioranza a conduzioni familiare, potrebbero essere frenate nello sviluppo dalla visione statica del management ereditata dal passato.

Tabella 1-1 | 16 fattori che differenziano PMI da grandi aziende [18]

Features		SMEs	MNEs
1	Financial Resources	Low	High
2	Use of Advanced Manufacturing Technologies (AMTs)	Low	(Very) High
3	Software Umbrella (incl. Data Analytics)	Low (Often Tailored Solutions)	High (With More Standardized Solutions)
4	Research & Development	Low	High
5	Nature of Product Specialization	High	Low
6	Standards consideration	Low	High
7	Organization culture/Leadership flexibility	Low	High
8	Company strategy	Dictated by Instinct Of Leader (Owner)	Market Research & Accurate Analyses
9	Decision Making	Restricted to Leader/Few Knowledge Carriers	Board of Advisors & (Int./Ext.) Consultants
10	Organizational Structure	Less Complex and Informal	Complex and formal
11	Human Resources Engagement	Multiple Domains	Specialized Domains
12	Exposure to Human Resource Development	High in The Industry/ Low Outside The Industry	Low Within Industry/ High Outside the Industry
13	Knowledge and Experience Industry	Focused In A Specific Area	Spread Around Different Areas
14	Alliances with Universities/Research Institutions	Low	High
15	Important Activities	Outsourced	Internal to The Organization
16	Customer/Supplier Relations	High (Strong)	Low (Not So Strong)

La ricerca svolta dal politecnico di Milano [20] sottolinea invece come il successo dei progetti di efficientamento digitale interno non dipenda strettamente dalla differenza di dimensioni ma soprattutto dalla visione che la dirigenza ha e che trasmette alle persone coinvolte. Ne consegue che una PMI può raggiungere più facilmente il successo, a parità di progetto, rispetto a una grande impresa se il management di queste ultime non riesce a coinvolgere e non trasmette la vision. Secondo l'osservatorio però le grandi aziende posseggono comunque un notevole vantaggio nell'implementazione di

strumenti digitali che collegano la propria azienda con fornitori e/o clienti. Infatti, le grandi aziende hanno un potere contrattuale molto superiore rispetto a quelle piccole che risulta utile per spingere un fornitore o un cliente all'adozione di un nuovo sistema per arrivare ad avere una supply chain digitalizzata.

Osservando i risultati della EY Digital Manufacturing Maturity Index 2019 [13] è possibile dire poi che mediamente le PMI hanno maggiori problemi nel trovare le competenze digitali adatte a rendere i progetti di questo tipo un successo, data anche la minore presenza di uffici HR esperti. Infine, le piccole imprese, secondo E&Y, hanno maggiori difficoltà nel cambiare la strategia di sviluppo aziendale e farla diventare più digitale principalmente per il tipo di governance adottata.

Osservando i risultati dei vari studi si può affermare dunque che, come è normale che sia, piccole a grandi aziende si trovano a competere all'interno dell'ecosistema digitale affrontando difficoltà e sfide diverse tra di loro e ricordando che il raggiungimento degli obiettivi e del successo per le iniziative di industry 4.0. e, più in generale, quelle di digitalizzazione diventa tanto più facile quanto più si sfruttano i propri punti di forza.

### 1.3 I fattori critici di successo (FCS) di un'iniziativa digitale

Avendo osservato lo stato dei progetti di digitalizzazione e quelle che sono le peculiarità per le piccole, medie e grandi imprese è necessario capire se esistano dei fattori critici di successo che permettano alle aziende che li valorizzano di avere una maggiore probabilità di successo per i loro progetti digitali. Infatti, secondo Bullen e Rockart [21] i fattori critici di successo sono quei fattori per i quali avendo risultati soddisfacenti aumenta la probabilità di raggiungere il successo in altre aree di interesse.

Accade spesso nelle aziende che al fine di evitare il fallimento di un'iniziativa di digitalizzazione si focalizza solo sulla scelta del software che meglio si adatta ai bisogni aziendali. In realtà come evidenziato dall'articolo redatto da Enginess [22] questo è solo uno dei fattori da considerare per essere sicuri della riuscita del progetto. Durante la selezione dello strumento da utilizzare non si deve solo pensare alla sua capacità di risolvere il problema, ma anche a come si integrerà con ciò che è già presente all'interno

dell'azienda. Inoltre, occorre fare attenzione a non optare per una soluzione solo per seguire la “moda” del momento, ma bisogna accertarsi che sia realmente utile e soddisfi un effettivo bisogno.

Un altro aspetto da non sottovalutare è la selezione del fornitore, se necessario, che offra la soluzione e contribuisca a portarla nell'azienda poiché, a parità di tecnologia che s'intende adottare, esistono molteplici modi di procedere ed è opportuno trovare quello che meglio si adatta allo stato e allo stile attuale e futuro dell'impresa. La conclusione che si può trarre è che una scelta corretta della soluzione e del relativo fornitore rappresentano sicuramente due fattori critici di successo, ma sarebbe riduttivo affermare che siano gli unici a determinare il successo o meno di un'iniziativa.

Esistono molti altri studi che, nell'identificazione dei FCS<sub>2</sub>, non si concentrano sugli aspetti tecnologici ma su quelli più organizzativi e gestionali. Secondo gli intervistati nella survey condotta da PWC [6] il principale problema da affrontare non è la difficoltà nel trovare tecnologie o loro fornitori ma la mancanza di una cultura e delle competenze necessarie per attivare il cambiamento e spingere l'azienda verso il successo dei progetti e della trasformazione digitale. Questo non vale solo per i livelli aziendali manageriali, ma anche per gli operatori che lavorano sulle linee produttive i quali dovrebbero disporre di maggiori conoscenze sulle tecnologie che vengono utilizzate e dei benefici che ne derivano. Questa tesi viene confermata anche dalle ricerche di Dór Horváth e Roland Zs.Szabó [17] i quali hanno identificato i fattori umani come un aspetto chiave da gestire.

Secondo PWC [7] le uniche organizzazioni destinate a diventare delle digital champion sono quelle che, oltre a gestire in maniera attiva la crescita digitale del personale, riescono a creare una vision, una strategia e una cultura aziendale digitale.

Le ricerche svolte dalla McKinsey&company [11] hanno portato poi all'identificazione di ventuno fattori chiave (Figura 1.5) che possano facilitare la transizione delle imprese nel mondo digitale

1. Implement digital tools to make information more accessible across the organization.
2. Engage initiative leaders (leaders of either digital or nondigital initiatives that are part of the transformation) to support the transformation.
3. Modify standard operating procedures to include new digital technologies.
4. Establish a clear change story (description of and case for the changes being made) for the digital transformation.
5. Add one or more people who are familiar or very familiar with digital technologies to the top team.
6. Leaders engaged in transformation-specific roles encourage employees to challenge old ways of working (processes and procedures).
7. Senior managers encourage employees to challenge old ways of working (processes and procedures).
8. Redefine individuals' roles and responsibilities so they align with the transformation's goals.
9. Provide employees with opportunities to generate ideas of where digitization might support the business.
10. Establish one or more practices related to new ways of working (such as continuous learning, open physical and virtual work environments, and role mobility).
11. Engage employees in integrator roles (employees who translate and integrate new digital methods and processes into existing ways of working to help connect traditional and digital parts of the business) to support the transformation.
12. Implement digital self-serve technology for employees' and business partners' use.
13. Engage the leader of a program-management office or transformation office (full-time leader of the team or office dedicated to transformation-related activities) to support the transformation.
14. Leaders in transformation-specific roles get more involved in developing the digital transformation's initiatives than they were in past change efforts.
15. Leaders in transformation-specific roles encourage their employees to experiment with new ideas (such as rapid prototyping and allowing employees to learn from their failures).
16. Senior managers get more involved in digital initiatives than they were in past change efforts.
17. Leaders in transformation-specific roles ensure collaboration between their units and others across the organization when employees are working on transformation initiatives.
18. Senior managers ensure collaboration between their units and others across the organization.
19. Engage technology-innovation managers (managers with specialized technical skills who lead work on digital innovations, such as development of new digital products or services) to support the transformation.
20. Senior managers encourage their employees to experiment with new ideas.
21. Senior managers foster a sense of urgency within their units for making the transformation's changes.

*Figura 1.5 | 21 fattori critici di successo per la digitalizzazione secondo McKinsey [11]*

Questi fattori sono stati raggruppati a loro volta in 5 macro gruppi:

- avere una leadership digitalmente esperta per guidare il cambiamento;
- sviluppare nuove capacità nel personale a tutti i livelli: la digitalizzazione richiede lo sviluppo di nuove conoscenze non solo a livelli gerarchici alti ma anche a quelli operativi;

- creare empowerment nelle persone per farle lavorare in modi nuovi: la digitalizzazione richiede alle persone di cambiare i propri comportamenti, il modus operandi e la cultura e ciò avviene più velocemente con il giusto empowerment;
- digitalizzare gradualmente i tools usati quotidianamente: è necessario iniziare a piccoli passi digitalizzando gli strumenti usati nel day by day per guidare il cambiamento;
- comunicare frequentemente attraverso metodi tradizionali e digitali: è essenziale comunicare a tutti livelli e raccontare la “storia” del cambiamento intrapreso.

La necessità di possedere nuove conoscenze all’interno dell’azienda per l’implementazione fruttuosa di un progetto di industry 4.0 è emersa anche durante la sesta conferenza sulla learning factory. In tale occasione è stato presentato il lavoro di

Hecklaua, Galeitzkea, Flachsa, Kohlb [23] i quali hanno identificato ventotto competenze che andrebbero acquisite ai vari livelli di impresa. Queste possono essere raggruppate in quattro categorie: competenze sociali, metodologiche, personali e tecniche. Si evince dunque che ci sia l’esigenza non solo di avere tecnologie, strumenti e conoscenze tecniche ma anche di possedere delle competenze metodologiche o utilizzare approcci di project management che permettano di superare gli ostacoli che la trasformazione digitale pone di fronte al percorso che l’azienda ha disegnato. Ciò è dovuto anche al fatto che la digitalizzazione è un processo turbolento, che spesso porta le organizzazioni a cambiare i propri piani e ad adattarsi al contesto e ai fattori che la influenzano. Un sunto dei fattori critici di successo trovati per questo tipo di iniziative nella bibliografia viene dato nella Tabella 1-2.

*Tabella 1-2 I fattori chiave per il successo di un’iniziativa digitale*

• Scelta di un fornitore preparato	• Scelta degli strumenti adeguati
• Vision ben definita	• Empowerment delle persone
• Leadership digitale esperta	• Comunicazione continua
• Commitment a livello manageriale	• Approccio graduale
• Sviluppo di nuove capacità nel personale	• Project management adattivo



Si può quindi dire che le maggiori sfide per il successo di queste iniziative non è legato semplicemente alla ricerca della tecnologia migliore e alla scelta del fornitore, sebbene siano spesso i primi e unici fattori su cui si tende a porre la massima attenzione. Le survey e le ricerche condotte nel corso degli ultimi anni dimostrano proprio che non è possibile sottovalutare altri aspetti, per molti tratti più “soft”, legati al modo con cui si inserisce un nuovo strumento digitale, a come lo si vuole fornire all’utente, alle conoscenze che bisogna creare o acquisire e alla metodologia che s’intende usare per la gestione del progetto nel migliore dei modi.

Il rischio nel non adottare un simile approccio dalle vedute più larghe, come emerso dalle ricerche anche italiane, consiste nel fallimento del progetto con conseguenti ripercussioni negative sulla fiducia del personale, e probabilmente anche della direzione, verso questo tipo di progetti. Tenere in considerazione questi aspetti, spesso sottovalutati, permette di creare un terreno fertile in azienda che favorisca il cambio di mentalità e di cultura per agevolare l’introduzione e ridurre le normali resistenze che si verrebbero a generare da parte di chi poi dovrà utilizzare i nuovi strumenti digitali adottati.

### 1.3.1 L’importanza del change management.

Osservato come tra i fattori critici di successo assuma un’importanza notevole la gestione degli aspetti legati alle persone e ai loro comportamenti, è chiaro come all’interno dell’azienda sia necessario guidare il cambiamento attraverso delle politiche di change management ben definite allo scopo di ottenere i massimi benefici offerti dalla industry 4.0 [24]. Guidare le persone e coinvolgerle nel cambiamento verso le nuove tecnologie digitali consente di ridurre la resistenza intrinseca nella loro natura per favorirne l’adozione.

Per le imprese diventa essenziale sviluppare un processo strutturato che faciliti la trasformazione e minimizzi i tempi e gli impatti negativi dovuti al cambiamento del modo di lavorare delle persone che avranno un ruolo di user, ma anche di coloro che subiranno gli effetti scaturiti dalle nuove modalità di fare le cose. Sopraggiunge in aiuto

delle organizzazioni il change management che si può definire come l'insieme di azioni e decisioni prese per la pianificazione, implementazione e monitoraggio dei cambiamenti allo scopo migliorare la curva di apprendimento di tutti i soggetti coinvolti in tale processo [25]. Sulla base di queste evidenze sono stati portati avanti molti studi per cercare di individuare dei framework che le aziende possano usare al proprio interno per facilitare il raggiungimento del successo tramite l'azione diretta sulle persone.

Tra questi modelli rientra quello sviluppato da Adel M. Aladwani [26] il quale ha identificato tre fasi fondamentali per facilitare il cambiamento e l'adozione delle novità:

1. acquisizione di conoscenza: in questa prima fase il management ha il compito di capire quali siano le attuali attitudini delle persone verso la novità e il cambiamento che sta per avvenire andando successivamente ad individuare quali potrebbero essere le figure con una maggiore resistenza e quali sono i loro motivi. A tale scopo è utile capire quali siano i bisogni manifestati e latenti dalle persone coinvolte, i loro valori e il loro modo di lavorare;
2. definire la strategia di implementazione e attuarla: dopo aver acquisito la conoscenza necessaria a identificare il contesto in cui il cambiamento dovrebbe avere luogo è necessario adoperarsi per far sì che le cose accadano e che ci sia un'adozione della novità proposta (strumento, procedura o altro). Secondo Aladawani è opportuno procedere per ulteriori sottopassi che rendano più facile e meno brusco il passaggio e aiutino a convincere gli user:
  - 2.1. modificare il pensiero degli utenti – bisogna cambiare la cognizione che gli utenti, soprattutto quelli chiave, hanno di ciò che si sta per fare per renderli più propensi. In questo caso assume un'importanza notevole la comunicazione riguardante i benefici che deriveranno dalla novità che si vuole introdurre oppure la descrizione di quest'ultima, più o meno precisa, a seconda dei casi. Una maggiore comunicazione permetterà di incrementare molto la consapevolezza degli user e faciliterà il processo di trasformazione;

- 2.2. convincere gli altri di ciò che si sta per fare - arrivati a questo punto è essenziale “portare a bordo” tutti gli utenti coinvolti nel cambiamento, spingerli dalla propria parte convincendoli del reale beneficio che tutti trarranno. Ciò può essere fatto utilizzando vari approcci, tra cui quello basato sulla comunicazione della “minimizzazione dei costi”. In questo caso si illustra come effettivamente l’innovazione porterà alla riduzione del “costo” che un user sostiene, esprimendolo in termini di ore di lavoro, sforzo fisico o mentale etc. Un’altra strategia è quella della differenziazione, attraverso la quale si mostra in cosa la nuova proposta differisce dall’as is e come questa sia migliore, esprimendo tale miglioramento in termini di qualità, costi, tempi, efficienza o altro. Gioca un ruolo fondamentale in questa fase il training dei vari utenti, svolto per avvicinarli all’innovazione;
- 2.3. implementare il cambiamento - il primo passo per facilitare l’adozione generale consiste nell’approvazione della novità da parte delle figure chiave e degli opinion leader aziendali che possono guidare la massa verso l’adozione o il rifiuto. È proprio su questi soggetti che ci si deve concentrare nelle prime fasi di test che si svolgeranno sulla novità e sulla successiva messa in produzione. Data la tendenza delle persone a voler essere accettati, convincendo gli opinion leader e il loro gruppo ristretto, si innescherà un meccanismo per cui anche altre persone tenderanno ad adattarsi al cambiamento e a volervi partecipare. Bisogna sempre considerare che dopo i primi test sarà necessario espandere l’adozione delle innovazioni ponendo particolare attenzione al timing che viene scelto. È infatti molto importante spingere l’adozione solo quando gli user siano pronti e i fattori di contorno siano favorevoli, evitando momenti di forte pressione dovuta ad altre situazioni;
3. valutazione sullo stato dell’adozione - questa fase non ha inizio nel momento in cui il progetto di cambiamento è già in campo da molto ma sin dalle prime fasi di test poiché, seguendo un meccanismo in retroazione, grazie ad un monitoraggio attento svolto sin da subito si potrà reagire velocemente cambiando strategia o adottandone delle nuove per porre rimedio alle problematiche individuate. L’individuazione di

fattori o KPI è la base di un monitoraggio proficuo degli andamenti, vista la loro capacità di mostrare se il processo di cambiamento sta portando al successo o all'insuccesso.

La Figura 1.6 mostra graficamente lo schema per il change management descritto fin qui.

L'autore del modello ha sottolineato come in tutte le sue fasi sia essenziale per il successo avere il commitment del top management che deve spingere attivamente verso l'adozione mettendosi anche in prima linea. Inoltre, è fondamentale coinvolgere costantemente la funzione human resources per supportare le persone e la comunicazione durante il cambiamento. In merito a questo punto è necessario evidenziare come i dati raccolti dall'osservatorio sulla industry 4.0 in Italia [27] non siano incoraggianti, in quanto solo il 12% delle aziende risulta rendere partecipe la funzione HR durante i progetti di industry 4.0, mentre un 30% la coinvolge solo in modo puntuale a seconda delle necessità e con circa il 40% delle aziende che non coinvolge in nessun modo questa funzione. Noto come il change management implichi il lavorare con le persone è chiaro come questo trend debba essere invertito per evitare che i processi di digitalizzazione falliscano a causa dell'eccessiva resistenza interna.

Il change management, agendo sia prima che dopo il lancio, permette dunque di facilitare la realizzazione, l'implementazione e l'accettazione anche grazie allo sforzo volto a migliorare la comunicazione tra utilizzatori e stakeholder,



Figura 1.6 Un possibile modello di change management

A supporto di quanto emerso finora troviamo la ricerca svolta da Jhon Ward e Alex Uhl [28] i quali, analizzando tredici casi di trasformazioni aziendali in vari settori, hanno evidenziato come la presenza di un sistema di change management evoluto rappresenti un fattore chiave per ridurre la difficoltà nell'arrivare al successo. In particolare, secondo gli autori, sarebbe necessario concentrarsi su quattro aspetti principali:

- communication: accertarsi che tutte le persone siano informate e che abbiano la possibilità di esporre i loro pensieri e richieste;
- motivation: bisogna essere sicuri che le persone siano ingaggiate e vogliano essere di aiuto per il cambiamento;
- empowerment: fare in modo che le persone lavorino congiuntamente al team;
- qualification: garantire che le persone che lavoreranno per il progetto e che utilizzeranno il nuovo strumento abbiano le giuste competenze.

Una rappresentazione qualitativa su come questi quattro fattori aiutino al raggiungimento del successo è data in Figura 1.7. In particolare, si osservano i benefici maggiori in due fasi chiave quali il “go live” e la “valley of tears”.

In tutti i progetti più impegnativi legati al cambiamento di abitudini e/o modi di lavorare, durante lo sviluppo della soluzione, si arriva ad un momento in cui la resistenza e l'opposizione raggiunge il suo massimo andando a rallentare l'avanzamento dei lavori e la crescita del progetto; questa fase è definita “valle of tears”. Grazie al change management gli effetti negativi di questa fase, comunque fisiologica e sempre presente, sono molto più limitati e meno ostacolanti.

Riflettendo sul momento del go live del progetto, se gli user sono stati accompagnati durante il processo di sviluppo essi non opporranno nessuna resistenza al cambiamento e anzi saranno molto più entusiasti di poter usare lo strumento finendo per incentivarne l'utilizzo anche tra di loro.

Risulta dunque evidente come il giusto supporto alle persone durante l'adozione di una novità o in caso di cambiamento possa fare la differenza tra il successo o l'insuccesso sia nel breve termine per la realizzazione di quanto previsto, sia nel lungo per lo scaling

delle novità all'interno dell'azienda su più linee di produzione o in diversi uffici o in altri stabilimenti.

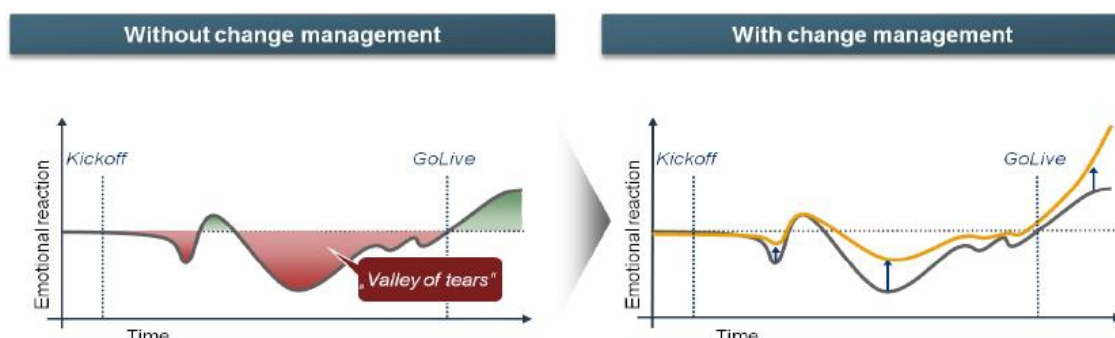


Figura 1.7 L'impatto del change management sul successo di un progetto [28]

#### 1.4 Progetti di digitalizzazione e i sistemi MOM e il MES

Avendo osservato come i progetti riconducibili alla industry 4.0 siano assimilabili a quelli di digitalizzazione in senso lato può essere utile provare a concentrare l'attenzione su una delle tecnologie più comunemente adottata ma il cui processo di integrazione rischia spesso di diventare un fallimento. Le iniziative legate al 4.0 spaziano dall'installazione di sensori su macchine e prodotti per rendere lo shop floor più smart, allo sviluppo di sistemi per sfruttare le intelligenze artificiali, adozione di tecnologie di additive manufacturing fino all'impiego di meccanismi per la gestione efficiente dei sistemi produttivi. Guardando al panorama italiano lo studio condotto dall'osservatorio nazionale sulla industry 4.0 [29] ha mostrato come la crescita dei progetti digitali, grazie anche agli incentivi statali, si sia concentrata soprattutto sull'ambito produttivo facendo arrivare a circa il 46%, rispetto al totale di iniziative 4.0, l'ammontare di progetti riconducibili a quest'area.

Cercando di andare più nel dettaglio la Confindustria italiana con l'analisi del 2016 [30] ha fatto emergere come mediamente il 70% delle aziende manifatturiere che hanno intrapreso fino ad ora il percorso verso la smart factory abbia deciso di investire nell'attuazione di sistemi per l'ottimizzazione del flusso produttivo e l'analisi dei possibili dati generati, tra cui per esempio i Manufacturing Execution System (MES).

Si può dunque affermare che i sistemi MES siano al centro dell'attenzione aziendale e che ci sia un interesse ancora molto alto nella loro scoperta e applicazione per favorire

la digitalizzazione della fabbrica. Le ricerche [29] [30] però mettono in luce un altro trend importante e cioè quello che sta progressivamente portando le imprese a voler allargare l'attenzione per spostarla dal solo ambito produttivo verso l'intera supply chain, permettendo di arrivare all'ottimizzazione globale dei processi senza incorrere nel rischio di concentrarsi solo su quelli strettamente produttivi. In questo caso si parla allora di sistemi di manufacturing operations management (MOM).

Spesso però le organizzazioni tendono a fare confusione tra questi due sistemi finendo per credere che MES e MOM siano la stessa cosa. Per inquadrare meglio l'ambito di utilizzo e il valore offerto da queste due soluzioni è possibile rifarsi al modello ISA-95 su cui essi si basano. L'ISA-95 può essere definito come lo standard internazionale per l'integrazione tra i sistemi di impresa e di controllo [31], e dunque anche tra i sistemi ERP e quelli MOM e MES, andando a determinare quali siano le informazioni che questi debbano scambiarsi e in che modo.

Tale standard delinea cinque livelli su cui una certa tecnologia può andare ad agire:

- livello 0: rappresenta i processi fisici di produzione;
- livello 1: comprende le attività coinvolte nel manipolare e percepire i processi fisici;
- livello 2: definisce le attività di monitoraggio e controllo dei processi fisici;
- livello 3: raggruppa tutte le attività di controllo sul workflow per la realizzazione del prodotto finale desiderato;
- livello 4: comprende tutte le attività di business per gestire le attività di produzione.

Ad ogni livello è possibile associare tecnologie e strumenti chiave che possono aiutare le attività da svolgere:

- livello 0: si hanno i dispositivi intelligenti con sensori per raccogliere i dati sul mondo fisico della fabbrica;
- livello 1: qui si trovano i sistemi di controllo come i PLC che monitorano lo stato delle linee di produzione;

- livello 2: tecnologie utili a supportare le attività svolte a questo livello sono, per esempio, i sistemi SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) per il monitoraggio di interi processi e gruppi di macchine;
- livello 3: qui giocano un ruolo fondamentale i sistemi MOM per l'ottimizzazione dei processi produttivi. Tra questi rientra il MES che, secondo l'ISA-95, è una sottocategoria dei sistemi MOM focalizzata principalmente sull'ambito produttivo;
- livello 4: comprende i sistemi per la pianificazione e gestione della logistica ad alto livello come i sistemi ERP.

Un riassunto di ciò che il modello ISA-95 propone è riportato nella Figura 1.8 (proposta da Magnus Åkerman [32]) la quale evidenzia come l'orizzonte temporale su cui i sistemi devono ragionare e su cui si concentrano siano diversi da un livello all'altro. Andando verso il livello 0 l'unità di tempo si riduce data la necessità di dover controllare ed eventualmente reagire in maniera sempre più puntuale e immediata.

In seguito a quanto visto si può affermare che MOM e MES non siano affatto la stessa cosa ma che rappresentino tecnologie diverse, con differenti fini e benefici che possono interessare un'azienda. In particolare, i sistemi MOM rappresentano un'evoluzione di quelli MES e riuniscono al loro interno un insieme di soluzioni che hanno lo scopo di gestire e ottimizzare, in ottica end to end, i processi aziendali di fabbrica senza limitarsi a quelli strettamente produttivi. Ciò significa che quando si parla di soluzioni MOM l'ottica di miglioramento si allarga dalla sola produzione a tutta la catena delle operations aziendali tramite l'utilizzo di strumenti, tra cui il MES, che permettono di ridurre gli sprechi produttivi, aumentare l'efficienza, ottimizzare le reti logistiche in ingresso e uscita, migliorare la gestione dell'intelligence produttiva, nonché di rendere più facile e affidabile la pianificazione e la schedulazione della produzione.

Per avere un'idea più chiara di cosa sia invece un MES bisogna rifarsi alla definizione data dal MESA (Manufacturing Enterprise Solution Association), l'ente internazionale che si occupa di aumentare il valore aggiunto delle imprese condividendo le conoscenze sulle soluzioni software utilizzabili all'interno della produzione. Il MESA definisce il Manufacturing Execution System come *“quel sistema che produce informazioni le*



quali permettono l'ottimizzazione delle attività di produzione dal lancio dell'ordine fino all'ottenimento del prodotto finito. Usando dati correnti e accurati il MES abilita alla tracciatura immediata degli eventi che accadono sullo shop floor per dare la possibilità di attuare azioni correttive immediate" [33]. Si denota dunque la focalizzazione che questi sistemi hanno sull'aspetto produttivo e la sua gestione.

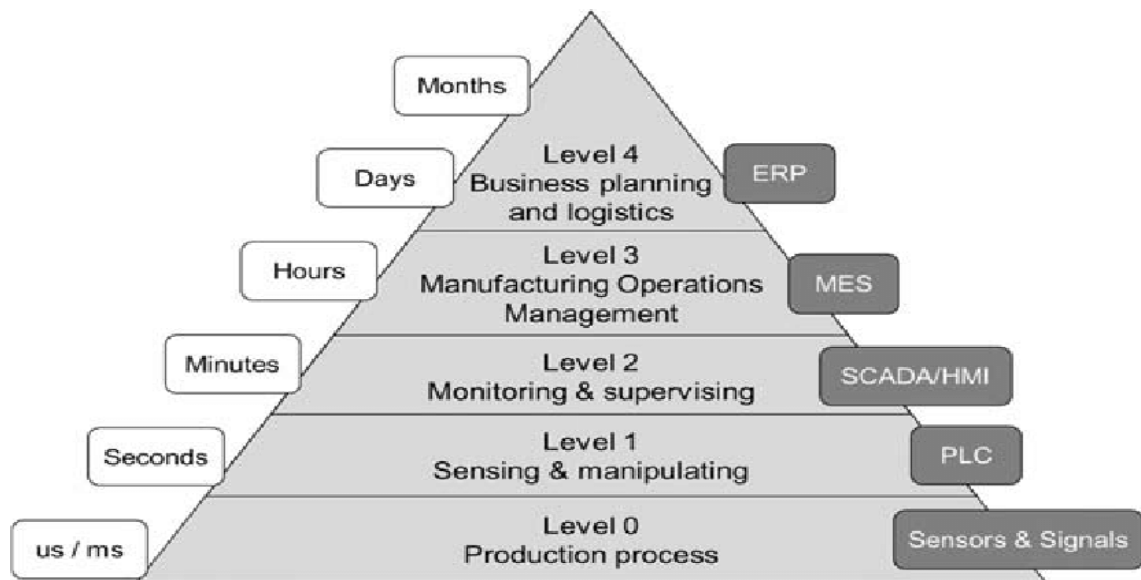


Figura 1.8 La piramide delle tecnologie secondo il modello ISA-95 [32]

Sempre secondo Il MESA [34] per assolvere al suo compito, un sistema MES deve offrire, in modo diverso a seconda degli obiettivi, 11 funzionalità chiave:

1. pianificazione dettagliata: è necessario riuscire a fornire sequenze di ordini da produrre che ottimizzino i tempi di produzione e riducano gli sprechi di risorse (macchine e persone);
2. gestione delle risorse: poter controllare e gestire le varie risorse coinvolte nella produzione come macchine, tools e personale potendone osservare lo stato attuale in qualsiasi momento;
3. gestione dei documenti: deve essere possibile gestire e condividere meglio le informazioni legate alla produzione come ad esempio quelle legate alle istruzioni di montaggio o ai dati sui test di collaudo;
4. gestione del materiale: si deve garantire una migliore gestione delle materie prima e dei semi lavorati;

5. analisi delle performance: è essenziale riuscire a fare delle valutazioni e comparazioni dei valori attuali misurati contro quelli target o quelli storici;
6. order management: garantire la possibilità di controllare e definire quali saranno i compiti e lavori svolti dai vari work center o linee di assemblaggio;
7. gestione della manutenzione: il sistema deve permettere di creare piani di manutenzione che, una volta implementati, aiutino a migliorare le performance e raggiungere target superiori;
8. gestione del processo: è fondamentale riuscire a verificare e dirigere i flussi e le attività di lavoro affinché vengano rispettati takt time e scadenze;
9. gestione della qualità: si deve poter registrare, tracciare e analizzare tutti i dati sui prodotti e processi per accertarsi che i valori di qualità rientrino nei range ideali;
10. raccolta dei dati: il sistema deve semplificare la raccolta, l'organizzazione e il reperimento dei dati relativi allo shop floor;
11. tracciatura del prodotto e genealogia: è necessario fornire supporto per tracciare tutti gli eventi legati al prodotto e alla sua produzione;

La Figura 1.9, sviluppata da Saenz [35], mostra graficamente quali siano le funzionalità chiave del sistema e di come questo si integri con i sistemi ERP e lo shop floor. È infatti chiaro come il sistema MES non sia in grado di assolvere autonomamente a tutte le possibili funzioni presentando l'esigenza di comunicare con il mondo circostante. Ciò vuol dire che sicuramente dovrà scambiare informazioni con i sistemi ERP, in primis, per la gestione degli ordini ma anche con un possibile PLM per la raccolta delle informazioni tecniche dei prodotti. Dovrà inoltre interfacciarsi con il mondo fisico rappresentato dalla fabbrica (macchine, tools etc) e dagli operatori (tramite le human machine interface) per poter raccogliere le informazioni su ciò che sta accadendo e dare le priorità su ciò che si dovrà fare.

Saenz nella sua revisione della letteratura sottolinea come, pur avendo tutti i sistemi MES queste funzionalità chiave, la loro estensione e priorità possono essere modificate sia dai venditori per adattare il sistema al tipo di mercato cui si vuole mirare, ma anche dalle aziende utilizzatrici che potrebbero aver bisogno più di una funzione che di altre,

visto che alcune potrebbero essere già offerte in maniera soddisfacente per gli scopi aziendali da altri sistemi.

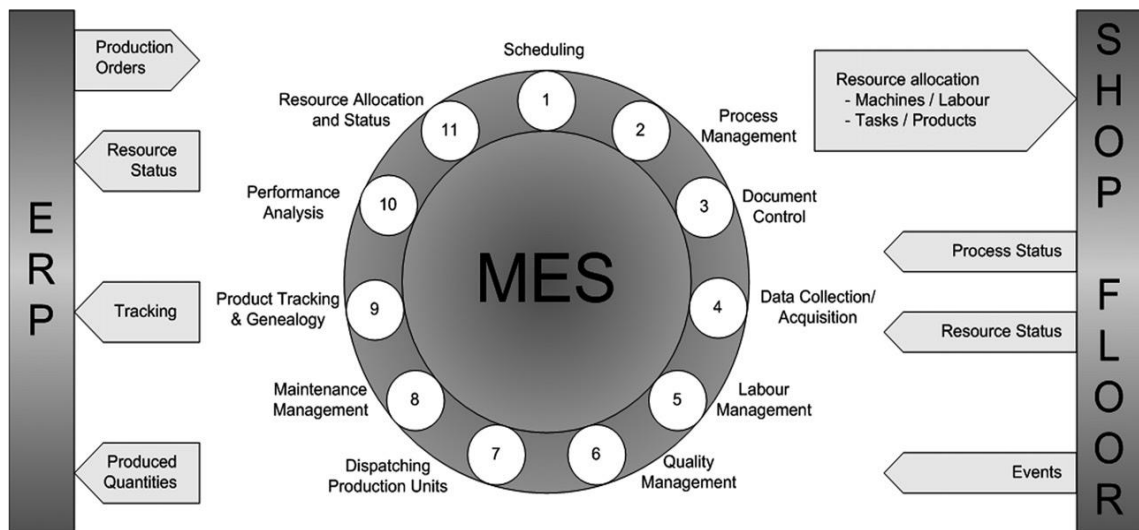


Figura 1.9 Le funzionalità chiave del MES e l'integrazione con lo shop floor e l'ERP [35]

Saenz nella sua revisione della letteratura sottolinea come, pur avendo tutti i sistemi MES queste funzionalità chiave, la loro estensione e priorità possono essere modificate sia dai venditori per adattare il sistema al tipo di mercato cui si vuole mirare, ma anche dalle aziende utilizzatrici che potrebbero aver bisogno più di una funzione che di altre, visto che alcune potrebbero essere già offerte in maniera soddisfacente per gli scopi aziendali da altri sistemi. Come evidenziato anche da Wei Zhao [36] il software MES offre queste funzionalità attraverso una struttura basata su più layer logici (Figura 1.10):

- data acquisition layer: è il livello logico che si occupa di raccogliere i dati dall'ambiente produttivo;
- data persistence storage layer: livello che ha il compito di salvare i dati raccolti e fornire gli strumenti per richiamarli. Questi dati sono la fonte per l'esecuzione delle altre funzionalità e per la comunicazione con gli altri sistemi;
- platform model layer: qui risiedono le logiche e i modelli essenziali per il funzionamento del sistema;
- business layer: in questo livello rientrano le logiche, i modelli e le funzioni sviluppate seguendo le richieste aziendali per adattarle ai loro bisogni;

- display layer: livello che contiene gli strumenti per mostrare le informazioni raccolte e creare una user interface per gli utilizzatori che meglio si adatti alle loro esigenze;
- interface layer: qui si trovano tutti i tool da utilizzare per permettere la comunicazione del MES con gli altri sistemi aziendali.

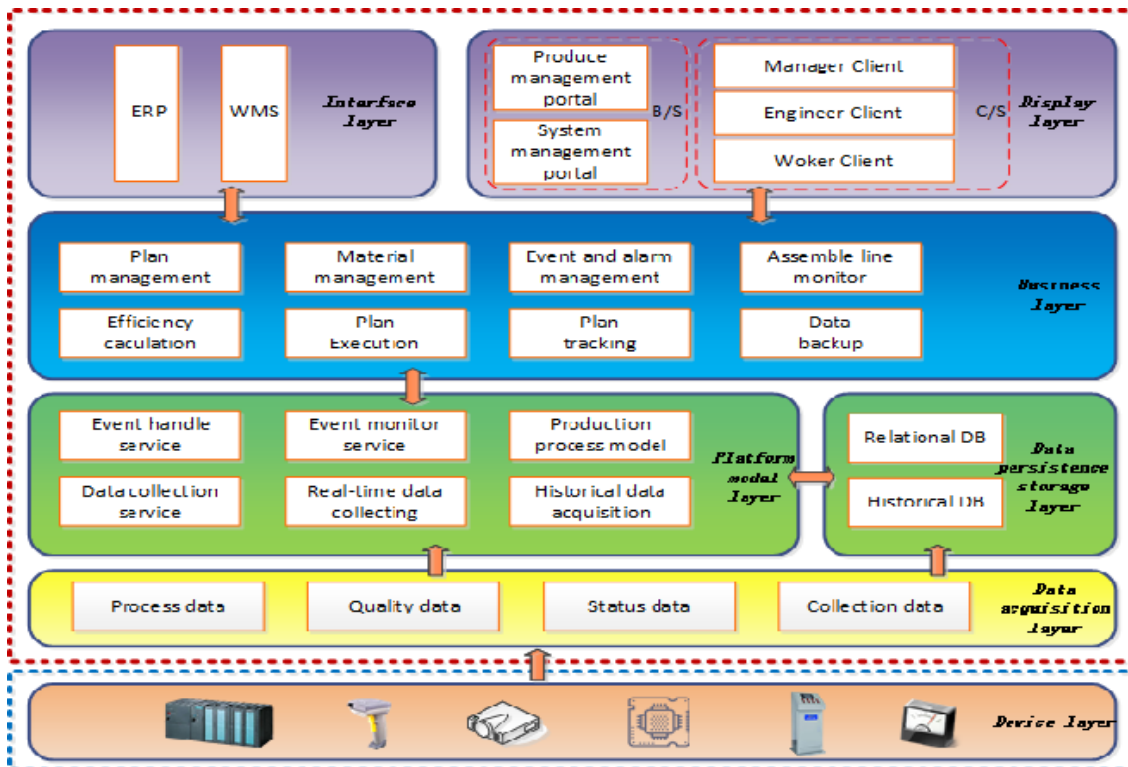


Figura 1.10 I layer logici e le loro relazioni che contraddistinguono un sistema MES [36]

#### 1.4.1 I fattori di successo nell'introduzione di un sistema MES

Alla luce del fatto che tra i progetti di industry 4.0 uno dei più intrapresi tra le aziende di tutti i settori sia quello relativo all'adozione del MES, è importante capire se esistano dei fattori critici da monitorare che, se garantiti, facilitino l'adozione di questo software.

La particolarità dei progetti legati al MES è che questi sistemi fanno spesso da ponte tra i livelli manageriali e quelli operativi/produttivi facendo sì che lo strumento vada ad influenzare vari aspetti a più livelli aziendali. Inoltre, l'adozione di un software MES porta con sé un cambiamento nel modo di lavorare delle persone e introduce nuovi strumenti che verranno utilizzati dai soggetti coinvolti nei processi produttivi. Quindi, anche se allettati dai vantaggi potenzialmente ottenibili, bisogna porre particolare

attenzione a come viene gestita la transizione per evitare il rischio di fallimento, il quale è elevato soprattutto a causa della resistenza interna verso i nuovi strumenti e/o procedure che si andranno ad introdurre.

Essendo l'adozione del MES un progetto di carattere digitale sicuramente i fattori visti in precedenza nella Tabella 1-2 per i progetti digitali possono fare da riferimento ma, considerando la particolare natura e gli impatti su larga scala che questo sistema può avere sul modo di lavorare delle persone, è necessario investigare sull'esistenza e sull'identificazione di ulteriori fattori peculiari per questa iniziativa.

Lo studio portato avanti da Lei Yue sul MES [37] si è concentrato sull'importanza, per il successo, di definire in maniera adeguata e strutturata le specifiche richieste al sistema per funzionare secondo le necessità aziendali. Non è da sottovalutare il rischio che l'impresa scelga un sistema senza determinare adeguatamente le specifiche, finendo per investire in un software che una volta implementato non riesce a restituire il valore atteso dagli stakeholder. L'approccio suggerito da Yue si basa sul fatto che precisare i requirements del progetto MES non è così semplice come può sembrare, soprattutto per via del numero di persone che saranno coinvolte e dalla loro diversa provenienza aziendale. Per arrivare ad un'adeguata lista di requirement del sistema bisogna identificare in primis quella che è la situazione di partenza nelle aree in cui il sistema andrà a impattare, dopodiché sarà necessario definire il punto dove si vuole arrivare. Avendo chiaro l'AS IS e il TO BE dei processi produttivi, sarà possibile inquadrare i miglioramenti che il sistema dovrebbe portare all'azienda e da questi si potrà partire per definire i requirement del sistema MES per le varie funzionalità da esso offerte. Per arrivare alla lista finale si procede per passaggi successivi dove si va ad eliminare o modificare i requisiti meno adatti o simili tra di loro dalla long list stilata dopo gli studi preliminari. Arrivati alla short list, contenente le voci ritenute più significative, si dovrà procedere poi alla prioritizzazione di queste per ottenere alla fine un documento chiaro e sintetico che rispecchi la direzione che l'organizzazione vuole prendere e sul come il sistema debba aiutarla.

Tra le maggiori difficoltà nel portare avanti il processo di identificazione dei requisiti illustrato c'è quella di giungere al consenso fra tutte le persone coinvolte e interessate

dal software, su quello che il sistema dovrà essere e dovrà fare. Anche in questo caso risulta evidente come la gestione delle risorse umane sia un aspetto chiave che non può essere messo in secondo piano né lasciato a sé stesso.

Tra le ricerche fatte con lo scopo di individuare i fattori critici di successo per l'implementazione del MES troviamo quelle di Yang, Zheng, Huang [38] e di Sang M. Lee, Soon Goo Hong, Pairin Katerattanakul & Na Rang Kim [39]. In entrambi i casi sono emersi alcuni fattori già evidenziati nella Tabella 1-2 come la comunicazione e il commitment a livello manageriale. Anche il change management risulta essere secondo gli autori un fattore chiave per garantire il successo. In aggiunta a questi elementi che devono essere comunque presenti e gestiti ne sono stati aggiunti altri:

- apprendimento attraverso il testing e il training: affinché l'adozione sia di successo gli user del sistema dovranno sapere come funziona e cosa può fare, anche se a grandi linee, prima dell'entrata in produzione del sistema. Questo facilita l'avvicinamento delle persone alle nuove tecnologie evitando impatti bruschi e dunque maggiori resistenze;
- infrastruttura IT: il sistema MES, essendo un software, richiede un'infrastruttura IT adatta a farlo funzionare in maniera fluida e stabile. Questo punto è importante soprattutto per la user experience. Qui ricadono anche le competenze dei consulenti o della funzione IT che devono supportare lo sviluppo e trovare le soluzioni software e hardware (server, cloud, API, protocolli etc) migliori per il funzionamento;
- investimenti sufficienti: soprattutto per le piccole e medie imprese è difficile garantire grandi investimenti per l'implementazione di un sistema MES che sia funzionale e funzionante. Ciò che non deve accadere però è che con capitali limitati si cerchi di creare un sistema troppo complesso che non potrà essere portato a termine in nessuna delle sue parti comportando il fallimento del progetto;
- partecipazione degli utenti: gli utilizzatori del sistema devono avere un ruolo proattivo durante il progetto per lo sviluppo del software. I migliori consigli

spesso derivano da coloro che hanno esperienza sul campo e che dovranno utilizzare il software.

Uno studio sul successo dei nuovi sistemi informatici aziendali [40] evidenzia, oltre ai fattori già visti, la rilevanza di altri due aspetti quali lavorare in un team con la giusta composizione e avere un project champion. Il project champion è un soggetto appartenente ai livelli manageriali più alti che faccia da sponsor al progetto e sia disposto a dargli lo slancio supportandolo all'interno dell'impresa in qualsiasi momento sia necessario. Questa figura aiuta il progetto a superare quelle fasi in cui la resistenza interna è maggiore o quando l'attenzione aziendale viene deviata verso altre iniziative riuscendo a ottenere i giusti investimenti.

L'importanza del team e delle sue competenze è legata al fatto che i sistemi informativi come il MES hanno impatti e coinvolgono vari dipartimenti aziendali, oltre che ad essere molto complessi. Ne deriva che lo sviluppo della soluzione è favorito se a lavorarci è un gruppo di persone che possiede competenze diverse e complementari provenienti da vari dipartimenti, soprattutto quelli interessati dal cambiamento. Il team interfunzionale deve garantire la risoluzione delle problematiche che possono emergere oltre che l'esecuzione delle attività previste per il go live, avendo come unico obiettivo quello di rendere fruibile un sistema funzionante.

La lista dei fattori chiave per il successo di un progetto MES, che va ad integrare quella per i progetti digitali, è riportata nella seguente Tabella 1-3 | FCS del MES

*Tabella 1-3 | FCS del MES*

• Team interfunzionali	• Partecipazione degli utenti
• Presenza del project champion	• Infrastruttura IT adeguata
• Investimenti sufficienti	• Apprendimento con TEST e training
• Adeguata definizione dei requirement	

Infine in riferimento al modello creato da DeLone and McLean sull'efficacia dei sistemi informatici [41] (Figura 1.11), il quale afferma che il successo del sistema a livello aziendale deriva dal successo del sistema a livello individuale, si può dire che i fattori

visti finora aiutano, se presenti, a raggiungere i risultati aziendali poiché impattano positivamente sulla percezione del sistema da parte degli individui.

Infatti:

- i team interfunzionali, gli investimenti sufficienti, il project champion insieme alla definizione dei giusti requirement del software e l'infrastruttura IT adeguata permettono di ottenere una qualità del sistema sicuramente più elevata;
- i team interfunzionali, una definizione precisa dei requirement e la partecipazione attiva delle persone interessate permette di migliorare la qualità delle informazioni che il sistema utilizzerà. Questo avviene perché un team con competenze trasversali può delineare in maniera completa quelle che sono le informazioni che il sistema dovrà gestire mentre i corretti requirement permettono di ottenere il sistema adatto alla loro manipolazione. In aggiunta a ciò le persone che utilizzeranno il sistema e che vengono coinvolte possono dare ottimi spunti in questo ambito, evitando che il sistema si concentri su informazioni che alla fine non sono ritenute interessanti;
- il coinvolgimento delle persone nello sviluppo e la fase di test e di training adeguato permettono di aumentare il system usage visto il livello di esperienza già maturato. Inoltre, la presenza di un forte project champion aumenta la velocità di adozione e di uso del sistema grazie alla spinta che riesce a dare anche ai livelli più operativi.
- la partecipazione attiva degli utenti con test e training progressivi consente di incrementare la user satisfaction nei confronti del sistema soprattutto se i consigli raccolti in queste fasi vengono trasformati in azioni concrete. Anche adeguati investimenti e giusti requirement aiutano ad aumentare la soddisfazione perché sarà più facile ottenere una soluzione che rispecchia fedelmente ciò che le persone desiderano, ritengono utile e vorrebbero usare. Uno degli aspetti che più influenza la user satisfaction è l'interfaccia grafica sulla quale è opportuno destinare parte degli investimenti.

C'è da notare come nel caso di un sistema MES ci sia una relazione bidirezionale, tipica delle information technology, tra l'utilizzo del sistema e la user satisfaction.



Questo è vero perché più saranno soddisfatti gli utenti, maggiore sarà la loro propensione all'utilizzo dello strumento per il quale si percepirà un effettivo valore aggiunto. Parallelamente all'aumentare dell'utilizzo del sistema da parte degli utenti tenderà ad aumentare la user satisfaction visto che il sistema diventerà sempre di più lo standard per le attività lavorative.

Come evidenziato dal modello, elevati livelli di utilizzo e di soddisfazione degli utenti implicano un ritorno positivo sulle singole persone che saranno propense all'impiego e a ridurre la loro resistenza favorendo così il successo e gli impatti positivi a livello aziendale.

Bisogna sempre considerare che il circolo virtuoso sin qui esposto può comunque diventare in qualsiasi momento vizioso se i livelli di user satisfaction e system usage diventano troppo bassi.

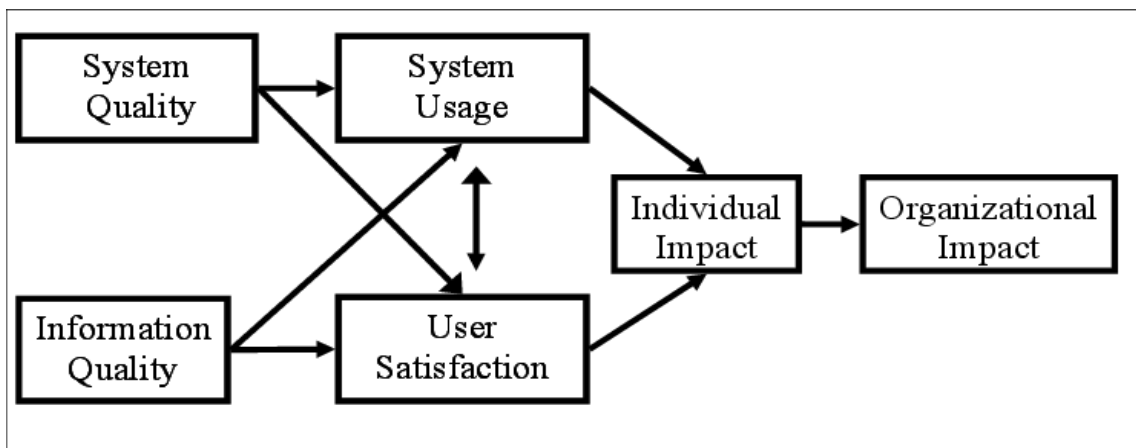


Figura 1.11 Il modello di successo dei sistemi informatici di DeLone and McLean [41]

Si può affermare che quanto emerso sia valido sia per le PMI che per le grandi aziende, qualsiasi azienda infatti vuole trarre i massimi benefici dall'implementazione di una delle tecnologie più adottate dalle aziende manifatturiere. Le imprese sono infatti consapevoli che riuscire ad integrare un sistema MES può fare la differenza tra l'essere competitivi o meno all'interno del proprio mercato. Risulta dunque essenziale, indistintamente dalla dimensione aziendale, porre la massima attenzione sui fattori fin qui identificati dato il forte impatto che esercitano sulla riuscita del progetto e quindi sul business.



# CAPITOLO 2

## 2 LA DIGITALIZZAZIONE IN DAB – IL PROGETTO MES

In questo capitolo verrà data una panoramica su chi è la DAB Pumps e di quale è stato il suo approccio alla digitalizzazione e alla realizzazione del sistema MES. Come tante altre imprese del settore metalmeccanico, la DAB si è trovata di fronte ad un bivio e ha dovuto scegliere tra continuare con un miglioramento incrementale, che non riusciva più a garantire dei salti nelle performance, oppure affrontare il tema della digital factory per ottenere miglioramenti sostanziali.

### 2.1 La DAB Pumps e l'approccio alla digitalizzazione

La DAB Pumps Spa è un'azienda leader nel settore della movimentazione delle acque avente una gamma di prodotti capace di coprire tutti le possibili applicazioni, da quelle domestiche a quelle industriali, commerciali e agricole. Nasce nel 1975 come azienda il cui business erano le lavorazioni meccaniche e lo stampaggio di componenti per elettropompe. Dopo poco tempo è stato deciso di far evolvere l'azienda e dedicarsi anche all'assemblaggio dei componenti e alla fornitura di un prodotto finito. Con il passare degli anni, grazie anche ad una serie di acquisizioni, DAB è riuscita a prendere e mantenere una posizione di spicco sul mercato nazionale ed internazionale, diventando a tutti gli effetti una multinazionale di riferimento nel suo settore. Oggi l'azienda conta 6 sedi produttive (di cui quattro in Italia, una in Cina e una in Ungheria), dodici aziende di vendita sparse in tutto il mondo e oltre 1600 dipendenti. Lo spirito di miglioramento e innovazione ha permesso alla DAB di tener testa e superare la concorrenza agguerrita nel corso degli anni.

È stato proprio questo spirito che ha spinto la dirigenza negli ultimi anni ad orientarsi sempre di più verso la digitalizzazione di prodotti e processi dati i possibili benefici ricavabili per tutti i reparti e le funzioni. Oggi la DAB è riconosciuta come business case nell'ambito digitale grazie al successo ottenuto nelle sue iniziative di industry 4.0. Naturalmente questa posizione non è stata facile da raggiungere né tantomeno è

avvenuto casualmente ma dietro si trovano delle motivazioni ben precise che possono giustificare la riuscita dei progetti di digitalizzazione.

Come visto nel capitolo precedente, esistono dei fattori su cui bisogna concentrarsi per far sì che le proprie iniziative digitali raggiungano il successo e si può osservare come la DAB abbia intuito ciò.

Sappiamo che il coinvolgimento dei livelli manageriali è essenziale per far sì che le innovazioni a carattere digitale non risultino in un nulla di fatto. In DAB questo coinvolgimento è stato presente sin da subito ed è stato reso evidente a tutta l'azienda grazie anche alla creazione di un comitato per le iniziative digitali. Questo comitato si riunisce periodicamente e qui vengono presentati i nuovi progetti digitali nonché i resoconti su quelli già in essere. Tutti in azienda sanno perfettamente quanto è importante la digitalizzazione per la DAB e quanto questa vi punti grazie anche alla comunicazione continua che viene fatta internamente su questo ambito. Si può vedere dunque come sia il coinvolgimento che la comunicazione siano stati due aspetti non sottovalutati dall'azienda che sicuramente hanno influito positivamente su tutti i progetti digitali intrapresi negli anni.

Tra i progetti di digitalizzazione DAB troviamo per esempio quello legato all'Internet of Things che ha portato alla nascita delle prime elettropompe connesse con la casa madre e capaci di comunicare con essa per incrementare il valore offerto al cliente, nonché quello che ha reso la DAB un business case sul tema delle smart factory e cioè l'adozione del sistema MES.

## 2.2 La nascita del progetto MES

Il progetto MES nasce nel 2017 sotto una serie di spinte sia interne che esterne:

- a) era ormai chiaro che il mondo si stesse muovendo nella direzione della digitalizzazione, non solo dei prodotti ma anche dei processi. Osservando l'andamento al di fuori delle mura aziendali era chiaro come fosse necessario cambiare passo per non essere superati dai nuovi e vecchi competitor;

- b) i miglioramenti sulle performance di fabbrica, quali l'efficienza delle linee di assemblaggio, ottenuti grazie all'approccio lean erano ormai marginali con benefici ridotti a fronte di grandi sforzi sostenuti. L'azienda aveva bisogno di aumentare la velocità e ottimizzare le performance con uno sforzo minore e in meno tempo;
- c) si volevano ridurre gli errori di produzione dovuti a informazioni sbagliate, per esempio le istruzioni di assemblaggio, perché veicolate da fogli di carta che spesso non venivano aggiornati;
- d) vi era l'esigenza di migliorare la gestione dei dati di fabbrica, sia quelli da usare che quelli generati, e renderli maggiormente fruibili a tutti i portatori di interesse;
- e) si cercavano nuovi modi per aumentare il valore dei propri prodotti agli occhi del cliente;
- f) si voleva raggiungere un monitoraggio della produzione attraverso degli indicatori costantemente aggiornati e mostrati alle linee cui si riferivano.

La naturale conclusione, alla luce di queste evidenze, fu che ci fosse bisogno di una rivoluzione nei processi produttivi aziendali che permettesse di facilitare lo svolgimento delle attività operative, che rendesse la fabbrica più smart e capace di comunicare con altri sistemi aziendali, garantendo una gestione avanzata dei dati e un utilizzo migliore. Contemporaneamente si osservava la necessità di un cambio di passo nel modo di affrontare i cambiamenti perché si voleva, e doveva, mantenere una velocità nell'approcciare e superare le difficoltà legate alla digitalizzazione.

### 2.3 Le funzionalità del sistema

La scelta fu dunque procedere con l'adozione di un sistema MES che abbattesse i silos dei dati e connettesse la fabbrica con il sistema ERP ed il PLM, che riducesse l'uso della carta nella fabbrica e valorizzasse i dati che venivano generati. Il sistema doveva infatti andare oltre alla semplice raccolta dei dati e garantire il corretto immagazzinamento e la disponibilità per usi futuri. Era chiaro da sempre che i dati provenienti dallo shop floor avessero un valore notevole per l'azienda ma era altrettanto chiaro che spesso non venissero sfruttati a sufficienza. Fino ad allora molte

informazioni venivano gestite su fogli elettronici che restavano disponibili solo ad alcuni utenti. L'obiettivo prefissato dall'azienda era quello di riuscire ad utilizzare i dati per generare valore attraverso una loro costante valutazione con lo scopo di tenere monitorati sia i prodotti che i processi e agire immediatamente in caso di problemi o anche cercare di prevederli. Per assolvere appieno al compito la soluzione avrebbe dovuto essere in grado anche di raccogliere dati da altri database, come quello ERP, per riuscire a creare un primo datawarehouse. Relativamente alla gestione dei dati si voleva che il sistema potesse memorizzare dentro di sé tutte le informazioni relative ad un prodotto uscito dalle linee, come i risultati dei vari test qualitativi effettuati e la data di produzione per garantire una tracciatura completa non più a lotti ma per articolo, si voleva creare la “carta di identità” del prodotto.

Data l'attenzione dell'azienda verso le persone si voleva che il sistema agisse anche su questo aspetto andando a gestire una sorta di skill matrix costantemente aggiornata che permettesse di dare indicazioni agli operatori di linea sulla validità dei propri DPI e dei corsi seguiti per la mansione a cui stavano per dedicarsi. Ciò avrebbe garantito sempre il perfetto match tra operatore e compiti da svolgere riducendo ancora di più i rischi di infortunio o mancato infortunio. Il MES doveva dunque essere in grado di comunicare con il software che gestisce tutte le informazioni sul personale utili a raggiungere tale scopo.

Al sistema veniva poi chiesto, in ottica di riduzione dei transit time e di ottimizzazione della produzione, di facilitare il processo di schedulazione delle linee per permettere la riduzione dei set up e la generazione di date completamento ordine ancora più precise. La richiesta che si faceva al sistema era di riuscire a leggere tutti gli ordini di produzione e approvvigionamento già approvati, o ancora provvisori, per riuscire ad effettuare rapidamente l'ottimizzazione e dare uno scenario che soddisfacesse le esigenze aziendali.

Tra le funzionalità richieste vi era anche quella di poter visualizzare costantemente ed in tempo reale le performance della linea nonché eventuali problemi che venivano segnalati. La visualizzazione doveva avvenire attraverso degli schermi visibili a tutti gli operatori cui le informazioni contenute si riferivano.

Nello scopo del sistema rientrava anche il miglioramento della comunicazione all'interno della fabbrica. Ciò riguardava essenzialmente lo scambio di informazioni tra la linea e i reparti di qualità e manutenzione in caso di problemi riscontrati o eventuali scarti e rilavorazioni, ma anche tra linea e chi di dovere in caso di infortuni o mancati infortuni oppure tra operatori e capolinea per l'approvvigionamento di materiale. Lo scopo principale era quello di ridurre il tempo necessario per segnalare una certa situazione e prendere i provvedimenti necessari per risolverla.

Aspetto estremamente importante che si voleva garantire agli operatori sulle linee era la possibilità di poter avere accesso in maniera immediata alla documentazione di prodotto per l'assemblaggio aggiornata, come per esempio le istruzioni di montaggio. Essendo tutti gli assemblaggi manuali effettuati per la maggior parte su linee multi model sulle quali il mix varia a seconda della domanda, questo aspetto non poteva essere sottovalutato. È infatti necessario garantire sempre la presenza dei documenti nel caso in cui gli operatori si sentano insicuri o debbano istruire un loro collega appena arrivato. Aspetto fondamentale è che i documenti siano aggiornati per evitare che in seguito a dei cambiamenti di componenti, moduli o disposizioni si possa incappare in problemi funzionali nel prodotto finito.

Un'altra richiesta che doveva essere soddisfatta, e che faceva da contorno a tutte le altre, era che le funzionalità dovevano essere offerte mediante degli strumenti facili ed intuitivi da utilizzare, soprattutto per gli operatori in fabbrica, che massimizzassero la user experience e rendessero meno stressante l'interfacciamento con il sistema MES.

Tutte queste richieste a cui il sistema avrebbe dovuto dare risposta vennero definite non da un singolo soggetto ma, come suggerisce l'approccio agile che verrà descritto più avanti, da un team interfunzionale formato da persone dai reparti di qualità, schedulazione, industrializzazione, ricerca e sviluppo. Il team arrivò alla fine alla stesura di un documento che avrebbe fatto da riferimento all'intero progetto e soprattutto che aiutasse l'identificazione del giusto software MES e relativo fornitore.

Il progetto era sicuramente ambizioso ma era oramai inevitabile percorrere questa strada. Il commitment del management era molto alto, con il capo delle operation attivamente

coinvolto sul progetto. Dato il peso strategico di questa iniziativa l'azienda decise di investire più di un milione di euro sottolineando così il peso e l'importanza che venivano dati al futuro sistema nonché agli effetti che avrebbe portato

Rifacendosi alla Tabella 1-3 è possibile osservare come la DAB già nella fase iniziale del progetto abbia colto l'importanza di una definizione adeguata dei requirements grazie soprattutto alla creazione di un team interfunzionale capace di dare una visione a 360 gradi sulla possibile soluzione e sugli approcci migliori. La DAB non si è limitata ad osservare solo le necessità a cui l'azienda tramite il software doveva dare risposta, ma ha definito chiaramente i requisiti e le capacità che il software doveva avere per soddisfare i bisogni. Da quanto visto traspare poi l'elevato livello di commitment presente ai livelli più alti dimostrato anche dallo stanziamento di una somma notevole per favorire la crescita dell'iniziativa.

La DAB dunque, già nelle prime fasi, ha gestito correttamente alcuni dei fattori critici di successo precedentemente sottolineati e ciò ha sicuramente contribuito a garantire il futuro successo. Non si può dire però che quelli visti finora siano gli unici FCS su cui l'azienda ha dimostrato di aver posto l'attenzione durante la realizzazione dell'iniziativa. Sicuramente un altro aspetto chiave su cui il team si è concentrato per garantire i risultati attesi è stato l'identificazione del fornitore e del software adeguati.

## 2.4 La scelta del fornitore

Una volta definite le caratteristiche e le proprietà che il sistema avrebbe dovuto avere era necessario trovare il fornitore e il software che rispettava le caratteristiche presenti nel documento stilato dal team. Il product owner del progetto, la cui figura è essenziale nella gestione scrum, aveva maturato nel tempo molta esperienza in ambito software e sistemistico e ciò permise al team di fare delle considerazioni che si sarebbero state essenziali per la riuscita del progetto. Il dato di fatto con cui molte aziende si devono scontrare è che con l'evolvere delle tecnologie, e la crescente domanda, ci sarà un numero sempre crescente di aziende pronte a fornirlo. Quando il numero di aziende diventa molto elevato la difficoltà di scelta aumenta esponenzialmente. Contemporaneamente dalla letteratura sappiamo che avere il giusto fornitore facilita



l'azienda nell'ottenere il giusto sistema che possa essere usato senza problemi. In questo contesto diventa essenziale trovare un modo il più analitico possibile per fare la scelta giusta. Questo tema va sotto il nome di "digital sourcing" e sta diventando sempre più importante per qualsiasi azienda voglia adottare una nuova tecnologia. La rilevanza del fenomeno sta crescendo con il passare del tempo ma troppo spesso viene data poca attenzione a questo aspetto.

Un modello generico, usato da DAB nel progetto MES, per la scelta del fornitore di una soluzione digitale può essere riassunto nei seguenti punti:

- A. Definizione di una long list: qui si cerca di creare una lunga lista di possibili fornitori sfruttando le informazioni presenti WEB oppure utilizzando i contatti presenti nel network creato dall'azienda;
- B. definizione di una short list: dalla lista precedentemente stilata bisogna riuscire a trovare un numero più contenuto di nomi per cui i relativi software riescano a soddisfare maggiormente i bisogni dell'azienda; Il numero di possibili fornitori presenti nella long e short list dipendono dalla specificità dell'azienda, del problema e delle possibili soluzioni;
- C. invitare i pochi fornitori trovati a presentare sé stessi e la loro soluzione: questo passo è il punto chiave nella selezione in quanto l'azienda, avendo già una lista ben definita e strutturata di specifiche, deve chiedere al fornitore di mostrare come il software e la propria azienda risponderanno alle necessità. L'errore che non va commesso è di lasciare troppa libertà ai fornitori e quindi gli si deve imporre di presentare il software non solo a livello teorico ma anche pratico. Ciò vuol dire che durante la presentazione saranno tenuti a far vedere effettivamente il funzionamento reale, magari in un ambiente di test, di una parte della soluzione per valutarne la bontà e l'aderenza alle proprie necessità;
- D. selezione del gruppo finale di partner: dopo aver osservato e valutato tutte le proposte è necessario identificare i due o tre fornitori che potrebbero rispondere al meglio alle esigenze. A questi deve essere chiesto di sviluppare per l'azienda una demo il più completa possibile del sistema che verrà messa sul campo per effettuare dei test. Questo passaggio è essenziale per valutare anche le

performance del software come la velocità di risposta e di comunicazione. In questa fase inoltre si può raccogliere le esperienze e impressioni da chi poi dovrà usare il sistema iniziando a creare il coinvolgimento sul progetto.

- E. Arrivati a questo punto è possibile fare confronti non solo sulla carta ma avendo in mano risultati pratici da cui è possibile ottenere delle metriche comparabili.

Dal punto di vista delle risorse questo modello può sembrare molto dispendioso. Chiedere a più di un fornitore di sviluppare delle demo può essere molto costoso. È qui che però è necessario emerga la capacità di negoziazione dell'azienda la quale deve essere in grado di coinvolgere i possibili fornitori e spiegare quali sarebbero i benefici per lui nel caso di una loro adozione. In questa fase la dimensione aziendale può essere un fattore cruciale, come lo è stato con la DAB, perché avere molte linee e stabilimenti da integrare nel sistema inducono i fornitori ad avere delle prospettive di guadagno molto maggiori e queste possono convincerli ad assumersi qualche rischio in più del solito nel breve termine, con una condivisione dei costi della demo, per cercare di portare a casa un ottimo risultato nel lungo termine. Deve dunque esserci una predisposizione verso le partnership da parte di entrambi per creare una situazione win win. La condivisione del rischio finanziario nella realizzazione della demo è quindi ciò a cui l'azienda deve puntare per rendere questo modello più sostenibile e facile da impiegare.

Per le piccole o medie imprese il costo nella creazione di varie demo può essere molto limitante ma ciò non toglie che per limitare gli impatti finanziari si possano chiedere delle “mini-demo” con il numero strettamente necessario di funzionalità da testare (comunicazione con ERP e PLM, capacità di avanzare task o leggere determinati file) per riuscire comunque ad avere una base dati più solida che guidi la scelta. La rappresentazione schematica del modello è riportata nella Figura 2.1

Il principale vantaggio nell'utilizzo di un metodo strutturato per la selezione, basato su passaggi successivi, è che la rapidità con cui si arriva alla scelta finale è maggiore rispetto a quando questa viene fatta dovendo decidere senza aver osservato il sistema sul campo. Questo avviene perché con il susseguirsi dei passaggi l'azienda viene in possesso di un numero sempre maggiore di dati e informazioni sia sulla soluzione

tecnica che sul fornitore che la dovrà implementare maturando anche maggiori consapevolezze e competenze interne.

Se supponiamo di avere due fornitori di cui uno in fase di presentazione mostri un sistema migliore dell'altro e ci fermassimo già in questa fase si potrebbe commettere un errore nella scelta. Magari quel fornitore non è realmente in grado di fornire la soluzione pattuita nei tempi promessi o magari fa molta fatica a realizzare le customizzazioni richiedendo sistematicamente più tempo e soldi del preventivato. Questo tipo di dinamiche sono individuabili solo con un test sul campo ed è qui che potremmo scoprire che in realtà l'altro fornitore, il quale è stato però già scartato, potrebbe essere migliore. Ciò obbligherebbe l'azienda a tornare indietro sui suoi passi, riprendere le contrattazioni e richiedere un'altra demo. L'effetto ovvio di questo processo è il certo allungamento dei tempi nonché un aumento del rischio di insuccesso se per svariati motivi l'azienda non decidesse di rivalutare la prima scelta fatta.

Questo metodo allo stesso tempo può portare ad un overloading informativo che diventa un reale problema per la scelta se si finisce per avere due o più aziende ritenute sostanzialmente simili. Qui deve entrare in gioco l'esperienza e la lungimiranza del team e dei leader digitalmente esperti nel capire quale effettivamente possa essere la soluzione che porterà l'azienda ad accrescer il suo valore aggiunto.



*Figura 2.1 Un possibile processo di selezione di un fornitore digitale*

L'approccio usato della DAB per il progetto MES aveva però delle caratteristiche peculiari che hanno reso più rapido il processo selettivo e ridotto a zero l'incertezza sulla decisione presa. Il team era consapevole che la scrematura da long a short list poteva avvenire abbastanza velocemente andando ad investigare sulla storia delle aziende, delle sue tecnologie e dei suoi clienti. Quello che risulta più complicato è il passaggio dalla short list a quella contenente i nomi che provvederanno alla creazione di

una demo. Per rendere più facile questo passaggio si è deciso di osservare 3 fattori chiave:

1. business case: la possibile azienda fornitrice doveva dimostrare di avere alle spalle esperienza con l'implementazione MES per aziende simili alla DAB;
2. readiness: l'esperienza del product owner aveva portato l'azienda a porre l'attenzione sulla necessità di avere un fornitore che offrisse un software con almeno l'80% delle caratteristiche ricercate nella sua versione più standard. Questo permetteva di anticipare, ed evitare, i futuri problemi legati all'aumento dei tempi e delle risorse da impiegare per la creazione di eventuali customizzazioni;
3. punteggio medio da questionari: a tutti i fornitori presenti nella short list e invitati a presentarsi, è stato chiesto di rispondere a delle domande appositamente create ognuna delle quali aveva un certo peso sul totale. Le risposte venivano date in parte dal possibile fornitore e in parte dall'azienda, come espressioni delle sue impressioni, utilizzando una scala Likert a cinque dimensioni. Ad ognuna di queste dimensioni corrispondeva poi un valore numerico da uno a cinque. La media ponderata tra i valori dati alle risposte e i pesi della domanda permetteva di definire un punteggio complessivo tramite il quale era possibile comparare i vari fornitori.

Per quanto riguarda i questionari vanno sottolineati due aspetti importanti. Il primo è che la raccolta di risposte al questionario si è perpetrata anche durante la fase di demo al fine di raccogliere sempre più informazioni su cui basare le scelte. Il secondo aspetto è che i fattori valutati non erano solo strettamente hard e tecnici, come lo possono essere le prestazioni del sistema teoriche e reali, ma anche quelli più soft come la precisione, puntualità nel rispettare le consegne prefissate, spirito di partnership, velocità, chiarezza espositiva e metodologie di gestione progetto usate (classico vs agile).

L'effort e l'attenzione posti nella selezione del fornitore sono stati sicuramente elevati, ma ciò ha certamente permesso all'azienda di trovare la soluzione ottima dei tempi estremamente brevi. Naturalmente aver avuto una leadership digitalmente esperta

capace di dare le giuste priorità e di anticipare le possibili problematiche già nella fase di selezione ha contribuito alla maturazione della scelta ideale per l'azienda.

## 2.5 La scelta della linea pilota

A questo punto bisogna considerare il fatto che la giusta scelta di una linea su cui creare delle demo per valutare le performance e su cui successivamente rilasciare la prima versione del sistema sia un elemento cruciale per il raggiungimento degli obiettivi. Anche questa decisione va presa però riflettendo non solo sul breve termine ma anche sul lungo. Ciò vuol dire che la linea scelta non deve essere solo la migliore su cui fare il test ma quella che dia lo slancio migliore verso il resto della fabbrica e degli stabilimenti. Ciò comporta che la linea produttiva presa come riferimento deve poter fare da banco di prova per la maggior parte delle funzionalità che si vorranno implementare in tutto il sistema produttivo così da riuscire a toccare sin da subito il sistema nella sua completezza.

È altresì importante che la linea oggetto di test sia la più stabile possibile per garantire che le misurazioni fatte nel periodo di prova rappresentino effettivamente quello che sarebbe l'andamento quotidiano. Infatti, se durante lo svolgimento dei test dovessero emergere dei problemi si deve avere la certezza di quale sia la causa scatenante e se sia legata al MES o meno. Non essere sicuri della provenienza di un problema può portare ad un allungamento considerevole del tempo necessario per valutare la soluzione. Si deve evitare perciò di scegliere dei processi produttivi appena nati, sotto revisione o con modifiche sostanziali in atto ai metodi (come un nuovo bilanciamento dei task) e strumenti non direttamente collegati all'implementazione del MES.

Bisogna considerare poi un altro aspetto: proprio perché il processo in esame deve rispecchiare il più possibile la realtà, la linea designata potrebbe essere a tutti gli effetti funzionante e quindi concorrente al raggiungimento dei target produttivi. Alla luce di ciò due considerazioni possono essere fatte. La prima è che volendo raggiungere i target imposti il personale potrebbe essere più invogliato a dare il massimo durante il test favorendo il suo coinvolgimento. D'altra parte questo approccio potrebbe portare ad un maggiore scoraggiamento delle persone visto che, come spesso accade,

l'implementazione del sistema tenderà inevitabilmente a scontrarsi con dei problemi di vario tipo e varia entità che finiscono per rallentare il processo produttivo. Gli operatori vedendo come causa del mancato raggiungimento degli obiettivi il nuovo sistema MES che si sta testando potrebbero iniziare a maturare precocemente una resistenza molto forte e difficile poi da superare. Ciò va evitato in tutti i modi perché una resistenza elevata degli utilizzatori nel breve periodo può generare un forte ostacolo anche nel lungo termine.

A tale scopo si possono adottare alcuni provvedimenti quali la valutazione in fase di test solo di una parte delle funzionalità che il sistema avrà a regime. Così facendo si va ad agire alla base dei possibili problemi andando a ridurre la loro probabilità di accadimento. Un'altra soluzione può essere quella di slegare la linea di assemblaggio da quelli che sono i target produttivi aziendali durante il periodo di prova; ciò farà sì che gli operatori sentino meno la pressione del raggiungimento degli obiettivi e riescano a concentrarsi sul solo sistema e la sua assimilazione. Oppure si potrebbe scegliere quella linea di assemblaggio che abbia una maggiore copertura di prodotti garantita dalle scorte e che quindi non genera problemi in caso di output inferiori al normale.

Quindi si può dire che nella scelta della linea pilota bisogna trovare e valutare contemporaneamente sia gli aspetti tecnici quali numero di operatori, tempo ciclo, presenza o meno di task particolari, verniciatura, lavorazioni speciali, metodologie di part feeding etc, ma anche quelli di business tra cui possiamo avere la necessità di arrivare a determinati output produttivi, di produrre determinati ordini speciali entro una certa data o altro.

C'è da considerare che scegliere una linea pilota complessa dal punto di vista tecnico sicuramente permette di testare il sistema in un ambiente che lo porta a mostrare le reali potenzialità e non solo quelle descritte e presentate nella fasi precedenti dal fornitore.

La maggiore complessità può rendere difficile le fasi iniziali dell'implementazione ma sicuramente aiuterà l'azienda nel lungo termine. Infatti se il team e il fornitore sono capaci di garantire il funzionamento della soluzione su una linea mediamente più complessa, sarà sicuramente più facile prendere quella soluzione e implementarla sulle

altre linee che hanno delle criticità minori. Anche in questo caso per la scelta bisogna trovare il giusto trade off tra le difficoltà che si è disposti ad affrontare sulla linea pilota, che se troppo elevate possono portare ad un fallimento immediato del progetto o all'abbattimento del morale, e quelle da affrontare con i successivi roll out sulle altre linee produttive. Se le difficoltà riscontrate nel roll out sono alte il rischio di fallimento è legato soprattutto all'allungamento dei tempi e dei costi per rendere operativo il sistema su tutte le linee per le quali si era deciso di agire.

L'importanza della definizione di una linea pilota e dell'esecuzione delle demo non si limita solo alla possibilità di valutare nella realtà più sistemi per la scelta del migliore. Proprio perché il sistema viene testato sul campo dagli operatori che in futuro si troveranno ad utilizzarlo quotidianamente questi matureranno sin dalle prime fasi di selezione delle nuove competenze digitali e così facendo si otterrà il beneficio di ridurre la loro futura resistenza.

L'acquisizione delle nuove conoscenze non è però l'unico aspetto legato alle persone che concorre a ridurre la probabilità di insuccesso. Gli operativi sulla linea pilota, se coinvolti sin dalla selezione del software, tenderanno a sentirsi più partecipi nel processo e saranno più propensi ad accettare il cambiamento quando il sistema MES diventerà effettivo. L'aumento delle skill possedute e la propensione saranno essenziali per garantire il successo della fase successiva di implementazione in cui, per naturale evoluzione, la linea soggetta inizialmente alle varie demo diventerà la prima linea su cui il sistema verrà implementato ufficialmente.

L'altro vantaggio nell'avere il personale di linea direttamente coinvolto con il sistema è che questi potranno fornire le proprie impressioni e dare dei suggerimenti su come il sistema dovrebbe essere per offrire maggiore valore e ridurre le loro problematiche. Questo risulta vero soprattutto nelle prime fasi dove gli operatori si trovano a dover valutare più soluzioni diverse offerte da vari fornitori, perché potrebbero dare dei consigli al team sui punti di forza dei vari sistemi e sugli aspetti su cui concentrarsi per assicurarsi in futuro l'aumento della produttività e della qualità.

### 2.5.1 La linea pilota in DAB

Nel caso della DAB Pumps la scelta per il pilota è ricaduta non su una ma su due linee tra le più storiche e consolidate a livello aziendale operative nello stabilimento centrale. La scelta permetteva di poter raccogliere una grande quantità di informazioni dalle demo necessarie per fare la scelta finale e inoltre garantiva al team la possibilità di poter scendere nel gamba e vedere con i loro occhi come il sistema si comportasse, cosa accadesse e quando. Questo è un aspetto molto importante per un'azienda con più stabilimenti dove dover implementare il sistema perché la scelta di una linea remota con il team non costantemente presente porterebbe ad una distorsione delle informazioni raccolte e allungamento dei tempi.

Le linee identificate rispecchiavano quella che è ancora oggi la natura produttiva della DAB con linee di assemblaggio che devono essere capaci di lavorare su diversi tipi di prodotti. In particolare le due linee scelte sono specializzate nella produzione di prodotti finiti appartenenti alla stessa categoria con una suddivisione tra le due in base alla destinazione di utilizzo. Ciò fa sì che le linee scelte appartengano alla categoria delle multi model assembly line, con la conseguente necessità per il sistema di dover acquisire conoscenza su tutti i prodotti processabile sulle linee tramite l'inserimento di ogni specifico modello produttivo.

La particolarità delle linee scelte era che, pur essendo queste separate e specializzate su una certa gamma di prodotti, una fungeva da backup all'altra. Ciò comportava il fatto che ci dovesse essere la possibilità, a livello di sistema, di poter spostare la produzione da una linea all'altra in caso di problemi o di picchi di domanda per una certa categoria di prodotto.

Un'altra particolarità stava nella varietà di prodotti gestiti dalle linee, con alcuni visibili esempi in Figura 2.2, in quanto ognuna poteva lavorare su piccole pompe da pochi chilogrammi fino a pompe molto più grandi e articolato. La complessità dei prodotti gestiti dalle linee e le grandi differenze che questi potevano avere durante l'utilizzo del sistema hanno contribuito a indirizzare il team verso queste linee per le demo e



successiva prima implementazione proprio per coprire un grande spettro di casistiche e testare il sistema su qualcosa di mediamente più complesso.



*Figura 2.2 Esempi di prodotti gestiti dalle linee pilota [42]*

Il ciclo di assemblaggio, molto simile per le due linee, si svolge su sei postazioni per una e sette per l'altra. Ogni postazione ha dei task ben definiti da eseguire che variano a seconda della tipologia di pompa in lavorazione. Nel dettaglio nelle prime due fasi, uguali per le linee, avviene l'assemblaggio della parte idraulica e meccanica, poi una fase di assemblaggio dei componenti elettrici per una delle linee, in seguito le linee proseguono uguali con una prima fase di collaudo, la verniciatura, finitura con secondo collaudo e infine l'imballaggio. Mentre le fasi di assemblaggio e imballaggio sono sempre presenti su tutti i prodotti che escono dalla linea, i collaudi possono essere entrambi presenti o meno a seconda del tipo di prodotto. La Figura 2.3 mostra uno schema semplificato della struttura delle due linee scelte come pilota nel caso DAB.

Pur volendo testare il maggior numero di funzioni disponibili l'approccio usato dalla DAB per la demo sulla linea, e la successiva implementazione, è stato di tipo graduale. Il team MES ha deciso infatti di concentrarsi inizialmente su quelle funzionalità che

andavano ad impattare direttamente sul modo di lavorare degli operatori delle due linee. Sono stati quindi escluse le funzionalità legate alla schedulazione avanzata della linea e quelle relative alla creazione del datawarehouse basato sui dati produttivi.

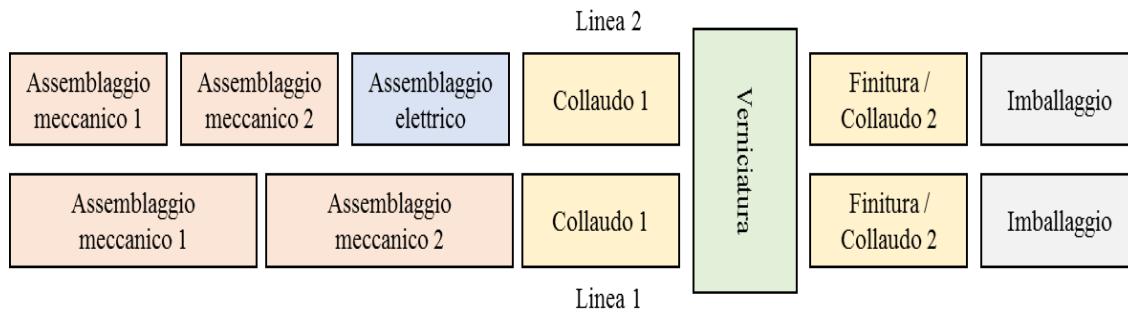


Figura 2.3 Struttura delle linee di assemblaggio usate come pilota nel caso DAB

Quando però l'azienda era pronta per partire con le demo sulla linea pilota la mancanza di comunicazione adeguata verso la fabbrica ha portato ad un rallentamento dei lavori a causa delle proteste interne verso il nuovo sistema. Come spiegato nell'articolo [43] uno dei requirements definiti dall'azienda, e cioè l'utilizzo di smartwatch per invio e ricezione di notifiche in maniera rapida e mirata, è stato ritenuto troppo invasivo dagli operai in fabbrica. Si parla di problema di comunicazione perché la visione degli smartwatch da parte del team e degli operai non era perfettamente allineata. Il team aveva ben chiaro in mente che gli smartwatch avrebbero permesso di comunicare velocemente al sistema la presenza di problemi o gli avanzamenti della produzione mentre il mondo di fabbrica li vedeva come uno strumento per tenere maggiormente sotto controllo le persone e i loro comportamenti.

Anche se gli smartwatch erano uno delle colonne per il progetto MES in DAB, i problemi avuti in questa fase non hanno portato sistematicamente ad uno stop dei lavori. Grazie alla gestione agile del progetto il team è riuscito a superare la difficoltà immaginando una nuova soluzione possibile a livello di sistema: l'utilizzo di tablet al posto degli smartwatch. Questa mossa è stata sicuramente utile nel breve periodo per evitare il fallimento del progetto e contemporaneamente l'aumento esponenziale della resistenza verso il nuovo sistema, ma si è dimostrato addirittura un fattore chiave per la riuscita del progetto nel lungo periodo. Il team era dunque riuscito a trasformare un problema in una soluzione ad altissimo valore aggiunto. L'uso dei tablet infatti ha

aperto le porte a tutta una serie di nuove opportunità per l'utilizzo del sistema che prima risultavano più difficili da raggiungere, come la dichiarazione immediata di scarti e rilavorazioni dimostrandosi anche un ottimo supporto su cui andare a mostrare la documentazione relativa al prodotto.

I risultati ottenuti in seguito alle varie demo hanno portato poi a due conseguenze principali quali la scelta del fornitore per il nuovo sistema MES ed inoltre la definizione di un nuovo requirement per il sistema. Mentre il primo punto era una naturale evoluzione del modello il secondo è stato identificato grazie proprio al test sulle varie demo e alle valutazioni raccolte dagli operatori insieme a quelle del team.

Avendo potuto osservare vari sistemi e il loro funzionamento sulle linee di assemblaggio operai e team erano arrivati alla stessa conclusione e cioè che la user interface era un fattore chiave per raggiungere il successo e che nessuno dei sistemi aveva realmente un'interfaccia semplice ed intuitiva. Questa evidenza era frutto di un'analisi fatta sul numero di click che ogni operatore doveva fare per portare a termine i propri compiti. Era emerso che ridurre il numero di movimenti tra pagine e tocchi sullo schermo sul tablet era una priorità per abbattere l'impatto sul tempo ciclo del nuovo sistema e la resistenza al cambiamento degli operatori sulle linee.

Il team scelse quindi di procedere con la definizione di una nuova user interface fatta ad hoc per sfruttare le potenzialità offerte dai tablet e venire incontro alla necessità di semplicità e chiarezza nell'utilizzo delle funzionalità MES da parte degli addetti in linea. In particolare la nuova interfaccia non sarebbe stata uguale per tutti ma sarebbe stata personalizzata a seconda del ruolo e di ciò che sarebbe stato necessario fare. A tal fine gli operatori, i capilinea, gli addetti a manutenzione e qualità avrebbero avuto delle schermate facili e intuitive mirate in base alla mansione. Anche gli andon di linea vennero personalizzati per renderli più utili e fruibili andando a riportare dati ritenuti più sensibili e interessanti e definendo un nuovo layout con una sezione di andon dedicata a ciascun portatore di interesse. Così facendo, per esempio, gli operatori hanno avuto la possibilità di vedere sugli schermi messi in testa alla linea la quantità prodotta e quella ancora da produrre per l'ordine, mentre il capolinea possono vedere l'efficienza

in tempo reale e contemporaneamente gli addetti a manutenzione e qualità potranno notare immediatamente la presenza di problemi.

## 2.6 La scelta DAB e l'architettura del sistema

In seguito alle osservazioni fatte sulle demo svolte sul campo e alla valutazione dei questionari con le risposte raccolte durante tutto il processo di selezione, è stato possibile per la DAB arrivare alla definizione del sistema MES ottimale e del relativo fornitore. La scelta è caduta sulla soluzione offerta dall'azienda leader tedesca Siemens PLM. Questo software aveva una caratteristica ritenuta molto interessante dal team: la modularità. Ciò permetteva dunque di scegliere quali moduli implementare e quando per rendere l'adozione un reale successo. Questo è stato importante perché si sposava perfettamente con la gestione Agile scelta dal progetto che spinge i team verso la realizzazione di minimum viable product e piccoli incrementi di sistema durante tutta la realizzazione del progetto per iniziare a rilasciare valore verso gli stakeholders sin da subito evitando di dover aspettare un lungo periodo per avere un macroblocco completo in ogni sua parte la cui adozione sarebbe stata anche molto più difficile. Rifacendosi alle evidenze emerse nel capitolo precedente ci si rende conto che l'approccio basato su piccoli incrementi costanti portati nel sistema MES si sposa con il concetto di approccio graduale, il quale era stato identificato come un fattore critico di successo per l'implementazione di nuove soluzioni digitali.

I moduli scelti dalla DAB per la loro soluzione MES sono stati essenzialmente tre:

- A. SIMATIC IT UADM: il cuore della soluzione MES. Qui risiedono tutte le funzionalità e logiche necessarie affinché il sistema svolga le funzioni strettamente legate alla produzione e le attività collegate;
- B. MANUFACTURING INTELLIGENCE: questo è il modulo che si occupa della creazione e gestione del datawarehouse a partire dai dati di fabbrica. È stato oggetto di implementazione durante il periodo di stage e verrà trattato nel dettaglio nel capitolo 0;
- C. PREACTOR: quella parte di sistema che si occupa della gestione avanzata della schedulazione grazie a delle ottimizzazioni possibili guardando l'azienda a 360

gradi (ordini cliente, ordini di trasferimento, ordini di produzione già avviati, rifornimenti dei magazzini etc.). L'obiettivo principale, oltre all'ottimizzazione, era l'eliminazione dei problemi dovuti alla mancanza di materiale in linea. Con questo software non è possibile allocare contemporaneamente un semilavorato o materia prima a due prodotti diversi, cosa che poteva accadere se precedentemente due schedulatori andavano a definire gli ordini di produzione contemporaneamente.

Questa suddivisione del sistema ha permesso all'azienda di prendere la decisione di concentrarsi per i primi periodi solo sul modulo centrale su cui poi, quando si sarebbe raggiunto un certo livello di stabilità e maturità, sarebbero stati sviluppati gli altri due. La scelta di non implementare tutti i moduli contemporaneamente insieme a quella di non procedere al completamento dello sviluppo su tutto un modulo prima di rilasciare qualcosa, passando invece per step gradualmente, ha permesso di ridurre le resistenze degli utilizzatori sia negli uffici che sulle linee di assemblaggio e favorire l'assimilamento. Infatti gli operatori, che sono stati coinvolti sin dalla fase di demo, hanno avuto la possibilità di "digerire" il sistema pezzo per pezzo andando a maturare e consolidare delle conoscenze prima di vedersi aggiungere nuove funzionalità da dover apprendere.

L'approccio graduale ha permesso inoltre di seguire meglio quella che era la voce degli operatori i quali hanno avuto la possibilità di far emergere delle esigenze o delle perplessità su una release appena fatta le quali potevano rivelarsi importanti per il roll out di future funzionalità o di nuove linee. Era questo il caso per esempio della necessità di semplicità della user interface. Se il team avesse scelto di testare il sistema e di realizzare una grande release con tutte le funzionalità implementate sull'interfaccia grafica sbagliata ci sarebbe stato bisogno di tornare sui propri passi e di rilavorare tutto il "prodotto". Con l'approccio graduale si evitano queste problematiche andando a limitare le rilavorazioni eventuali solo ad una parte ridotta del sistema.

Dopo aver scelto l'approccio implementativo il team si è concentrato sulla definizione o affinamento degli aspetti relativi all'hardware e al software su cui il sistema si sarebbe basato nonché delle modalità operative di utilizzo del sistema.

### 2.6.1 L'hardware

Dopo aver scelto il sistema era necessario andare a specificare nel dettaglio quelli che sarebbero stati gli elementi hardware da utilizzare nel front e back end del software. Per quanto riguarda il back end le decisioni chiave furono due. La prima riguardava la definizione dell'infrastruttura sulla quale il sistema avrebbe dovuto lavorare, mentre la seconda verteva sulle componenti da impiegare per collegare il MES al mondo reale. Per quanto riguarda l'infrastruttura la prima scelta era tra avere degli asset propri per quanto riguarda macchine e server, soluzione on premise, o se indirizzarsi verso i servizi cloud. Questa decisione andava presa per tutti gli stabilimenti su cui il MES avrebbe dovuto funzionare mantenendo ben in mente la multi-nazionalità dei siti produttivi e il loro numero. Come sottolineato da molti articoli, come quello sviluppato da Forbes [44] o da Stephan Schneider [45], questa scelta va ponderata in base agli aspetti chiave quali costi, sicurezza, scalabilità e affidabilità.

Una volta definita l'architettura su cui il sistema avrebbe dovuto funzionare era necessario capire come rendere smart e connessa la fabbrica. Essendo il primo progetto di digitalizzazione di fabbrica lo shop floor non era ancora connesso al mondo digitale e quindi bisognava decidere con quale mezzo il sistema avrebbe comunicato con tutte le linee di assemblaggio e le varie macchine. Si doveva dunque scegliere tra il cablaggio della fabbrica oppure la connessione tramite rete WI-FI. Anche in questo caso bisogna valutare attentamente l'affidabilità della connessione, il costo per realizzarla e la manutenibilità.

Arrivati a questo punto bisognava definire nel dettaglio l'hardware che sarebbe stato utilizzato dagli operatori sulle linee. È stata posta l'attenzione sulla ricerca dei migliori tablet per creare l'interfaccia degli utenti, delle stampanti per la creazione delle etichette prodotto e dei lettori per codici a barre. Per quanto riguarda i tablet, osservando gli esiti delle demo, il team aveva deciso di fornirne uno ad ogni postazione di assemblaggio o collaudo più uno per il capolinea così da dare a tutti la possibilità di usare le funzioni del sistema senza allontanarsi da ciò che si sta facendo, un esempio di posizionamento è presente nella Figura 2.4.

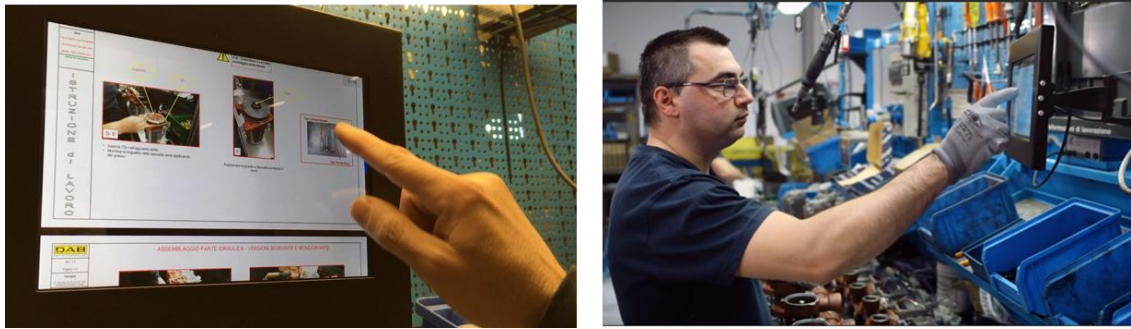


Figura 2.4 Posizione del tablet sulla linea con esempio di utilizzo [46] [47]

Il numero di stampanti da impiegare per ogni linea era invece dettato dalle caratteristiche del MES. Per identificare quale operazione si stia svolgendo su un determinato prodotto, identificato dal suo numero seriale, c'era bisogno all'inizio della prima operazione di far stampare il seriale su un'etichetta, soluzione che era stata ritenuta più facile, veloce ed economica da implementare se comparata allo stampaggio direttamente su plastica o metallo, da dover apporre in una precisa posizione sul prodotto. Dato che questa etichetta è utile esclusivamente ai fini dell'assemblaggio si è scelto di posizionarla nascosta agli occhi del cliente in un punto più interno che rimaneva visibile agli operatori fino all'ultima fase. Altre due stampanti erano però necessarie per ottenere l'etichetta del prodotto con tutti i suoi dati di targa e quella per l'imballo. Entrambe queste etichette contengono il medesimo seriale presente sulla prima etichetta ma non era possibile utilizzare quelle come riferimento per via della natura dei cicli di assemblaggio delle elettropompe. Infatti sia l'etichetta imballo che quella prodotto vengono applicate sull'ultima stazione mentre, come detto, un seriale deve essere disponibile sin dall'inizio per permettere al sistema di identificare il punto in cui si trova il prodotto. In totale sono state dunque necessarie tre stampanti per linea di assemblaggio. La Figura 2.5 mostra la disposizione delle etichette e il loro ordine di creazione.



Figura 2.5 Esempio etichette necessario per il sistema MES

Furono scelti anche i monitor necessari ad ogni linea come andon per visualizzare i dati di produzione in tempo reale e fu affinato lo schema utilizzato per la presentazione dei dati.

L'ultimo componente hardware che è stato studiato e scelto per la linea è il lettore di codice a barre. Questo è utile in tutte quelle postazioni dove bisogna comunicare al sistema che si sta svolgendo una certa operazione su un determinato prodotto. Nel caso specifico ciò comportava la presenza di un lettore per ogni postazione di collaudo e uno per la postazione di imballaggio dove avveniva lo scarico del materiale.

Lo schema riepilogativo che mostra l'hardware necessario sulle linee di assemblaggio è contenuto nella seguente Figura 2.6.

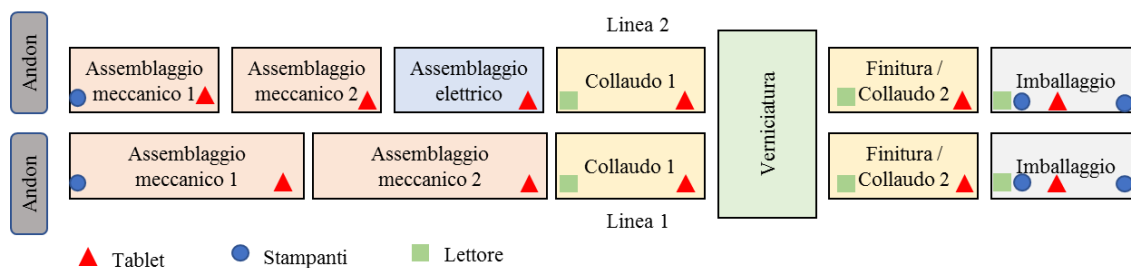


Figura 2.6 Lo schema delle linee pilota e la disposizione dell'hardware

### 2.6.2 Il software e la comunicazione tra sistemi.

Come anticipato precedentemente il software MES ha il compito di legare la fabbrica e farla comunicare con il resto dell'azienda o comunque con tutti gli altri sistemi che possono avere informazioni utili per gestire al meglio la produzione. L'immediato vantaggio che se ne ottiene è l'abbattimento dei silos di dati che spesso rallentano il fluire dei processi, compreso quello produttivo.

Tra le comunicazioni che il MES deve instaurare troviamo sicuramente quella con il sistema ERP aziendale, che al suo interno contiene tutti i dati rilevanti per l'azienda e il suo funzionamento, ma non è l'unica necessaria al raggiungimento dello scopo. In particolare nel caso DAB il MES era chiamato a comunicare costantemente non solo con il sistema ERP, il quale conteneva tutte le informazioni sugli ordini di produzione sulle macchine i materiali e sui cicli, ma anche con il software di Product Lifecycle Management (PLM). Quest'ultimo ha in pancia tutti i dati relativi al prodotto,



specifiche tecniche, istruzioni ma anche lo schema e i dati delle varie etichette da apporre sulle elettropompe. Si capisce dunque come la connessione dei sistemi al MES ai due sistemi fosse irrinunciabile per garantire il corretto svolgimento delle operazioni in fabbrica.

Da un punto di vista tecnico la comunicazione tra sistemi avviene attraverso l'utilizzo di web services che richiamano a determinate funzioni dei vari software nel momento in cui un certo evento accade. Inoltre per il sistema ERP è essenziale l'utilizzo dei Business Object Documents (BOD) i quali non sono altro che documenti scritti e modificati sia dal MES che dal gestionale aziendale e che permettono di comandare delle funzioni con i valori, numero o stringhe, scritti e poi letti al loro interno. I BOD non sono altro che dei file dove vengono quindi riportati tutti i cambiamenti che avvengono in seguito alla modifica di un certo business object (come può essere un ordine di produzione).

Il MES però non deve essere solo in grado di comunicare con gli altri grandi sistemi aziendali ma anche con tutte le macchine e attrezzature che possono essere connesse e che sono presenti sulle linee di assemblaggio. Nel caso DAB due connessioni sono estremamente importanti. La prima è quella con le macchine di collaudo, che si occupano di testare i parametri qualitativi del prodotto e permettere l'avanzamento o meno; in questo caso il MES deve poter capire di che modello di pompa si tratta e dire alle macchine quali sono i dati di riferimento per poi ricevere i valori generati dal test con relativo esito per decretare il pass del prodotto nel sistema e il salvataggio delle informazioni nel database

La seconda connessione necessaria è quella che riguarda le stampanti presenti sulle linee che devono poter ricevere i codici seriali creati dal MES insieme agli altri dati che sono necessari, come le certificazioni presenti per il prodotto, i dati standard di consumo e le maschere grafiche di etichetta che il sistema recupera automaticamente dal PLM.

Infine è necessario andare a considerare la connessione tra il MES e l'hardware di interfacciamento per gli utenti. È stato necessario dunque decidere come presentare il sistema agli operatori sui tablet e sugli andon, Proprio per facilitare la consultazione del

sistema da parte di utenti di più alto livello che volessero osservare come diverse linee stiano performando la DAB ha provveduto alla creazione di un sinottico ad hoc nel quale fosse possibile vedere in tempo reale tutto ciò che veniva mostrato sugli andon, con le performance e/o problemi, insieme a tutte le dashboard che sono state create successivamente. Anche questa interfaccia, come quella sulle linee, è stata realizzata con lo scopo di essere il più facile ed intuitiva possibile andando a ridurre il numero di click necessari ad un soggetto per vedere le informazioni di suo interesse e permettendo una facile navigazione.

Per quanto riguarda il software MES in sé, oltre a definire i sistemi e i metodi con cui deve comunicare, è essenziale andare a riportare al suo interno il processo che avviene sulle linee di assemblaggio così da crearne una copia digitale. A tal fine per ogni linea di assemblaggio è necessario andare a definire quali sono le operazioni che compongono il processo e le relazioni tra di esse. Bisogna quindi riportare nel sistema un diagramma delle precedenze che indichi anche la postazione, le attrezzature e le macchine dove le operazioni vengono svolte. Nel definire quali diagrammi inserire nel software la difficoltà maggiore che si incontra non è l'inserimento dei dati che il MES userà, bensì la definizione del modello di assemblaggio ottimale. Questo perché il team di lavoro può scegliere di replicare sul sistema ogni singolo task presente sul diagramma delle precedenze usato per il bilanciamento delle linee per ogni prodotto oppure, se raggruppare i task in gruppi più grandi da andare poi a inserire. La differenza nei due approcci sta nella mole di lavoro necessaria per la creazione dei modelli dei vari prodotti nel MES e per la loro manutenzione.

Tra i vantaggi legati alla definizione di modelli con task aggregati troviamo la semplificazione dell'adozione e il minore impatto sul tempo ciclo della linea. Riportare il diagramma delle precedenze dettagliato nel MES significa, oltre a dover spendere molto tempo per l'inserimento, aumentare la complessità operativa sulle linee. Infatti affinché il sistema sappia che ogni task è stato iniziato e concluso, e poter così sbloccare la fase successiva, è necessario che l'operatore dichiari sistematicamente l'inizio e la fine di ogni singolo lavoro. Ciò comporta che gli operatori della linea dovranno interagire con il sistema all'inizio e alla fine di ogni singolo task con conseguente

aumento dei tempi necessari alla realizzazione del prodotto. Infatti se la complessità del prodotto è tale da avere tanti piccoli task, magari anche di durata breve, il tempo di interazione totale con il sistema, ottenuto come il prodotto tra il numero di task e tempo di interazione dell'operatore sommato a quello di risposta del sistema, sarà sicuramente più alto e impattante sul tempo totale rispetto alla soluzione con minori interazioni dovute al modello produttivo semplificato.

Per quanto riguarda poi la gestione dei comportamenti per il successo nell'adozione del nuovo sistema, essere obbligati ad avere molte interazioni per poter svolgere i propri compiti dà sicuramente un'idea di incremento della complessità nel processo agli occhi degli operatori che potrebbero maturare maggiori resistenze ed opporsi più fermamente al cambiamento.

Quindi l'azienda nel decidere quale modello del ciclo produttivo andare a inserire all'interno del sistema deve cercare il giusto compromesso tra il dettaglio di controllo che vuole avere sul processo, che cresce all'aumentare del numero di operazioni riportate a sistema, e la complessità che si troverà poi a dover gestire sia nel software che sulle linee di assemblaggio. La scelta del team nel caso DAB, in linea con quanto deciso fino a quel momento, è stata quella di identificare un modello di processo produttivo che non fosse solo semplificato per ogni prodotto ma che fosse addirittura utilizzabile nel maggior numero possibile di casi. Per fare ciò sono state identificate le comunanze tra i cicli produttivi per permettere di creare dei modelli che si basassero sui task presenti su tutti i prodotti. Nel caso delle due linee pilota questo si tramutò nella creazione di soli due modelli a fronte di una varietà di prodotti gestibile sulle linee molto più alta. Infatti, arrivati ad un alto livello di aggregazione, i prodotti erano distinguibili tra quelli che subivano un solo collaudo nella stazione uno e quelli che venivano sottoposti anche al collaudo due. La scelta rispecchiava comunque la volontà aziendale di tenere maggiormente sotto controllo proprio le fasi di collaudo per monitorare e aumentare la qualità dei propri prodotti.

Quindi i due processi da dover riportare a seconda dell'articolo che veniva lavorato sulle due linee pilota erano:

- A. INIZIO - COLLAUDO 1 – COLLAUDO 2 – SCARICO
- B. INIZIO - COLLAUDO 1 – SCARICO

Lo svantaggio di questo approccio è l'impossibilità di poter sapere esattamente in quale task o stazione, all'infuori di quelle di collaudo, un certo prodotto è fermo. Inoltre c'è l'impossibilità di poter calcolare dettagliatamente i tempi per ogni stazione data la possibilità di conoscere solo i tempi tra i momenti di inizio, collaudo uno, collaudo due e imballaggio. Questi svantaggi e lo sforzo richiesto all'identificazione dei modelli sono stati però compensati dai benefici che il progetto MES ha ottenuto come la velocità di creazione del modello di processo per ogni prodotto sul sistema, la facilità nella manutenibilità e a facile adozione sulla linea grazie al numero basso di passaggi obbligatori con il sistema da parte degli operatori.

### 2.6.3 Il funzionamento sulle linee del MES

Arrivati a questo punto con aspetti hardware e software ben definiti il team ha avuto a disposizione un sistema perfettamente funzionante e già collaudato sulle linee pilota. Il processo produttivo connesso dalla presenza del MES, riprodotto nella Figura 2.7, vedeva la scomparsa della carta sulle linee con il vantaggio di non avere più informazioni, come le istruzioni di montaggio, obsolete o difficili da reperire perché non aggiornate o presenti su PC ad accesso limitato.

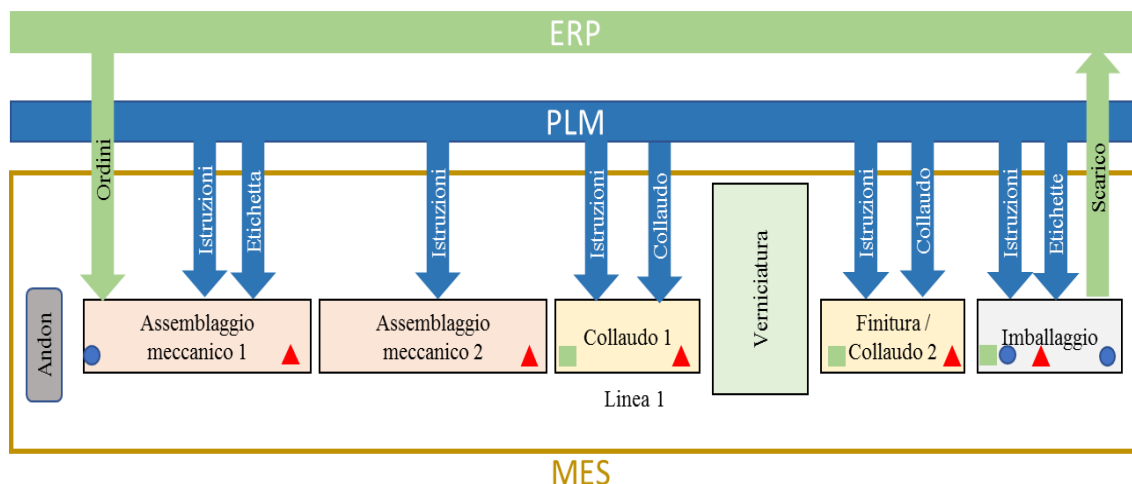


Figura 2.7 La comunicazione tra MES, ERP e PLM per le attività in linea

L'ordine arriva alla linea tramite lo scambio di dati da ERP a MES il quale acquisisce tutti gli ordini che gli schedulatori ritengono pronti per la produzione. Il capolinea avvia un ordine di produzione direttamente dal suo tablet potendo decidere tra un elenco generato dal sistema oppure impostando una sequenza che dovrà essere rispettata. A questo punto sulla prima stazione arriva la notifica di avvio nuovo ordine, il sistema genera i seriali i quali vengono stampati man mano che l'operatore dichiara, tramite la semplice pressione su un pulsante del tablet, l'inizio della lavorazione di un certo prodotto (Figura 2.8).



*Figura 2.8 Prima stazione con stampante e tablet per il lancio della produzione*

Dopo aver completato le operazioni di quella stazione e aver provveduto ad applicare la prima etichetta, il prodotto viene mandato alle stazioni successive le quali svolgeranno i loro task. Alla fine delle operazioni di assemblaggio l'operaio addetto al collaudo procede a identificare il prodotto che sta per testare tramite scansione del codice seriale (come mostrato in Figura 2.9).

Il sistema reperisce i dati di collaudo presenti sul PLM e li usa come riferimento per decretare il passaggio o meno del prodotto. In caso di successo il MES dichiara conclusa quella fase e darà la possibilità di andare avanti. La stessa cosa si ripete con il secondo collaudo. In entrambi i casi se il collaudo fallisce il sistema non darà l'ok a far avanzare quel prodotto inibendone dunque il completamento.



*Figura 2.9 Scansione del codice a barre di un prodotto prima del suo collaudo [46]*

Dopo il secondo collaudo il prodotto arriva all'ultima stazione dove, dopo aver identificato il seriale tramite scannerizzazione, il sistema genererà l'etichetta prodotto e quella imballo da dover utilizzare andando a comunicare con il PLM per ricevere le maschere e altri dati da usare (Figura 2.10). Contemporaneamente la comunicazione tra MES e ERP permette di scaricare i prodotti e monitorare il complessivo completamento dell'ordine.



*Figura 2.10 Stampaggio etichetta imballo del prodotto [48]*

Come definito nei requirements, sin dalla prima versione, il sistema dava la possibilità agli operatori e al capo linea di andare ad aprire una comunicazione verso gli uffici di manutenzione e qualità in caso ci fossero dei problemi riscontrati, comunicazione che

era possibile anche verso i soggetti interessati in caso di infortunio o mancato infortunio. L'utilizzo del MES a questi scopi permetteva di evitare l'uso dei telefoni per la comunicazione dei problemi e di tenere traccia dei problemi e di come questi fossero stati risolti. Infatti dopo la creazione di una comunicazione, alla quale l'operatore doveva assegnare una certa criticità, un addetto al reparto verso cui era partita prendeva in carico la richiesta dopo aver ricevuto una notifica sul tablet e sull'andon del proprio ufficio. Alla risoluzione del problema l'addetto può dichiarare qual era la causa radice e la soluzione che è stata intrapresa. Tutte queste informazioni vengono poi salvate dal MES nel proprio database.

L'enorme vantaggio che l'uso del software fa ottenere è la creazione di un sistema di knowledge management che permetta la condivisione delle problematiche e delle soluzioni a tutti. Mentre prima la conoscenza su determinati problemi andava dispersa perché riportata su fogli di carta o solo sul proprio PC, ora tutti i portatori di interesse potevano sapere quali fossero i problemi più comuni e come risolverli. Il raggiungimento di questo vantaggio richiede il superamento di una grande criticità: il cambiamento delle abitudini delle persone. Bisogna evitare che le persone continuino ad usare i vecchi strumenti e convincerli dell'utilità dei nuovi.

Inoltre durante l'intera durata dell'ordine era possibile per tutti comprendere in maniera immediata come la linea stesse preformando tramite gli andon presenti in testa alle linee. Un esempio di quello che può essere un andon nel caso DAB è presente nella Figura 2.11. Per gli operatori era poi possibile consultare in qualsiasi momento sui tablet di stazione le istruzioni di montaggio legate al prodotto cui si riferiva l'ordine.

<b>D202</b>	Qtà turno <b>35</b>	Qtà prodotta <b>29</b>	Num Operatori <b>4</b>	Qtà anticipo
Prodotto <b>60179910</b>	Descrizione <b>KV 6/11 230/400/50T VERTICALE IE3</b>	Qtà ordine <b>1</b>	Qtà prodotta <b>0</b>	<b>0</b>
<b>KPI</b>	OPR <b>89.3%</b>	LE <b>89.3%</b>	Scarti Turno <b>0</b>	Rework Turno <b>0</b>

Figura 2.11 Un esempio di andon gestito dal MES in DAB Pumps

Nonostante molte delle funzionalità richieste al sistema fossero presenti già dopo l'implementazione della prima versione, rimanevano ancora dei requirement che il sistema implementato non rispettava. Per questo nei periodi successivi il team ha provveduto allo sviluppo del sistema mantenendo le linee scelte per testare le demo e la prima versione, come quelle designate a provare per prime le nuove funzionalità rilasciate al fine di ridurre al minimo il tempo necessario per comprendere se le nuove soluzioni introdotte siano adatte o meno.

Tra le nuove funzionalità che il team ha dovuto attivare e perfezionare insieme al fornitore troviamo quella per la dichiarazione delle rilavorazioni e degli scarti. Anche in questo caso lo sforzo maggiore nel rendere funzionante questa parte di sistema non era legato all'effettiva implementazione tecnica quanto alla definizione dettagliata delle modalità di utilizzo. In particolare si sono dovuti definire due aspetti:

- 1) a chi dare la possibilità di dichiarare gli scarti e le rilavorazioni;
- 2) quali fossero le causali di scarto e di rilavorazioni;

Per quanto riguarda il primo punto la decisione del team doveva tenere in considerazione come il processo produttivo, anche sulle linee pilota, si svolge. In caso di mancato superamento dei collaudi l'operatore doveva poter dichiarare la necessità di eseguire una rilavorazione. A questo punto era indispensabile poter tener traccia del numero di rilavorazioni e dell'eventuale utilizzo di materiale aggiunto. Perciò la possibilità di dichiarare un rework è stata data a tutti gli operatori, anche quelli non coinvolti nel collaudo. Questo perché si voleva dare la possibilità a chiunque, prima del test di prodotto, di poter dare il via ad una rilavorazione se ci fossero problemi durante l'assemblaggio. Per quanto riguarda gli scarti l'approccio è stato diverso con solo i capolinea abilitati a dichiarare prodotti o componenti difettosi e dove questi vengano stoccati.

In merito alle causali il team ha dovuto invece eseguire un'analisi congiunta con i responsabili di varie aree legate alla produzione, come per esempio la qualità, per cercare di definire quelle categorie che avrebbero permesso all'azienda di capitalizzare la conoscenza sulle problematiche legati a componenti o al prodotto in sé.



Anche in questo caso di implementazione di una nuova funzionalità il team ha dedicato molto tempo alla comunicazione con tutti gli attori potenzialmente interessati al fine di coinvolgerli nel processo di definizione delle caratteristiche e degli approcci migliori. Ciò ha permesso di portare in test le nuove funzioni, sistemare i piccoli problemi legati alla nuova aggiunta e renderla operativa in tempi brevi e con una resistenza molto bassa.

## 2.7 Considerazioni finali sull'implementazione del MES in DAB Pumps

Quella sviluppata da DAB è solo una delle possibili soluzioni MES implementabili da parte di un'azienda. Ogni impresa osservando al proprio contesto e alle proprie necessità dovrà definire e realizzare il sistema più adatto. Ma l'approccio avuto durante la creazione della soluzione e i suoi successivi sviluppi ha sicuramente favorito la riuscita del progetto e il raggiungimento degli obiettivi posti, nei tempi e nei costi attesi. Quindi si può dire che questo metodo possa essere effettivamente usato anche da altre aziende per il raggiungimento del successo, non solo di iniziative MES ma più in generale di iniziative legate alla digitalizzazione.

Se si guarda al processo che ha portato alla realizzazione del sistema è possibile notare come ci sia una grande differenza introdotta rispetto a quanto già presente nella letteratura. Facendo riferimento agli approcci per l'adozione del MES suggeriti nella letteratura scientifica, come quelli di Hain & Hicham & Abdelali & Adil. [49], Riley Elliott [50] o ControlEngineering [51], viene data una forte enfasi sulle fasi iniziali di valutazione dei requirements, redazione della gap analysis per la definizione dei passi necessari e sull'identificazione di rischi e benefici. Ciò in cui DAB è stata realmente differente è proprio il processo di scelta nel quale si è voluto tastare con mano, nella fabbrica, più sistemi prima di arrivare alla conclusione. Questo ha permesso come visto di ridurre i tempi ma anche di ottenere il sistema che riuscisse a dare il maggiore valore. Un'altra scelta fondamentale per la velocità di implementazione è stata quella fatta nell'imporsi di trovare un sistema che fornisse, out of the box, circa l'80% delle funzionalità e delle caratteristiche desiderate. Si potrebbe dire che quest'ultimo aspetto ha portato ad un dilatamento dei tempi nell'individuazione del software perfetto ma ha permesso di ridurli considerevolmente nel più lungo periodo. Infatti, tra i maggiori ostacoli quando si decide di implementare un sistema nuovo, qualsiasi esso sia,

troviamo la complessità e la numerosità delle customizzazioni richieste. Ogni personalizzazione richiede un dialogo stretto tra cliente e fornitore per arrivare a comprendere dettagliatamente ciò che si vuole ottenere. Poi bisognerà aspettare i tempi, necessari, legati alla creazione da zero di una parte di software da parte del fornitore. Inoltre, spesso la maggior parte dei problemi che vengono riscontrati in fase di test sul campo sono proprio legati alle customizzazioni. Queste considerazioni sono tanto più vere tanto più le personalizzazioni sono spinte e lontane da ciò che il sistema offre a standard.

L'altro aspetto fondamentale che ha permesso di ridurre la resistenza al cambiamento, seppur non azzerandola, è stato quello di procedere per piccoli incrementi di sistema. Si può dire che in DAB la creazione e sviluppo del sistema siano stati gestiti secondo un ciclo di DEMING Plan, Do, Check, Act dove prima di implementare le nuove funzionalità si garantiva che quelle precedenti fossero sufficientemente radicate nella fabbrica e sufficientemente funzionanti.

Altri fattori per cui il progetto MES, e più in generale la digitalizzazione, in DAB si distingue da quelli realizzati in molte altre imprese manifatturiere sono il tipo di project management usato e la comunicazione costante durante tutto il progetto. Per quanto riguarda il project management, per i progetti digitali la direzione in cui DAB ha deciso di andare è quella agile con conseguente abbandono dei metodi classici di gestione, detti waterfall, per usare lo SCRUM. Questo ha permesso di dare ritmo al progetto ed evitare di allungarne i tempi.

## CAPITOLO 3

### 3 L'IMPORTANZA DELLA GESTIONE AGILE E DELLA COMUNICAZIONE PER IL PROGETTO MES

Come anticipato nel capitolo precedente uno degli aspetti in cui l'implementazione MES in DAB pumps si è distinta rispetto a molte aziende del settore metalmeccanico è stato il project management di tipo agile con l'applicazione della metodologia scrum. Pur essendo il MES un software a tutti gli effetti non è così scontato che un'azienda manifatturiera decida di usare questo tipo di approccio per portare un nuovo sistema nella fabbrica. Questo perché spesso la mancanza di consapevolezza sul metodo fa sì che si associ lo scrum solo ed esclusivamente allo sviluppo software mentre in realtà il campo di utilizzo è molto più ampio. Nel capitolo sarà data una breve panoramica sul metodo, sullo stato di adozione, benefici e criticità e come questo abbia aiutato nel caso studio.

Inoltre verrà sottolineata l'attenzione posta dall'azienda nella comunicazione per accompagnare le persone durante il cambiamento.

#### 3.1 La gestione progetti agile con scrum

L'agile nasce ufficialmente nel 2001 con la pubblicazione del suo manifesto ma per quanto riguarda lo scrum la sua creazione avviene negli anni novanta. Sfruttando l'idea nata dalle menti di Takeuchi & Nonaka nel 1986 per favorire lo sviluppo dei prodotti, Jeff Sutherland insieme a Ken Schwaber definirono nel 1995 il framework scrum iniziando la sua diffusione. Solo nel 2002 venne creata la scrum alliance con lo scopo di portare i benefici in tutto il mondo e al maggior numero possibile di realtà, da quelle aziendali a quelle governative ma anche sportive ed educative

Nel corso degli anni il numero di aziende che ha deciso di utilizzare l'approccio scrum per la gestione dei propri progetti è aumentata e, nonostante sia sempre stato visto come un metodo per la gestione di progetti strettamente legati alla creazione del software, è stato utilizzato in moltissimi ambiti.

Secondo l'ultima survey condotta da CollabNet VersionOne [52] sullo stato dell'agile nel mondo l'utilizzo di questi metodi è radicato nella maggior parte delle imprese. Dallo studio, condotto sul campione comprendente azienda da tutti i settori, si può evidenziare come il 97% dei rispondenti dichiarò di star implementando una metodologia agile nella propria realtà. Ciò risulta vero anche per il settore industriale/manifatturiero, anche se solo il 4% del campione apparteneva a questa categoria. Questo dato va però in contrapposizione a quello che viene dichiarato dai rispondenti riguardo ai loro team. Il team è un elemento chiave di tutte le metodologie agile ma solo il 22% dei rispondenti ha affermato che tutti i loro team di lavoro adottino framework agile. Ciò vuol dire che anche se la totalità delle aziende si sta affacciando su questa realtà molte meno sono quelle che realmente ne fanno il principale metodo di lavoro lasciando ampi margini di miglioramento per la futura crescita del metodo.

Nella stessa survey si cerca di capire quali metodologie agili vengano maggiormente usate nelle aziende e ben il 54% ha dichiarato di usare approcci di tipo scrum puro, percentuale che arriva al 72% se si considerano anche approcci basati su scrum e sue derivazioni. I numeri ottenuti trovano conferma anche nella ricerca fatta dalla Scrum Alliance [53] su oltre duemila dei propri membri sparsi in tutto il mondo; qui viene riportata una percentuale di aziende che usano scrum all'interno dei propri progetti del 55%. Guardando allo stato negli anni precedenti si può osservare che l'utilizzo dello scrum è cresciuto di anno in anno rimanendo sempre in testa rispetto ad altro approccio agile. Si può osservare dunque che a livello internazionale l'agile, e in particolare lo scrum, abbia un ruolo fondamentale e sia soggetto a un'attenzione sempre crescente.

Per quanto riguarda invece la situazione italiana nel 2018 questa viene fotografata dal Tavolo di lavoro Agile degli Osservatori Digital Innovation [54] che mostra trend simili a quelli internazionali anche se con numeri diversi. In particolare solo il 10% delle aziende ha dichiarato di non usare nessun approccio agile mentre un altro 10% dichiara di essere diventata ormai totalmente agile. Rispetto al passato si osserva però un netto miglioramento visto che nel 2017 la percentuale delle aziende che non usava nessun approccio agile era del 20% e quelle che lo erano totalmente si fermavano solo al 2%.

Il quadro messo in evidenza ci dice che in Italia le aziende si sono rese conto più tardi dei possibili benefici dei nuovi approcci ma che comunque la tendenza è quella di una maggiore adozione e ciò sta accadendo rapidamente. Le motivazioni che spingono molte aziende a propendere per l'agile e lo scrum risiedono nei potenziali benefici che si possono ottenere.

Per comprendere i benefici dello scrum è conveniente partire dal capire brevemente le sue modalità operative e le figure chiave.

### 3.1.1 Figure chiave, artefatti e cerimonie dello scrum

Essenzialmente possono essere identificate tre figure chiave per lo scrum, ognuna avente un ruolo ben preciso e utile al raggiungimento dell'obiettivo. Le tre figure sono:

- A. lo scrum master: è colui che guida il team e il product owner nell'applicazione del metodo. È una persona esperta e, con delle conoscenze che permettono di superare gli ostacoli metodologici, aiuta a capire ciò che è stato fatto, ciò che si vuole fare e ciò che ha impedito che le cose si facessero. Il suo compito è quindi di supporto ed è essenziale, soprattutto nelle primissime fasi quando il team scrum non ha ancora esperienza e non sa bene come muoversi con lo scrum;
- B. il product owner: è il soggetto che si occupa di settare la vision, dare le priorità e definire bene ciò che si vuole raggiungere. Il suo ruolo è anche di intermediazione tra il team e gli stakeholder che si attendono determinati risultati. Inoltre ha il compito di ascoltare la voce del cliente, interno o esterno, e di adeguare di conseguenza la direzione del lavoro del team;
- C. il team: comprende dalle sei alle nove persone provenienti da vari dipartimenti. Le particolarità del team comprendono l'internazionalità e la possibilità di potersi autogestire per decidere autonomamente cosa è meglio fare.

Tutte queste figure lavorano sinergicamente durante il progetto e saranno responsabili dei risultati ottenuti.

La gestione del progetto si svolgerà seguendo alcune cerimonie specifiche dello scrum:

- I. user story mapping: in questa fase il team riceve le indicazioni su quello che è l'obiettivo principale e su ciò che il cliente si aspetta. Partendo da qui bisogna identificare tutti i macro task, realizzabili all'interno di uno sprint, che dovranno essere completati per raggiungere il goal. Si crea così una board che contiene il product backlog con le "storie" (task) da dover raccontare per arrivare allo scopo;
- II. sprint planning: partendo da una o più storie che il team ritiene di poter completare nello sprint è necessario che insieme si definiscano autonomamente i task giornalieri che dovranno essere completati per rilasciare il miglioramento. Qui il dettaglio a cui si può arrivare è molto elevato. Ognuno dei task diventa un post it a cui viene dato un punteggio, in base all'effort richiesto, e un responsabile per lo svolgimento. I foglietti vengono posizionati su una nuova lavagna creando così lo sprint backlog;
- III. daily scrum: ogni giorno il team si trova per quindici minuti di fronte ad una lavagna (kanban board) con le tre colonne *to do*, *in progress* e *done*. Durante questi meeting il team si pone tre semplici domande e cioè: cosa è stato fatto dall'ultimo daily scrum meeting, cosa si deve fare per il prossimo e quali sono stati i problemi con relative possibili soluzioni. Lo scopo dell'incontro è di allineare tutti i membri su ciò che si sta facendo e tenere sotto controllo il lavoro favorendo la comunicazione. I risultati, in termini di punti relativi alle attività svolte, vengono riportati su di un *burned down chart* che permetterà la visualizzazione immediata dell'andamento del progetto. Infatti ponendo sull'asse delle ascisse il tempo e su quello delle ordinate il totale dei punti da completare nello sprint è possibile creare una retta rappresentante l'andamento medio che dovrebbe tenere il team e confrontarla con la spezzata generata riportando i punti effettivamente completati ad ogni riunione per vedere se il team è o meno in linea con i tempi e qual è la sua velocità come mostrato nella Figura 3.1;
- IV. sprint review: alla fine dello sprint il team e il product owner mostrano i risultati ottenuti agli stakeholder e/o ai clienti. L'obiettivo è di arrivare alla fine dello

sprint in grado di mostrare un qualcosa che possa rilasciare valore all'azienda (un'analisi, un pezzo di software, una nuova disposizione di assemblaggi) o che possa essere realmente testato (come un prototipo di software o di prodotto). In questo momento è possibile che alla luce di ciò che è emerso i clienti/stakeholder definiscano nuove priorità o nuovi obiettivi;

- V. sprint retrospective: dopo l'allineamento con i portatori di interesse il team si ferma a riflettere da solo su cosa è andato male nel modo di portare avanti lo sprint. Non si parla più quindi del risultato ma di come lo si è raggiunto. Lo scopo è quello di arrivare ad una lista di azioni da intraprendere per migliorare lo svolgimento e la velocità nel prossimo sprint (per esempio migliore definizione dei micro task e dei pesi). Questa fase è importante perché permette al team di confrontarsi faccia a faccia favorendo la chiarezza e la trasparenza.

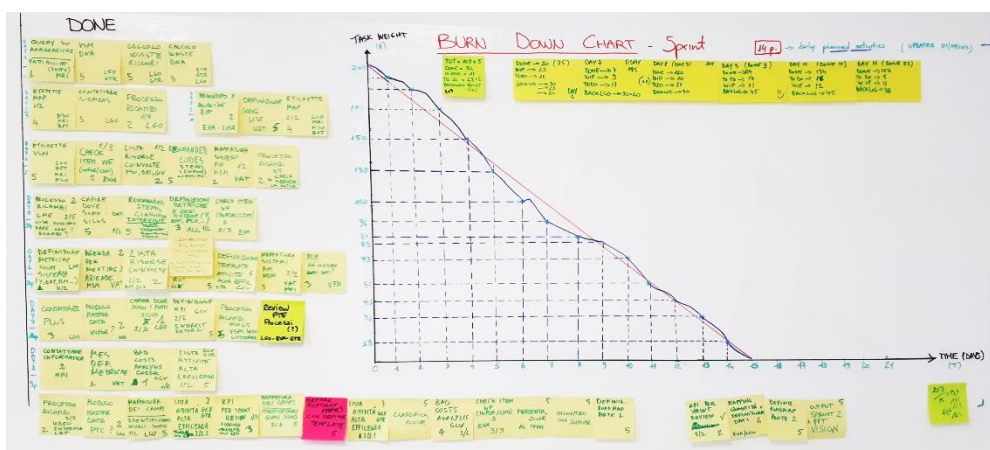


Figura 3.1 La colonna "Done" con il burn down chart di uno sprint del team

Le fasi dalla II alla V vengono ripetute ciclicamente per ogni sprint fino al completamento del progetto. Lo sprint, secondo il metodo scrum, è un periodo di tempo di durata compresa tra un minimo di una settimana a un massimo di un mese. Una volta scelta la durata degli sprint il team deve cercare di mantenerla uguale, o al limite ridurla, per tutto il progetto

È possibile riassumere l'approccio scrum della visione dei progetti nella seguente Figura 3.2 che mostra i momenti principali.

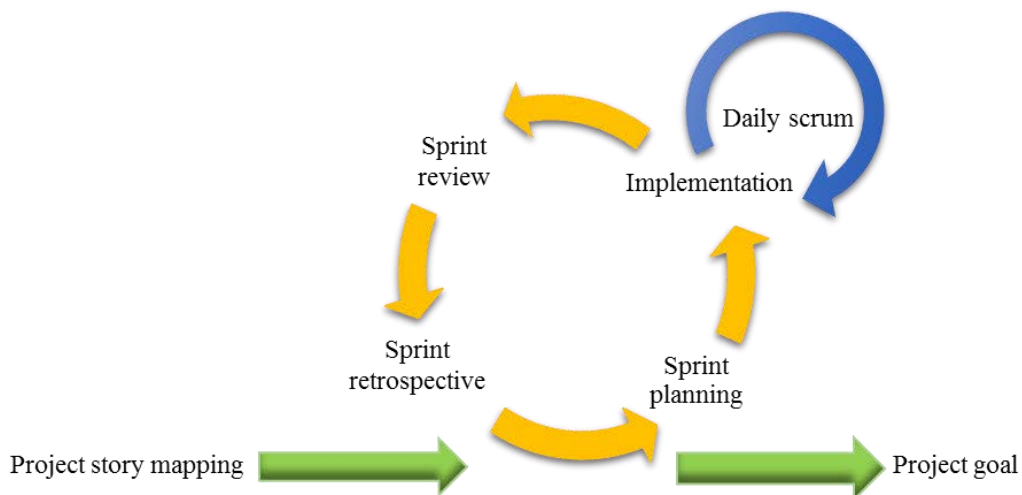


Figura 3.2 L'approccio scrum alla realizzazione di un progetto

### 3.1.2 I vantaggi della gestione scrum

Osservando ciò che prevede il metodo si vede come questo tenda ad aiutare il team nell'essere più veloce grazie alla creazione dei miglioramenti incrementali rapidi e continui. L'approccio "good enough" permette di ridurre al minimo i tempi per fornire al cliente una prima forma di prodotto funzionante al quale successivamente verranno aggiunti i futuri improvements. Con lo scrum l'attenzione si focalizza proprio sul cliente e sul valore che lui richiede permettendo di direzionare lo sviluppo del progetto lì dove c'è realmente bisogno. Infatti secondo Jeff Sutherland [55] l'80% del valore che viene richiesto dal cliente all'inizio di un progetto risiede nel 20% delle caratteristiche esplicitate all'inizio. Riuscire a rilasciare subito queste caratteristiche chiave permette di dare una marcia in più al progetto ed eventualmente portarne anche alla fine anticipata se il cliente si rendesse conto di non aver effettivamente bisogno delle altre funzionalità perché superflue. Il fatto di chiudere prima un progetto porta al vantaggio di potersi dedicare subito ad un altro garantendo un aumento della loro rotazione, e quindi dei benefici, e ad un impiego minore di risorse nel tempo.

Altro aspetto chiaramente favorito dal metodo è la comunicazione e l'allineamento. Gli incontri giornalieri permettono di far coordinare meglio le persone evitando di avere situazioni in cui qualcuno faccia qualcosa che però non si sposterà mai con ciò che sta facendo un altro membro del team (tipico esempio è la scrittura di due blocchi di codici



che dovranno parlare tra di loro). I meeting giornalieri permettono poi di far maturare al team una chiara visione di ciò che sta accadendo e dello scopo a cui si vuole giungere. L'allineamento con gli stakeholder alla fine degli sprint permette di informare il team su nuovi andamenti o dinamiche che possono portare al cambiamento degli obiettivi; ciò è molto importante soprattutto in quei contesti aziendali fortemente dinamici, caratterizzati dalla necessità di reagire velocemente alle influenze esterne, dove se si attendesse il totale completamento del progetto prima di una sua valutazione e del reindirizzamento degli obiettivi si finirebbe per perdere molto tempo. Inoltre la comunicazione è favorita dalla gestione visual di tutte le fasi del progetto attraverso l'uso delle lavagne, post it e grafici intuitivi come mezzo per mostrare e far capire a chiunque in ogni momento come il progetto e il team stiano performando.

Il lavoro in team inoltre permette lo sviluppo di competenze trasversali nelle persone che potranno maturare conoscenze in ambiti diverse da quelle apprese nella funzione di provenienza. Ciò garantisce lo sviluppo delle persone e l'aumento del loro coinvolgimento e della loro partecipazione nel progetto. Questo aspetto però fa emergere la necessità di scegliere con attenzione le persone che faranno parte del team in quanto queste dovranno avere caratteristiche quali la voglia di apprendere e di allargare i propri orizzonti. Si può dire poi che la soddisfazione delle persone nel lavorare in team scrum aumenta anche per via della maggiore autonomia che questi hanno nel portare avanti le proprie attività, anche se questo comporta dall'altro lato un aumento delle responsabilità.

Un altro vantaggio che l'approccio scrum permette di ottenere è la chiara definizione delle priorità, con conseguente movimento unisono di tutto il team, e la possibilità di poterle modificare a seconda delle necessità. Infatti le priorità, oltre ad essere chiare, sono sempre aggiornate grazie ai passaggi ciclici del metodo, riuscendo ad essere sempre aderenti alle necessità dei clienti e degli stakeholder. Si evince dunque che tramite l'utilizzo di scrum si possa ottenere un notevole aumento nella flessibilità e nell'adattabilità alle modifiche del progetto in corsa. Non bisogna poi dimenticare che la logica iterativa fatta di piccoli passi aiuta a guidare il cambiamento all'interno

dell'azienda favorendo l'assimilazione di piccole novità invece di grandi novità che possono far aumentare la resistenza al cambiamento.

Affinché tutti questi vantaggi siano raggiunti però ci sono delle condizioni che devono essere verificate e che bisogna sempre tenere bene a mente. In primis ci deve essere sin dall'inizio una definizione chiara e condivisa della vision e dell'obiettivo del progetto. Questo perché la natura iterativa di scrum può portare gli stakeholder o il cliente a chiedere continui sviluppi funzionali. Non bisogna permettere che lo scrum crei progetti senza fine per via dell'assenza di un numero predefinito di sprint da dover realizzare. Perciò, definire chiaramente l'obiettivo dove si vuole giungere è essenziale. Un altro aspetto fondamentale è la definizione chiara di "fatto" e cioè quali sono le condizioni in cui il team può chiaramente dire che qualcosa è stato portato a termine (questo è maggiormente importante quando i deliverables non sono materiali come nel caso del software). È poi essenziale che il team abbia al proprio interno persone le quali abbiano un forte commitment del progetto pena il rallentamento delle attività. Non va poi sottovalutata l'importanza della dimensione del team: se troppo piccolo si rischia di non farcela nei tempi dello sprint, se troppo grande si rischia al contrario di rallentare il progetto per la difficoltà di comunicazione e allineamento. Lo scrum prevede la possibilità di rimpiazzare le persone se queste non si sentano a proprio agio nel progetto, a patto di mantenere un gruppo centrale stabile che mantenga gli equilibri. Bisogna poi garantire che il management aziendale non vada a creare troppe pressioni e ad esercitare un controllo troppo stringente sul team per evitare un possibile abbassamento del morale da parte delle persone.

Osservando quest'ultimo aspetto si capisce che implementare lo scrum in azienda non è sempre facile, soprattutto in quei contesti aziendali dove il management vuole necessariamente mantenere un controllo serrato su tutto ciò che accade facendo sentire la propria presenza e le proprie pressioni durante lo svolgimento delle attività. Spesso per poter applicare scrum, e giovare di tutti i benefici di questa gestione, è necessario agire anche a livello di business cambiano la visione interna sui progetti e sul modo con cui approcciarli.

### 3.2 L'uso di scrum e i suoi vantaggi nel progetto MES

Dopo aver fatto le considerazioni viste nel capitolo 2 sulla necessità di evolversi e di muoversi verso la digitalizzazione, la DAB ha capito che questo cambiamento doveva avvenire il più velocemente possibile cercando di ridurre comunque al minimo il rischio di fallimento. Fu questo che spinse il management ad optare per la gestione agile del progetto tramite l'uso dello scrum. Così dopo aver creato una vision ben definita sul MES e su quello che avrebbe dovuto fare, l'azienda ha deciso di creare un core team composto da rappresentanti provenienti dagli uffici R&D, industrializzazione, digitalizzazione e qualità. A questo team centrale di quattro persone sono state poi affiancate diverse persone provenienti da altre funzioni durante gli sprint così da rispondere alla necessità di competenze specifiche assenti. Avere un core team stabile è stato fondamentale per mantenere chiari gli obiettivi e il focus su ciò che si stava facendo evitando le perdite di tempo legate al trasferimento di informazioni ad un intero altro gruppo di persone. Nel caso DAB inoltre, il team MES non aveva ancora conoscenze approfondite sul metodo scrum ed è stato dunque necessario e fondamentale procedere con una prima fase di formazione sull'approccio per convincere le persone che il suo utilizzo avrebbe garantito dei benefici notevoli. Una particolarità della gestione scrum nel progetto MES fu quella di far ricadere sia il ruolo del product owner che di scrum master sulla stessa persona il quale è a capo dell'ufficio digitalizzazione. La scelta era guidata dal fatto che questa persona aveva maturato nel tempo molte conoscenze in ambito digitale ed inoltre era colui che per primo si era cimentato nello scrum in DAB diventando scrum master certificato. Per concludere venne deciso di fissare a quattro settimane il time box per la realizzazione di ciascuno sprint.

Come previsto dal metodo la prima cosa che il team fece fu creare il project backlog (con tutte le relative storie che avrebbero portato al soddisfacimento delle esigenze manifestate dall'azienda. Per fare ciò sono state individuate le cinque macroaree sulle quali andare ad agire e per ognuna di esse sono stati definiti i passi da dover compiere per raggiungere i goal relativi all'area. L'idea che sta alla base di questo approccio è che completando tutte le storie di tutte le aree si possono raggiungere tutti gli obiettivi prefissati. La particolarità di questo modo di pianificare sta nel fatto che le storie

devono essere generate tenendo in mente che ognuna di esse al suo completamento deve portare ad un rilascio di valore e alla produzione di qualcosa che si possa definire completo. Inoltre le storie vanno viste come una serie di miglioramenti incrementali che se realizzati portano al raggiungimento dell'obiettivo del progetto.

Considerando per esempio che uno degli obiettivi era la definizione del fornitore e del software migliore non è stato creato dal team solo un post it con scritto "definizione del fornitore" ma più bigliettini che specificavano i passi necessari alla giusta selezione (long e short list, valutazione delle presentazioni, riflessioni sulle demo), ognuno dei quali sarebbe poi stato spezzettato in micro task durante la fase di sprint planning (ricerca su internet di possibili fornitori – scrematura – definizione scaletta incontri etc). Identificare tutte le storie necessarie alla creazione del prodotto finale sin all'inizio del progetto non è semplice, infatti il risultato che si ottiene spesso non corrisponde alla lista di storie concluse alla fine del progetto. Questo è tanto più vero quanto più l'orizzonte temporale di pianificazione è lungo a causa della naturale incertezza che esiste. Il metodo scrum si differenzia proprio in questo da quelli classici a cascata i quali prevedono, al contrario, la definizione dettagliata di tutte le attività da parte di un soggetto che potrebbe anche non fare parte del team che eseguirà i lavori e quindi con una visione meno realistica del progetto. La definizione dettagliata richiede molto tempo e sforzo. Scrum evita ciò e permette ai progetti di avere uno slancio iniziale senza l'appesantimento dovuto alle lunghe documentazioni e previsioni di dettaglio da preparare.

Questa ridefinizione delle storie ha avuto luogo anche nel progetto MES dove dopo la prima definizione delle storie ne sono state aggiunte delle altre così da facilitare la gestione del progetto. Ciò è accaduto, per esempio, alla fine dello sprint tre per risolvere un problema emerso durante la retrospective. Lo sprint tre del progetto MES ha avuto infatti una durata di circa quattro mesi e quindi molto più lunga di quanto indicato dal metodo. Nella fase di retrospettiva il team si è così interrogato sui motivi che lo avevano portato ad un allungamento tale dei tempi finendo per identificare l'errata definizione delle tempistiche della user story come una causa insieme a al ritardo di alcuni fornitori di macchine di collaudo nell'abilitare queste ultime a comunicare con il

MES. Nell'applicare il metodo scrum non bisogna però mai cercare colpevoli o possibili capri espiatori per ciò che avviene ma bisogna intervenire per fare in modo che il problema non si presenti più. Nel caso specifico una soluzione è stata proprio quella di sfruttare l'esperienza maturata negli sprint precedenti per andare a rivedere tutto lo story mapping e creare nuove storie o ridefinirne delle esistenti per far sì che la loro conclusione potesse avvenire realmente all'interno dello sprint, il risultato è presente nella seguente Figura 3.3.

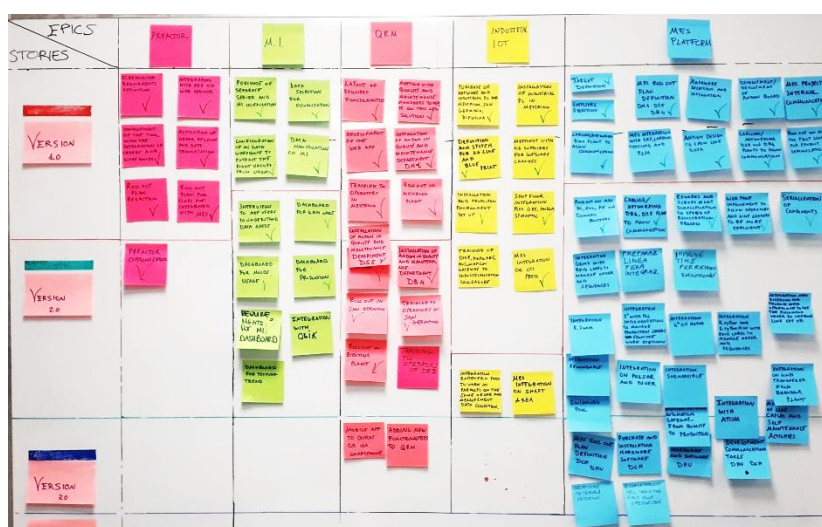


Figura 3.3 Il project backlog rivisto dopo lo sprint tre

Una volta definite tutte le storie è stato necessario poi cercare di dare loro una priorità seguendo le indicazioni sia degli stakeholder sia del product owner nonché il modello di implementazione che si era deciso di seguire per la scelta del fornitore e per le demo. La capacità di dare le giuste priorità al progetto è fondamentale perché spesso bastano poche funzionalità per far sì che un prodotto, in questo caso il MES, possa essere consegnato ai clienti per il suo utilizzo. È proprio questo che il team ha cercato di fare. Come visto nel capitolo precedente in DAB è stata data priorità a quelle funzioni e a quegli aspetti che avrebbero garantito la possibilità di implementare facilmente il sistema e di ascoltare necessità ed esigenze degli utilizzatori per reindirizzare le attività. È stato questo per esempio il caso dello sviluppo della nuova interfaccia grafica per cui la scelta è avvenuta in seguito alle indicazioni fornite dalle persone in linea durante le demo. In questo caso è stato necessario definire una nuova storia da completare nel project backlog che è stata poi esplosa e completata nello sprint successivo.

Da questo esempio si capisce anche come, seguendo i dettami della gestione scrum, non solo le storie ma anche le priorità sono stati riviste e modificate nel corso del progetto. Questo perché l'obiettivo nella gestione scrum è quello di rilasciare valore costantemente e di adattarsi il più velocemente possibile alle turbolenze esterne. Al contrario i metodi waterfall si concentrano su come riuscire a rispettare il più fedelmente possibile il gantt definito inizialmente, anche se magari con il corso del tempo sono nate nuove esigenze o problematiche da risolvere.

Per permettere poi una migliore visualizzazione dello user mapping il team ha definito anche una mappa che collocasse temporalmente le varie attività all'interno di sprint. Uno schema semplificato della pianificazione sviluppata che mostra la schedulazione delle macro attività per i primi tre sprint è riportato nella Figura 3.4. Si può notare che questo tipo di visualizzazione non sia riconducibile in nessun modo a quella del gantt perché non indica le precedenze tra le varie attività ma solo un loro elenco per la sequenza di sprint.

Si può dire che nel caso DAB lo scrum ha sicuramente facilitato le fasi iniziali di avvio del progetto evitando il passare del tempo per la definizione dettagliata di tutte le micro attività da dover portare avanti sin da subito. Questo è avvenuto infatti nel corso dei vari sprint planning perché solo qui il team ha definito nello specifico le attività giornaliere da dover portare a termine per completare le storie che il team stesso aveva scelto di realizzare in quello sprint. Per esempio un'attività di dettaglio da dover svolgere per raggiungere l'obiettivo manufacturing intelligence è stato "definizione software da utilizzare per MI". Questo esempio di task è utile anche per capire l'importanza della pianificazione di dettaglio solo a ridosso della realizzazione della storia. Infatti il task citato originariamente non doveva esistere perché all'inizio si pensava di poter realizzare le dashboard con il software di business intelligence usato già in azienda ma poi, durante lo sprint planning, il team ha capito che per accelerare i test e l'utilizzo del sistema era necessario procedere con l'utilizzo di un altro software. Questo tipo di attività, impreviste all'inizio del progetto ma essenziali per il successo, sono quelle che spesso portano i progetti gestiti in maniera classica a ritardare.

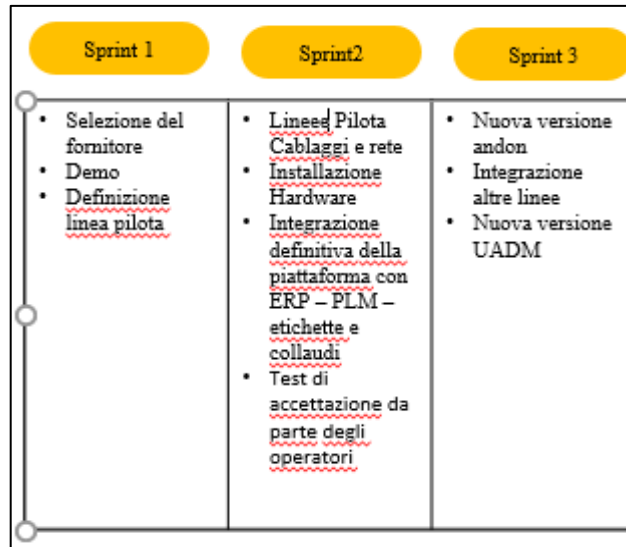


Figura 3.4 Prima parte della schedulazione contenente le storie create dal team nel caso DAB

Un altro aspetto che lo scrum permette di maturare nei team, che si è rivelato fondamentale per la riuscita del progetto MES, è la capacità di adattarsi e di rispondere agli imprevisti. Alla base dello scrum vi è la ricerca e realizzazione immediata del valore che deve rimanere sempre la guida per tutto il progetto. Questo approccio è stato utile soprattutto nel momento in cui il progetto ha raggiunto la “valley of tears”, con la resistenza ai suoi massimi a causa dell’opposizione verso gli smartwatch, quando il team doveva stabilire se continuare sulla strada disegnata all’inizio oppure se adattarsi e cambiare la propria visione del progetto. In questo caso il team poteva decidere di impiegare il proprio tempo e di altre persone per cercare di smuovere la fabbrica dalla propria posizione per poter proseguire con quanto pianificato, oppure se agire velocemente per superare l’ostacolo. La necessità di generare valore ha guidato il team nel trovare la nuova soluzione immaginando di poter usare i tablet. Il tempo che sarebbe stato necessario per una negoziazione sarebbe stato probabilmente molto senza dimenticare che lo sforzo nell’imporre la propria idea avrebbe portato gli operatori in fabbrica a vedere il progetto MES come un qualcosa di totalmente imposto innalzando esponenzialmente la loro resistenza all’adozione. Sebbene possa sembrare che la persuasione verso gli smartwatch avrebbe portato comunque ad un valore, il tempo richiesto per aggirare il problema è stato sicuramente inferiore permettendo al progetto di proseguire. Naturalmente l’approccio non vieta di ritornare sui propri passi se la scelta si rivelasse controproducente.

Nel caso sopra descritto un altro aspetto tipico dello scrum è stato essenziale e cioè la possibilità di rinegoziare le priorità e la schedulazione in maniera rapida e veloce in quanto uno degli scopi dello scrum è quello di rimuovere gli ostacoli per il raggiungimento degli obiettivi. Spesso una pianificazione troppo stringente unita all'imposizione dall'alto verso il team del piano crea un forte ostacolo all'avanzamento dei lavori. Se si immagina che il team MES non fosse stato messo al corrente delle opposizioni maturate dai futuri utilizzatori sugli smartwatch o che gli fosse stato imposto di continuare comunque seguendo il gantt, alla fine il team sarebbe arrivato a rilasciare un "prodotto" che sarebbe stato poco utile. Avendo invece in DAB la possibilità di autogestirsi e di modificare la pianificazione il team ha avuto tutto ciò di cui necessitava per superare la difficoltà e continuare il progetto favorendo il rilascio di valore per l'azienda senza passare per numerosi passaggi burocratici.

Un altro caso in cui la modifica delle priorità è stata fondamentale per proseguire con successo i roll out della soluzione sulle varie linee è stato quello in cui si è dovuto stabilire se continuare il roll out e lo sviluppo sullo stabilimento centrale oppure se dedicarsi agli altri. La pianificazione infatti prevedeva di concentrarsi parallelamente dallo sprint quattro in poi alla connessione sugli altri stabilimenti italiani. Ciò nonostante il team stava osservando che i benefici ottenibili continuando con il rilascio nello stabilimento principale si sarebbero ripercossi anche sugli altri. In particolare ci si è occupati dell'implementazione di una nuova funzionalità del MES focalizzata sulla mappatura e gestione degli asset aziendali, tra cui soprattutto gli stampi che risultavano generare grosse inefficienze in alcuni reparti. Modificare le priorità così da impegnarsi su questo aspetto nello sprint quattro, piuttosto che procedere al roll out altrove, ha permesso di ottenere dei vantaggi tangibili nell'immediato tramite lo sviluppo della nuova parte di software che comunque potrà poi essere facilmente implementata altrove. Come nel caso della creazione del sistema per la linea pilota anche per tutte le altre funzioni è necessario dedicarsi allo sviluppo lì dove il team può osservare cosa accade per poi copiare il sistema altrove molto più facilmente. Se l'azienda avesse imposto al team di continuare così come programmato, quasi ad occhi chiusi, avrebbe perso l'occasione di cogliere i benefici offerti dal sistema. Anche in questo caso la



possibilità di autogestirsi ha permesso al team di essere più veloce e continuare a generare valore.

Si può dire dunque che un altro fattore tipico dello scrum, che ha aiutato il team a raggiungere gli obiettivi, è proprio l'autogestione. In tutte le fasi del progetto è infatti il team stesso che decide come realizzare le cose, quali task portare a termine e come. Non esiste la figura del project manager che dall'alto coordina e gestisce tutte le attività di uno o più progetti contemporaneamente ma è lasciato tutto in mano al team che possedendo tutte le competenze necessarie può decidere cosa è meglio fare per giungere al risultato desiderato. La figura del product owner non coincide con quella di un leader direttivo ma con quella di uno supportivo che aiuta il gruppo di persone a muoversi nella giusta direzione così come richiesto dall'azienda

Come visto il metodo scrum prevede poi degli incontri giornalieri, detti daily scrum, per permettere l'allineamento di tutti i membri del team su ciò che ci sarà bisogno di fare. Una potenzialità notevole di questo approccio è quella di poter creare un collegamento diretto e stabile con i fornitori della soluzione digitale. In DAB la scrittura del software e delle eventuali personalizzazioni non è stata portata avanti internamente ma ci si è avvalsi del fornitore MES. Questo ha comportato che oltre al team in azienda ci fosse un altro team di persone presso il fornitore che si occupavano dello sviluppo del software. In questo caso è essenziale garantire il coordinamento e l'allineamento del lavoro tra i due gruppi. Se si seguisse l'approccio classico si punterebbe alla creazione di un grande documento contenente tutte le specifiche necessarie in quel momento, che probabilmente varieranno nel corso del tempo, per poi arrivare alla fine del progetto senza nessun incontro aggiuntivo. Con i daily scrum si può invece cercare di coinvolgere il fornitore tutti i giorni nelle riunioni di quindici minuti, anche da remoto tramite videochiamata, per garantire che tutti siano informati di eventuali modifiche o aggiustamenti da fare e che questi vengano eseguiti con il minor numero possibile di rilavorazioni su ciò che è stato completato. La parola chiave affinché questo possa accadere è proprio coinvolgimento. Il fornitore infatti deve capire l'importanza del metodo scrum e la sua utilità e non deve percepire la riunione giornaliera come un semplice vincolo a cui sottostare o come una qualche forma di controllo altrimenti

potrebbe opporsi fermamente. Ecco perché in DAB, durante la valutazione del possibile fornitore, parte delle domande del questionario riguardavano la tipologia di metodo di sviluppo usata. Se si trova un'azienda con la stessa visione posseduta sul metodo è molto più semplice arrivare alla coordinazione giornaliera con la creazione di un'unica kanban board contenente sia i task dello sprint da portare avanti dal team aziendale che quelli che il fornitore deve realizzare. La dimensione aziendale e la capacità di contrattazione e persuasione sono fattori che possono agevolare questo tipo di dinamiche. Nel caso DAB non si è riusciti a raggiungere la situazione ideale con la schedulazione dello sprint contenente anche i task del fornitore ma è stato comunque possibile coinvolgerlo con continui allineamenti riuscendo a garantire uno sviluppo più veloce e un'aderenza perfetta del software alle esigenze. Lo stesso ragionamento può poi esser proposto anche a tutti quei fornitori di altri software o macchine i quali dovranno interagire con il sistema, come ad esempio le aziende fornitrici di macchine per il collaudo o anche delle stampanti per le linee di assemblaggio.

Se si riflette poi sull'approccio usato da DAB per realizzare il proprio MES, basato su miglioramenti incrementali del sistema sia nel back che nel front end, il rischio principale che potrebbe emergere è quello di un dilatamento dei tempi di realizzazione. È qui che la logica del time box su cui si basano gli sprint dello scrum diventa fondamentale. Lo scrum aiuta a dare un ritmo alle attività del team facendo ragionare le persone in maniera ciclica su orizzonti temporali brevi e ben definiti. Il team sa che ogni nuovo incremento del sistema deve poter essere rilasciato al massimo entro uno sprint e che comunque dentro ogni sprint possono essere consegnati anche più miglioramenti. È questo modo di pensare che ha permesso al team MES in DAB di non fermarsi dopo la prima versione del sistema e di continuare a fornire nuove funzionalità nel tempo minimo richiesto. L'approccio incrementale per lo sviluppo del sistema adottato si è rivelato un successo in DAB proprio grazie allo scrum che ha aiutato nel mantenere un certo ritmo nelle release garantendo la velocità di sviluppo necessaria riuscendo comunque a mantenere il tasso di accettazione sulle linee molto alta visto che gli operatori non si trovavano a dover imparare molte cose ad ogni rilascio ma pochi aspetti ben mirati. La riprova di quanto appena detto sta nelle criticità emerse durante lo sprint tre. Come detto questo sprint, a causa di una errata definizione delle storie, è finito per

durare più di quanto previsto dal metodo. Ne è conseguito che, pur essendo giunti alla sua fine alla creazione di valore, questo sia stato comunque ottenuto in un lungo periodo. Lo sforzo necessario per far sì che la nuova funzione o nuova versione del sistema venisse utilizzata in maniera stabile dagli user è stata maggiore data la relazione proporzionale tra la velocità di adozione e la quantità di aspetti che cambiano. Inoltre se il lasso di tempo di sviluppo diventa troppo grande si può incappare nella problematica che in realtà si voleva evitare e cioè quella di perdere il controllo su ciò che sta accadendo e quindi non aderire più perfettamente alle esigenze del cliente. Ecco perché la metodologia scrum cerca di creare le condizioni per avere sviluppi più piccoli ma molto veloci e ritmici evitando di averne di grandi e molto diluiti nel tempo. Inoltre il fatto di avere uno sprint più lungo è andato a spezzare quel ritmo di lavoro che nel tempo il team MES si era costruito richiedendo un nuovo sforzo per ritornare alla situazione ottimale.

Per riassumere i fattori che la metodologia scrum ha offerto al team MES, i quali sono stati fondamentali per il raggiungimento del successo, si può fare riferimento alla Tabella 3-1.

*Tabella 3-1 I fattori distintivi scrum che hanno permesso il successo del progetto MES*

• Soddisfazione del cliente al centro e non solo delle specifiche predefinite	• Produzione di deliverable concreti e testabili alla fine di ogni sprint;
• Gestione adattiva del piano di progetto con possibilità di modificare le priorità e le attività	• Team autogestiti con leadership supportiva
• Pianificazione dinamica e adattiva	• Attività definite da coloro che le eseguiranno
• Attività non pensate in logica sequenziale ma suddivise in iterazioni rapide	• Ritmicità nel rilascio di incrementi di prodotto
• Allineamento costante di tutti i soggetti coinvolti con i daily scrum e le sprint review	

### 3.3 Il processo di roll out

Come anticipato il processo di roll out sulle varie linee di assemblaggio DAB è stato anch'esso gestito utilizzando lo scrum. Il beneficio di ciò sta nella ritmicità che si può

garantire per il rilascio del software sulle varie linee. Questo è tanto più vero quanto più è possibile fare un copia e incolla della soluzione già esistente. Infatti nel caso in cui la linea di assemblaggio abbia delle peculiarità è necessario dedicare del tempo, e quindi sprint, allo sviluppo del sistema per farlo adattare alla nuova situazione. Questo è accaduto, ad esempio, quando è stato necessario procedere al roll out su una linea che prevedeva una parziale parallelizzazione della linea con l'esecuzione in simultanea dei task iniziali di assemblaggio. La difficoltà maggiore stava nel fare in modo che il MES generasse in maniera corretta i seriali dei prodotti, evitando duplicazioni, e gestisse in maniera adeguata il flusso nel momento in cui i pezzi generati sulle stazioni in parallelo confluivano verso la stazione successiva.

Come riportato sull'articolo proposto da Cognizant [56] la gestione agile del roll out può portare ad una serie di vantaggi quali la velocità di integrazione sulle linee, grazie alla presenza di un blocco centrale di funzionalità ben testato e stabile, e la minimizzazione del rischio di fallimento merito dell'approccio incrementale nei rilasci. Un punto chiave secondo l'analisi di Cognizant è quello di riuscire a creare una base software stabile e molto flessibile da poter poi adattare a tutti gli stabilimenti e le linee di cui verrà implementate il MES. Se si riflette su ciò che il team ha fatto nel caso DAB si può notare come sia stato seguito proprio questo approccio nella gestione del progetto con la focalizzazione iniziale sulle funzionalità chiave del sistema per poi andare a modellarlo in base alle necessità delle altre linee su cui si sarebbe innestato.

Nell'ottica della ritmicità l'azienda dovrebbe essere in grado di definire una serie di passaggi standard e ripetitivi da eseguire ciclicamente per riuscire a portare il nuovo sistema sulle proprie linee con il minor tempo e sforzo. In DAB questo è avvenuto andando a identificare le macro fasi che caratterizzano il roll out di una soluzione MES. In particolare il team aveva definito sette fasi chiave;

1. analisi del processo: la prima cosa da fare da parte del team è capire qual è il processo produttivo attuale sulla linea, i valori per i KPI di progetto e qual è lo stato futuro che si vuole raggiungere identificando tutte le macchine già presenti da dover connettere e tutte quelle ancora assenti da dover aggiungere (come per esempio le stampanti). Questo permette di avere una foto chiara della situazione

di partenza e di quella in cui si vuole arrivare. Vengono inoltre valutati gli impatti sul bilanciamento delle linee e sull'ergonomia delle persone che le integrazioni comporteranno;

2. interazione con gli operatori e capilinea: dopo aver osservato la linea, il processo e i possibili impatti bisogna iniziare a coinvolgere le persone che da lì a breve dovranno usare il sistema. Per fare ciò si può procedere nel dare una breve introduzione al sistema e alla sua utilità cercando poi di capire se esistano particolari esigenze che le persone manifestano e che possono portare a benefici notevoli sul campo;
3. valutazione della qualità dei dati: come visto il MES ha il compito di gestire la produzione ma anche di mostrare i documenti relativi al prodotto in lavorazione e di comunicare con il PLM per i dati di collaudo. Bisogna dunque verificare la correttezza dei dati presenti già all'interno dell'azienda per far sì che una volta on line il sistema MES riesca a dare i massimi benefici. Nel caso della DAB questo comportava l'analisi dei dati di collaudo già presenti sulle macchine in ogni linea oltre che alla presenza della documentazione aggiornata sui prodotti come per esempio disegni tecnici e istruzioni di assemblaggio;
4. installazione hardware: dopo aver definito come il processo dovrà essere si può procedere all'installazione delle componenti hardware necessarie al funzionamento del MES. Questo significava inserire i tablet, le stampanti, gli andon, scanner ed eventuali cablaggi aggiuntivi. Tutto questo va fatto mantenendo ben in mente i principi ergonomici relativi alla ripetitività dei compiti visto che l'interazione con questi strumenti avviene sostanzialmente alla realizzazione di ogni prodotto finito;
5. creazione dei processi produttivi nel sistema: dopo aver valutato le particolarità del processo produttivo di linea c'è bisogno di creare la sua copia digitale all'interno del MES. Anche in questo caso, come per la linea pilota, la parte più onerosa in questa fase è l'identificazione dei processi produttivi digitali in grado di rappresentare al meglio tutti i prodotti gestiti da quella linea di assemblaggio;
6. formazione degli operatori: arrivati ad avere tutti gli aspetti software e hardware pronti, prima di andare con il rilascio del sistema, c'è bisogno di fare della

formazione specifica sull'utilizzo del sistema. Questa è una fase cruciale che in DAB è stata modificata nel corso del tempo. Prima la formazione poteva avvenire anche settimane in anticipo rispetto all'effettiva implementazione del sistema sulla linea. Questo però ha generato dei problemi di apprendimento e il rallentamento nell'adozione che hanno spinto il team a cambiare le tempistiche e i metodi. Una nuova soluzione pensata è stata quella di portare gli operatori soggetti al prossimo rilascio a osservare come i colleghi di altre linee usassero il MES e cosa significasse farlo. Poi, quando il rilascio è ormai imminente, si può procedere a mostrare sulla loro stessa linea l'utilizzo della soluzione. Bisogna notare che sicuramente durante questa fase le persone saranno molto propense a dire la propria sul sistema, fare osservazioni sul cambiamento e sulla sua utilità. L'abilità del team che deve emergere qui è quella di riuscire a comunicare a tutti i possibili vantaggi e convincere della reale utilità del sistema specie i più scettici.

7. go live e affiancamento: il più a ridosso possibile della formazione deve avvenire il rilascio sulla linea del MES. Qui il punto chiave è quello di continuare ad affiancare le persone nel periodo iniziale per accompagnarli durante l'adozione ed assicurarsi che le nuove pratiche o procedure diventino lo standard per tutti evitando l'utilizzo dei vecchi mezzi e approcci;

L'utilizzo di scrum permette di collocare queste fasi all'interno della logica del time box e della interattività in modo tale da creare una certa ripetitività e una standardizzazione nelle operazioni di implementazione anche se ogni linea ha poi delle proprie peculiarità.

La gestione del processo di roll out diventa più critica quando si passa all'implementazione non più su sole linee presenti nello stabilimento centrale ma ci si inizia a dedicare anche agli altri stabilimenti. Qui il fattore chiave è risultato essere l'identificazione per ciascun plant di un team che sia responsabile del processo di rilascio. Ciò può avvenire definendo un gruppo di lavoro stabile per ogni stabilimento oppure facendo muovere il team centrale nelle varie fabbriche per sfruttare l'esperienza maturata precedentemente. La condizione per rendere quest'ultimo approccio un successo è che comunque prima della separazione del team dal plant dove ha lavorato si

proceda ad identificare un nuovo team responsabile del mantenimento del sistema. Nel caso DAB l'approccio che si sta seguendo è quello di definire per gli stabilimenti più lontani e quelli internazionali dei team separati, mentre per gli stabilimenti vicini a quello centrale si sta impiegando il core team iniziale.

L'attenzione posta dalla DAB nei successivi rilasci e nel mantenimento di ciò che è stato creato è stata notevole e questo si è rivelato cruciale per far sì che il successo registrato nelle fasi iniziali perdurasse e che il sistema continuasse ad essere usato da parte delle persone sulle linee e non. L'attenzione alla standardizzazione dei risultati raggiunti è fondamentale per evitare che in caso di problemi sulle linee connesse le persone maturino il rifiuto nel continuare ad usare il MES a causa delle scarse risposte o dei tempi lunghi per la risoluzione delle problematiche. Per supportare le linee dello stabilimento centrale con MES operativo è stata identificata una figura, entrata a far parte del core team, che rispondesse prontamente a tutte quelle esigenze e piccole problematiche che scaturiscono dopo che una linea diventa connessa e digitale. Tutte le osservazioni fatte sul campo da questo soggetto vengono poi riportate all'interno del team il quale alimenta i tabelloni di product e sprint backlog con post it che traducono i problemi in azioni di miglioramento che il team dovrà intraprendere per fare in modo che il problema non si presenti più. In queste condizioni aumenta notevolmente la propensione all'uso del sistema e il livello di soddisfazione da parte delle persone che non si sentiranno abbandonate dopo la formazione iniziale ricevuta bensì sempre ben supportate.

#### 3.4 Il progetto "Comunicazione"

Sin dalle prime fasi in cui si era scelto di implementare il nuovo sistema in fabbrica l'azienda aveva ben chiara l'importanza di un'efficace comunicazione al fine di garantire l'adozione del sistema con le minime resistenze da parte degli operatori delle linee. Questa consapevolezza aveva portato alla creazione di una campagna comunicativa interna basata su flyers, posters e classiche riunioni a vari livelli. Per poter colpire l'attenzione degli operatori sulle linee si era scelto di posizionare il materiale comunicativo vicino alle aree di pausa. Se in un primo momento la comunicazione sembrava aver sortito effetti positivi, con un aumento della consapevolezza da parte

degli operatori dell'esistenza dei sistemi MES e dei suoi benefici, successivamente si sono manifestati comunque dei problemi legati all'uso dello smartwatch. In quella occasione al team è diventato chiaro che andava posta una maggiore attenzione sulla comunicazione e il coinvolgimento degli operatori. È nato così il progetto "comunicazione", che sarebbe stato gestito in ottica scrum, con l'obiettivo di garantire l'allineamento tra la visione del team e degli utilizzatori sul MES nonché di raccogliere la voce degli operatori e fornire maggiore formazione prima dei rilasci.

Si è deciso di condurre la campagna comunicativa basandosi su tre pilastri:

- a) processo produttivo;
- b) lavoro e sicurezza;
- c) valore ai clienti.

Questo perché si voleva mostrare a tutta l'azienda, e soprattutto alle persone nella fabbrica, quello che era il valore aggiunto che poteva portare il MES. Affinché la comunicazione risultasse più efficace per ognuno dei tre pilastri è stato individuato un soggetto che avrebbe rivestito il ruolo di ambassadors per la comunicazione in azienda. Due soggetti provenivano dalla fabbrica, e quindi permettevano una comunicazione più diretta con gli operatori, mentre il terzo dalla funzione customer service. Con ognuno si è scelto di girare un video in cui esprimere il proprio pensiero su come il MES potesse aiutare il proprio ambito per poi riprodurre i video sugli schermi presenti nell'azienda e far sentire a tutti, da qualcuno al loro stesso livello, l'importanza del sistema. Questa operazione ha permesso di esprimere a 360° l'impatto che il sistema poteva avere, riuscendo dunque ad incrementare la sensibilità delle persone.

Dopo il caso smartwatch, per coinvolgere di più gli operatori sulla linea e farli sentire partecipi alla realizzazione del progetto, si è deciso di procedere con lo svolgimento di una parte degli stand up meeting nella fabbrica e soprattutto nell'area delle linee pilota. In un primo momento lo scopo era quello di tenere aggiornati gli operatori sullo stato del sistema e delle nuove funzioni che sarebbero state implementate. Successivamente alle prime demo e integrazioni queste riunioni permettevano di raccogliere le impressioni e i suggerimenti del personale sulle linee per cercare di capire cosa avrebbe



potuto facilitare l'adozione. Dopo i primi roll out, però, questi meeting sono stati interrotti a favore di una maggiore formazione dedicata. Si è deciso poi di fornire a tutti gli operatori impegnati nella fabbrica un corso teorico di quattro ore sui principi del MES, su come funzionasse, su come DAB lo stava implementando e sui benefici che si stavano ottenendo. Alla fine di questi corsi venivano forniti dei questionari che sono stati poi analizzati dal team. Ciò che emergeva era essenzialmente che gli operatori volevano sentirsi ancora più partecipi e maggiormente informati sul processo sottolineando come la comunicazione in linea non doveva mancare e che a loro avviso sarebbe stata comunque necessaria una nuova formazione sul campo più a ridosso dell'implementazione così da avere un'idea più chiara al momento di usarlo. Nel questionario veniva poi richiesto di esprimere la propria volontà di prendere parte attivamente all'implementazione del sistema; circa un terzo dei partecipanti ha espresso un parere favorevole al proprio ingresso in un team MES di fabbrica.

Sulla base di quanto emerso, seguendo la logica di adattamento alle esigenze del proprio cliente, per massimizzare le chance di successo il team ha scelto di procedere con tre azioni:

- 1) la ripresa degli stand up meeting di quindici minuti sulle linee andando a rotazione. Questo favoriva l'engagement del personale di linea sul sistema;
- 2) la revisione del processo di formazione pre-implementazione da usare sia nel caso di adozione dell'intero sistema che per il rilascio di nuove funzionalità. Da qui la decisione di procedere, compatibilmente con le tempistiche e la natura del rilascio, a delle dimostrazioni sul campo tramite l'osservazione di ciò che accade sulle altre linee;
- 3) l'approfondimento dell'interesse manifestato dalle persone per la partecipazione allo sviluppo del MES.

In merito all'ultimo punto il team aveva colto la possibilità di creare un team di fabbrica che si occupasse di fare da interfaccia tra sé e le varie linee nonché di supportare i colleghi e cercare di risolvere i piccoli problemi (tablet bloccato, stampante inceppata o simili) in caso di necessità. Naturalmente per riuscire nell'intento bisognerà procedere nel capire la reale disponibilità degli operatori per poi sviluppare le nuove skill

necessarie. Questo tipo di approccio al supporto può realmente rappresentare il salto di qualità nella gestione della digitalizzazione di fabbrica visto lo sviluppo delle nuove competenze nel personale che diventerebbe più “smart”.

Per quanto riguarda la comunicazione, durante tutto il processo di implementazione e roll out si sono continuati a sviluppare nuovi cartelloni, posters e flyers da usare all'interno dell'azienda per promuovere l'impegno verso la industry 4.0. Bisogna sottolineare poi che l'attenzione alla comunicazione in DAB non è elevata solo per il progetto MES ma per tutti quei nuovi progetti di digitalizzazione. Ecco perché mensilmente l'ufficio digitalizzazione rilascia una operational dashboard (report sintetico) che contiene tutti i passi in avanti, le problematiche e le soluzioni relative ai vari progetti gestiti con il suo supporto.

Grazie all'attenzione posta verso la comunicazione la DAB è riuscita ad evitare ulteriori problemi di rifiuto verso il sistema MES o verso una nuova funzionalità. Il coinvolgimento ha poi permesso al personale in linea di essere più propenso all'adozione. Ciò dimostra che i fattori comunicativi e l'engagement delle persone sono aspetti essenziali per garantire il successo di iniziative digitali dove si va ad intaccare il modo di lavorare delle personale e i loro comportamenti. Una giusta comunicazione è stata necessaria anche per la fase descritta nel prossimo capitolo in cui il team ha dovuto sviluppare internamente delle dashboard che rispondessero alle reali necessità di chi le avrebbe utilizzate.

# CAPITOLO 4

## 4 L'USO DELLA MANUFACTURING INTELLIGENCE

Nel capitolo viene sottolineata l'importanza della gestione dei dati raccolti dalla produzione tramite il MES per dare la possibilità ai responsabili di assumere decisioni immediate ed efficaci e tenere facilmente sotto controllo il processo. Viene poi presentato il processo di creazione di dashboard utilizzate per veicolare le informazioni nel caso della DAB Pumps allo scopo di mostrare un possibile approccio utilizzabile per evitare di creare strumenti che alla fine non vengano utilizzati perché non aderenti alle necessità degli utilizzatori.

### 4.1 L'importanza di gestire e sfruttare i dati raccolti dalla produzione

Come è stato evidenziato nel paragrafo 1.4 un sistema MES deve essere in grado di favorire la gestione dei dati riguardanti tutti quegli aspetti della produzione da esso monitorati. Anche se tutti questi tipi di sistemi offrono la possibilità di popolare i loro database con i dati di fabbrica sta poi alle singole imprese che li adottano decidere se e come utilizzare gli elementi raccolti per la creazione di valore e la riduzione degli sprechi. Non è infatti detto che la presenza di un MES spinga automaticamente un'azienda verso un'analisi più approfondita e sistematica dei dati anche se nell'era dei big data e delle intelligenze artificiali si è arrivati a definire il dato come il “nuovo petrolio” per le aziende visto l'elevatissimo valore aggiunto che possono generare. Numerose ricerche e articoli come [57] [58] [59] hanno dimostrato che l'utilizzo dei dati nel decision making può portare a benefici notevoli quali diminuzione dei tempi morti di linea, riduzioni degli sprechi di materiale, riduzione delle scorte, aumento della produttività, della flessibilità nonché del servizio finale al cliente. Come espresso da Shan Ren [57] è poi possibile sfruttare i dati per perfezionare i prodotti esistenti o di svilupparne altri migliori. Nello stesso articolo vengono poi riportati i dati di una survey a livello europeo che mostra come ben il 51% delle aziende manifatturiere ritiene che il maggior miglioramento che la gestione dei dati di produzione possa portare sia l'aumento delle performance nelle attività operative stesse.

Allo stesso tempo però osservando i risultati sulle indagini svolte dalla PWC [6] si nota che ancora solo il 50% delle aziende ha identificato i dati come la base per il decision-making. Ciò nonostante entro il 2022 la percentuale dovrebbe raggiungere l'83%. Se però ci si concentra sugli esiti dell'indagine relativi alle sole aziende con un alto livello di digitalizzazione interna, si può notare come ben il 75% di esse poggia le proprie decisioni su sistemi di data analysis ben sviluppati e strutturati invece che sulle conoscenze del singolo responsabile o manager. Questo è segno che nelle imprese digitalmente più avanzate il ruolo pivotale dei dati è stato riconosciuto da tempo e che in questo tipo di aziende si è agito per riuscire ad estrarne il valore contenuto. Ciò detto resta da sottolineare che solo il 18% del campione analizzato da PWC ha definito come avanzato il livello dei propri sistemi di analisi mentre il 52% dichiara di aver raggiunto una maturità media nell'analisi dei dati. Ancora una volta risalta che molte organizzazioni hanno molta strada da fare per riuscire a guadagnare tutti i benefici dai dati raccolti anche se per loro è ormai chiaro come per restare al passo con la concorrenza e contrastare i possibili entranti sia necessario sfruttare anche questa nuova risorsa che i sistemi digitali, e il MES in particolare, offrono. Dunque l'idea di adottare un sistema solo per dare l'idea di innovazione o per seguire una specie di "moda" sta progressivamente sparendo a favore di approcci che cercano di massimizzare i benefici raggiungibili tramite l'utilizzo di tutto ciò che un sistema ha da offrire, compresa la vasta mole di dati e informazioni generati

Per raggiungere però un livello di maturità digitale nell'analisi dei dati, tale da poter considerare i risultati come una base solida per il decision making, è necessario considerare due aspetti oltre a quello strettamente tecnico dello strumento impiegato per le elaborazioni. Il primo è la qualità mentre il secondo riguarda i comportamenti degli utilizzatori. Un sistema come quello MES ha bisogno, per la piena espletamento dei suoi compiti, di poter comunicare con altri database o software e di ricevere anche degli input dalle persone. Questo fa sì che gli output informativi forniti dal sistema, che saranno la base per le decisioni future, abbiano una validità che è direttamente collegata alla bontà degli elementi contenuti negli altri sistemi e da quelli inseriti dalle persone durante il processo. Si potrebbe dunque dire che i dati sono come materie prime contenute in dei magazzini per cui anche per loro è necessario andare sempre a

verificarne lo stato prima dell'utilizzo, specie se presenti da molto tempo, per evitare l'insorgere di problematiche future legate ad indicazioni sbagliate. È necessario quindi procedere con una fase di data clearing prima di poter garantire la correttezza dei suggerimenti che un sistema offrirà. Questa fase può essere più o meno lunga a seconda di quanto sforzo è stato fatto nel tempo per mantenere i database in ordine. Spesso però non basta fare pulizia e sistemare tutto ciò che è già presente nei sistemi ma bisogna agire anche, e soprattutto, sui comportamenti delle persone per far sì che la situazione in cui tutto è al suo posto, valorizzato correttamente e completo non torni ad essere caratterizzata da incompletezza o da errori. Bisogna dunque comunicare con le persone, e far capire loro l'importanza di inserire dati corretti nei sistemi per evitare che la situazione si degradi e che quindi i suggerimenti forniti dal sistema possano rivelarsi sbagliati. La popolazione errata di un database può avvenire perché magari pur di far avanzare la produzione, o di mandare avanti un determinato processo ritenuto urgente, vengono inserite informazioni anche non totalmente corrette finendo poi per dimenticare di andarle ad aggiornare o sistemare per garantirne la correttezza. Bisogna cercare di contrastare questi comportamenti e garantire l'esattezza di ciò che sta alla base dei sistemi per le decisioni aziendali.

Sia per garantire la esattezza dei dati presenti nel sistema, con loro eventuale sistemazione, sia per educare le persone a popolare correttamente dei campi lo sforzo necessario è notevole che non deve essere sottovalutato. Potrebbe essere necessario prevedere una ridefinizione di alcuni processi e dei flussi informativi oppure la standardizzazione di alcuni valori per determinati campi. Tutto questo è necessario affinché le informazioni ottenute come output dall'elaborazione dei dati possano essere ritenute corrette, affidabili e solide.

In DAB l'importanza dei dati prodotti dal MES e del loro utilizzo in ambito decisionale è stata chiara sin dalle prime fasi del progetto anche se, come detto precedentemente, le funzionalità legate alla loro analisi e sfruttamento sono state lasciate in sospenso per alcuni sprint per favorire lo sviluppo delle funzionalità più di fabbrica e la loro adozione. Ciò nonostante durante lo sviluppo del sistema e l'integrazione sulle linee è sempre stata dato un peso notevole alle attività relative alla verifica della correttezza dei

dati e del loro eventuale aggiornamento. È per questo che prima di procedere al rilascio sulle linee di assemblaggio il team si dedica a dei task di verifica della documentazione di prodotto presente sul PLM, dei dati presenti nelle macchine di collaudo per le condizioni di pass o fail di un prodotto, ma anche su attività educative dimodoché le persone rispettino le nuove procedure per l'inserimento dei dati nel sistema. L'importanza di spiegare come compilare dei campi nel sistema agli operatori di linea, e agli user del sistema più in generale, si può capire se si pensa alla creazione delle chiamate verso gli addetti alla qualità o alla manutenzione in caso di problemi. Qui l'operatore ha la possibilità di indicare una criticità della propria richiesta, da bassa a bloccante, con ogni livello caratterizzato da un certo tempo di risposta definito in alcuni Service Level Agreement (SLA) pattuiti tra i vari attori, oltre che al reparto di destinazione e al tipo di problema riscontrato. In questo caso lo sforzo maggiore è stato cercare di evitare che le persone definissero tutti i problemi riscontrati come bloccanti al fine di ottenere i tempi di risposta più rapidi possibili ed è stato necessario educare gli user sul significato delle varie criticità e sull'importanza del loro corretto utilizzo per garantire la possibilità di fare analisi veritiere sull'occorrenza dei vari tipi di problemi. Sottovalutare questa fase avrebbe potenzialmente significato non solo avere tutte le chiamate aperte con la criticità massima ma anche di vedere tutte le richieste fatte con lo stesso tipo di difetto impedendo quindi di capire la reale distribuzione degli eventi. Svolgere le attività di formazione e di sistemazione di tutti i dati sin dai primi stadi di adozione del MES ha permesso all'azienda di avere un terreno fertile su cui costruire i sistemi per la loro analisi e il loro utilizzo.

#### 4.2 L'utilizzo dei dati produzione in DAB e le dashboard

Una delle prime cose che vengono in mente nel momento in cui si parla di analisi dei dati di produzione provenienti dalle macchine e dalle linee di assemblaggio è la manutenzione predittiva ma, anche se la capacità di prevedere rotture e manutenzioni da eseguire può avere impatti importanti sull'efficienza delle linee di assemblaggio, questo non è l'unico modo di creare valore attraverso i dati estrapolati da un sistema MES.

Come sottolineato da E. Arica e D. J. Powell [60] sfruttare i dati per guidare le decisioni può significare anche usarli per effettuare una schedulazione più fine, precisa e veloce

per evitare di incorrere nella possibilità di errore umano nel non considerare qualche elemento, con conseguenti inefficienze. È proprio in questa ottica che la DAB ha deciso di adottare il modulo Preactor per la definizione degli ordini di produzione sulle linee e loro ottimizzazione. Il vantaggio di tale modulo è che, usando in input i dati provenienti dall'ERP, può essere sfruttato su tutte le linee di un plant, anche su quelle linee non ancora totalmente digitalizzate e connesse con il MES. Questo permette di riuscire con lo sviluppo di un solo modulo a migliorare l'efficienza sulle linee di tutto lo stabilimento. Anche qui l'aspetto chiave nel caso specifico DAB è stato quello di comunicare con i futuri utilizzatori del sistema per riuscire a capire le loro necessità e le eventuali personalizzazioni da fare, sempre nell'ottica di mantenerle al minimo, per far performare meglio il sistema. Un esempio di personalizzazione non spinta ma essenziale è quella fatta per cambiare il colore nella schermata per agli ordini di produzione per i quali tutto il materiale era disponibile al fine di distinguerli da quelli per cui una parte dei materiali era indisponibile o disponibile presso magazzini con navette per il rifornimento. Naturalmente prima di arrivare a capire quali erano le customizzazioni è stato necessario provvedere a una prima fase di test che sono stati poi ripetuti una volta modificato il software secondo le indicazioni. L'adozione di questo software permette all'azienda di ridurre a zero i problemi legati alla mancanza di materiale sulle linee di assemblaggio, cosa che poteva capitare soprattutto se contemporaneamente due schedulatori di linee diverse definivano degli ordini di produzione che usavano lo stesso materiale la cui quantità immediatamente disponibile non copriva i fabbisogni di entrambi. L'analisi in tempo reale delle giacenze offerta dal sistema, insieme all'impossibilità di mandare due ordini in produzione contemporaneamente, permette di evitare la generazione di ordini che usino materiali già destinati ad altri prodotti riuscendo a evitare fermi linea dovuti a mancanza di materiale. Ovviamente per arrivare a questo risultato è essenziale riuscire a garantire che i dati sulle giacenze e le quantità di materiale consumato siano sempre esatti e correttamente inseriti. Il sistema infatti si basa anche su queste informazioni che se errate portano comunque ad avere problemi durante l'assemblaggio. Quindi qualità dei dati e comportamenti sempre consoni sono due aspetti che non si possono sottovalutare

per garantire il corretto svolgimento delle attività operative sulle linee e il miglioramento delle performance aziendali tramite l'utilizzo di un sistema MES.

Un altro modo con cui la DAB ha cercato di aumentare il proprio valore grazie all'utilizzo dei dati del MES è stato la creazione della "carta di identità" dei prodotti finiti. Tramite la serializzazione e la conservazione di tutti i dati relativi ad un certo prodotto finito è possibile risalire a chi ha assemblato il prodotto, quali sono stati i suoi risultati nei collaudi tecnici e tramite la serializzazione dei componenti è possibile risalire anche a quale lotto appartenevano quelli usati nell'assemblaggio. Tutto questo permette di offrire al cliente un miglior servizio andando a facilitare la ricerca di cause ad un possibile guasto. Inoltre con questo tipo di informazioni è possibile procedere con delle campagne di richiamo prodotto dai magazzini in tutto il mondo, o all'invio di nuove unità al cliente, se si dovesse scoprire che particolari prodotti, per cui magari era stata usata una materia prima proveniente da un certo lotto o che aveva registrato determinati risultati durante i test, sono a rischio difettosità. Sapere quali numeri seriali e possono avere problemi permette di evitare di dover procedere con richiami massivi di tutti gli articoli usciti da una certa linea di assemblaggio. Questo tipo di azioni permette comunque di migliorare l'immagine che il cliente ha dell'azienda andando ad evitare situazioni in cui lui resti in attesa del nuovo prodotto e soprattutto permette di ridurre il rischio che al cliente arrivino prodotti potenzialmente difettosi diminuendo così i danni i così detti costi di qualità esterni. Anche in questo caso il dato si può dimostrare fonte di grande valore e di vantaggio competitivo per l'azienda permettendo di differenziarsi dalla concorrenza e settando degli standard di servizio più elevati.

Ma la strada intrapresa dal team per la gestione e l'utilizzo dei dati provenienti dalla fabbrica prevedeva anche la creazione di dashboard sempre aggiornate per guidare il decision-making. La visione era infatti quella di dover arrivare ad avere un insieme di grafici dinamici che riuscissero a mostrare facilmente all'occhio degli utilizzatori gli andamenti e le informazioni ritenute essenziali per arrivare a prendere le giuste decisioni. È proprio l'aspetto di dinamicità e facilità di lettura che fa differire un sistema di dashboard come quello idealizzato dal team da uno di reportistica standard. Con i normali report realizzati dalle persone l'utilizzatore ha di fronte a sé una foto del suo



ambito di interesse in un certo istante in forma spesso tabellare o con grafici statici che danno risalto ad una serie di numeri che denotano gli andamenti positivi o negativi dell'azienda. In questo modo però non c'è la possibilità di avere alcuna interazione con i grafici o di indagare immediatamente su ciò che sta dietro i numeri visto che risulta impossibile andare in drill down. Inoltre la frequenza con cui i report vengono presentati non è quasi mai giornaliera se questi vengono preparati dalle persone e ciò fa sì che chi utilizza i prospetti veda le proprie possibilità decisionali limitate per via del fatto di non avere in mano una situazione in tempo reale. Ecco perché si è deciso di procedere alla realizzazione di cruscotti gestionali che sarebbero stati alimentati automaticamente dai dati raccolti dal MES durante le fasi operative, per essere utilizzati da vari attori i quali avrebbero avuto la possibilità di poter “navigare” facilmente nei dati semplificando così l'identificazione delle problematiche, delle possibili cause e soluzioni. Infatti uno dei vantaggi delle dashboard è che con una corretta organizzazione delle interrogazioni su vari livelli è possibile dare l'opportunità agli utenti di fare degli approfondimenti on demand. Ciò vuol dire che se un grafico mostra gli andamenti settimanali della produzione e si nota un problema in un certo periodo è possibile procedere all'identificazione della causa semplicemente cliccando sul grafico ed esplodendo la visualizzazione che passerà da settimanale a giornaliera o a turni. Questo dà una totale autonomia all'utilizzatore di muoversi nei dati e nelle aggregazioni per fare le proprie valutazioni. Oltre alla dinamicità l'altro aspetto per cui le dashboard sono migliori dei report tabellari sta proprio nella maggiore user friendliness della visualizzazione che passa dall'essere formata principalmente da tabelle a essere caratterizzata da una serie di grafici o animazioni molto più intuitivi e facilmente leggibili. Lo scopo delle dashboard è infatti quello di permettere con un solo colpo d'occhio di capire se la situazione sta andando bene (per esempio colorando di rosso dei numeri se sotto a una certa soglia) oppure di notare delle derive nei processi monitorati.

Alla base di un sistema di dashboard si trova però un particolare tipo di database che è necessario popolare e che diventa il reale punto su cui sviluppare gli indicatori.

Si tratta del datawarehouse (DW) che differisce dai database operazionali (DB) in tre aspetti principali:

1. i dati presenti con relative aggregazioni e formati;
2. la frequenza di aggiornamento dei dati contenuti;
3. la velocità di elaborazione;

Un datawarehouse viene infatti popolato con un'aggregazione dei dati già presenti nei database usati da altri sistemi o programmi facendo sì che il dettaglio massimo cui si può giungere resti comunque inferiore a quello raggiungibile nei singoli DB. Questo passaggio è necessario perché i DB operazionali dei vari sistemi contengono con il passare degli anni un numero crescente di dati relativi a sempre più aspetti aziendali e non è detto che tutti siano effettivamente utili e rilevanti per guidare le decisioni aziendali in un determinato ambito. I dati contenuti nel datawarehouse sono quelli che poi verranno effettivamente manipolati per fornire gli output informativi richiesti da ogni user. Inoltre i DW tendono ad essere più lenti dei DB nell'elaborare dati visto che questi ultimi devono essere in grado di gestire un flusso molto più alto di segnali provenienti da un numero maggiore di nodi. Infine la frequenza di aggiornamento è diversa tra i due tipi perché essendo il datawarehouse destinato ad un uso a livelli manageriali non è strettamente necessario avere i dati relativi agli ultimi secondi ma può essere sufficiente un aggiornamento giornaliero cosa che non è possibile per i DB operazionali visto che devono registrare tutto ciò che accade in ogni istante.

Al fine di creare il proprio datawarehouse relativo ai dati di produzione, la DAB ha deciso di affidarsi ad un modulo del sistema MES scelto denominato Manufacturing Intelligence (MI). Questa parte di sistema ha il compito di comunicare con tutti i database ritenuti utili per reperire i dati necessari per le future analisi. Tra questi sicuramente troviamo il DB operativo del MES stesso che contiene tutti i dati che vengono raccolti tra cui quelli sui collaudi delle macchine e relativi risultati, delle problematiche per cui c'è stata comunicazione tra linee e altri uffici e sugli andamenti produttivi. Tutti questi dati però non sono sufficienti da soli ed è per questo che è stato necessario individuare anche gli altri elementi, provenienti dai DB dei sistemi ERP e PLM, da dover recuperare ed inserire nel datawarehouse. I sistemi di aggregazione di

dati come la MI non hanno però le capacità di effettuare delle elaborazioni le quali vengono realizzate da un terzo elemento essenziale per i sistemi informativi direzionali che sono i motori di elaborazione. Questi componenti software hanno il preciso scopo di elaborare, trasformare, modificare i dati contenuti nel datawarehouse, che saranno uguali per tutti, per creare delle visualizzazioni diverse per ciascuno scopo. Infatti come sottolineato da Henri Tokola [61] nei sistemi di supporto decisionale la chiave per garantire il successo è fornire i giusti dati ai vari utilizzatori. Bisogna evitare di dare tutti i dati a tutti i possibili utilizzatori per ridurre la complessità cognitiva che questi si troveranno a dover affrontare. Oltre a ciò bisogna garantire anche diversi livelli di aggregazione per gli user a diversi livelli gerarchici. È chiaro infatti che un responsabile di produzione di una linea vorrà vedere dei dati di dettaglio puntuali e costantemente aggiornati su ciò che accade alla propria area di competenza mentre l'operation manager avrà bisogno di vedere dati di produzione ad un livello molto più alto e magari aggregati con altri elementi che per lui risultano essere rilevanti per capire gli andamenti. Si evince che l'errore da evitare sia quello di dare la stessa dashboard a tutti i possibili utilizzatori con l'idea di ridurre al minimo il tempo per lo sviluppo in quanto si finirebbe per creare qualcosa di inutile che poi non sarebbe realmente utile per nessuno. È dunque essenziale una fase di comunicazione con i key user identificati al fine di trovare la giusta forma e il giusto contenuto per ogni cruscotto. Per quanto riguarda il motore di elaborazione il team MES ha scelto di non avvalersi, almeno in un primo momento, di quello ufficiale già presente nella propria azienda. Questa scelta è maturata per cercare di ridurre le tempistiche di sviluppo, poter fare rilasci incrementali più veloci e per permettere di fare dei test sul campo a basso costo prima di procedere allo sviluppo delle dashboard con il software ufficiale utilizzato già per tutte le altre dashboard aziendali.

La Figura 4.1 mostra graficamente quelli che sono i tre elementi necessari, e le loro relazioni, per arrivare ad aver un sistema informativo direzionale che supporti le decisioni aziendali.

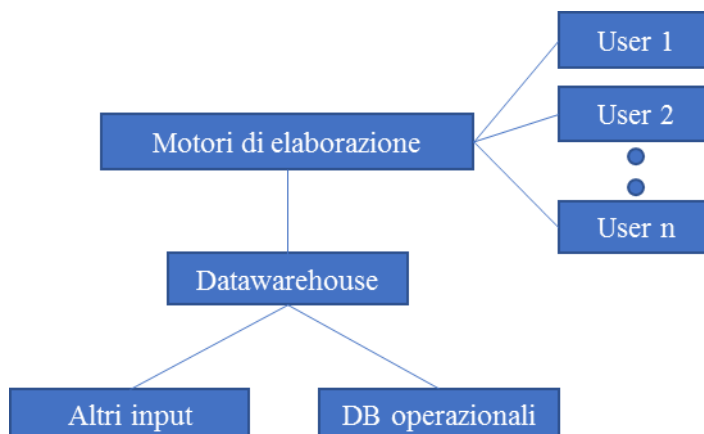


Figura 4.1 Il modello di funzionamento di un sistema informativo direzionale

Il processo di sviluppo delle dashboard può essere scomposto in delle fasi in cui bisogna valutare attentamente tutti gli elementi costituenti del sistema informativo direzionale. Anche caso DAB è stato applicato l'approccio basato su sette fasi sequenziali:

1. identificazione degli aspetti da monitorare e dei manager di riferimento: la prima fase consiste nel capire cosa si vuole monitorare e chi sono i responsabili di questi aspetti così da poter definire gli utilizzatori finali;
2. analisi preliminare sugli elementi da monitorare: una volta definiti gli ambiti da voler controllare costantemente è necessario capire quali sono gli elementi da dover tenere sotto controllo e da mostrare nelle dashboard;
3. discussione e confronto con i responsabili: avendo in mano una prima lista di ciò che si vuole mostrare, o meglio ancora una demo, è necessario discutere con i vari user per capire se ciò che è stato supposto è totalmente corretto o se vanno aggiunti e tolti altri elementi;
4. definizione finale degli elementi e creazione degli indicatori: dopo aver capito esattamente ciò che gli utilizzatori vogliono avere a disposizione si deve procedere alla definizione chiara delle metriche e degli indicatori che verranno poi mostrati;
5. verifica su come e dove ottenere i dati necessari agli indicatori: qui bisogna andare a capire come popolare il datawarehouse per avere a disposizione tutti gli elementi necessari al calcolo degli indici e se effettivamente tutti i dati di

partenza necessari sono o meno disponibili. Va poi definita la frequenza di aggiornamento dei dati contenuti nel DW ad anche della dashboard;

6. scelta della modalità di rappresentazione: per ogni KPI bisogna capire qual è la forma migliore da usare per la rappresentazione scegliendo tra grafici, tabelle o semplici numeri evidenziati. Inoltre bisogna definire le gerarchie di aggregazione dei dati e il livello di aggregazione adatto per il singolo utilizzatore;
7. creazione delle dashboard complete che verranno consegnate per l'utilizzo: avendo scelto cosa e come si può procedere nell'utilizzare i motori di elaborazione per la creazione effettiva delle dashboard.

Nell'osservare questo processo si può notare come la parte di sviluppo tecnico dei cruscotti sia solo l'ultima parte e che prima è essenziale aver definito chiaramente tutta una serie di aspetti per evitare di procedere immediatamente allo sviluppo senza aver però maturato l'idea su come rendere realmente fruibili i dati. Naturalmente lo sviluppo delle dashboard non si interrompe dopo il rilascio ma deve continuare nel tempo andando a rispondere alle varie necessità che gli utilizzatori espliciteranno dopo aver iniziato ad usare i cruscotti procedendo con una serie di aggiornamenti e manutenzioni.

Nel caso della DAB il primo passo è stato proprio quello di identificare i macro aspetti da dover monitorare per iniziare a diffondere l'utilizzo dei nuovi strumenti decisionali. L'obiettivo del team era quello di introdurre le nuove tecnologie digitali avanzate dando la possibilità di effettuare il monitoraggio della produzione e di ciò che accade sulle linee di assemblaggio, sui problemi comunicati, le quantità prodotte e la qualità degli output. Si è scelto dunque di creare tre diverse dashboard ognuna con un obiettivo ben definito. La prima riguardava la qualità dei prodotti ottenuti sulle linee totalmente digitalizzate con lo scopo era quello di mostrare costantemente i risultati delle varie prove effettuate sui prodotti per riuscire a individuare eventuali derive prime che queste si manifestassero in difetti di produzione sistematici. Si voleva dunque introdurre il controllo statistico di processo digitale andando a creare delle carte di controllo informatizzate, costantemente aggiornate e sempre disponibili. La seconda dashboard si concentrava sul monitoraggio delle quantità prodotte nel tempo e sul mostrare gli

andamenti di scarti e rilavorazioni. L'ultimo cruscotto da realizzare, così come suggerito da [62], doveva avere lo scopo di visualizzare le comunicazioni avvenute tra la linea e i reparti di qualità e manutenzione per mostrare facilmente quelli che erano i problemi operativi riscontrati da operatori e capilinea. Si voleva evidenziare quali linee avessero effettuato delle chiamate agli uffici, che tipo di problema si era avuto e come era stato risolto. Ciò a cui il team puntava era riuscire a creare una dashboard che supportasse quindi il knowledge management rendendo possibile per chi fosse interessato la ricerca tra una lista dei problemi avuti uno specifico, le sue occorrenze e le azioni risoltrici. In precedenza questo tipo di informazioni venivano gestite in maniera non strutturata finendo per perdere traccia di ciò che era accaduto, rendendo comunque difficile il reperimento delle informazioni ai più e dunque creando una condizione in cui le persone non erano incentivate a fare ricerche prima di risolvere un problema.

Dopo la definizione della macro aree da voler monitorare si è passati a definire quelli che erano gli aspetti da voler tenere sotto controllo. L'idea alla base di ogni dashboard era quella di permettere la navigazione rapida nei dati per garantire ad ognuno di arrivare al livello di dettaglio desiderato. Per fare ciò si è adottata la visione a ipercubo per i fact. Il fact è l'elemento di base del DW e rappresenta il massimo dettaglio possibile per le informazioni in esso contenuto. Un esempio può essere la quantità prodotta di un certo articolo per giorno e turno da una determinata linea di assemblaggio. Per ognuna delle dashboard è stato identificato il fact che rappresentasse ciò che si voleva venisse visualizzato. Il fact è caratterizzato da degli attributi che nell'esempio precedente sono la linea, il giorno, il turno e l'articolo. È proprio sugli attributi su cui bisogna andare a fare le aggregazioni per riuscire a mostrare ciò che interessa ad uno user. Al responsabile di linea potrebbe interessare vedere l'aggregazione delle quantità prodotte sulla sua linea (quindi l'aggregazione si farà sulle quantità prodotte nei turni e nei giorni tenendo costante la linea) mentre ad un product manager potrebbe essere utile avere un'aggregazione per articolo che mostri le quantità prodotte dalle varie linee per un certo tipo di articolo (l'aggregazione avverrà fissando gli articoli e calcolando le quantità totali prodotte). È così che a partire da uno stesso datawarehouse è possibile fornire a vari attori la visione più adatta al proprio ruolo.

I fact identificati per le varie dashboard erano:

- I. quantità prodotta per giorno e linea di assemblaggio per la dashboard sui dati produttivi;
- II. numero di chiamate fatte per linea, data destinatario, tipo di difetto segnalato, criticità evidenziata, data, linea e plant per il cruscotto relativo alle comunicazioni;
- III. risultati dei vari test di collaudo per parametro valutato, codice prodotto e condizioni di collaudo per le dashboard relativa alla qualità sui prodotti realizzati;

Dopo aver definito i fact e bisognava capire quali aggregazioni si dovessero fare e per questo il team sapeva di dover comunicare con i futuri user per capire se ci fossero particolari necessità a cui dover dare risposta prima di procedere con lo sviluppo definitivo delle dashboard.

#### 4.3 Identificazione degli user e le interviste

La scelta degli user a cui fornire le dashboard è avvenuta internamente al Team andando a identificare quelle figure che più avrebbero potuto beneficiare delle informazioni che i cruscotti avrebbero presentato. In particolare:

- a) la dashboard con i risultati dei test di collaudo sarebbe stata fornita sia all'ufficio qualità che a quello di ricerca e sviluppo. L'idea era quella di permettere il monitoraggio della situazione da parte dell'ufficio qualità in modo da identificare le derive nei test mentre all'ufficio R&D la dashboard poteva essere utile per vedere se i valori misurati rispettavano esattamente quelli che erano i parametri identificati in precedenza;
- b) il cruscotto relativo alle comunicazioni provenienti dalle linee di assemblaggio sarebbe stato dato agli uffici qualità e manutenzione per monitorare l'andamento delle chiamate, quante erano state chiuse e quante erano ancora aperte;
- c) la dashboard con i dati sulle quantità prodotte sarebbe stata fornita al plant manager;

Si può notare come per questa prima fase iniziale di sperimentazione si è scelto di non allargare eccessivamente la platea di utilizzatori così da poter seguire meglio gli sviluppi per ognuno di loro.

Il passo successivo del team è stato quello di iniziare a creare delle prime bozze di dashboard utilizzando un motore di elaborazione gratuito che permetteva di dare facilmente e velocemente forma a quelle che erano le idee del team sui tre cruscotti. Queste prime versioni dei cruscotti sono state realizzate cercando di sfruttare i dati già contenuti nel MES e tentando di mettersi nei panni dei possibili utilizzatori per capire cosa far vedere, come e dove. L'utilità di procedere allo sviluppo di bozze di dashboard già funzionanti era quello di avere già qualcosa nelle mani da poter mostrare agli utilizzatori, durante le successive interviste che sarebbero state fatte, per far capire ciò che il team MES voleva proporre a livello di supporto decisionale. Avendo un qualcosa di funzionante gli user potevano comprendere meglio se ci fosse bisogno di aggiungere, rimuovere o cambiare qualcosa nei dati mostrati e nel metodo di visualizzazione. La prima bozza di dashboard relativa agli aspetti produttivi è riportata nella Figura 4.2 dove si può notare la presenza sia di elementi grafici ed elementi tabellari sia di filtri da poter usare per far scegliere alla persona cosa vuole vedere. È importante notare come ogni attributo caratteristico del fact (produzione per linea, data, articolo) possa essere, oltre a una dimensione di aggregazione, anche un possibile filtro nella rappresentazione di grafici e informazioni. Scegliendo quale valore voler osservare per un certo attributo significa proprio filtrare e mostrare solo quegli aspetti di interesse nonché poter cambiare i livelli di aggregazione visualizzati.

A seguito della creazione delle prime bozze di dashboard il team si è concentrato nello svolgere delle interviste mirate con i responsabili, e possibili utilizzatori, delle varie funzioni identificate.





Figura 4.2 Prima versione di dashboard sui dati di produzione

Ogni intervista si è svolta nell'arco di un'ora di cui la prima parte era dedicata ad un'introduzione sul MES, del tipo di dati potenzialmente estraibili dalla produzione fino a quel momento e su quelle che erano le dashboard fino ad allora concettualizzate e realizzate.

È importante sottolineare quali siano i dati che possono essere raccolti e incrociati per favorire lo sviluppo rapido del sistema ma bisogna rimanere sempre disponibili a cercare nuove soluzioni per andare incontro alle esigenze esplicite o implicite dalle persone. È stato inoltre chiesto durante ogni intervista quale sarebbe stata la frequenza di aggiornamento dei dati necessaria per rendere i cruscotti idonei al supporto decisionale.

Di seguito viene riportato un sunto delle tre interviste effettuate:

- a) con il responsabile del reparto R&D: durante questa intervista è stata mostrata la dashboard relativa ai dati di collaudo che venivano raccolti dal sistema. Il suggerimento emerso è stato quello di riorganizzare le prove per tipologia dividendole non solo tra quelle elettriche e quelle idrauliche ma creando un grafico per ogni parametro monitorato (portata, pressioni, correnti, resistenze,

etc.) per avere una chiara visualizzazione e differenziazione degli aspetti. Un'altra richiesta emersa è stata quella di poter avere accesso anche ad una dashboard che riportasse la quantità di scarti e di rilavorazioni con le relative motivazioni per avere una visione più chiara e completa di ciò che accade. Incrociando i dati di test con quelli di rilavorazioni e scarti l'ufficio avrebbe potuto trovare nuove relazioni che fino ad allora erano ignorate;

- b) con i responsabili dei reparti qualità e manutenzione: a loro sono state presentate le dashboard contenenti i dati di collaudo e quella con tutte le comunicazioni tra le linee e i loro reparti. In questa riunione sono emerse alcune richieste molto specifiche soprattutto da parte del reparto qualità. Per rendere realmente le loro decisioni più veloci e precise c'era bisogno non solo di mostrare gli andamenti grafici dei test ma di riportare anche media e varianza dei valori per prodotto che venivano selezionati di volta in volta. Inoltre era stato chiesto di poter mostrare insieme agli andamenti anche i limiti inferiori e superiori ammissibile dal test con i  $C_p$  e  $C_{pk}$  per singolo codice e arco temporale. Si voleva dunque creare un sistema di controllo statistico di processo digitale. Un'altra esigenza maturata dal reparto qualità era quello di poter tenere anche sotto controllo la quantità di rilavorazioni e scarti per ordine di produzione. In merito alla dashboard relativa alle comunicazioni la qualità ha chiesto poi di modificare la visualizzazione, mostrata in Figura 4.3, evitando l'uso di tabelle ed indicando anche il tipo di difetto.

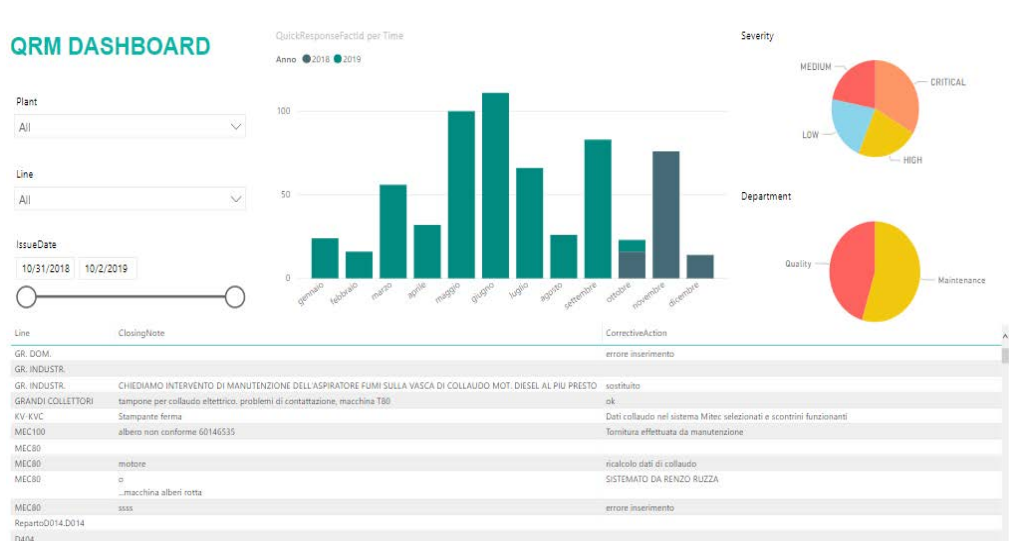


Figura 4.3Prima versione delle dashboard riferite alle chiamate dalle linee

Per il reparto manutenzione era invece sufficiente avere la dashboard con gli andamenti delle chiamate fatte dalle linee verso di loro anche se risultava comunque imprescindibile poter vedere le causali della chiamata.

- c) Con il plant manager: a lui è stata presentata la dashboard che riassumeva le quantità prodotte con il MES e gli andamenti temporali. È emerso che questa prima rappresentazione della fabbrica poteva essere sufficiente allo scopo di introdurre l'utilizzo del nuovo sistema.

Tutti gli intervistati hanno messo poi in risalto la necessità di poter effettuare un'esportazione dei dati che stanno dietro ai grafici visualizzati per poter fare eventuali ed ulteriori rielaborazioni interne. Queste richieste sono nate perché l'attuale motore di elaborazione ufficiale usato dall'azienda permette questo tipo di operazioni. A seguito delle interviste è stato poi possibile definire la frequenza di aggiornamento dei dati e delle dashboard. A livello tecnico la frequenza di aggiornamento delle dashboard non ha senso di essere superiore a quella del datawarehouse perché le dashboard resterebbero invariate visto che i dati su cui si fanno le elaborazioni risulterebbero gli stessi. Al contrario è possibile far sì che il datawarehouse si aggiorni più spesso di alcune dashboard. Una regola che può essere seguita è quella di impostare la frequenza di aggiornamento del DW pari a quella della dashboard che va aggiornata più volte. La frequenza di aggiornamento va poi scelta anche in base alle capacità di calcolo delle macchine su cui il sistema si basa. Nel caso dei dati provenienti dal MES il team ha scelto di avere un aggiornamento del datawarehouse bigiornaliero da eseguire prima dell'inizio del primo turno di assemblaggio e anche alla sua fine. Questo è stato essenziale per poter rispondere alle esigenze manifestate soprattutto dal reparto qualità che voleva vedere come il turno precedente avesse performato per poter prendere provvedimenti immediati nel turno successivo. Il livello di dettaglio temporale a cui si voleva scendere era quindi il turno di lavoro e non la giornata. Con l'aggiornamento effettuato prima del primo turno le dashboard vengono aggiornate con i dati dell'ultimo turno del giorno precedente. Con quello successivo si popolano le dashboard con i dati raccolti durante il primo turno stesso. Questa condizione era accettabile visto che molte delle linee funzionavano su uno o due turni. Avere un aggiornamento plurigiornaliero

del DW però non pregiudica la possibilità di poter avere anche visualizzazioni dove il dettaglio raggiunto sia maggiore o minore (come le ore o le giornate).

#### 4.4 Creazione della seconda versione delle dashboard

Avendo ben chiari in mente i fabbisogni informativi dei vari destinatari il team ha potuto definire in maniera dettagliata quella che sarebbe stata la struttura della seconda versione della dashboard. Si è però deciso, per facilitare l'adozione e l'utilizzo degli indicatori e velocizzare lo sviluppo della successiva versione, di ridefinire graficamente le dashboard senza procedere in un primo momento al calcolo e rappresentazione dei  $C_p$  e  $C_{pk}$  e della capacità del processo di restare nelle specifiche. La scelta era guidata dal fatto di voler dare un'immediata risposta alle personalizzazioni richieste senza dover aspettare lasso di tempo troppo lungo per ottenere tutti i cambiamenti. Infatti, come anticipato nel capitolo 3, anche lo sviluppo del modulo Manufacturing Intelligence è stato seguito tramite la metodologia scrum con la conseguente produzione di piccoli miglioramenti incrementali che permettono di aderire sempre alle richieste del cliente che, nel caso delle dashboard, erano proprio coloro che li avrebbero usati per prendere le decisioni. Anche nelle dashboard l'approccio scrum è molto utile perché ha velocizzato i rilasci delle versioni e questo è stato molto importante visto che i cruscotti sono un qualcosa per cui le persone chiedono spesso molte modifiche sia sugli elementi grafici (come colori, forme, dimensioni, posizionamenti etc...) che sui dati rappresentati (si preferisce una certa unità di misura piuttosto che un'altra, aggiungere o togliere alcune informazioni, fare nuove aggregazioni o altro). È utopistico pensare che questo tipo di "prodotto" possa rimanere lo stesso per un lungo periodo di tempo, soprattutto se ci troviamo nelle fasi iniziali dove gli utilizzatori stanno scoprendo il sistema e le dashboard. L'approccio di piccoli rilasci con miglioramenti incrementali favorisce comunque l'utilizzo delle dashboard poiché nell'attesa di ricevere il nuovo rilascio, nello sprint successivo, gli utilizzatori avranno già in mano qualcosa di funzionante e ciò permetterà lo sviluppo delle competenze anche se il cruscotto non è totalmente completo. L'approccio incrementale, insieme all'aumento dell'esperienza di utilizzo, permette poi al team di lavorare con le giuste priorità sulle caratteristiche desiderate dagli utenti poiché questi ultimi matureranno versione dopo versione un'idea

migliore della dashboard e di come dovrebbe essere finendo magari per richiedere nuovi aspetti e rinunciando allo sviluppo di altri precedentemente indicati.

Il passo successivo è stato quello di verificare la presenza di tutti i dati necessari per lo sviluppo degli indicatori che si volevano inserire. Anche se la maggior parte delle informazioni erano effettivamente contenute nel database operativo del MES altre, come per esempio il numero di ordini di produzione o i limiti di tolleranza previsti per un articolo, dovevano essere reperiti dagli altri sistemi. È stato dunque necessario arrivare ad un'integrazione dei database di ERP, PLM e MES attraverso la creazione di legami tra le varie tabelle contenenti gli elementi di interesse. Questa fase può richiedere molto tempo se il team non possiede al proprio interno le conoscenze sufficienti sugli altri DB e non riceve supporto sufficiente da figure con le adeguate competenze. Ecco perché, pur mantenendo un core team stabile nello sviluppo, anche in questo caso a seconda delle necessità il team è stato affiancato da figure provenienti da altri reparti, come quello IT, al fine di essere più veloci.

Dopo aver sistemato il back end avendo un datawarehouse popolato con tutti i dati necessari e con tutte le relazioni tra le varie tabelle si è potuto procedere con la creazione del nuovo front end. Come sottolineato da [61] è importante porre la massima attenzione nella scelta di come mostrare i grafici e gli indici nel proprio prospetto. È essenziale infatti rispettare alcune regole che sono state create su base empirica nel corso degli anni osservando come le persone reagiscono a vari stimoli visivi. Infatti l'attenzione delle persone su supporti visivi come gli schermi di pc, tablet, telefoni e altri, si concentra spesso sulla parte in alto a sinistra per poi spostarsi immediatamente verso il centro e solo infine in basso a destra. Queste evidenze devono guidare il team durante la sistemazione degli elementi sullo schermo per rendere la visualizzazione il più efficace possibile. Il focus è stato poi posto sui filtri a cui ogni soggetto poteva essere interessato per fare aggregazioni e visualizzare solo ciò che era di interesse. Visto che l'output che si voleva fornire in questa prima fase di utilizzo della Manufacturing Intelligence era la possibilità di vedere nel tempo gli andamenti dei vari elementi monitorati per tutte le dashboard, è stato inserito un filtro temporale che permettesse a chiunque di concentrarsi sull'arco temporale di interesse (giorno, turno, istante, mese

etc...) che permettevano inoltre di poter andare incontro a tutte le esigenze emerse durante le interviste. Sono state poi eliminate tutte le tabelle dalle dashboard le quali sono state rimpiazzate da grafici a torta, linee o barre a seconda di quella che veniva ritenuta la migliore visualizzazione. Per esempio per livelli di aggregazione molto alti (numero di comunicazioni fatte o di pezzi prodotti al mese) si è scelto di usare grafici a barra verticali o orizzontali mentre per mostrare tutti quegli andamenti che avevano moltissime occorrenze (per esempio i risultati dei vari test di collaudo) si è scelto di usare grafici a linee che permettessero di evidenziare meglio gli andamenti occorrenza dopo occorrenza. Queste sono scelte che vengono fatte con un processo trial and error molto rapido così da provare in poco tempo varie soluzioni e vedere quella che effettivamente potrebbe aiutare maggiormente l'utente.

Bisogna poi sottolineare come prima di arrivare allo sviluppo tecnico della dashboard completa con la creazione della schermata finale è molto utile procedere preliminarmente alla realizzazione degli elementi grafici su dei supporti fisici come lavagne o semplici fogli. Fare questo consente di valutare l'impatto che avrà agli occhi la dashboard e capire se effettivamente lo stile e gli strumenti visivi che si vogliono utilizzare siano adatti o meno. Solo dopo aver creato una copia dei cruscotti su un supporto fisico ed essersi accordati sulla bontà del risultato ottenuto è possibile procedere con la conversione a livello informatico e tecnico delle varie soluzioni. Questa ultima fase può richiedere più o meno tempo a seconda della complessità delle aggregazioni da fare, dalla disponibilità di dati puliti o da rimaneggiare (eliminare record di prova o troppo vecchi), dalla semplicità del motore di elaborazione scelto e dall'esperienza maturata sul suo utilizzo.

A questo punto ogni dashboard è stata consegnata al suo utilizzatore, tramite la condivisione di link, per far sì che si potesse dare il via al loro utilizzo sistematico. Nello specifico il risultato raggiunto è stato:

- 1) Per la dashboard sulle comunicazioni in Figura 4.4, si è arrivati a rappresentare gli andamenti nei mesi delle chiamate sui quali si poteva poi andare in drill down per esaminare le quantità settimanali o giornaliere. Oltre all'andamento temporale è stato inserito il numero di chiamate per linea di assemblaggio su cui

il modulo comunicazione era stato implementato. Era poi possibile osservare tramite grafici a torta la suddivisione delle chiamate per criticità dichiarata, reparto di destinazione e per tipo di problema (le categorie erano state standardizzate durante la fase di sviluppo della soluzione MES). Sono stati poi inseriti dei filtri relativi al plant da visualizzare, le linee di interesse, e l'arco temporale che si voleva monitorare;



Figura 4.4 Versione due della dashboard sulle comunicazioni rilasciata agli user

- 2) Per la dashboard sulla capacità produttiva del sistema, Figura 4.5, si è arrivati a mostrare le quantità prodotte nel tempo e per articolo. Anche in questo caso è stato reso possibile il drill down per facilitare l'analisi degli andamenti giornalieri o settimanali. Inoltre è stata data la possibilità di filtrare il lasso di tempo che sarebbe stato visualizzato;

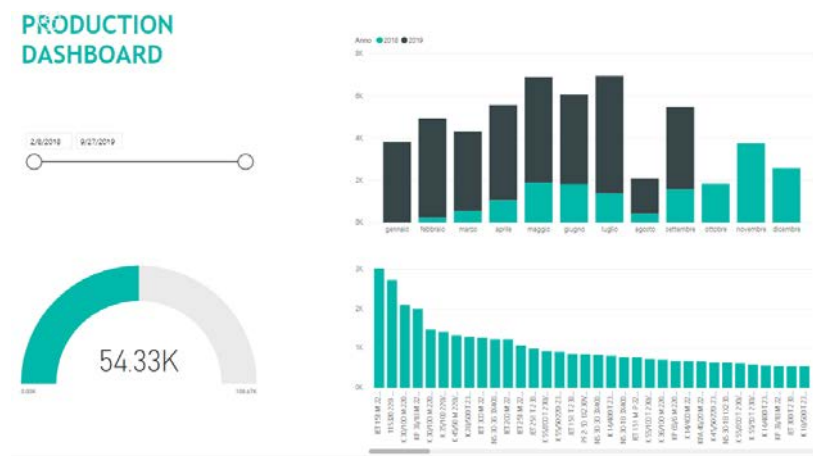


Figura 4.5 Versione due della dashboard sui dati produttivi

3) Per la dashboard sui dati di collaudo, Figura 4.6, si è deciso di mostrare l'andamento dei test al variare dei seriali prodotti. Qui è stata data la possibilità di filtrare per tipo di assorbimento, corrispondente a condizioni diverse di test, e per modello di prodotto. Questa è la dashboard su cui i miglioramenti futuri si andranno a concentrare per favorire una rapida analisi delle capacità del processo di assemblaggio di rispettare le specifiche richieste.

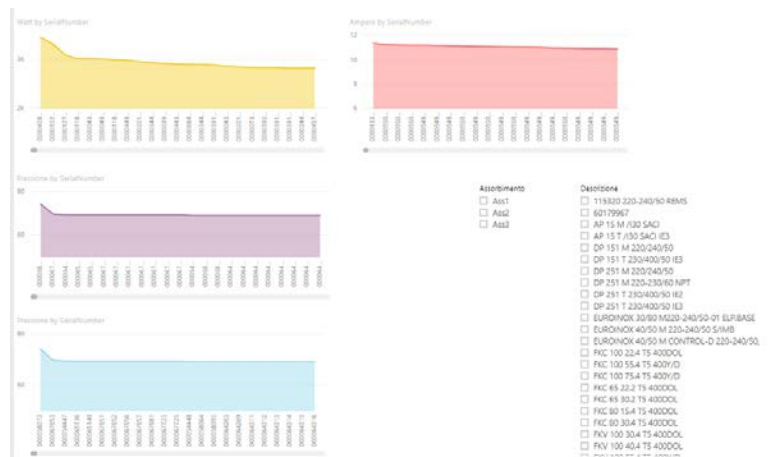


Figura 4.6 Versione due dashboard sui dati di collaudo

#### 4.5 Sviluppi futuri e suggerimenti di analisi

Con il rilascio in produzione della seconda versione delle dashboard gli utilizzatori hanno potuto iniziare a toccare con mano le potenzialità di un sistema informativo direzionale utilizzandolo quotidianamente. Il team si è anche preoccupato di verificare che gli utilizzatori lo stessero realmente usando nelle loro attività quotidiane tramite dei piccoli follow up. Questo è importante in quanto, come per qualsiasi altro strumento digitale innovativo, il rischio di abbandono restava molto elevato. Naturalmente gli sforzi del team non si sono fermati a questo punto ma sono proseguiti per cercare di migliorare le dashboard e renderle più funzionali per gli utilizzatori. In particolare si è deciso di concentrarsi sulle dashboard relative ai dati di collaudo e delle comunicazioni, cercando comunque di andare incontro alle esigenze manifestate dagli uffici ricerca e sviluppo e qualità per il monitoraggio degli scarti. Per portare reale valore a coloro che devono prendere le decisioni era chiaro come non fosse però sufficiente andare ad inserire nelle dashboard semplicemente le quantità rilavorate o scartate, ma piuttosto bisognava riuscire a riportare anche dei grafici con le causali dichiarate sulla linea per



capire che tipo di problematica vi era alla base, come ad esempio qualcosa legato al materiale, macchina, istruzioni di montaggio o altro ancora. Lo sforzo maggiore fatto dal team è stato quello di riuscire a definire chiaramente le causali che gli operatori sulla linea avrebbero dovuto utilizzare nel dichiarare scarti e rilavorazioni perché si voleva riuscire a coprire tutte le casistiche possibili. Il sistema MES, come mostrato precedentemente, permette di dichiarare la presenza di scarti e rilavorazioni ed anche la user interface DAB era stata progettata per riuscire a facilitare la loro segnalazione da parte degli operatori. Nel back end MES è stato dunque sufficiente far sì che nella dichiarazione la causale fosse selezionabile solo da un elenco pre impostato. Ciò che si è dovuto fare poi è stato collegare il datawarehouse con il DB operativo del MES per poter sfruttare i nuovi dati raccolti per poi si è definito un nuovo elemento grafico che ne permettesse la visualizzazione all'interno delle dashboard. Dopo averlo mostrato agli utilizzatori e averlo sviluppato in maniera definitiva c'è stato il rilascio sulle dashboard. Si può notare dunque che il processo a sette fasi visto per lo sviluppo dei cruscotti ex novo è sicuramente applicabile anche nel caso in cui si debbano apportare delle modifiche o delle aggiunte.

Volendo seguire poi le indicazioni degli user si è deciso di iniziare a lavorare sullo sviluppo delle carte di controllo digitali. Questo nuovo tipo di visualizzazione richiede anche un lavoro nel back end per la determinazione di nuovi attributi delle entità raccolte nel datawarehouse, e quindi la creazione di nuove colonne in alcune tabelle presenti nel sistema MI, nonché per la definizione di nuove relazioni tra tabelle e database contenenti i limiti di controllo con quelli che racchiudono i risultati dei test per articolo. Infatti osservando le formule di  $C_p$  ( 4-1 ) e  $C_{pk}$  ( 4-2 ) si nota che bisogna legare i risultati sui test di collaudo ottenuti da ogni seriale con i limiti di tolleranza relativi al modello di prodotto cui quel seriale si riferisce. È necessario infatti trovare per ogni articolo prodotto e monitorato la deviazione standard ( $\sigma$ ) dei collaudi effettuati (calcolato dai dati raccolti dal MES), il limite superiore ( $LST$ ) e inferiore ( $LIT$ ) di tolleranza (contenuti invece nel Database PLM). La differenza tra  $C_p$  e  $C_{pk}$  sta nel fatto che il valore medio previsto dal processo ( $X$ ) sia o meno centrale rispetto ai due estremi tollerati e quindi per ogni prodotto per cui si è scelto di valutare questi parametri è

sufficiente andare a definire uno dei due indici a seconda della distribuzione attesa dei valori.

$$C_p = \frac{LST - LIT}{6\sigma} \quad (4-1)$$

$$C_{pk} = \min\left(\frac{X - LIT}{3\sigma}, \frac{LST - X}{3\sigma}\right) \quad (4-2)$$

Il vantaggio nel poter monitorare facilmente  $C_p$  o  $C_{pk}$  sta nel fatto che guardando un singolo numero è possibile dire se il processo di assemblaggio è “capace” o meno di rispettare le specifiche qualitative imposte. Infatti se gli indici sono maggiori o uguali a uno significa che il processo è “capace” perché la deviazione dei valori di collaudo è minore o uguale a quella permessa dai limiti di tolleranza e quindi i prodotti rispettano sempre gli standard settati dall’azienda. Se al contrario il valore degli indici è inferiore a uno si può immediatamente capire che il processo non è “capace” perché lo scostamento dalla media dei valori dei collaudo è superiore al range impostato e quindi che il processo potrebbe iniziare a far uscire prodotti fuori standard qualitativi. Per far comprendere come un possibile dashboard potesse apparire si può osservare la Figura 4.7 che mostra come un utente semplicemente selezionando il prodotto, le condizioni di misurazione e l’attributo da valutare (come assorbimento, tensione, resistenza, pressione o altro) per poter osservare l’andamento delle prove nel tempo con la relativa media, varianza e i limiti di controllo superiori e inferiori. Il sistema a partire dai dati calcolati permetterà di visualizzare il valore dell’indice scelto, che nella bozza era il  $C_p$ , e dare immediatamente un riscontro sulle capacità del processo di rispettare le specifiche.

Un’evoluzione di questo tipo di sistema verso cui in futuro ci si potrebbe muovere sono le vere e proprie carte di controllo digitali grazie alle quali sarebbe possibile osservare gli scostamenti dagli output medi del processo riuscendo a far emergere in maniera molto più efficace e immediata la presenza di derive nei prodotti della linea di assemblaggio. Infatti notare gli scostamenti dei singoli risultati ottenuti dalla media non è sufficiente a poter dire immediatamente se siamo in presenza di derive qualitative o meno. Se infatti due prodotti di un ordine si collocano al limite superiore non si può dire che il processo sia in deriva. Se si immagina però di avere un grafico dove sulle ascisse

si posizionano gli ordini di produzione e sulle ordinate i valori medi ottenuti dagli articoli di un certo ordine si può riuscire immediatamente a capire se il processo stia andando fuori controllo. Avere questo tipo di grafico su dashboard sempre aggiornate permette realmente di trasformare il processo decisionale perché si dà la possibilità di notare precocemente le derive si può quindi agire preventivamente per scongiurare eventuali problemi futuri.

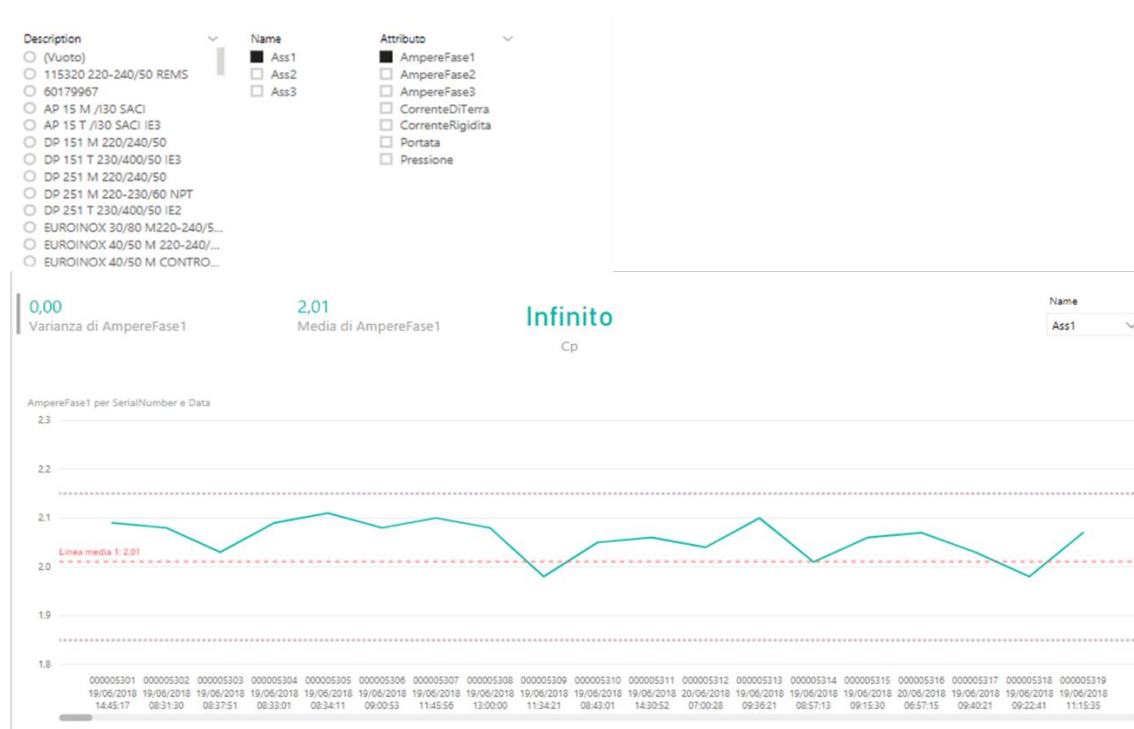


Figura 4.7 Bozza di dashboard per il controllo della capacità qualitativa del processo

Naturalmente le dashboard sono solo il primo passo che la DAB ha deciso di intraprendere nella gestione di dati prodotti dal nuovo sistema MES adottato. Le aziende hanno a disposizione molte nuove metodologie per sfruttare questa nuova risorsa dal valore oramai innegabile.

Tra le attività da poter portare avanti nei futuri sviluppi ci potrebbero essere quelle relative alla creazione nuovi strumenti di decision support system (DSS) capaci di fare previsioni, analisi what-if e dare suggerimenti decisionali in maniera automatica sulla base dell'analisi di ciò che sta accadendo in tempo reale nello shop floor. Tutto questo si deve fare per riuscire a guadagnare velocità e qualità nelle decisioni strategiche produttive, consci che questo può generare un vantaggio competitivo per tutta l'azienda.

L'utilizzo dei dati provenienti dalle linee di assemblaggio potrà però riguardare anche la ricerca di percorsi e relazioni tra parametri di cui fino ad allora si ignorava l'esistenza. Si parla allora di big data analytics tramite le quali la DAB potrebbe maturare maggiori conoscenze sui suoi prodotti e processi grazie ai suggerimenti dati dal sistema sulle possibili interazioni tra vari parametri. La difficoltà certa a cui si va incontro quando si fanno questo tipo di analisi è quella di avere a che fare con volumi di dati estremamente elevati che richiedono l'utilizzo di software appositi per la gestione ed elaborazione nonché di hardware con alte capacità di calcolo. È poi essenziale l'acquisizione di nuove conoscenze specifiche nella manipolazione dei dati.

Ciò nonostante le dashboard realizzate in questa prima fase permettono comunque di facilitare le persone nel fare le loro valutazioni perché aiutano a dare una maggiore visualizzazione e reperibilità dei dati. Avere a disposizione sempre e in qualsiasi momento dati aggiornati in formato digitale consente di superare il problema dello smarrimento della conoscenza maturata dalla fabbrica fino a quel momento. Se si riflette poi soprattutto sulla dashboard relativa alle comunicazioni, si può intuire il potenziale di quest'ultima per quanto riguarda il training verso i nuovi operatori della qualità e della manutenzione. Infatti in caso di nuovi arrivati sarà facile per loro reperire le nozioni relative alle problematiche principali riscontrate dagli operatori, di come queste sono state risolte, in quanto tempo e quale fosse la causa alla radice. La potenza di questa visualizzazione sta nel fatto che non è necessario andare all'interno di un database effettuando delle queries per cercare informazioni ma queste diventano facilmente ricercabili tramite le dashboard. Ciò è stato reso possibile in DAB grazie ad un modifica della dashboard sulle comunicazioni che prevedeva l'inserimento di un secondo foglio nella dashboard. Se immaginiamo che la Figura 4.4 sia solo la prima pagina a cui si può avere accesso in quella dashboard e che ce ne fosse una seconda con il dettaglio delle chiamate e problemi in forma tabellare, si potrebbe navigare facilmente alla ricerca delle comunicazioni di interesse usando i filtri grafici presenti nella schermata principale.

Il vantaggio di queste dashboard poi risiede nel fatto di poter allineare le conoscenze e le competenze maturate su tutti i siti produttivi. Pur potendo ogni utilizzatore filtrare i

dati per il plant di riferimento è possibile osservare quelli che sono stati risultati, cause, soluzioni o eventi registrati negli stabilimenti sparsi nel mondo. La rapidità con cui una soluzione può essere trovata o una decisione può essere presa in questi casi è molto superiore perché si potrebbe avere la possibilità di sfruttare la conoscenza che è stata applicata già in altre parti del mondo invece di spendere del tempo nel cercare di risolvere il problema da zero.

Per quanto riguarda lo sviluppo del MES e la propria implementazione sulle linee di assemblaggio, queste dashboard hanno permesso al team di porsi delle domande sulle cause dei possibili successi o insuccessi sulle linee. In particolare, osservando uno dei grafici relativi alla dashboard sulla comunicazioni, si è cercato di capire quali possano essere i fattori che facilitano o inibiscono l'utilizzo da parte degli operatori di nuove tecnologie digitali.



# CAPITOLO 5

## 5 CARATTERISTICHE DEGLI OPERATORI E SUCCESSO DI INIZIATIVE DIGITALI

Nel seguente capitolo si vuole cercare di comprendere quali possono essere i fattori, personali o aziendali, che facilitano od ostacolano l'adozione di un sistema MES su delle linee di assemblaggio manuali andando ad influenzare l'utilità e la soddisfazione sul sistema percepita dalle persone. In particolare si farà riferimento al caso DAB Pumps e all'utilizzo da parte degli operatori di linea di una delle funzionalità offerte dal nuovo sistema.

### 5.1 Osservazioni sugli andamenti delle chiamate di supporto

Alla fine dello sviluppo delle dashboard il team ha avuto l'opportunità di osservare attentamente quella relativa alle comunicazioni tra gli operatori delle linee e i reparti qualità e manutenzione (Figura 4.4). Ciò che ha colpito il team è stato il grafico riportato in Figura 5.1, che mostra gli andamenti cumulati delle chiamate nel tempo a partire dal primo rilascio del sistema, nel quale si evince come alcune linee abbiano effettuato molte più chiamate di altre.

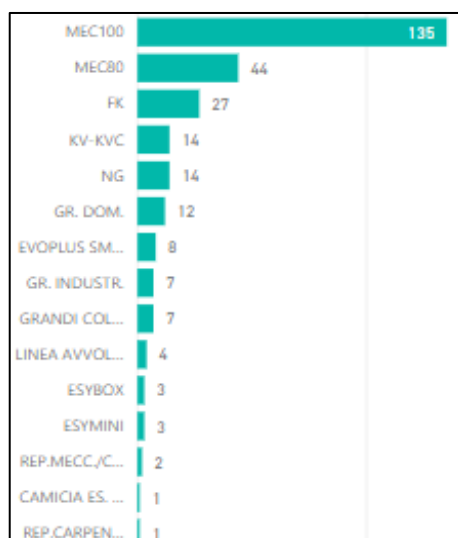


Figura 5.1 Distribuzione complessiva chiamate per linea

A partire da ciò si è deciso di voler far emergere eventuali forti discrepanze di utilizzo tra linee del nuovo strumento per le comunicazioni. Ci si è concentrati sull'uso di questa funzionalità in particolare in quanto risulta l'unica che gli operatori della linea hanno la possibilità di aggirare. Infatti il personale nelle linee totalmente digitalizzate, aventi il MES a supervisionare l'avanzamento della produzione, non possono fare a meno di interagire con il sistema in quanto altrimenti si arriverebbe alla fine della linea senza la possibilità di poter scaricare i prodotti finiti e dichiarare la variazione di giacenza per il consumo delle materie prime. Anche se questa parte del sistema non può essere aggirata resta però il fatto che in caso di problemi un operatore può decidere di usare il telefono, o peggio recarsi di persona, per informare gli altri reparti. È evidente che entrambi questi ultimi approcci alla comunicazione, oltre a portare ad un decremento dell'efficienza della linea per via dei tempi morti che si creano, comportano anche una perdita della conoscenza e delle informazioni che vengono generate dalle interazioni e gestione della problematica.

Nell'osservare la differenza di uso tra linee si è dovuto però tener conto del fatto che non tutte hanno avuto il rilascio della funzionalità nello stesso momento. Per avere quindi una visione più chiara del fenomeno è stato necessario procedere a ricreare il

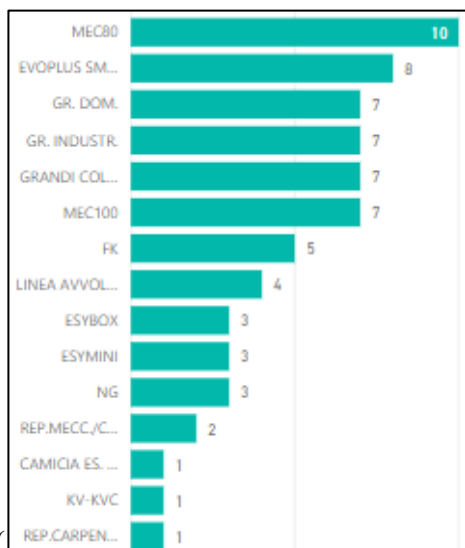


grafico (

Figura 5.2) utilizzando solo i dati compresi dalla data di ultimo rilascio fino a quella in cui si stava svolgendo l'analisi, pari a un intervallo di due mesi. A prima vista quest'ultima distribuzione dei dati potrebbe essere giustificata dal fatto che alcune linee



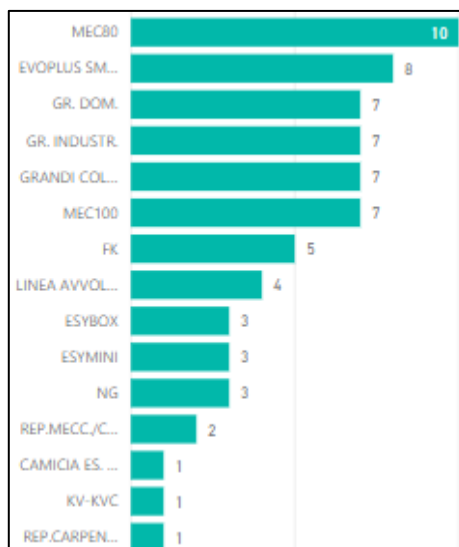
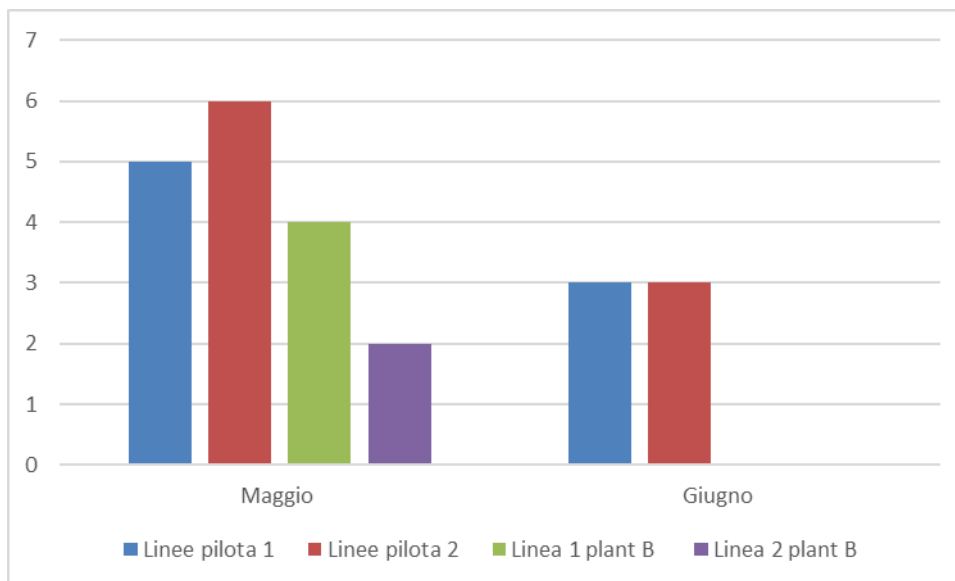


Figura 5.2 Distribuzione chiamate negli ultimi due mesi prima dell'analisi

hanno avuto realmente maggiori problemi delle altre nel periodi di riferimento.

Osservando il risultato si può notare come la distribuzione delle chiamate sia infatti molto più uniforme della precedente, ma questo non preclude la possibilità che vi siano delle resistenze. Quindi al fine di comprendere se ci fossero dei problemi di adozione di questa nuova funzionalità legata al MES, si è deciso di andare ad un livello di dettaglio più alto puntando ad osservare la distribuzione delle chiamate per linea.

Il grafico in Figura 5.3 mostra l'andamento mensile delle comunicazioni fatte attraverso l'utilizzo dei tablet, e dunque del MES, dalle due linee pilota e da altre due linee di assemblaggio collocate però in un altro stabilimento. Si può notare come anche se il numero di chiamate effettuate nel mese di maggio dalle linee del secondo plant connesso siano effettivamente in linea con i dati delle linee pilota, nel seguente mese di giugno le chiamate erano scese a zero. Un'ipotesi che potrebbe spiegare il fenomeno è che nel mese di giugno non ci sono stati problemi e quindi necessità di comunicazione. Molto più probabile, però, è il fatto di un mancato utilizzo dello strumento dopo che nel primo mese era stata rilasciata la nuova funzionalità con contestuale formazione sull'utilizzo dei tablet per questo scopo. Questa seconda ipotesi è stata confermata dal fatto che in effetti si sono verificati dei piccoli imprevisti che però non sono stati gestiti con il sistema MES.



*Figura 5.3 Andamenti mensili delle chiamate effettuate dalle linee con il MES*

La decisione conseguente è stata quella di approfondire il perché di questo visto che il rifiuto all'utilizzo di una funzionalità può essere estremamente pericoloso per il successo di tutta un'iniziativa di industry 4.0. Bisogna infatti evitare in qualsiasi modo che dopo una prima fase di adozione di uno strumento digitale, favorita dalla formazione e dalla presenza del team di sviluppo, le persone decidano di tornare indietro e utilizzare i vecchi metodi e approcci. Osservando meglio i dati si è giunti alla conclusione che quanto emerso precedentemente non riguardava però solo le due linee del secondo stabilimento prese in esame, ma riguardava in maniera più o meno importante tutte quelle che si trovavano nei plant produttivi che non fossero quello principale.

Il motivo di questo fenomeno è stato attribuito all'insufficiente presenza e supporto del team a tutte quelle linee distaccate dal team di sviluppo. Infatti fino a quel momento si era cercato di seguire tutte le linee da integrare con il MES a partire dal plant centrale. Questo approccio prevedeva di non avere figure nei vari plant che fossero responsabili dell'uso e supporto alle persone ma unicamente il team MES centrale si recava sul posto per effettuare i rilasci e la formazione indispensabile. Quello che poi veniva a mancare era il supporto continuo agli operatori fuori dall'headquarter perché era proprio lì che il team operava maggiormente. I ritardi nel rispondere a richieste relative al sistema, sia per problemi che per formazione aggiuntiva, finivano per portare le persone ad

abbandonare l'utilizzo. È in questa ottica che diventa chiaro come avere delle figure stabili nello stabilimento che si occupino del software e dell'hardware sulle linee non sia solo qualcosa di conveniente da avere per il rilascio, ma anche per l'utilizzo del sistema al fine di evitare che le persone aggirino i nuovi strumenti. Si capisce dunque come sia necessario fornire sempre un feedback a tutte quelle richieste o dubbi che gli operatori pongono per far sì che questi ultimi non si sentano abbandonati a loro stessi nell'utilizzo. Inoltre non avere qualcuno che sottolinei costantemente alle persone l'importanza della nuova tecnologia e che li motivi al suo utilizzo fa sì che queste sottovalutino i vantaggi che sia loro che l'azienda possono ottenere.

Tutto questo faceva sì che ci fosse una differenza nell'utilizzo nello stabilimento produttivo centrale e gli altri. Per risolvere tale situazione il team MES ha tempestivamente deciso di individuare delle figure all'interno degli altri stabilimenti che si sarebbero occupate di dare supporto alle linee e di rispondere sempre alle comunicazioni fatte attraverso il MES, così da creare una situazione uguale a quella già presente lì dove il sistema veniva usato con più regolarità

Quanto osservato ha fatto sì che il processo di roll out sui vari stabilimenti fosse modificato andando a prevedere sin da subito un team in loco che fossero responsabili non solo di effettuare i rilasci, ma anche di seguire gli sviluppi, garantire la standardizzazione dei nuovi metodi e processi, fornire supporto costante alle linee e che fossero anche responsabili dei risultati prestazionali ottenuti. La definizione delle persone responsabili per ogni plant nel dare supporto e rispondere agli operatori ha garantito che anche le linee degli altri stabilimenti iniziassero a considerare il tablet e il MES come gli strumenti standard per effettuare richieste di supporto.

È certamente vero però che la propensione a continuare ad utilizzare una certa tecnologia dipende anche dalla percezione che le persone hanno di questa. Più si è soddisfatti e si ritiene che lo strumento sia utile maggiore sarà la propensione all'utilizzo. Per verificare quale fosse la percezione e il gradimento degli operatori verso il sistema MES adottato il team ha deciso di condurre una breve indagine interna. Il motivo era la volontà di riuscire a misurare e monitorare nel tempo quanto il personale di linea gradisse il sistema per intercettare anticipatamente eventuali

avversioni verso le nuove tecnologie pur trovandosi in una situazione in cui l'utilizzo è sotto controllo con un numero minimo di problematiche sollevate dagli operatori. Allo stesso tempo si voleva valutare se esistessero correlazioni tra le caratteristiche sociali (sesso ed età) o lavorative (esperienza di lavoro, formazione, coinvolgimento etc.) degli operatori e la loro percezione del sistema.

Per garantire di avere delle risposte basate su esperienze di utilizzo del MES a 360 gradi si è scelto di usare dei questionari da somministrare agli operatori che lavoravano sulle linee totalmente integrate con il sistema e con tutte le funzionalità, fino ad allora sviluppate, attive. Quindi si trattava di quelle linee dove gli ordini di produzione venivano ottimizzati e interamente gestiti dal MES, con la possibilità di chiamare gli uffici di qualità e manutenzione attraverso i tablet e dove le performane potevano essere monitorate con le dashboard. Le linee che rispecchiavano queste caratteristiche erano cinque tra cui le due linee pilota che avevano fatto da guida a tutte le altre.

## 5.2 La preparazione del questionario

Per investigare sulla relazione tra le caratteristiche e percezioni del personale e il successo di un'iniziativa digitale, in termini di soddisfazione e uso del sistema, sulle linee di assemblaggio manuali, si è scelto di procedere con la realizzazione di un questionario che sarebbe stato distribuito direttamente sulle linee. Il vantaggio del questionario è che permette di raccogliere un buon numero di dati in un tempo relativamente breve mentre il fatto di somministrarlo in linea porta al beneficio di essere certi di raggiungere il 100% delle compilazioni. Nello sviluppo dei questionari si è tentato di tener conto di alcuni aspetti importanti. Le domande sono state create tenendo in mente che, oltre a cercare le relazioni tra le risposte date dagli operatori in quel momento, il questionario doveva essere utile per capire e misurare gli scostamenti delle valutazioni registrate tramite nuove indagini eseguite dopo un possibile aggiornamento del sistema o di un rilascio di una nuova versione, nuove funzionalità o anche a seguito cambiamenti importanti relativi al MES.

Come suggerito nella letteratura [63] un aspetto fondamentale per garantire l'usabilità dei dati raccolti è quello di riuscire a far sì che le risposte vengano date con attenzione da parte delle persone. A tale scopo è essenziale anche che le domande siano scritte in un linguaggio conosciuto dai rispondenti. Si è deciso quindi di rendere il questionario il più immediato possibile per le persone definendo un numero ridotto di domande a risposta chiusa che fossero quanto più semplici e brevi.

Le domande chiuse relative al gradimento e l'esperienza con il sistema delle persone prevedevano delle risposte su una scala Likert a cinque punti in cui si poteva dare un giudizio a scelta tra "per niente", "poco", "abbastanza", "molto" o "moltissimo". La tabella Tabella 5-1 presenta poi le quindici domande relative al gradimento del sistema che comprendevano quelle inerenti all'utilizzo delle funzionalità, alle valutazioni di aspetti come la formazione, alla percezione di utilità, alla soddisfazione e al coinvolgimento.

*Tabella 5-1 Domande sul gradimento del sistema*

Ritieni che il tuo lavoro sia diventato più sicuro?
Pensi di riuscire a produrre di più da quando c'è il sistema?
Secondo te la comunicazione nel caso di problemi in linea è migliorata?
Ritieni che la schermata sui tablet sia facile ed intuitiva?
Ti trovi bene a guardare le istruzioni e i disegni sui tablet?
Togliere la carta e mettere i tablet è stata una buona idea?
Guardi i monitor per vedere come stanno andando le cose?
Pensi che i problemi di qualità e manutenzione sono gestiti meglio ora?
I problemi di mancanza di materiale sono diminuiti?
Pensi che il progetto MES sia una perdita di tempo?
Ti senti coinvolto nel percorso di digitalizzazione che stiamo facendo?
Sei soddisfatto di come è ora il sistema?
Credi che il sistema realizzato sia utile?
Ti sei sentito coinvolto e informato durante l'introduzione del sistema sulle linee?
Pensi che la formazione su come usare lo strumento sia stata sufficiente?

Inoltre sono state poste altre tre domande relativi agli aspetti sociali e al tempo impiegato per apprendere l'uso del sistema, inteso come lasso temporale necessario per capire come utilizzare tutte le funzionalità offerte dal MES attraverso i tablet.

Anche in questo caso si è scelto di rendere le domande a risposta chiusa provvedendo a creare dei macro-gruppi che sarebbero stati usati per le successive analisi. Nella Tabella 5-2 viene mostrata la seconda parte del questionario somministrato.

*Tabella 5-2 Domande sugli aspetti sociali relativi agli operatori*

Quanto tempo hai impiegato per imparare ad usare il sistema?				
Meno di un giorno	Meno di una settimana	Meno di 2 settimane	Meno di un mese	Più di un mese
In quale fascia di età ti trovi?				
18/25	25/35	35/45	45/55	più di 55
Da quanti anni lavori nella DAB				
Da meno di 1 anno	Da 1 fino a 3 anni	Da 3 fino a 6 anni	Da 6 fino a 10 anni	Da più di 10 anni
	Sesso			
	Maschio		Femmina	

Per favorire la compilazione sincera da parte degli operatori durante l'indagine, è stato garantito l'anonimato provvedendo a raggruppare i questionari solo per linea analizzata. Inoltre nel somministrare i moduli è stata data molta attenzione alla comunicazione ed è per questo che prima di distribuire i questionari sono state sempre spiegate chiaramente le motivazioni per cui si stava procedendo ad analizzare il gradimento, sottolineando l'importanza di una corretta compilazione per far emergere eventuali problematiche e dare le giuste priorità agli sviluppi futuri.

### 5.3 I risultati dell'indagine

Il questionario è stato sottoposto a tutti gli operatori che nel turno di lavoro precedentemente identificato come il più adatto assieme ai capilinea, fossero presenti sulle cinque linee scelte. In totale sono stati intervistati ventidue operai di cui tredici provenienti dalle due linee pilota, da qui denominate come linea A, e i restanti nove dalle altre tre linee ripartiti come quattro per la linea B, tre per la linea C e quattro per la linea D. Ai fini delle analisi fatte successivamente si è scelto di considerare gli operai appartenenti alle due linee di assemblaggio come appartenenti ad un unico gruppo per via del fatto che a causa della similarità delle operazioni svolte sulle linee vi è un'elevata rotazione del personale tra le due.

Questo fa sì che pur potendo fare delle valutazioni per linea queste non sarebbero corrette dato che, di turno in turno, le stesse persone possono trovarsi su una delle due linee a seconda delle necessità. Per quanto riguarda gli aspetti sociali degli operatori facenti parte del campione bisogna sottolineare come tutti fossero di sesso maschile. Di conseguenza questo aspetto è stato messo da parte nelle successive valutazioni perché non permetteva di fare nessuna differenziazione sulle risposte. Per quanto riguarda l'età e l'anzianità lavorativa in DAB la

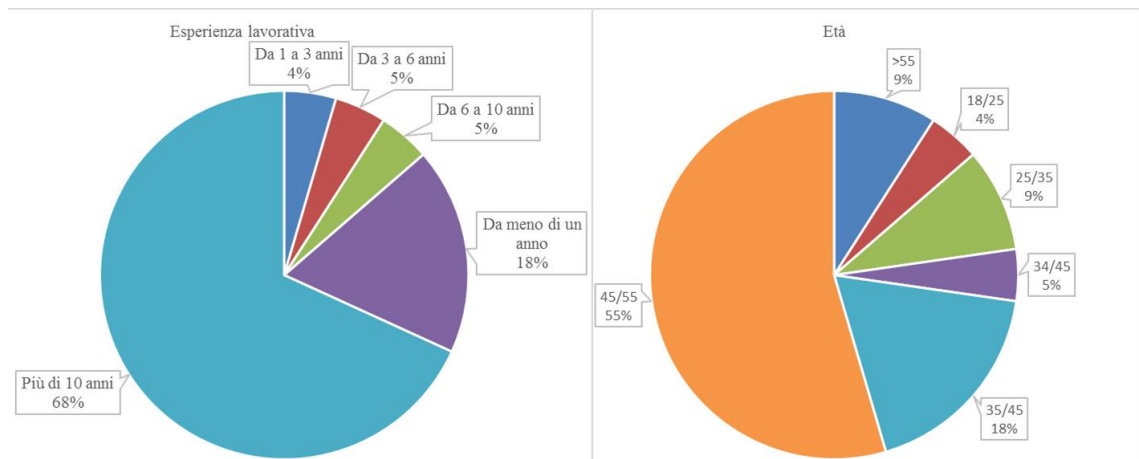


Figura 5.4 mostra la loro distribuzione percentuale sull'intero campione.

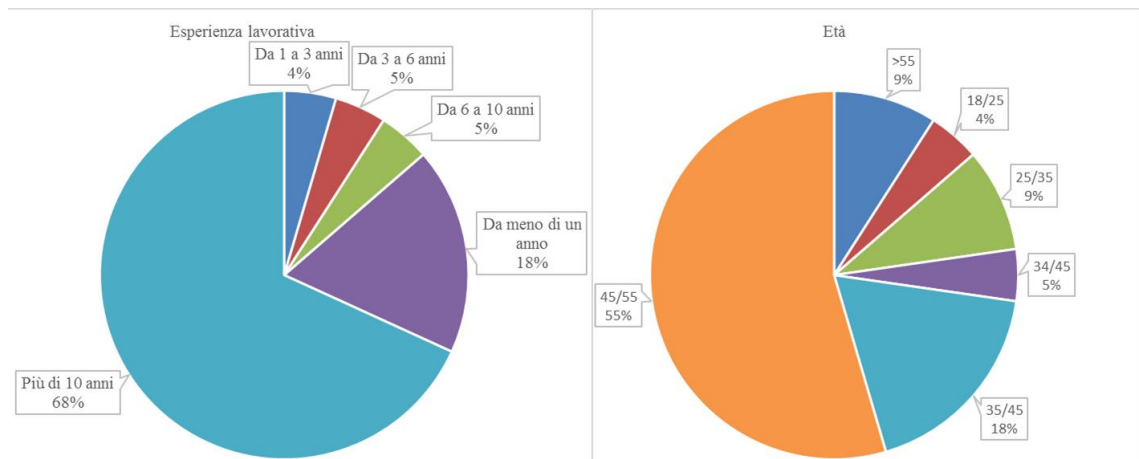


Figura 5.4 Distribuzione del campione su età ed esperienza lavorativa

Si può notare come la maggior parte degli operatori abbia un'esperienza lavorativa nell'azienda decennale e che l'età media è compresa tra i 45 e i 55 anni. La situazione che viene fotografata è quella di un personale di linea con un'alta anzianità operativa maturata in DAB e che si è dunque trovato per la prima volta di fronte a delle tecnologie digitali innovative in seguito all'introduzione del MES.

Per quanto riguarda le domande relative al gradimento del sistema da parte degli operatori queste sono state valutate convertendo la scala Likert in punteggi che andavano da 0 (per niente) a 4 (moltissimo) così da poter analizzare meglio le risposte date. Il grafico in Figura 5.5 riassume quelle che sono state le risposte da parte degli operatori intervistati sul loro gradimento del sistema.

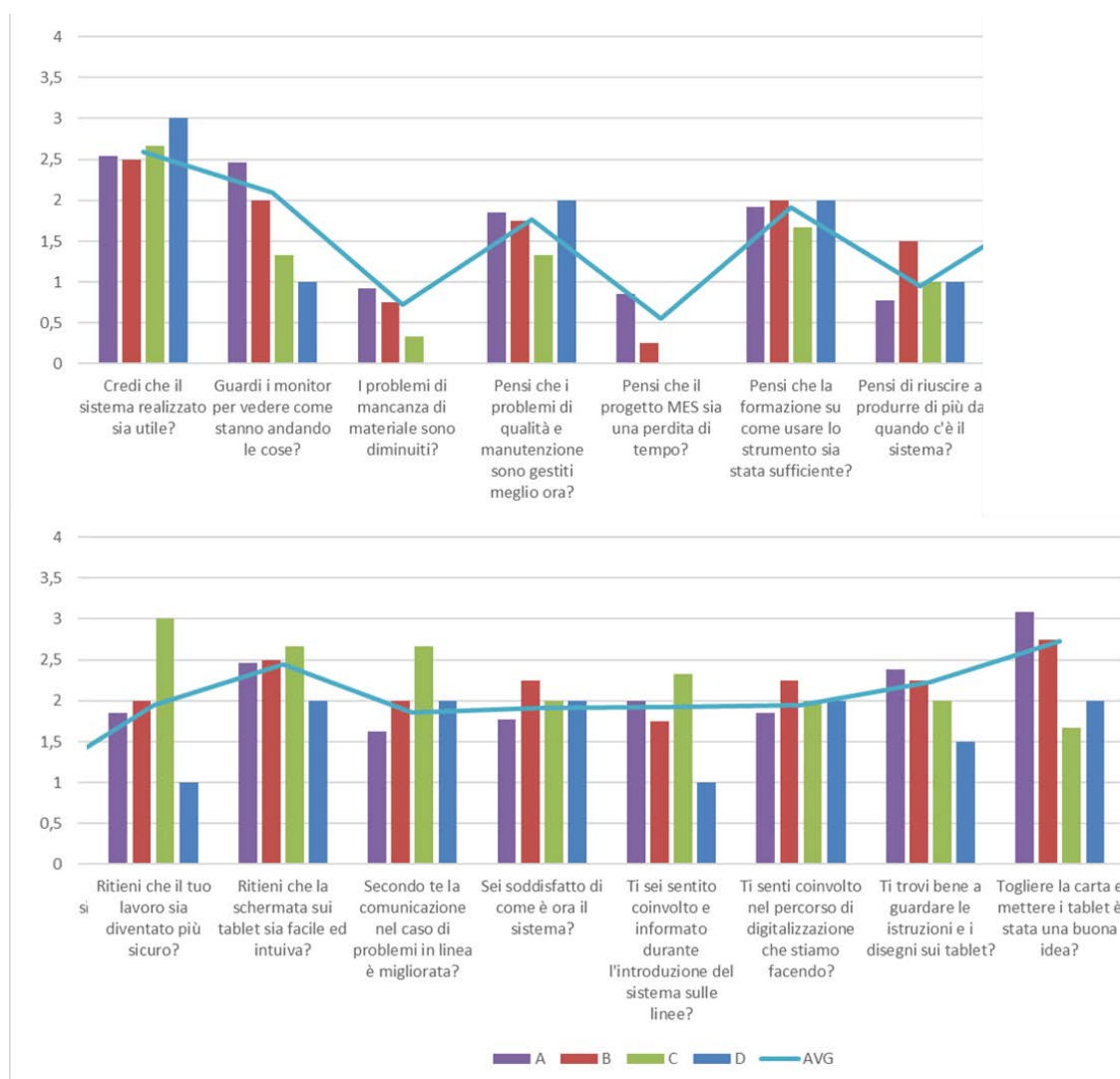


Figura 5.5 Risposte relative alla percezione da parte degli operatori

Gli istogrammi rappresentano la media delle risposte date da una certa linea per la domanda mentre la spezzata permette di valutare l'andamento della media complessiva per quella domanda. Se osserviamo le risposte, si può notare come nella maggior parte dei casi ci sia un allineamento nei punteggi dati tra i vari rispondenti delle linee.



Ponendo però una maggiore attenzione su alcune domande è possibile già fare delle valutazioni interessanti.

Relativamente alla domanda sull'utilità del sistema MES si può notare come tutte le linee abbiano dato un punteggio superiore al valore mediano dell'intervallo sottolineando dunque che il sistema ha portato e porta del valore all'interno della produzione. Se però si guarda alla domanda nella quale si chiedeva se il tempo impiegato per sviluppare il MES sia stato sprecato, proprio le due linee pilota che da più tempo utilizzano il sistema e che hanno contribuito a crearlo danno il giudizio peggiore. Allo stesso tempo le linee pilota sono quelle le quali hanno la visione più negativa sul contributo del sistema nell'incrementare la loro capacità produttiva. Al contrario le linee che stanno utilizzando il sistema da un periodo di tempo più breve percepiscono il sistema come utile al pari delle linee pilota, ma contemporaneamente non lo considerano per nulla una perdita di tempo e sentono maggiormente che la loro produttività venga aumentata grazie al suo supporto. Il tempo di utilizzo quindi potrebbe essere un fattore che determina una visione diversa sul sistema e le sue potenzialità, anche se con il tempo la percezione dovrebbe tendere a migliorare invece che peggiorare come accaduto sulle linee A. Il motivo della valutazione negativa sul tempo impiegato per realizzare il MES da parte delle linee pilota potrebbe essere anche riconducibile al fatto che per sviluppare il sistema è stato impiegato del tempo di quelle linee mentre le altre si sono viste rilasciare il sistema senza problemi di sviluppi e aggiustamenti. Il fatto di aver partecipato alla creazione e aver visto lo sforzo aziendale che ne è conseguito potrebbe quindi aver indotto il personale delle linee pilota a ritenerlo troppo alto rispetto ai benefici ricevuti.

La natura del ciclo di assemblaggio è sicuramente un altro fattore estremamente importante nel determinare la percezione del sistema e delle sue funzionalità sulle persone. Infatti per le linee pilota dove la varietà gestita è molto alta con relativi maggiori problemi nel reperire le istruzioni di assemblaggio, l'utilità derivante dall'utilizzo dei tablet è molto elevata visto che quest'ultimo permette di navigare velocemente nella documentazione e reperire subito le istruzioni necessarie. C'è poi da dire che il punteggio più basso ottenuto dalla domanda relativi ai disegni sui tablet per

le linee C e D potrebbe essere collegato al fatto che al momento del rilascio sulla linea, a causa di ritardi dovuti all'aggiornamento della documentazione che risultava essere obsoleta, ci siano stati dei problemi nel fornire tutto ciò che prima era presente sulla carta attraverso i tablet. Questa dilazione nel garantire il pieno utilizzo del supporto digitale dopo il rilascio potrebbe aver spinto gli operatori ad avere una peggiore impressione sull'effettivo beneficio dei tablet. D'altra parte anche la linea pilota ha avuto a che fare con dei problemi con il sistema, soprattutto durante la fase di demo e di prima implementazione, ma una volta sistemati hanno avuto un periodo molto lungo di utilizzo senza altri grandi problematiche riscontrate. Nel momento in cui si sono svolte le interviste il lasso di tempo dalla risoluzione delle difficoltà legate ai tablet della linea C e D era molto inferiore rispetto alla A e questo sicuramente ha fatto sì che i problemi, se pur risolti, avessero ancora un alto impatto nella loro mente sulla percezione dei vantaggi nell'uso dello strumento digitale.

Per quanto riguarda invece la domanda relativa alla riduzione delle problematiche di interruzione delle operazioni di assemblaggio a causa della mancanza materiale si può vedere come questa sia quella con una media complessiva più bassa, pari solo a 0.73. Il perché di questo è legato al fatto che nel momento in cui è stata condotta l'intervista il sistema Preactor, che automatizzava la schedulazione per evitare mancanze di materie prime durante la produzione, non era ancora totalmente avviato e funzionante. Il punteggio basso era dunque prevedibile ma si è scelto di porre lo stesso il quesito per valutare quale sarebbe stata la percezione degli operatori e valutare l'evoluzione della percezione sulle linee a seguito dell'utilizzo stabile del modulo legato alla schedulazione.

Come visto nel capitolo 1 altri due fattori chiave per il successo di un'iniziativa di industry 4.0 sono la formazione e il supporto che vengono garantiti alle persone. Consapevole di ciò la DAB ha cercato di adattare il training il più possibile alle esigenze del personale anche se il punteggio medio ottenuto è inferiore al valore mediano dell'intervallo. Questo potrebbe essere dovuto al fatto che le linee intervistate sono state oggetto del processo di formazione prima che il team decidesse di rivoluzionarlo (capitolo 3). Può risultare molto interessante al prossimo ciclo di interviste comparare il

valore ottenuto da linee che seguiranno il nuovo percorso formativo con quello raccolto per le cinque linee in esame al fine di capire se realmente c'è un miglioramento oppure no. In merito al coinvolgimento delle linee si può osservare come questo sia stato sufficiente sia nel caso specifico dell'introduzione sulle linee del sistema sia per quanto riguarda il percorso di digitalizzazione in senso lato che la DAB sta affrontando, sintomo che nonostante quanto fatto gli operatori credano che ci possa essere ancora un miglioramento, soprattutto nella comunicazione. Per riuscire però a capire se esistano delle relazioni particolari tra gli aspetti sia personali che percettivi raccolti tramite i questionari è necessario procedere con un'analisi più dettagliata dei risultati che sia in grado di evidenziare dei legami tra fattori su cui puntare per guidare meglio lo sviluppo dell'iniziativa.

#### 5.4 L'analisi di correlazione

Se si osserva la letteratura cercando di comprendere quali siano le variabili che più impattano sulla riuscita e l'accettazione di una nuova tecnologia sulle linee di assemblaggio manuali si nota che un aspetto chiave che guida la percezione e la propensione all'uso sia l'età. Se si analizzano i risultati dello studio condotto da Ingenics [64] condotto su oltre 500 aziende, riportato in Figura 5.6, si può notare come le aziende valutino l'età media come un fattore su cui stare molto attenti quando si vuole implementare una nuova soluzione IT in produzione. Non meno importante è il problema legato alla tendenza delle persone a tenere per sé i dati, e quindi la conoscenza. Quest'ultimo aspetto può essere dovuto a una mancanza di engagement o di motivazione riguardo l'iniziativa aziendale, il che porta le persone a non condividere ciò che conoscono.

Risulta quindi utile pensare di creare un'analisi di correlazione che permetta di cercare ed identificare se esistano dei legami tra l'età degli operatori intervistati e le risposte che loro stessi hanno dato sui vari aspetti del MES.



Figura 5.6 Gli undici maggiori problemi nell'implementare soluzioni IT in fabbrica dallo studio Ingenics [64]

Elaborare un'analisi di questo tipo significa tentare di identificare per ogni combinazione possibile del fattore età con gli altri, quello che è il parametro  $r$  di Pearson detto anche indice di correlazione. Valutazioni di questo tipo, relative proprio all'adozione del sistema MES, sono state proposte in passato. Tra queste in quella condotta di Hasan Yavuz [65] viene mostrato come da un'intervista su operatori e impiegati di un'azienda manifatturiera turca siano emerse delle correlazioni tra la posizione e l'educazione delle persone e la loro soddisfazione e percezione di facilità d'uso del sistema. Anche l'esperienza lavorativa nell'azienda in cui viene adottato il MES sembra avere degli effetti su come viene percepito il sistema. Michael H. Small e Mahmoud Yasin [66] fanno emergere, a seguito della loro ricerca sulla capacità delle aziende di far adottare tecnologie innovative in ambito produttivo, che esiste una forte correlazione tra performance e la formazione che le persone credono di aver ricevuto.

Da quanto riscontrato nella letteratura è possibile dire che sicuramente non solo l'età influenza l'adozione di una nuova tecnologia in fabbrica ma possono esserci anche altri fattori che risultano essenziali e che vanno valutati. È possibile utilizzare i dati raccolti nel caso DAB pumps per condurre un'analisi correlativa utilizzando più variabili, oltre all'anzianità aziendale e la fascia di età, come il livello di coinvolgimento e di formazione e vedere come queste impattino sulla percezione del sistema. In particolare

è vantaggioso cercare di capire quali sono i fattori che influenzano maggiormente l'utilità percepita del sistema e quella che è la soddisfazione, in quanto un livello alto di questa variabile nella mente degli operatori fa sicuramente sì che questi siano più propensi ad utilizzarlo nel day by day. Lo stesso si può dire per l'utilità che se ritenuta alta può convincere le persone ad usare il sistema e contemporaneamente scoraggiare l'abbandono per non perdere la possibilità di sfruttare i benefici che ne derivano.

Per svolgere l'analisi di correlazione sul questionario si è scelto di non considerare tutte le domande poste ma solo quelle che dietro di sé avevano fattori che potevano scoraggiare o incoraggiare l'utilizzo e l'adozione (Tabella 5-3). Per ognuna di queste domande è stato trovato il coefficiente di correlazione ottenendo come risultato la matrice di correlazione, Tabella 5-4.

Tabella 5-3 Domande soggette all'analisi di correlazione

DOMANDE	Numero
Fascia età	1
Ti sei sentito coinvolto e informato durante l'introduzione del sistema sulle linee?	2
Anni di esperienza in azienda	3
Togliere la carta e mettere i tablet è stata una buona idea?	4
Ti senti coinvolto nel percorso di digitalizzazione che stiamo facendo?	5
Ti trovi bene a guardare le istruzioni e i disegni sui tablet?	6
Credi che il sistema realizzato sia utile?	7
Ritieni che la schermata sui tablet sia facile ed intuitiva?	8
Pensi che la formazione su come usare lo strumento sia stata sufficiente?	9
Tempo apprendimento necessario	10
Sei soddisfatto di come è ora il sistema?	11
Secondo te la comunicazione nel caso di problemi in linea è migliorata?	12
Guardi i monitor per vedere come stanno andando le cose?	13

In ogni cella è presente l'indice  $r$  di Pearson e, come si può notare, la matrice è di tipo triangolare inferiore per via del fatto che i coefficienti calcolati sono bidirezionali e quindi uguali indipendentemente dal verso della relazione. Il valore assunto da  $r$  va da -1 a +1 e permette di capire se esista una relazione lineare positiva o negativa tra i due fattori considerati. Più il valore si avvicina a 1 maggiore è la proporzionalità diretta tra i due fattori presi in esame (al crescere di uno cresce anche l'altro), mentre più il valore tende a -1 più la relazione è di tipo inverso (all'aumentare di uno l'altro diminuisce). Se

il valore è pari a zero l'indice suggerisce che non esiste una relazione lineare tra i due elementi valutati ma ciò non esclude la possibilità che esistano altri tipi di relazioni non lineari (esponenziali, paraboliche etc.) tra i risultati di una variabile al variare dell'altra.

I colori associati ad ogni valore nella matrice aiutano ad esprimere la “forza” della relazione tra i due fattori presi in esame. Non essendoci un modo univoco di classificare la robustezza di una correlazione si è scelto di seguire le indicazioni fornite da Richard Taylor [67] il quale definisce:

- a) una relazione debole (colore verde) per  $|r|$  minore di 0,35 ;
- b) una relazione media (colore giallo) per  $|r|$  compreso tra 0,36 e 0,69;
- c) una relazione forte (colore rosso) per  $|r|$  maggiore di 0,69.

Tabella 5-4 Matrice risultato dell'analisi di correlazione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,00												
2	0,39	1,00											
3	0,67	0,46	1,00										
4	0,09	-0,23	0,07	1,00									
5	-0,36	-0,33	-0,65	-0,14	1,00								
6	-0,07	0,02	0,13	0,32	0,06	1,00							
7	0,23	-0,14	0,41	0,21	-0,40	0,20	1,00						
8	0,08	0,16	0,12	0,11	0,02	0,64	0,56	1,00					
9	0,10	0,24	0,31	0,17	-0,11	0,46	0,56	0,78	1,00				
10	0,21	0,17	0,30	0,18	-0,34	-0,14	0,32	0,04	0,31	1,00			
11	0,06	0,28	0,37	0,20	-0,25	0,40	0,59	0,59	0,58	0,32	1,00		
12	0,03	-0,03	0,11	-0,22	0,20	0,27	0,42	0,65	0,44	-0,07	0,57	1,00	
13	0,16	0,10	-0,06	0,55	-0,13	0,26	0,41	0,32	0,40	0,01	0,42	0,16	1,00

Osservando il risultato si può evidenziare come molte delle correlazioni siano di tipo debole mentre solo una può essere descritta come forte. Quest'ultima riguarda il rapporto tra il punteggio dato alla formazione ricevuta e quello assegnato alla semplicità della user interface dei tablet, indicando che questi due aspetti sono direttamente proporzionali.

Cercare però di valutare le relazioni tra variabili e la loro bontà osservando solo il coefficiente  $r$  non è sufficiente. Infatti è possibile che anche correlazioni deboli abbiano senso di essere considerate come importanti e cruciali o che relazioni forti siano in realtà poco realistiche. Per valutare l'effettiva correttezza delle relazioni e dei loro coefficienti è necessario sfruttare anche il concetto di significatività statistica. Esistono infatti delle tabelle che, dato il numero di rispondenti e la significatività che si vuole garantire alle proprie ipotesi relative alle relazioni, permettono di trovare un valore di  $t$  critico il quale va confrontato con il  $t$  della relazione in esame. Se il valore critico viene superato allora si può dire che la correlazione è statisticamente rilevante e che  $r$  è significativamente diverso da zero. Il valore  $t$  di una coppia di variabili controllate si ottiene come il rapporto tra l'indice  $r$  e il suo errore standard.

Quindi affinché si possa dire che la relazione esista e sia significativa c'è bisogno di fissare un valore  $\alpha$ , ritenuto opportuno per l'analisi, il quale rappresenta la probabilità di commettere un errore nella valutazione che si sta facendo. Naturalmente più il valore è piccolo maggiore è la certezza delle conclusioni cui si arriva. Nel caso specifico la scelta è stata quella di creare le tabelle per la significatività delle relazioni sia accettando un errore del 5% (Tabella 5-5) sia dell'1% (Tabella 5-6) per valutare le eventuali differenze. Si è proceduto quindi ad evidenziare in ogni matrice quelli che erano i valori che superavano il  $t$  critico relativo al valore  $\alpha$  di riferimento.

È possibile rilevare immediatamente come con un errore ammesso del 5% molte più relazioni risultino essere significative e quindi veritiere. In particolare si osserva che tutte le correlazioni medie o forti risultano essere verificate mentre le deboli effettivamente non sembrano avere rilevanza statistica. La situazione è ben più differente se si accetta un errore dell'1% in quanto, in questo caso, solo tredici delle ventiquattro relazioni identificate precedentemente risultano ancora ragionevoli. Se si esaminano bene i valori  $r$  delle relazioni emerse come interessanti si può notare come, a dimostrazione di quanto detto precedentemente sul valutare solo il coefficiente in sé, questi non siano i più alti che erano stati misurati.

Nell'effettuare le considerazioni sul risultato ottenuto è necessario ricordare come le l'indice  $r$ , pur essendo stato identificato come statisticamente rilevante, non permette

comunque di dire che ci sia un rapporto di causa ed effetto tra le variabili, per via della natura bidirezionale, ma solo che esiste una relazione. L'eventuale presenza di consequenzialità tra due variabili può essere supposta osservando cosa queste rappresentano e supponendo come possano interagire.

Tabella 5-5 Tabella t con valori evidenziati per  $\alpha = 0,05$

		$\alpha=0,05$												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00													
2	1,90	0,00												
3	4,00	2,29	0,00											
4	0,42	-1,03	0,33	0,00										
5	-1,70	-1,54	-3,82	-0,65	0,00									
6	-0,33	0,07	0,57	1,52	0,25	0,00								
7	1,04	-0,62	2,01	0,96	-1,94	0,89	0,00							
8	0,34	0,72	0,52	0,48	0,11	3,76	3,00	0,00						
9	0,46	1,09	1,48	0,79	-0,49	2,35	3,00	5,60	0,00					
10	0,98	0,77	1,39	0,83	-1,62	-0,64	1,49	0,16	1,45	0,00				
11	0,28	1,29	1,78	0,93	-1,15	1,97	3,27	3,29	3,20	1,49	0,00			
12	0,14	-0,13	0,49	-1,02	0,90	1,24	2,06	3,85	2,18	-0,31	3,08	0,00		
13	0,74	0,44	-0,28	2,94	-0,58	1,21	2,03	1,51	1,95	0,03	2,09	0,75	0,00	

Tabella 5-6 Matrice t con valori evidenziati per  $\alpha = 0,01$

		$\alpha=0,01$												
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	0,00													
2	1,90	0,00												
3	4,00	2,29	0,00											
4	0,42	-1,03	0,33	0,00										
5	-1,70	-1,54	-3,82	-0,65	0,00									
6	-0,33	0,07	0,57	1,52	0,25	0,00								
7	1,04	-0,62	2,01	0,96	-1,94	0,89	0,00							
8	0,34	0,72	0,52	0,48	0,11	3,76	3,00	0,00						
9	0,46	1,09	1,48	0,79	-0,49	2,35	3,00	5,60	0,00					
10	0,98	0,77	1,39	0,83	-1,62	-0,64	1,49	0,16	1,45	0,00				
11	0,28	1,29	1,78	0,93	-1,15	1,97	3,27	3,29	3,20	1,49	0,00			
12	0,14	-0,13	0,49	-1,02	0,90	1,24	2,06	3,85	2,18	-0,31	3,08	0,00		
13	0,74	0,44	-0,28	2,94	-0,58	1,21	2,03	1,51	1,95	0,03	2,09	0,75	0,00	

Per completare l'analisi sulle relazioni tra i fattori indagati nel questionario è stato importante procedere anche al calcolo di un altro parametro, e cioè il coefficiente di determinazione. Quest'ultimo si calcola come il quadrato del coefficiente  $r$  e consente



di esprimere, in termini percentuali, la variabilità della variabile dipendente spiegata dalla variabile indipendente di una certa relazione. Anche per questo nuovo indice è stata creata una matrice riassuntiva riportata nella Tabella 5-7 dove sono stati evidenziati i valori che superavano lo 0,4 e quindi l'incrocio tra quelle relazioni per cui la variabile dipendente spiegava almeno il 40% della variabilità nella variabile dipendente.

Tabella 5-7 il coefficiente di determinazione per ogni relazione

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	1,00												
2	0,15	1,00											
3	0,44	0,21	1,00										
4	0,01	0,05	0,01	1,00									
5	0,13	0,11	0,42	0,02	1,00								
6	0,01	0,00	0,02	0,10	0,00	1,00							
7	0,05	0,02	0,17	0,04	0,16	0,04	1,00						
8	0,01	0,03	0,01	0,01	0,00	0,41	0,31	1,00					
9	0,01	0,06	0,10	0,03	0,01	0,22	0,31	0,61	1,00				
10	0,05	0,03	0,09	0,03	0,12	0,02	0,10	0,00	0,10	1,00			
11	0,00	0,08	0,14	0,04	0,06	0,16	0,35	0,35	0,34	0,10	1,00		
12	0,00	0,00	0,01	0,05	0,04	0,07	0,17	0,43	0,19	0,00	0,32	1,00	
13	0,03	0,01	0,00	0,30	0,02	0,07	0,17	0,10	0,16	0,00	0,18	0,03	1,00

## 5.5 Interpretazione degli indici

Analizzando i risultati sulle relazioni ritenute significative con un errore dell'1% si nota immediatamente che i fattori età e esperienza lavorativa hanno una legame tra di loro. Oltre a questo, però, risalta che nessun indice mostra dei legami tra il variare dell'età e il variare dei punteggi dati a tutte le altre domande. Ciò sta a significare che l'età non è stato un criterio che ha spinto le persone ad avere un certo approccio verso la nuova tecnologia adottata. Per quanto riguarda però l'aspetto dell'anzianità lavorativa, quest'ultimo risulta essere direttamente collegato al livello di coinvolgimento valutato dalle persone. In questo caso l'esperienza in azienda può rappresentare la variabile indipendente e questa permette di spiegare il 42% della varianza ottenuta sulle domande relative al coinvolgimento. A livello aziendale questo è importante perché è fondamentale che tutti percepiscano lo stesso coinvolgimento e che questo sia il più alto possibile per favorire l'utilizzo delle nuove tecnologie. Infatti prendendo in esame la

matrice delle  $t$  con  $\alpha$  uguale al 5% si può osservare che il coinvolgimento sia in relazione diretta con la percezione di utilità del sistema il che significa un impatto diretto sull'utilizzo del sistema. Quest'ultimo aspetto però è utile a spiegare solo il 16% della varianza ottenuta sulla percezione di utilità da parte degli operatori e quindi una relazione potrebbe esistere a rigor di logica ma quest'ultima non viene confermata dai numeri.

Se però si guarda alla percezione di utilità del sistema si identificano delle relazioni statisticamente significative con due fattori chiave e cioè la user friendliness dell'interfaccia grafica e la soddisfazione relativa alla formazione ricevuta. Riguardo alla percezione della formazione si può dire anche che questa viene percepita tanto meglio quanto più l'interfaccia di utilizzo è semplice. Se si considera infatti la valutazione della formazione come variabile dipendente dalla facilità della schermata si può dire che quest'ultima spiega il 61% delle varianza generata nella valutazione della formazione.

La facilità di utilizzo del sistema interagisce positivamente anche con la percezione di miglioramento delle comunicazioni effettuate. Ciò è fondamentale in quanto uno degli obiettivi della DAB era proprio quello di migliorare gli scambi informativi dalla produzione agli altri reparti e aver puntato su un'interfaccia grafica semplice ha permesso di favorire il raggiungimento dello scopo e, se in futuro si volesse perfezionare ancora di più la comunicazione, tale analisi suggerisce che per farlo bisogna concentrarsi soprattutto sulla facilità d'uso nonché sulla maggiore formazione.

Si sa poi che una chiave per il successo di qualsiasi iniziativa è il livello di soddisfazione che le persone hanno nell'utilizzare lo strumento. Nell'analisi condotta si può osservare che quattro sono i fattori per cui esiste una relazione significativa con il punteggio di soddisfazione; si tratta dell'utilità percepita, la facilità d'uso dell'interfaccia, il livello di formazione ricevuto e il miglioramento della comunicazione. Tutte e quattro le variabili, oltre ad essere statisticamente rilevanti, contribuiscono a spiegare ognuna oltre il 30% della variabilità relativa alla soddisfazione. Ancora una volta la facilità d'uso dell'interfaccia risulta quindi un fattore

determinante per portare all'adozione del sistema dato che agisce non solo sull'utilità ma anche sulla soddisfazione nell'utilizzo.

Tra le cose che emergono poi dall'analisi svolta vi è il fatto che non sembrano esistere relazioni significative con la velocità di apprendimento, che era un altro parametro importante da monitorare. Sicuramente maggiore è la velocità di apprendimento maggiore sarà la capacità di adottare l'innovazione sulle linee di assemblaggio. L'unica evidenza, non sufficientemente significativa, è che ci sia una relazione di proporzionalità inversa con il coinvolgimento. Quindi più l'operatore si sente coinvolto meno tempo sarà necessario per apprendere. I risultati dunque non portano a far credere che esistano fattori, tra quelli indagati nel questionario, che possano facilitare od ostacolare l'apprendimento. Bisogna ricordandosi però che l'indice  $r$  contribuisce a trovare solo le relazioni lineari tra variabili e quindi un indice non significativo non implica direttamente l'assenza di una relazione con le altre variabili. Si può quindi cercare di esaminare a livello grafico come variano i risultati delle domande al variare del punteggio dato all'apprendimento. Questo può essere utile anche per gli aspetti quali l'età e l'esperienza per cui precedentemente non sono emersi particolari legami.

In particolare per il tempo di apprendimento dello strumento si volevano cercare eventuali connessioni soprattutto con il livello di formazione percepito e l'intuitività dello strumento. La Figura 5.7 mostra graficamente come le queste due variabili varino all'aumentare del tempo che è stato necessario per apprendere l'utilizzo del sistema.

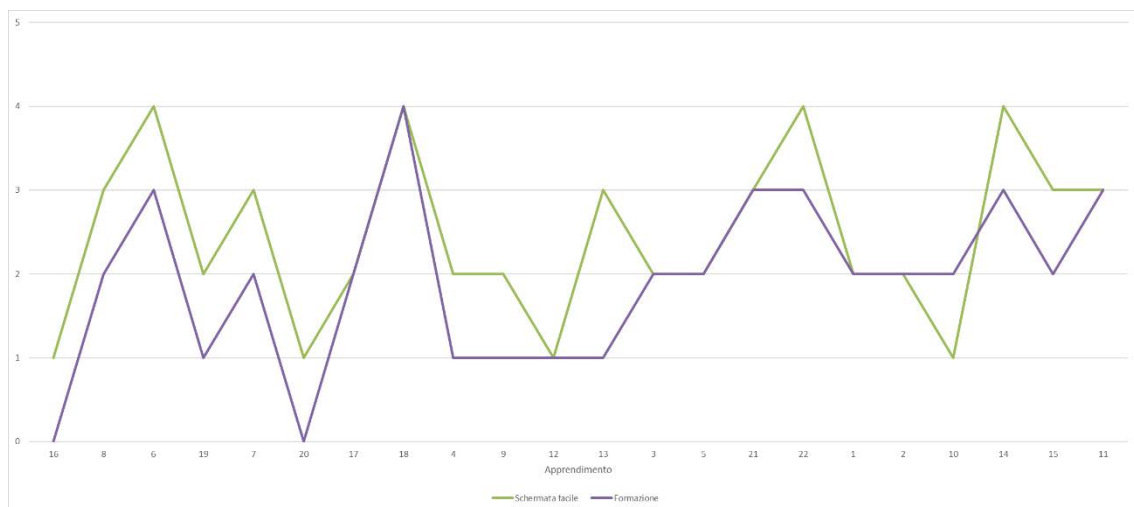


Figura 5.7 Andamento di formazione e user friendliness all'aumentare del tempo di apprendimento

Si nota come effettivamente non esistano relazioni particolari né di tipo lineare (a conferma dei bassi indici di correlazione) né di altro tipo. Studiando meglio il grafico questo mette in evidenza una certa simmetria però tra il punteggio assegnato alla formazione e quello dato alla schermata facile, dando una conferma alle osservazioni fatte precedentemente considerando il solo coefficiente di Pearson.

Anche l'anzianità lavorativa e l'età potrebbero però influire sulla velocità di nell'apprendere i vari aspetti del sistema e per verificare ciò è stato graficato l'andamento delle risposte al variare di questi due fattori. Inoltre si è deciso di cercare anche relazioni che potrebbero non essere state individuate con l'indice di Pearson che leghino età ed esperienza in azienda con il livello di utilità e di soddisfazione del sistema. Il risultato viene mostrato nella Figura 5.8 e la Figura 5.9 nelle quali sono anche evidenziati i diversi gruppi di rispondenti per fascia di età o anni di permanenza in azienda.

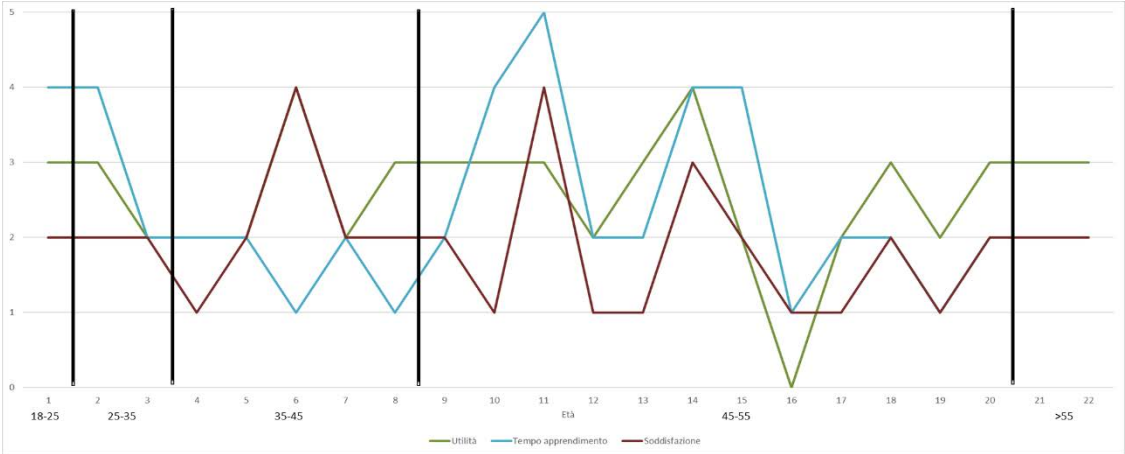


Figura 5.8 Andamento dei punteggi di apprendimento, soddisfazione e utilità all'aumentare dell'età

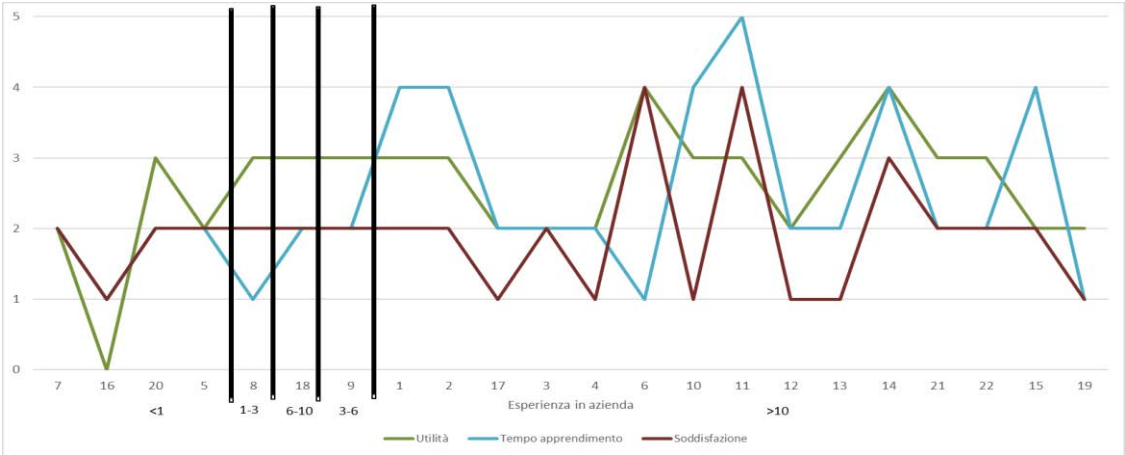


Figura 5.9 Andamento dei punteggi di apprendimento, soddisfazione e utilità all'aumentare dell'esperienza

La prima osservazione che si può fare è relativa all'andamento della velocità di apprendimento. In relazione all'età si può vedere come ci sia una variabilità che non dipende dalla categoria di appartenenza del rispondente, il che conferma quindi l'assenza di relazioni anche diverse da quella lineare. Lo stesso non si può dire però della relazione con l'esperienza in azienda in quanto si può notare che quelle persone con meno esperienza in azienda sembrano avere dei tempi medi di apprendimento più bassi mentre nel gruppo di persone con più esperienza sono presenti dei picchi nei tempi necessari per padroneggiare le funzionalità offerte dai tablet. Questo fenomeno potrebbe essere dovuto al fatto che nell'esperienza pregressa delle persone presso altre aziende queste abbiano maturato delle conoscenze che si sono dimostrate utili e che sono state applicate alla trasformazione DAB. Si potrebbe dunque concludere che un fattore che ha favorito l'apprendimento del sistema potrebbe essere l'esperienza fatta altrove ma potrebbero esserne degli altri non investigati nell'indagine o una combinazione più complessa di quelli già visti e misurati singolarmente. Essendo il sistema DAB per le linee basato sui tablet potrebbe, per esempio, essere significativa la relazione tra l'apprendimento e l'utilizzo nella vita privata del supporto tecnologico di cui le linee sono state dotate.

Per quanto riguarda i punteggi di soddisfazione e utilità del sistema si può dire qualcosa di simile a quanto già evidenziato per l'apprendimento. L'età non sembra essere un fattore discriminante in quanto in tutte le fasce si trovano dei picchi sia positivi che negativi con una certa variabilità nell'andamento sia per utilità che soddisfazione. Se si esaminano però gli andamenti al variare dell'esperienza in azienda si può notare come al suo crescere ci sia anche un aumento della deviazione dei punteggi dalla media, sintomo che ci sia una maggiore sensibilità nel valutare quegli aspetti quando l'esperienza cresce. Tuttavia, la presenza di un campione ridotto per le categorie con meno esperienza non permette di affermare che quanto appena evidenziato sia statisticamente corretto (cosa che invece non vale per le analisi di correlazione in quanto il valore soglia della  $t$  dipende proprio dal numero di rispondenti al questionario).

È interessante poi constatare dai due grafici che il punteggio dato all'utilità del sistema è superiore a quello dato alla soddisfazione nella maggior parte dei casi. Ciò potrebbe

essere sintomo del fatto che le persone vedono le potenzialità del sistema, ne sono consapevoli ma non credono che lo stato in cui si trovi e/o il modo in cui venga usato ad oggi ne esprime tutte le potenzialità.

### 5.5.1 Valutazioni finali sui risultati

Volendo riassumere i risultati ottenuti dall'analisi svolta sulle linee di assemblaggio che adottano il sistema MES si può fare riferimento alla Figura 5.10. Oltre ad evidenziare quanto già visto con i coefficienti di Pearson e di determinazione questo schema suggerisce quelli che sono i possibili legami causa-effetto che portano ad avere una maggiore soddisfazione e una velocità di apprendimento tali da facilitare l'adozione sulle linee di assemblaggio manuali.

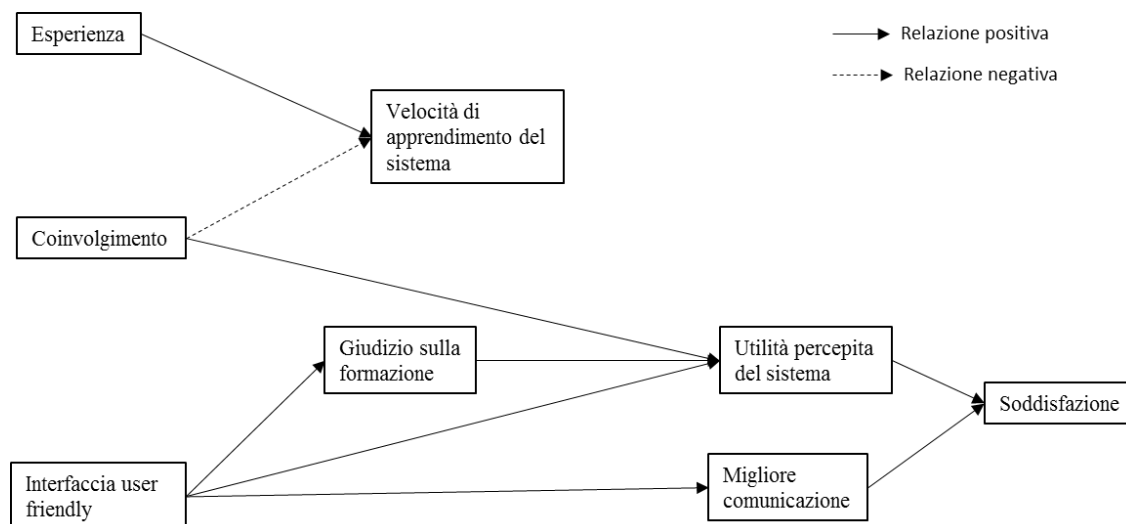


Figura 5.10 Modello riassuntivo delle relazioni emerse tra le variabili analizzate

Pur restando fattori quali l'età e l'esperienza in azienda fondamentali nel facilitare o meno l'introduzione e l'utilizzo di nuove tecnologie in fabbrica, questi non sono gli unici da dover considerare. La formazione si conferma essere anch'essa importante e va dunque tenuta sempre in considerazione andando ad attuare quelle strategie che meglio fittano con le esigenze manifestate dal personale in linea.

Un altro aspetto fondamentale e da non sottovalutare è quello di garantire una facilità d'uso del sistema attraverso delle user interface degli strumenti digitali che siano il più intuitiva e diretta possibile. Infatti, come DAB, ogni azienda ha la possibilità di

scegliere se procedere con l'interfaccia e meccanismi suggeriti dal fornitore digitale o se destinare delle risorse al fine di ottenerne una che si adatti meglio alle proprie esigenze e obiettivi. Nel caso DAB questa scelta, fatta nelle prime fasi del progetto, ha sicuramente contribuito al raggiungimento del successo nel rilascio e successivo mantenimento dell'iniziativa. Ciò nonostante, pur realizzando il sistema con la massima facilità di impiego, non va mai sottovalutato il supporto alle linee che adottano il nuovo sistema in quanto queste devono essere accompagnate sia prima che dopo il rilascio per assicurare il corretto utilizzo e soprattutto la standardizzazione delle nuove pratiche

Emerge poi il fatto che bisogna porre la massima attenzione alla risposta che il personale ha nei confronti del sistema, soprattutto di quello con maggiore esperienza sulle proprie linee di assemblaggio. Sono loro infatti che mostrano la maggiore variabilità nei giudizi relativi al sistema e contemporaneamente possono essere quegli operatori che fanno da riferimento per tutti gli altri (opinion leader) e che quindi hanno la possibilità di determinare l'andamento e lo sviluppo del nuovo sistema MES adottato.

Le conclusioni tratte da questa analisi, insieme a quelle presenti nella letteratura, possono essere un ottimo punto di partenza relativamente ai punti focali su cui concentrarsi nella propria azienda quando si decide di cimentarsi nell'adozione di tecnologie digitali innovative all'interno della produzione.





## CONCLUSIONI

Nell'elaborato si è cercato di identificare tutti quei fattori che determinano il successo nella realizzazione di un'iniziativa digitale per far sì che le aziende possano intraprendere un percorso verso la digital transformation e ridurre il più possibile il rischio di fallimento che ad oggi risulta molto alto.

Focalizzandosi sulle iniziative digitali di fabbrica si è cercato di studiare in particolare quella relativa all'adozione di un sistema MES facendo riferimento al caso studio DAB Pumps. Sfruttando l'esperienza maturata è stato proposto un modello da seguire per l'adozione del sistema i cui punti focali sono la definizione dei requirements precisi e l'utilizzo delle demo per valutare quale sia il sistema migliore. È stato poi sottolineato come sia per lo sviluppo che per i successivi roll out una gestione progetti di tipo agile, ed in particolare lo scrum, abbia favorito l'avanzamento delle attività, soprattutto grazie alla ritmicità che questo dà alle attività. È stato inoltre messa in evidenza l'importanza di un'adeguata comunicazione in tutte le fasi del progetto mostrando i metodi utilizzati nel caso specifico.

Nel rilasciare il sistema sulle linee non deve essere poi sottovalutato il valore che può essere generato dai dati che quest'ultimo produce. Riuscire a monitorare gli andamenti in tempo reale grazie a delle dashboard permette di velocizzare il decision making con conseguenti benefici a livello aziendale. Le dashboard possono poi essere utilizzate anche per trovare nuovi legami tra variabili fino ad allora ritenuti indipendenti. Vista la loro importanza è stata presentata una serie di passi che può facilitare la realizzazione, introduzione e uso di nuovi cruscotti gestionali.

Proprio a partire dalle evidenze emerse osservando i dati di produzione su una funzionalità del MES si è deciso di condurre un'indagine per identificare quali siano stati effettivamente i fattori che hanno determinato la propensione delle persone ad utilizzare o meno il sistema. Si è messa in evidenza l'importanza di creare un'interfaccia grafica facile ed intuitiva per gli operatori impegnati sulle linee e di offrire loro supporto anche dopo il rilascio dei nuovi strumenti digitali.

Futuri lavori potrebbero concentrarsi sul ripetere l'indagine anche in altre aziende per poter valutare se esistano caratteristiche aziendali che possono favorire o meno il processo di adozione. Ripetere l'analisi su un maggior numero di persone potrebbe consentire di identificare delle sotto categorie che possono essere rilevanti per comprendere e predire con più accuratezza gli andamenti delle adozioni del sistema sulle linee di assemblaggio manuali

Un ulteriore sforzo potrebbe essere dedicato a colmare il gap letterario riguardo al digital sourcing e alle sue peculiarità che lo rendono differente dal trovare un fornitore per beni tangibili.

## Bibliografia

- [1] J. Blomberg, «Digitization, Digitalization, And Digital Transformation: Confuse Them At Your Peril,» *Forbs*, 29 04 2018. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-your-peril/#57f5ed6f2f2c>. [Consultato il giorno 1 09 2019].
- [2] «Digitalization,» 14 ottobre 2018. [Online]. Available: <https://thedigitalization.wordpress.com/2018/10/14/digital-in-business/>. [Consultato il giorno 03 agosto 2019].
- [3] «Industry 4.0: the fourth industrial revolution – guide to Industrie 4.0,» i-scoop, [Online]. Available: [https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#Industry\\_40\\_definition\\_the\\_digital\\_transformation\\_of\\_industry\\_and\\_the\\_fourth\\_industrial\\_revolution](https://www.i-scoop.eu/industry-4-0/#Industry_40_definition_the_digital_transformation_of_industry_and_the_fourth_industrial_revolution). [Consultato il giorno 01 09 2019].
- [4] YangLu, «Industry 4.0: A survey on technologies, applications and open research issues,» 2017.
- [5] M. M. M. M. Vasja Roblek, «A Complex View of Industry 4.0,» 2016.
- [6] J. V. S. Reinhard Geissbauer, «Industry 4.0: Building,» PWC, 2016.
- [7] PWC, «Digital Champions,» *Global Digital Operations Study 2018*, 2018.
- [8] B. Rogers, «Why 84% Of Companies Fail At Digital Transformation,» *Forbes*, 7 Gennaio 2017. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/brucerogers/2016/01/07/why-84-of-companies-fail-at-digital-transformation/#570c3251397b>. [Consultato il giorno 08 09 2019].
- [9] AIPMM, «70% of Transformation Programs Fail - McKinsey,» 2013 Settembre 27. [Online]. Available: <https://www.slideshare.net/aipmm/70-26633757>. [Consultato il giorno 2019 Luglio 4].
- [10] Consultancy.uk, «Two thirds of digital transformation projects fail,»

- Consultancy.uk, 28 Settembre 2015. [Online]. Available: <https://www.consultancy.uk/news/2656/two-thirds-of-digital-transformation-projects-fail>. [Consultato il giorno 2019 Luglio 7].
- [11] McKinsey, «Unlocking success in digital transformation,» Ottobre 2018.
- [12] Everest Group, «78% of Enterprises Fail to Scale and Sustain Their Digital Transformation Initiatives. Everest Group Says ‘Old School’ Operating Models are to Blame,» Everest Group, 06 Agosto 2018. [Online]. Available: <https://www.everestgrp.com/2018-08-78-enterprises-fail-scale-sustain-digital-transformation-initiatives-everest-group-says-old-school-operating-models-blame-press-release-46192.html/>. [Consultato il giorno 2 08 2019].
- [13] A. FROLLA', «Industria 4.0, la corsa a ostacoli dell'Italia tra cultura e competenze digitali,» *La Repubblica*, 2019.
- [14] M. Bellini, «EY: le competenze sono il punto debole di Industria 4.0,» *NetworkDigital 360*, 16 Luglio 2019. [Online]. [Consultato il giorno 1 Settembre 2019].
- [15] I. Corradetti, «MADE IN ITALY E DIGITAL MANUFACTURING VERSO INDUSTRIA 4.0,» 09 Gennaio 2019. [Online]. Available: <https://www.eeng.it/2018/01/09/made-italy-digital-manufacturing-verso-industria-4-0/>. [Consultato il giorno 02 09 2019].
- [16] M. T. Giovanni Maragliotta, «Industria 4.0: nel 2018 il mercato cresce del +35%. La rivoluzione 4.0 passa dalle persone,» *Network Digital 360*, 20 06 2019. [Online]. Available: <https://www.zerounoweb.it/cio-innovation/organizzazione/industria-4-0-nel-2018-il-mercato-cresce-del-35-la-rivoluzione-4-0-passa-dalle-persone/>. [Consultato il giorno 02 09 2019].
- [17] R. Z. S. Dóra Horváth., «Driving forces and barriers of Industry 4.0: Do multinational and small and,» *Elsevier*, p. 14, 2019.
- [18] S. M.-M. A. K.-D. R.-T. Wuest, «A critical review of smart manufacturing & Industry 4.0 maturity models: Implications for small and medium-sized enterprises (SMEs),» *Journal of manufacturing systems*, p. 20, 2018.

- [19] S. Terzi, «La “Digital Readiness” nel Manufacturing: il modello DREAMY,» Osservatori.net, 14 Novembre 2018. [Online]. Available: [https://blog.osservatori.net/it\\_it/digital-readiness-nel-manufacturing-modello-dreamy](https://blog.osservatori.net/it_it/digital-readiness-nel-manufacturing-modello-dreamy). [Consultato il giorno 02 Settembr 2019].
- [20] G. Miragliotta, «Innovazione digitale delle aziende, i trend 2019-2020 in Italia,» Networ digital 360, 07 Gennaio 2019. [Online]. Available: <https://www.agendadigitale.eu/industry-4-0/innovazione-digitale-delle-aziende-i-trend-2019-2020-in-italia/>. [Consultato il giorno 02 Settembre 2019].
- [21] J. R. C. Bullen, in *A Primer on critical success factors*, 1986, pp. 383-423.
- [22] Enginess, «Why Digital Projects Fail,» 11 Settembre 2018. [Online]. Available: <https://enginess.io/insights/why-digital-projects-fail>. [Consultato il giorno 02 Settembre 2019].
- [23] M. G. S. F. H. K. Fabian Hecklau, «Holistic approach for human resource management in Industry 4.0,» *ScienceDirect*, 2016.
- [24] U. R. Thomas Ochs, «Industry 4.0: How to Manage Transformation as the New Normal,» in *The Palgrave Handbook of Managing Continuous Business Transformation*, 2016, pp. 245-272.
- [25] R. S. & H. M. M. Allen, «Linking strategic practices and organizational performance to Porter’s generic strategies,» *Business Process Management Journal*, p. 433–454, 2016.
- [26] A. M. Aladwani, «Change management,» *Business Process Management*, pp. 266-275, 2001.
- [27] P. Fantini, «Industria 4.0 e lavoro: le nuove professioni e competenze,» 26 Novembre 2018. [Online]. Available: [https://blog.osservatori.net/it\\_it/lavoro-e-industria-4.0](https://blog.osservatori.net/it_it/lavoro-e-industria-4.0). [Consultato il giorno 03 Settembre 2019].
- [28] J. W. e. A. Uhl, «Success and Failure in Transformation: Lessons from 13 Case Studies,» 2012.

- [29] D. G. Marigliotta, «Industria 4.0 in Italia: diffusione e valore di mercato,» osservatorio.net, 08 Novembre 2018. [Online]. Available: [https://blog.osservatori.net/it\\_it/industria-4-0-italia-diffusione](https://blog.osservatori.net/it_it/industria-4-0-italia-diffusione). [Consultato il giorno 04 Settembre 2019].
- [30] Confindustria, «IL DIGITALE IN ITALIA Mercati, Dinamiche, Policy,» 2016.
- [31] The International Society of Automation, «ISA95, Enterprise-Control System Integration,» [Online]. Available: <https://www.isa.org/belgium/standards-publications/ISA95/>. [Consultato il giorno 10 Settembre 2019].
- [32] M. Åkerman, *Implementing Shop Floor IT for Industry 4.0*, 2018.
- [33] MESA, «MES Explained: A High Level Vision,» M E S A I N T E R N A T I O N A L, 1997.
- [34] J. Kletti, *Manufacturing Execution System - MES*, Springer, 2007.
- [35] A. A. & R. P. B. Saenz de Ugarte, «Manufacturing execution system – a literature review,» *Production Planning and Control*, pp. 525-539, 2009.
- [36] G. S. Y. C. Wei Zhao, «The Planning, Design and Application of MES,» 2018.
- [37] L. Yue, in *J. Phys.: Conf. Ser. 1168*, 2019.
- [38] H. S. Yang, L. Zheng e Y. Huang, «Critical Success Factors for MES Implementation in China,» in *2012 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2012.
- [39] S. G. H. ., P. K. & N. R. K. Sang M. Lee, «Successful implementations of MES in Korean,» *International Journal of Production Research*, 2012.
- [40] C. L. F. W. E.W.T. Ngai, «Examining the critical success factors in the adoption of,» 2007.
- [41] D. a. McLean, «Information Systems Success: The Quest for,» 1992.

- [42] D. Pumps, «Prodotti,» [Online]. Available: <https://www.dabpumps.com/it/prodotti>. [Consultato il giorno 22 Settembre 2019].
- [43] Il mattino di padova, «Il braccialetto elettronico non passa alla Dab. Dopo il caso Amazon, i lavoratori e il sindacato bloccano la proposta dello smartwatch,» 06 Febbraio 2018. [Online]. Available: <https://www.cislveneto.it/Rassegna-stampa-Veneto/Il-braccialetto-elettronico-non-passa-alla-Dab.-Dopo-il-caso-Amazon-i-lavoratori-e-il-sindacato-bloccano-la-proposta-dello-smartwatch>. [Consultato il giorno 2019 Ottobre 10].
- [44] D. Munk, «Cloud-Based Vs. On-Premise Servers,» 22 Marzo 2019. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/forbestechcouncil/2019/03/22/cloud-based-vs-on-premise-servers/>. [Consultato il giorno 12 Ottobre 2019].
- [45] S. Schneider, «Determinant factors of cloud-sourcing,» *Journal of Information Technology*, 2016.
- [46] 2019 Febbraio 6. [Online]. Available: [https://forumssoftwareindustriale.it/wp-content/uploads/2019/02/15.20\\_Siemens\\_DAlessio.pdf](https://forumssoftwareindustriale.it/wp-content/uploads/2019/02/15.20_Siemens_DAlessio.pdf). [Consultato il giorno 13 Ottobre 2019].
- [47] «Aumentano le opportunità digitali per DAB,» 10 Maggio 2019. [Online]. Available: [https://www.datavaluemagazine.com/it/articles/20190510/aumentano\\_le\\_opportunita\\_digitali\\_per\\_dab](https://www.datavaluemagazine.com/it/articles/20190510/aumentano_le_opportunita_digitali_per_dab). [Consultato il giorno 13 Ottobre 2019].
- [48] Edilportale, «Dab collabora con Siemens per il proprio progetto di Smart Digital Manufacturing,» 09 Aprile 2019. [Online]. Available: [https://www.edilportale.com/news/2019/04/aziende/dab-collabora-con-siemens-per-il-proprio-progetto-di-smart-digital-manufacturing\\_69739\\_5.html](https://www.edilportale.com/news/2019/04/aziende/dab-collabora-con-siemens-per-il-proprio-progetto-di-smart-digital-manufacturing_69739_5.html). [Consultato il giorno 13 Ottobre 2019].
- [49] H. & M. H. & Z. A. & E. A. Mustapha, «A New Approach to MES System Deployment. International Journal of Scientific Engineering and Technology,» *International Journal of Scientific Engineering and Technology*, 2017.

- [50] R. Elliott, «Manufacturing Execution System (MES) An Examination of Implementation Strategy,» 2013.
- [51] ControlEngineering, «Tips for a successful MES implementation strategy».
- [52] C. VersionOne, «13th Annual State Of Agile Report,» 2019.
- [53] S. Alliance, «STATE OF SCRUM 2017-2018 scaling and agile transformation,» 2018.
- [54] M. Mazzucco, «Agile transformation: come cambia il modo di lavorare per affrontare la trasformazione digitale,» *NetworkDigital* 360, 12 Giugno 2019. [Online]. Available: <https://www.zerounoweb.it/cio-innovation/metodologie/agile-transformation-come-cambia-il-modo-di-lavorare-per-affrontare-la-trasformazione-digitale/>. [Consultato il giorno 17 Ottobre 2019].
- [55] J. Sutherland, *Fare il doppio in metà tempo*, Rizzoli Etas, 2015.
- [56] Cognizant, «Best Practices for Global MES Rollouts,» 2013.
- [57] S. R. Y. Z. Y. L. T. S. D. H. C. M. Almeida, «A comprehensive review of big data analytics throughout product lifecycle to support sustainable smart manufacturing: A framework, challenges and future research directions,» *Journal of Cleaner Production*, 2018.
- [58] M. H. G. H. David Slya, «Improving the Efficiency of Large Manufacturing Assembly Plants,» in *27th International Conference on Flexible Automation and Intelligent Manufacturing, FAIM2017,*, 2017.
- [59] E. N. C. Y. X. L. Z.X.Guo, «An RFID-based intelligent decision support system architecture for production monitoring and scheduling in a distributed manufacturing environment,» *International Journal of Production Economics*, pp. 16-28, 2015.
- [60] D. J. P. E. Arica, «Status and Future of Manufacturing Execution Systems,» in *2018 IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management (IEEM)*, 2017.



- [61] C. G. E. J. E. N. Henri Tokola, «Designing manufacturing dashboards on the basis of a Key Performance Indicator survey,» in *49th CIRP Conference on Manufacturing Systems (CIRP-CMS 2016)*, 2016.
- [62] M. H. F. H. B. M. E. W. Christoph Gröger, «The Operational Process Dashboard for Manufacturing,» in *Forty Sixth CIRP Conference on Manufacturing Systems 2013*, 2013.
- [63] J. Rowley, «Designing and using research questionnaires».
- [64] Fraunhofer Institute for Industrial Engineering IAO, Stuttgart, «Industry 4.0 –a revolution in work organization».
- [65] H. YAVUZ, «THE CRITICAL SUCCESS FACTORS FOR MANUFACTURING EXECUTION SYSTEMS (MES) ADOPTION IN THE DEFENSE INDUSTRY OF TURKEY: AN INDUSTRIAL CASE STUDY,» 2018.
- [66] M. Y. Michael H. Small, «Human factors in the adoption and performance of advanced manufacturing technology in unionized firms,» *Industrial Management & Data Systems*, 2000.
- [67] R. Taylor, «Interpretation of correlation coefficient: a basic review,» 1990.